



LE RÔLE CENTRAL DE LA RECHERCHE TECHNOLOGIQUE AU SERVICE DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET ÉCONOMIQUE

De tout temps, les grandes avancées scientifiques et leurs applications ont été les moteurs du développement industriel, apportant progrès et richesses aux sociétés. C'est ce constat qui pousse aujourd'hui les pays émergents à développer la formation, la recherche et l'innovation technologique pour en faire le socle de leur croissance économique et le chemin vers des conditions de vie meilleures. Comment la France a-t-elle historiquement mis en place les conditions d'une recherche vivante et efficace ? Et selon quels principes cette recherche fonctionne-t-elle aujourd'hui ?

UNE PRISE DE CONSCIENCE À LA FIN DE LA GUERRE

En France, la recherche technologique devient une priorité nationale à la fin de la Seconde Guerre mondiale. À ce moment fondateur, tout est à faire ou presque dans le domaine scientifique, car les retards se sont accumulés depuis déjà de longues années. La France est de surcroît ravagée par cinq ans d'occupation. La création du CNRS (Centre national de la recherche scientifique), le 19 octobre 1939 seulement, démontrait finalement à quel point d'impréparation le pays était parvenu : comme les programmes d'armement innovants en général, le CNRS arrivait sans doute trop tard pour « organiser l'effort scientifique de guerre et contribuer à la victoire sur le Reich ». Ainsi

Audrey HENRIOUD et Jean RANNOU

« La recherche technologique reste le chemin obligé vers les programmes futurs (...) sauter cette étape peut engendrer des retards et des surcoûts sans commune mesure avec l'investissement qui aurait permis de les éviter. »

Photo ci-dessus :

Créé juste après la seconde guerre mondiale, le centre de Modane-Avrieux rassemble un ensemble de souffleries. Par sa position géographique, sa particularité est de recevoir son énergie sous forme hydraulique. (© ONERA)

découvrait-on que la recherche était nécessaire pour soutenir l'effort de guerre, mais un mois après l'avoir déclarée, alors que l'Allemagne avait depuis longtemps fait de la recherche une priorité nationale. Elle avait en outre compris, la première, le rôle clé que pouvait jouer la recherche technologique pour développer et faire mûrir les technologies au profit de son industrie. À la fin des années 1930, l'Allemagne était en passe de prendre un avantage industriel décisif sur les autres pays. Tirant les leçons de ce qui avait réussi ailleurs, plusieurs instituts de recherche technologique (ou finalisée) furent donc créés en France à la fin de la guerre afin de prolonger l'action du CNRS.

Ces nouveaux instituts venaient s'intercaler entre la recherche fondamentale (ou académique) et l'industrie pour établir le lien indispensable entre elles. Leur mission était toute tracée : ils devaient développer les connaissances scientifiques et mettre au point les technologies nécessaires à la réalisation des grands projets qui avaient été décidés pour reconstruire la France et la placer à nouveau au premier rang des grandes nations. Plusieurs facteurs se sont conjugués pour assurer le succès de cette entreprise. Inscrite dans une vision politique de long terme et fondée sur la réalisation de projets scientifiques et industriels très ambitieux, elle a bénéficié dans la durée d'une direction étatique cohérente qui a su entretenir l'élan national pour atteindre les objectifs fixés. Elle reposait en outre sur la conviction partagée

que le succès exigeait un effort de recherche technologique et de formation sans précédent, dont le général de Gaulle fit une priorité nationale dès son retour au pouvoir.

LES HABITS NEUFS DE LA RECHERCHE

Bien que cette politique ait produit des résultats spectaculaires pendant trente ans, l'effort a commencé à se relâcher dans plusieurs secteurs de l'industrie à partir du milieu des années 1970. Les conséquences ne sont pas apparues immédiatement, d'autant qu'elles ont été atténuées par des mesures sociales et l'augmentation des emplois publics. Elles ne sont réellement devenues visibles qu'au début des années 2000, lorsqu'il n'a plus été possible d'équilibrer la balance commerciale. Enfin, comme dans plusieurs autres pays européens, la crise financière et économique puis l'explosion de la dette publique ont fini par faire apparaître au grand jour l'ampleur des problèmes. Pour sortir d'une telle situation, des décideurs de plus en plus nombreux se sont rendu compte qu'il était à nouveau urgent de créer de la valeur et des emplois productifs. La seule voie pour y parvenir : une relance énergétique de l'effort de recherche technologique et d'innovation, visant à donner plus de compétitivité à l'industrie. D'une façon ou d'une autre, la préservation de l'environnement et l'épuisement des ressources naturelles imposent la même démarche : la recherche est donc doublement vitale. Encore faut-il que cette recherche soit correctement organisée et utilisée.

En France, les initiatives se sont multipliées depuis quelques années pour relancer la recherche technologique et l'innovation, mais elles ne semblent pas avoir donné les résultats escomptés. Il manque sans doute une



Visite d'aérodynamiciens à la soufflerie S1 de Modane en 1937. (© ONERA)

★ Les principaux instituts de recherche technologique créés en France

- 17 novembre 1943 : Institut français du pétrole (IFP).
- 4 mai 1944 : Centre national d'études des télécommunications (CNET).
- 18 octobre 1945 : Commissariat à l'énergie atomique (CEA).
- 3 mai 1946 : Office national d'études et de recherches aéronautiques (ONERA).
- 18 mai 1946 : Institut national de la recherche agronomique (INRA).

Pour répondre à des besoins nouveaux, les missions de l'ONERA sont élargies aux recherches aérospatiales en 1963, au moment de la création du Centre national d'études spatiales (CNES). L'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) est créé en 1964, puis l'Institut de recherche en informatique et en automatique (IRIA) en 1967, qui devient Institut national (INRIA) en 1979. Tous les secteurs d'activité scientifiques et industriels sont concernés par ces créations et certains organismes, dont le CEA et l'ONERA ont une double vocation civile et militaire dès leur création. Le CEA est doté d'une Direction des applications militaires. L'ONERA est placé sous la tutelle du ministre de la Défense. Par ailleurs, la recherche de défense, hors CEA, est placée sous l'autorité directe de la Délégation générale pour l'armement (DGA). Elle fixe les orientations, en assure le financement et, à l'époque, réalise elle-même une partie des recherches, notamment dans les domaines naval, terrestre et dans celui des armements.

orientation claire et une autorité qui s'impose, comme ce fut le cas dans les années 1950 et 1960, pour aboutir à un système cohérent, capable de fédérer les initiatives et éviter la dispersion des efforts. Il ne s'agit pas de refonder un colbertisme rigide, mais de revivifier une « cohérence compétitive » qui semble manquer. Par ailleurs, l'exigence de résultats rapides conduit naturellement à privilégier les développements et les productions au détriment de l'indispensable effort de maturation et de validation des technologies qu'il faut consentir en amont. Pour refonder une recherche durable, il semble donc utile de reprendre conscience de ce qu'impliquent les cycles technologiques.

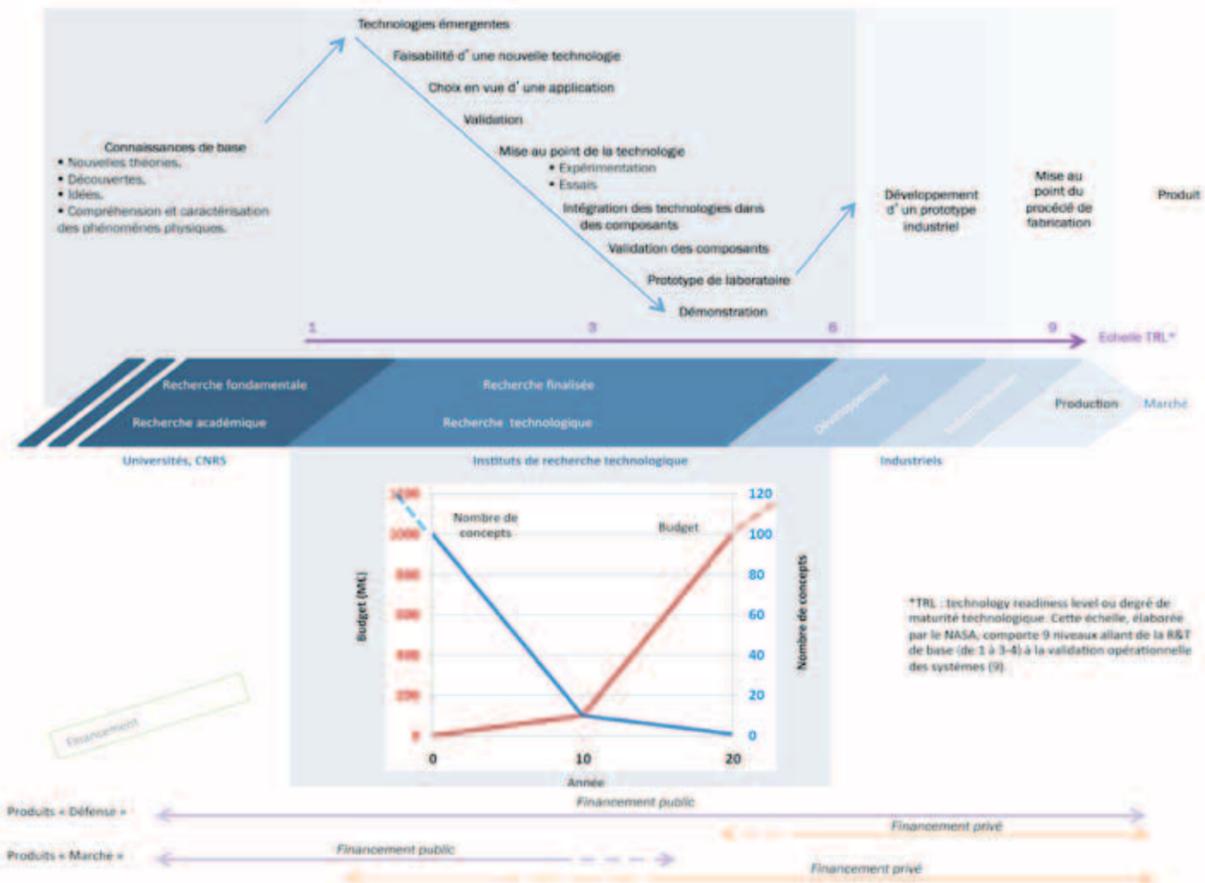
DE LA RECHERCHE AU PRODUIT : UN CYCLE EN TROIS ÉTAPES

Ce cycle, présenté sur le schéma page suivante, retient l'innovation technologique comme l'élément déterminant pour obtenir un avantage compétitif et/ou un saut de performances lors du développement de nouveaux produits par l'industrie, car c'est celui qui est fondé sur l'effort de recherche technologique. D'autres voies d'innovations, fondées sur des développements industriels, sont également possibles en utilisant des technologies déjà éprouvées pour assurer de nouvelles fonctions ou de nouveaux services. Dans le processus allant de la recherche au produit, la nécessité de la première étape confiée à la recherche fondamentale est bien comprise en France et largement financée. Elle est d'ailleurs dirigée par un ministère et est

désormais associée à l'enseignement supérieur, ce qui est cohérent avec les pratiques des autres pays, mais présente cependant le risque de l'éloigner des réalités industrielles et économiques. La troisième étape, le développement des produits par l'industrie, a longtemps été un point fort de la France grâce à l'excellente formation de ses ingénieurs. Son importance est parfaitement perçue par tous les décideurs et de nombreux efforts financiers, dont le Crédit impôt recherche et maintenant le Grand emprunt, ont été consentis pour soutenir les développements industriels. En revanche, l'étape intermédiaire, celle accomplie par la recherche technologique, fait, en France, figure de parent pauvre, alors qu'elle joue un rôle capital dans le développement des nouvelles technologies issues des idées et des trouvailles de la recherche fondamentale, pour les mettre à la disposition de l'industrie. C'est ce que l'Allemagne avait compris avant les autres dans les années 1920. Et cette vérité perdure : ceux qui consentent le plus d'efforts au profit de la recherche technologique ont de meilleures performances industrielles, notamment à l'exportation.

LE RÔLE CENTRAL DE LA RECHERCHE TECHNOLOGIQUE

La conception d'un nouveau produit plus compétitif sur les marchés, ou décisif au combat dans le cas des capacités de défense, suppose que l'on sache choisir les meilleures « technologies » envisageables, puis qu'on les amène à maturité dans des délais compatibles



De la recherche au produit : cycle de vie et financement dans l'aérospatiale. (© CEIS)

avec la satisfaction du besoin. Ces deux capacités scientifiques, choix et maturation, sont clés car si on ne les possède pas, on ne sait pas détecter puis maîtriser les technologies qui émergeront. On est alors confronté à un dilemme : soit on est trop conservateur, soit on est trop ambitieux. Dans le premier cas, le nouveau produit que l'on développe ne sera pas compétitif et, dans le second, il accumulera les retards et les surcoûts. Bien des industries n'ont pas survécu à un tel dilemme.

Le terme « technologie » recouvre des réalités assez différentes, tangibles ou intangibles, allant :

– des briques technologiques :

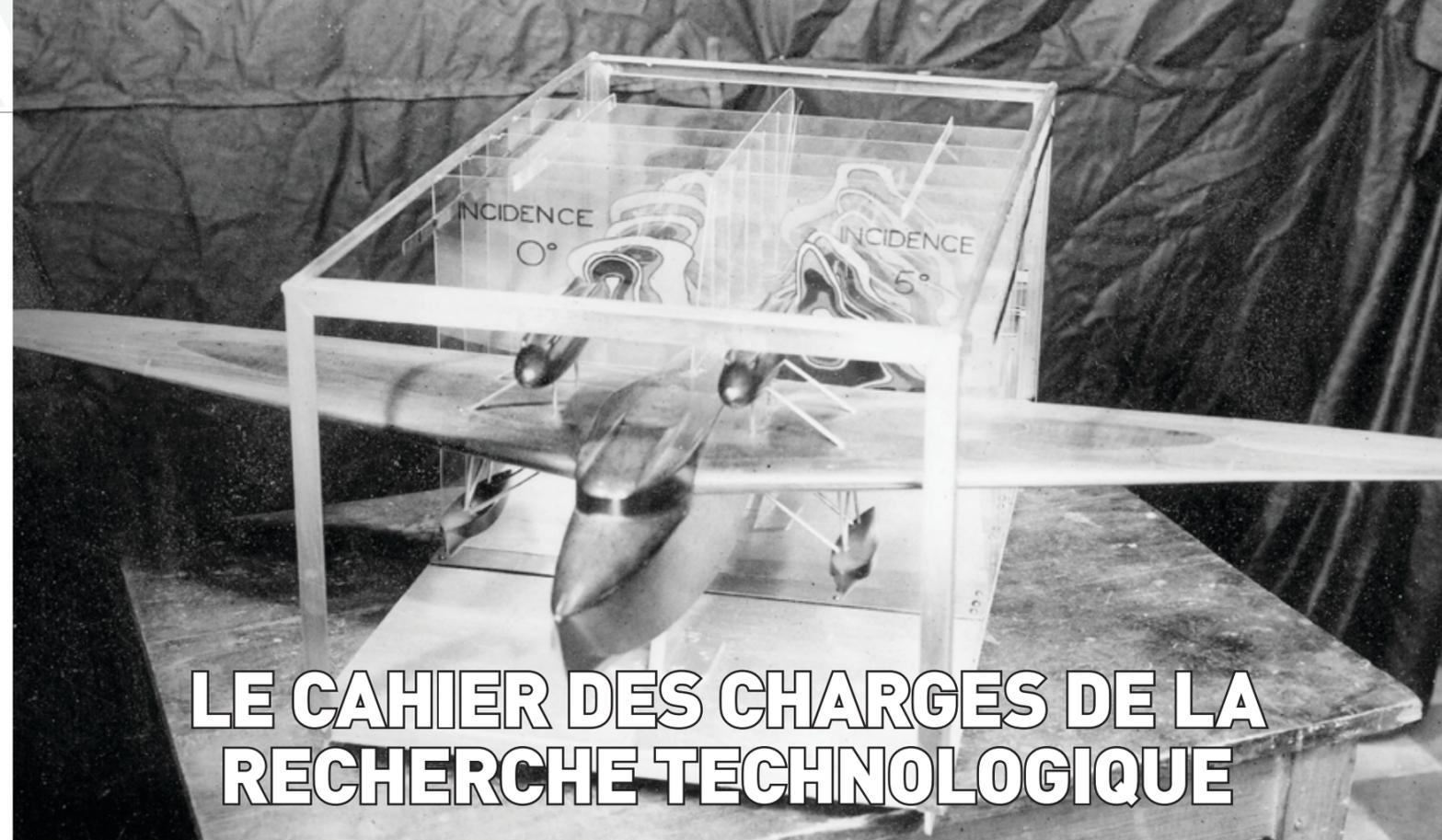
- nouvelles technologies de base (molécule, matériau, alliage, procédé de fabrication, technologie logicielle...),
 - composants (processeur, mémoire, algorithme, technologie d'assemblage...),
- aux produits :
- assemblages de composants pour produire des objets ou des équipements utilisables en tant que tels (portable, code de calcul, modèle...) ou intégrables dans un système,
 - systèmes (architecture, assemblages d'équipements, processus d'intégration).

La maîtrise de ces capacités signifie que l'on

possède les connaissances, les compétences scientifiques et les outils pour conduire à leur terme et avec succès les deux phases du processus. La première phase, le choix, implique des travaux de recherche en laboratoire pour vérifier ou démontrer la faisabilité d'une nouvelle technologie issue d'une découverte, puis vérifier que les composants qu'elle va permettre de construire vont bien répondre aux prévisions et aux attentes. Il s'agit d'explorer le champ des technologies émergentes afin de retenir celles qui sont susceptibles d'applications. Dans le cas d'un nouveau concept, des études viendront compléter les travaux de recherche en laboratoire. Les choix étant faits, la deuxième phase, la maturation, comprend des études et travaux de laboratoire plus approfondis de développement et de mise au point d'une technologie de base (ou de plusieurs) puis de composants (modélisation, simulation, expérimentations, essais). On aboutit ainsi à une validation, d'abord en laboratoire puis dans un environnement significatif simulé ou dans un environnement proche des conditions d'emploi réelles. On arrive à ce stade au niveau du démonstrateur de taille réduite, voire en grandeur réelle. La durée des travaux scientifiques réalisés pendant cette étape de choix et de maturation des technologies peut être courte – deux ans pour

un composant électronique – ou beaucoup plus longue – jusque quinze à vingt ans pour un nouveau matériau –, mais, dans tous les cas, elle est indispensable pour réussir l'intégration de ces technologies dans le développement ultérieur d'un produit, d'un équipement ou d'un système. Il faut ajouter que cette étape centrale ne peut être disjointe, ni de la recherche fondamentale, ni de l'industrie. Elle a même un rôle essentiel à jouer pour réaliser le pont entre les deux afin d'orienter les chercheurs en amont pour répondre aux attentes des sociétés et les choix technologiques en aval à partir des technologies émergentes.

La recherche technologique, mise en place en France à la fin de la Seconde Guerre mondiale, reste le chemin obligé vers les programmes futurs. Elle est la clé du choix des bonnes technologies et de leur développement pour les mettre à la disposition de l'industrie avec les meilleures garanties quant à leurs performances, leur fiabilité et leurs coûts. Les difficultés que rencontrent certains grands projets, en France et ailleurs, sont là pour rappeler que sauter cette étape peut engendrer des retards et des surcoûts sans commune mesure avec l'investissement qui aurait permis de les éviter. ■



LE CAHIER DES CHARGES DE LA RECHERCHE TECHNOLOGIQUE

L'aéronautique puis l'aérospatiale ont changé la vision qu'avaient les hommes du monde et de l'univers. Voler et aller dans l'espace, voir la terre d'en haut... des perspectives vertigineuses et inédites se sont soudain révélées. Pour que ces prouesses se transforment en promesses, il a cependant fallu que les scientifiques et les ingénieurs inventent et innover sans cesse pour imaginer et développer de très nombreuses technologies, bien différentes de ce qui existait auparavant. Il leur a fallu du temps et de la persévérance, de la ténacité souvent, car les systèmes aériens et spatiaux sont longs à mettre au point et très complexes. Cette quête est loin d'être achevée, les rêves humains loin d'être réalisés. Les scientifiques et les ingénieurs devront encore poursuivre leurs efforts, d'autant plus que le rapport au progrès scientifique s'est modifié dans son esprit et ses exigences : on demande aujourd'hui toujours plus de sécurité, et de meilleures performances, notamment au regard de l'environnement.

DES CYCLES LONGS, UNE CULTURE DU « TECHNOLOGIQUEMENT DURABLE »

Les systèmes produits par l'industrie aérospatiale s'inscrivent dans des cycles très longs. Les avions de transport les plus vendus ont un cycle dont la durée totale

Guy RUPIED
Secrétaire Général du GIFAS,
avec Cécile ROUSSEL.

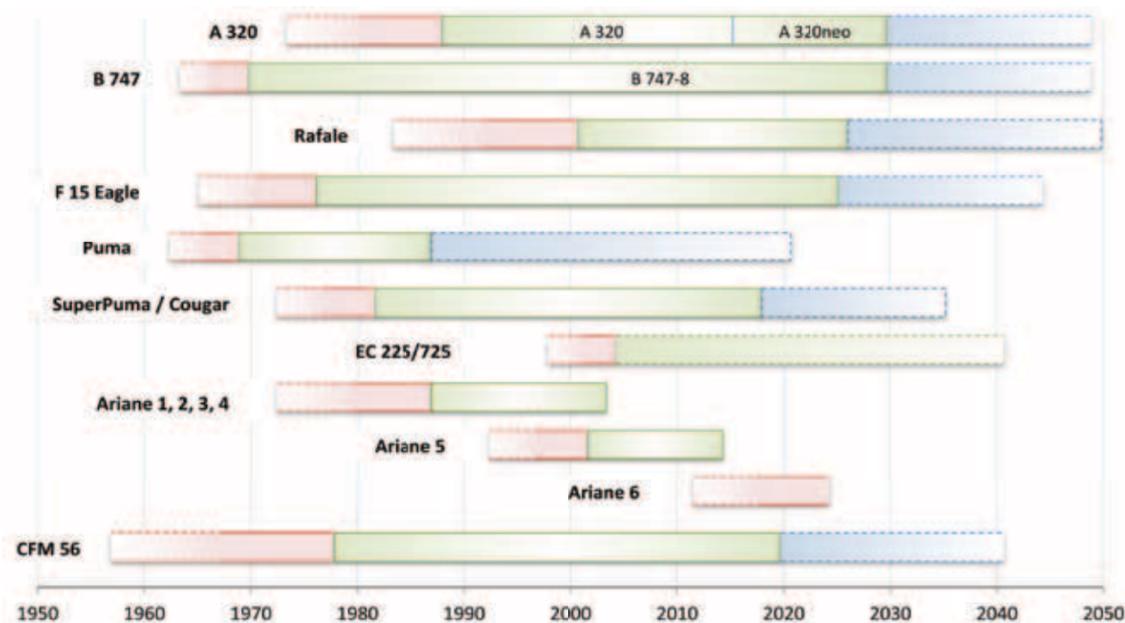
« L'importance du secteur aéronautique et spatial, au regard de son impact tant économique que stratégique, ainsi que le poids des technologies afférentes, soulignent la nécessité de jouer un rôle moteur dans le développement et la maîtrise de ces technologies. »

Photo ci-dessus :
Un projet d'hydravion des années trente. (© ONERA)

peut approcher le siècle. Il faut beaucoup de temps en amont pour conduire les études et la maturation des technologies, puis pour concevoir, développer, mettre au point et produire de nouveaux avions ou de nouveaux missiles. Ce cycle étant coûteux du fait de sa durée et de la complexité des systèmes produits, il faut ensuite pouvoir les utiliser et les vendre pendant assez de temps pour rentabiliser l'investissement consenti.

Ainsi, l'Airbus A320, entré en service en 1988, sera produit au moins jusqu'en 2030 dans sa version neo, et restera en service au-delà de 2050. Son concurrent, le Boeing 737 pourrait rester en service quatre-vingts ans si sa remotorisation était décidée, tout comme le Boeing 747. Si on ajoute les études et des développements, on arrive à un cycle total proche du siècle. De leur côté, les avions de combat ont des cycles un peu moins longs, mais vont dépasser soixante ans pour le Rafale et soixante-quinze ans pour le F-15 américain. Les ordres de grandeur sont les mêmes pour les hélicoptères.

Quant aux moteurs, s'ils sont en général changés une fois en cours de vie des avions, il convient de souligner que le CFM56, qui équipe l'A320 et le B-737, sera produit pendant au moins quarante-cinq ans et les rechanges encore plus longtemps. En outre, les moteurs nouveaux exigent des



Cycle de programmes aérospatiaux (en rouge: la phase de recherche et de développement; en vert: la phase de production et d'exploitation; en bleu: la phase d'exploitation).

temps d'études et de développement plus longs que les avions.

Enfin, s'agissant de l'espace, les fusées du type Ariane ont souvent un cycle plus court que les avions, mais les séries successives bénéficient de l'expérience acquise avec les précédentes. Cependant, le lanceur Soyouz a déjà quarante-cinq ans puisque le premier tir a eu lieu en 1966.

UNE EXIGENCE D'ANTICIPATION ET DE MATURATION DES TECHNOLOGIES

La conséquence du temps long pour la recherche technologique est double. Elle impose une exigence d'anticipation et d'expertise, car il faut savoir faire très en amont les bons choix technologiques. Les erreurs sont difficiles à rattraper et toujours très coûteuses, les exemples ne manquant pas depuis les débuts de l'aviation pour illustrer cette réalité. À l'inverse, les bons choix technologiques et les innovations sont évidemment au cœur des grands succès, comme le démontrent l'A320, le CFM56 ou le Falcon 7X. Le temps long impose ensuite une bonne maîtrise du processus de maturation des technologies, afin qu'elles soient disponibles au bon moment, sachant que ce temps de maturation est très variable selon leur nature. Il peut dépasser vingt ans pour un nouveau matériau permettant un saut technologique. Cette double exigence, choix et maturation des technologies, fait de la recherche technologique un pont

naturel entre la recherche fondamentale d'un côté et l'industrie de l'autre. Il faut en effet être capable d'identifier et d'évaluer les technologies émergentes le plus en amont possible, ce qui impose une grande proximité avec la recherche fondamentale ; il faut ensuite savoir apprécier le temps nécessaire à la maturation des technologies ainsi que les risques et les coûts associés afin d'optimiser les choix industriels futurs, ce qui suppose une parfaite compréhension des besoins de l'industrie. On le voit, le problème, ici, tient à l'élaboration d'un continuum culturel entre amont et aval. Les grandes nations industrielles sont celles qui maîtrisent mais aussi qui entretiennent ce continuum.

DES SYSTÈMES COMPLEXES

Cette double exigence est d'autant plus délicate que les produits aéronautiques et spatiaux sont des systèmes complexes. Ils sont constitués de technologies, de composants, d'équipements et de sous-ensembles eux-mêmes complexes, qu'il faut de plus savoir combiner et intégrer pour concevoir et fabriquer un système optimisé. La variété des sous-ensembles constituant un aéronef (ou un missile) est en outre très grande : cellule et structure ; moteurs ; systèmes d'atterrissage, de pilotage, de navigation et de gestion du vol ; génération et distribution d'énergie ; air conditionné... Le nombre et la diversité

des connaissances et des compétences scientifiques et techniques, des outils de modélisation et de simulation ainsi que des moyens de test et d'essais mis en jeu sont en conséquence considérables. Une approche ambitieuse mais structurée, basée sur le cercle vertueux « expérience-modélisation-simulation-validation » permet de valider chaque avancée et de réduire les risques liés à la conduite de projets d'une telle complexité.

De plus, ces systèmes sont appelés à progresser dans un milieu en constante évolution et parfois hostile au point de mettre rapidement en cause la sécurité du vol. Ils peuvent être agressés par la foudre, des conditions givrantes, de fortes précipitations, des vents violents, des turbulences, voire par des attaques pour les systèmes militaires. Il est en conséquence nécessaire de connaître en permanence l'état du système lui-même et celui de son environnement afin d'assurer en temps réel le pilotage et la poursuite de la mission de manière optimale : choix de la meilleure trajectoire, stabilité et sécurité du vol, et ceci quelles que soient les conditions extérieures. Ces paramètres et contraintes appellent dès lors l'intégration de technologies supplémentaires, augmentant d'autant la complexité des systèmes.

Naturellement, cette complexité augmentera également avec le temps sous l'effet conjugué de l'évolution des technologies d'une part et de l'amélioration des

capacités de conception et d'intégration d'autre part. L'avenir est désormais aux systèmes très intégrés dès leur conception et capables de remplir un plus grand nombre de fonctions.

Dès lors, on perçoit la nécessité de maîtriser des compétences scientifiques et technologiques très aiguisées dans tous les domaines pour fournir les technologies et les outils nécessaires au développement des composants, des équipements et des sous-ensembles constituant les systèmes. Parallèlement, il faut être capable de croiser toutes ces compétences autour de chaque nouveau projet afin de pouvoir assurer sa cohérence globale et son optimisation. Ce croisement des compétences ne peut cependant produire ses fruits que s'il est fondé sur une « vision système » partagée par les équipes chargées de la recherche technologique d'un côté et celles chargées du développement de l'autre.

DEUX FACTEURS DE COMPLEXITÉ ET DE DÉVELOPPEMENTS TECHNOLOGIQUES : LA SÉCURITÉ DES VOLS ET LE RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT

Si le besoin de sécurité et de fiabilité de fonctionnement des aéronefs est né avec l'aviation, la prise en compte de son impact environnemental s'est faite plus progressivement. Elle a commencé par la réduction du bruit, puis celle des émissions polluantes et des émissions de gaz à effets de serre. On s'est intéressé à la nature des matériaux utilisés, d'une part pour contribuer aux réductions des émissions polluantes (réduire le poids pour réduire la consommation de carburant), d'autre part afin d'éviter tout risque pendant leur emploi puis lors de leur recyclage en fin de vie.

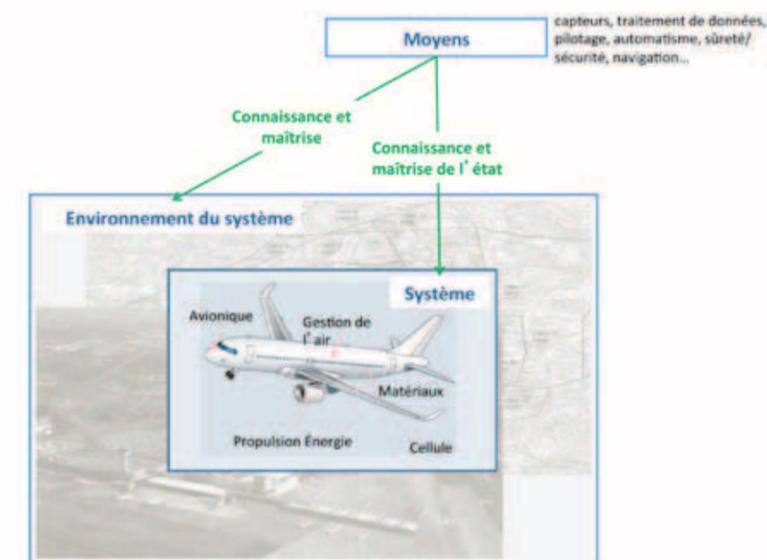
La sécurité concerne au premier chef les aéronefs eux-mêmes. Elle repose sur une maîtrise parfaite et permanente du vol ainsi que sur la fiabilité des composants critiques de l'appareil, la fiabilité étant prépondérante dans le cas des missiles.

L'amélioration de la sécurité fait appel aux compétences scientifiques et techniques déjà décrites précédemment, mais demande des travaux spécifiques pour définir et concevoir les capteurs nécessaires à la connaissance permanente de l'aéronef et de son environnement. Il faut ensuite développer les compétences pour fusionner toutes les données afin de mettre à la disposition de l'équipage toutes les informations utiles à la gestion du vol, ce qui suppose une excellente relation homme/machine. Dans le même temps, il faut décharger l'équipage des tâches élémentaires liées au pilotage

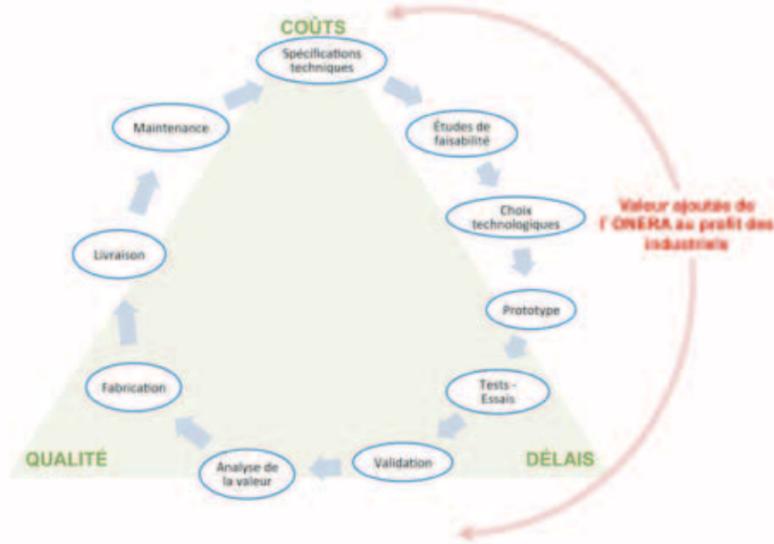
par la définition et la mise en place des automatismes les plus appropriés. Dans le cas du transport aérien, la sécurité des vols est de plus directement dépendante de la gestion et du contrôle du trafic aérien en route, à proximité des aéroports et sur ceux-ci. Le programme européen de recherche SESAR, *Single European Sky Traffic Management Research*, s'est fixé l'objectif ambitieux d'augmenter la sécurité des vols d'un facteur 10 sur les prochaines décennies. À ce titre, la certification joue aujourd'hui un rôle central en matière de sécurité des vols. La fiabilité des composants critiques du domaine aéronautique est ainsi de mieux en mieux encadrée par des règles établies au niveau international, européen ou national. Mais ici aussi, cette amélioration ne va pas sans faire appel à des compétences spécifiques, à la fois technologiques et industrielles, nécessaires pour définir les critères pertinents à retenir pour les certifications. Il faut ensuite les compétences et les moyens d'essais pour amener les technologies et les systèmes au niveau requis par la certification, et les y maintenir dans la durée. En matière d'impact environnemental, les objectifs à atteindre pour le transport aérien sont désormais définis aussi bien à l'échelon européen qu'à l'échelon national. On peut ici citer les objectifs définis par le Conseil consultatif pour la recherche aéronautique en Europe (*Advisory Council for Aeronautics Research in Europe - ACARE*)

dont l'organisation européenne Clean Sky est chargée de la mise en œuvre. Ces objectifs ont été repris par les pays de l'Union européenne. En France, c'est le Conseil pour la recherche aéronautique civile (CORAC) qui en a la charge au travers d'une « feuille de route technologique ». On peut également citer la réglementation européenne REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances*) qui instaure un contrôle des substances chimiques dans les matériaux utilisés dans les produits industriels.

Le respect de l'ensemble des certifications, des réglementations et des objectifs européens impose de renforcer les compétences de la recherche technologique dans de nombreux domaines scientifiques et techniques. D'abord dans ceux déjà présentés concernant l'amélioration des performances des systèmes aériens et spatiaux avec comme premier objectif de réduire la consommation de carburant et donc les coûts de fonctionnement et les rejets. Le deuxième axe d'effort concerne le bruit, en particulier celui des hélicoptères pour lesquels la marge de progrès est encore grande, mais passe par des ruptures technologiques. Par ailleurs, une étude spécifique concernant la formation des traînées de condensation et leur impact sur l'environnement a été entreprise. Tout un travail de recherche et d'essais reste à poursuivre sur la composition des matériaux utilisés par l'industrie aéronautique



L'avion de transport, un système complexe dans un environnement complexe. (© D.R.)



Valeur ajoutée de l'ONERA au profit des industriels.

et spatiale afin de supprimer ou au moins de minimiser leur impact sur l'environnement et faciliter leur recyclage en fin de vie, mais aussi pour réduire leurs coûts de production. Enfin, il reste à mettre au point des carburants alternatifs économiquement viables et dont le bilan en matière d'émissions serait plus favorable que celui des carburants actuels.

Ainsi, la recherche technologique n'est pas derrière nous comme le pensent certains, bien au contraire, puisque son champ d'action et de compétences continue à s'élargir. Cela se vérifie en particulier du fait des possibilités nouvelles ouvertes par l'évolution des connaissances et des outils scientifiques, mais aussi des exigences croissantes des sociétés en matière de performances et de sécurité. La recherche technologique doit en conséquence conforter et développer les connaissances et les compétences scientifiques, les outils de modélisation et de simulation, ainsi que les moyens de test et d'essais nécessaires au maintien des capacités industrielles du secteur aérospatial. Enfin, il faut rappeler que le niveau de ces exigences est tel que très peu de pays ont pour le moment réussi à l'atteindre.

Le cas particulier des souffleries, moyens d'essais par excellence de la recherche aéronautique, est emblématique du rôle et de l'importance des centres de recherches aérospatiales. L'engagement des pays émergents pour les acquérir traduit leur

ambition en la matière, à l'instar de l'Inde ou de la Chine. Cette dernière, jusqu'alors dépendante des installations occidentales, a lancé la construction de souffleries sur le modèle des souffleries françaises, reconnues de premier rang. Aux États-Unis, après une période de stagnation, voire de diminution, des investissements dans leur parc de soufflerie, sur la recommandation d'un *think tank* regroupant les plus grands aviateurs nationaux, le Congrès américain a récemment voté un programme de 600 millions de dollars sur dix ans pour remettre à niveau les installations et les compétences afférentes (programme ATP).

“ Tous les pays qui ont réussi à développer une industrie aéronautique et spatiale se sont appuyés sur la recherche et notamment sur des instituts de recherche technologique tels la NASA, le DLR allemand ou l'ONERA. Les « nouveaux entrants » sont en train de suivre la même voie. ”

De son côté, l'Europe a financé, en 2009, un premier projet, ESWIRP (European Strategic Wind tunnels Improved Research Potential), de 7,7 millions d'euros pour la modernisation de son parc de souffleries.

L'ONERA, AU CŒUR DES CAPACITÉS DE LA RECHERCHE AÉROSPATIALE FRANÇAISE

Dès lors, on perçoit bien les enjeux et la nécessité de disposer et d'entretenir des capacités de recherche dans le domaine aéronautique et spatial. En France, l'ONERA (Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales) occupe à ce titre une place centrale. Placé sous la tutelle du ministère de la Défense, il est, depuis sa création en 1946, le centre français de recherches aéronautiques et, depuis 1963, celui des recherches spatiales (lors de la création du Centre National d'Études Spatiales - CNES). Il assure le lien entre la recherche fondamentale (jusqu'à un niveau de TRL 3 - Technology Readiness Level, permettant de mesurer la maturité d'une technologie), réalisée au sein des universités et des centres de recherches tels que le CNRS, et la recherche et développement industrielle (à partir d'un niveau de TRL entre 6 et 7). Ce positionnement particulier, équivalent à celui du Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (CEA) ou de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), implique qu'il travaille sur des niches technologiques visant l'innovation technologique et son application industrielle, ce qui peut être défini comme de la recherche finalisée.

Le rôle de l'ONERA est triple. Il intervient en tant qu'expert au profit des instances étatiques civiles (Direction générale de l'aviation civile) et de défense (Direction générale de l'armement). Il accompagne les industriels dans le cadre de réflexions prospectives, d'élaboration de spécifications, de définition d'architecture de systèmes, de choix technologiques, de tests et d'essais... Enfin, il participe activement à la formation des prochaines générations de scientifiques.

L'importance du secteur aéronautique et spatial, au regard de son impact tant économique que stratégique, ainsi que le poids des technologies afférentes soulignent la nécessité de jouer un rôle moteur dans le développement et la maîtrise de ces technologies. C'est en cela que l'entretien de capacités nationales, telles que celles détenues par l'ONERA, dans une logique de coopération européenne constitue un objectif majeur, sauf à renoncer à jouer un rôle dans l'aventure aérospatiale. ■



L'ONERA ET LES OUTILS DE PARTENARIAT

Jacques LAFAYE
Chargé de mission auprès du
Président de l'ONERA.

“ Le principal objectif de l'ONERA dans le réseau Carnot est de construire des propositions de recherche cadrant au plus près les besoins de l'industrie aérospatiale en y associant les laboratoires pertinents du réseau. ”

Photo ci-dessus :
Calcul de l'écoulement turbulent engendré par un train d'atterrissage dans le cadre d'étude acoustique. Coopération ONERA-NASA. (© ONERA)

Les coopérations et les partenariats avec l'industrie aérospatiale et les laboratoires de recherche sont une priorité pour l'ONERA. Le rapprochement de l'industrie et du monde de la recherche constitue une priorité pour l'État qui a suscité dans les dernières années la création de nouveaux outils. À ce titre, l'ONERA est membre fondateur des trois pôles de compétitivité aérospatiaux : pôle ASTech en Île-de-France, pôle Pégase en Provence-Alpes-Côte d'Azur et pôle Aerospace Valley en Midi-Pyrénées. Ces pôles permettent de rapprocher les grands groupes, les PMI, les centres de recherche et les établissements d'enseignement supérieur autour de projets apportant une plus-value à l'industrie, à échéance de quelques années.

Autre outil innovant : le label Carnot. Ce label, obtenu par l'ONERA en 2007, distingue les établissements publics de recherche les plus capables de répondre dans des termes contractuels précis à un besoin de recherche exprimé par l'industrie. Directement inspiré du modèle allemand des instituts Fraunhofer, le réseau des instituts Carnot a comme principal objectif d'accroître les transferts de technologies et les partenariats entre laboratoires publics et entreprises. En avril 2011, le ministère de la Recherche et de l'Enseignement supérieur a lancé le réseau Carnot 2, qui prolonge et approfondit les premières expériences. Dans ce cadre, l'ONERA a vu son label renouvelé, aux côtés de 33 autres instituts. Au total, ces 34 instituts Carnot 2

représentent les 15 % des effectifs de la recherche publique française qui réalisent plus de 50 % des contrats de recherche avec l'industrie. Le label Carnot démontre également qu'excellence scientifique et écoute des besoins de l'industrie vont de pair.

Le principe de fonctionnement de Carnot est simple : chaque institut reçoit un financement direct de l'Agence nationale de la recherche. Le montant de ce financement est calculé en fonction de la performance contractuelle de l'institut avec l'industrie. Cette ressource contribue aux recherches consacrées à la préparation de l'avenir et renforce *in fine* l'excellence scientifique.

Le principal objectif de l'ONERA dans le réseau Carnot est de construire des propositions de recherche cadrant au plus près les besoins de l'industrie aérospatiale en y associant les laboratoires pertinents du réseau. Il s'agit également – au-delà du réseau Carnot proprement dit – de s'associer aux meilleures compétences présentes dans les laboratoires de recherche académiques.

L'industrie aéronautique, spatiale et de défense fait appel à un très large éventail de disciplines scientifiques pour ses besoins de recherche et technologie. L'objectif visé par la constitution d'une alliance entre instituts Carnot autour de l'ONERA est d'être en mesure de bâtir une offre de recherche capable de donner un avantage compétitif à l'industrie française et européenne. ■