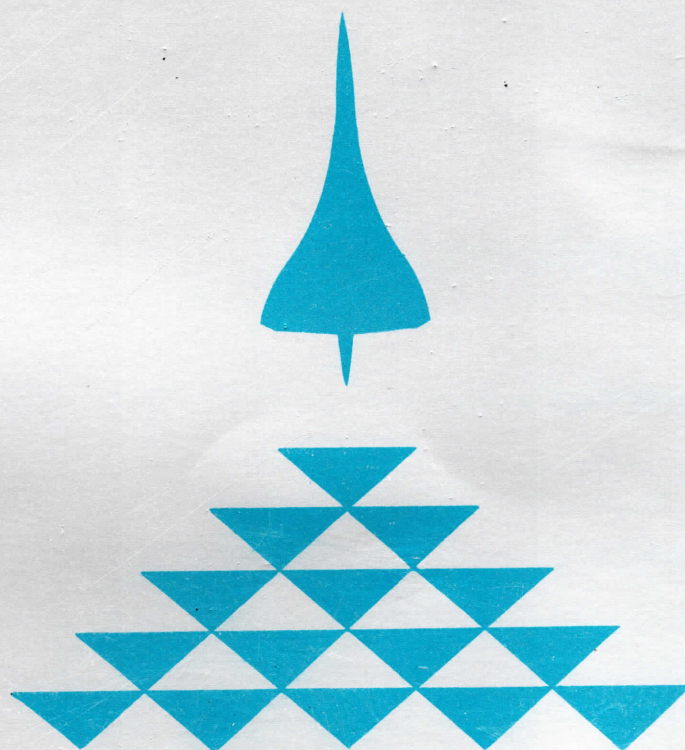




**A PROPOS
DES RETOMBÉES
TECHNIQUES
DE CONCORDE**

**A PROPOS
DES RETOMBÉES
TECHNIQUES
DE CONCORDE**



Il semble bien qu'on ne devrait parler de «retombées techniques» qu'à propos de la recherche fondamentale -qui n'apporte pratiquement que des profits indirects- car il est bien rare de pouvoir effectuer à bref délai et à bon marché le transfert technologique de la découverte pure à l'industrie et à l'économie générale. C'est ainsi, par exemple, qu'on sait actuellement construire un générateur électrique infiniment supérieur à tout ce qui existe, mais dont le prix de revient dépasse 5.000 francs le Watt, ce qui exclut évidemment tout profit direct de cette réalisation pour le moment.

Cependant, le terme de «retombées techniques», qui reflète bien le caractère indirect des avantages apportés, est volontiers mis en avant à propos d'entreprises ou de programmes audacieux toujours fort coûteux et dont les avantages directs sont souvent mis en doute par l'opinion publique. C'est ainsi que, pour ne citer que l'exemple le plus caractéristique, le gouvernement américain a fait établir une liste volumineuse des retombées engendrées par les programmes spatiaux pour lesquels il a déjà consenti plus de 200 milliards de francs de dépenses apparemment improductives. Ce rapport fait état de progrès majeurs réalisés dans des domaines aussi divers que la médecine, la biologie, la chimie, l'aéronautique, l'électronique, la technologie des matériaux ou la commande automatique des machines-outils.

Bien que le projet CONCORDE soit sans commune mesure avec les programmes spatiaux américains, sa hardiesse certaine et son coût élevé à l'échelle nationale n'ont pas manqué de susciter déjà certaines controverses autour des retombées techniques que l'on peut en attendre, les uns cherchant à souligner leur importance, d'autres essayant au contraire de les minimiser.

Il faut remarquer que, sans être révolutionnaire, le projet CONCORDE constitue néanmoins une tentative hardie pour maîtriser une technique entièrement nouvelle, celle du transport aérien supersonique commercial. Se plaçant dans un domaine encore imparfaitement connu, cette tentative est évidemment génératrice de recherches et d'efforts originaux de la part des constructeurs de l'avion, aussi bien que des industriels, dans toutes les branches d'activités concernées -en raison principalement des exigences nouvelles imposées dans les spécifications du matériel. Il paraît légitime d'espérer que ces recherches et ces efforts, s'ils apportent le progrès désiré dans le secteur aéronautique, sont également générateurs de retombées techniques dont peuvent bénéficier les secteurs les plus divers de l'activité industrielle et de ses prolongements économiques.

Il faut remarquer également qu'il y a nécessairement un décalage important dans le temps entre le démarrage d'un projet et l'apparition des retombées, particulièrement en ce qui concerne leur aspect commercial; c'est par exemple, bien longtemps après la mise en orbite des premiers satellites américains que l'on a commencé à parler des retombées des programmes spatiaux. Or, le projet CONCORDE vient tout juste de franchir les premières étapes de sa réalisation avec le début des essais en vol du prototype et le franchissement du mur du son. D'autre part, la limitation des ambitions quant aux performances, qui place le projet sous le signe de la continuité

technologique et de la prudence économique, ne peut conduire à des innovations révolutionnaires, tout au moins dans la première partie du programme, mais plutôt à de très nombreuses améliorations de détail dont les conséquences économiques ne peuvent guère se révéler encore de façon spectaculaire.

Enfin, il faut souligner qu'à la différence des programmes spatiaux, le projet CONCORDE a été entrepris dans un but essentiellement commercial et qu'il ne devrait pas être nécessaire de mettre particulièrement en lumière les profits indirects qui pourront en être retirés pour justifier le coût élevé de son financement. S'il paraît, en effet, exclu de voir commercialiser la production de la cabine APOLLO, par exemple, les constructeurs de CONCORDE espèrent fermement vendre assez d'appareils pour recueillir des profits directs à la mesure de l'investissement initial.

Cela dit, il n'est pas sans intérêt, après plus de sept ans depuis le lancement du programme CONCORDE, de faire le point des avantages et des profits indirects apportés ou escomptés sur le plan industriel et sur le plan économique. S'il est relativement facile d'indiquer ce qui est acquis ou en cours d'acquisition et ce qui est probable ou futur, il est plus malaisé de distinguer entre le progrès technologique et l'apport économique, car le progrès technologique n'est en fait pris en considération que dans la mesure où il entraîne une incidence économique; toutefois cette distinction est nécessaire car certaines retombées économiques ne peuvent être reliées à aucun progrès technologique particulier parce qu'elles résultent de l'existence même du programme dans son ensemble, comme par exemple les incidences favorables sur la balance des paiements de la nation.

Les retombées technologiques les plus importantes sont observées dans les secteurs concernant les matériaux, les outillages et les méthodes, les équipements et accessoires. La liste complète en est déjà fort longue, on peut cependant tenter d'en citer quelques exemples particulièrement nets.

Dans le domaine des matériaux, par exemple, des retombées apparaissent dans la mise au point, la fabrication et l'usinage des produits tels que les alliages légers, les aciers spéciaux, les réfractaires, les matériaux non métalliques aussi divers que le verre, les élastomères, les colles ou les peintures. Les études entreprises pour satisfaire aux demandes du programme CONCORDE ont contribué à donner un renouveau de compétitivité à certains secteurs de la métallurgie; on peut citer en particulier la mise au point de l'alliage léger AU2GN ainsi que des méthodes et de l'outillage de sa production qui ont fait de cet alliage un matériau qui remplace progressivement les produits antérieurs, non seulement dans la construction aéronautique mais aussi dans d'autres secteurs de la métallurgie. De même, l'utilisation du TEFLON pour l'amélioration des gânes de protection des câbles électriques a conduit à des développements importants de l'emploi de cet élastomère dans toute l'industrie électrique, ainsi que pour la réalisation de certains joints d'étanchéité. Une retombée inattendue de l'étude de ce matériau se trouve être la réalisation de rotules en tissu de fibres de verre imprégné, de dimensions importantes, autolubrifiantes, de faible poids, résistant à la

corrosion et d'endurance plus que décuplée qui trouve de nombreux champs d'application dans le matériel de forage en mer, les grosses machines-outils, les matériels de travaux publics, la navigation de plaisance, la construction automobile de compétition.

Dans le domaine des outillages et des méthodes, qu'il s'agisse de fabrication, d'essais ou de contrôle, les retombées sont également nombreuses et importantes : par exemple, on peut dire que la machine-outil à commande numérique a été introduite en France grâce au programme CONCORDE. Il n'existait en 1962 aucun fournisseur français de ce type de machine-outil, alors qu'aux Etats-Unis cette technique, parvenue déjà à maturité dans l'industrie spatiale, commençait à pénétrer dans toutes les branches de l'industrie et que les fabricants américains estimaient que d'ici 1980, 80 % au moins de toutes les pièces usinées seront fabriquées à l'aide de la commande numérique. Depuis les premières commandes passées pour CONCORDE, plusieurs fournisseurs français en réalisent maintenant d'excellentes dont ils ont déjà produit et vendu près de 600. C'est bien là un exemple de retombée extra-aéronautique réellement profitable. Le même processus est à signaler en ce qui concerne la fabrication de certaines machines-outils telles que les fraiseuses de grande dimension dont la nécessité s'est fait sentir pour l'usinage des pièces de structure de CONCORDE, ce qui a permis à l'industrie française de rattraper un retard considérable dans ce domaine et de devenir compétitive à l'exportation.

Des méthodes de fabrication telles que l'usinage chimique de pièces métalliques, des procédés de réglage des outillages de montage, en particulier optiques ou par rayon laser, des méthodes et des équipements d'essais en vol - notamment les équipements de télémesure -, des outillages de traçage et de contrôle des pièces, des systèmes de contrôle automatique des équipements tels que l'A.T.E.C., qui ont été élaborés ou perfectionnés pour satisfaire au programme CONCORDE, ont trouvé déjà de nombreuses utilisations tant aéronautiques qu'extra-aéronautiques et augmenté de façon certaine la compétitivité de la production française dans ces domaines. On peut souligner l'exemple du système de contrôle A.T.E.C., qui représente un progrès d'ordre si général qu'il a déjà été commandé par trois Compagnies Aériennes importantes dont deux n'ont même pas encore d'options sur CONCORDE.

De même, dans la recherche de la miniaturisation des éléments et circuits électroniques et électromécaniques, les spécifications très sévères en matière de poids et d'encombrement exigées pour CONCORDE ont conduit à des efforts fructueux de la part de tous les fournisseurs concernés et certains matériels réalisés sont actuellement sans équivalent sur le marché international.

En ce qui concerne les équipements, la diversité et le volume des retombées sont encore plus importants et reflètent les efforts des constructeurs stimulés par les impératifs du programme CONCORDE. La technique des circuits hydrauliques à haute pression et des servodynes par exemple, a fait un bond important en raison des puissances élevées demandées sous le plus faible

poids et le moindre encombrement. Les progrès réalisés dans la fabrication des bielles et câbles de commande ont trouvé des applications multiples dans l'aéronautique, dans la construction automobile (barres de poussée), la construction navale (gréement) etc... Les réalisations obtenues dans le domaine des systèmes de régulation de freinage et dans celui des pneumatiques ont permis à des firmes françaises de se placer sur le marché américain. Quant aux équipements électriques et électroniques, ils sont également bénéficiaires de multiples progrès qui assurent leur compétitivité sur le marché mondial tant dans le domaine aéronautique qu'extra-aéronautique. Des progrès sont à noter aussi bien dans la technique des alternateurs, des transfo-redresseurs, des convertisseurs statiques que dans celle des pilotes automatiques et horizons gyroscopiques, des radio-altimètres, des calculateurs de bord, des essais de vibration en vol, des enregistreurs magnétiques en vol et de la trajectographie. On peut citer, parmi d'autres exemples de concrétisation des retombées dans ce domaine, les importants contrats à l'exportation obtenus par une firme française pour l'équipement en horizons gyroscopiques de secours des avions de deux grands constructeurs américains, ainsi que le choix de cette firme comme maître d'oeuvre du système automatique de vol de l'AIRBUS européen A 300 B. De même, une autre firme française qui a développé à l'occasion du projet CONCORDE une nouvelle génération de radio-altimètres particulièrement adaptés à l'atterrissage tout temps, a vu ses matériels retenus pour les programmes européens AIRBUS A 300 B, MERCURE, JAGUAR et les hélicoptères franco-britanniques, cependant qu'elle obtenait un important contrat à l'exportation pour équiper les F 104 G de l'Armée Allemande, qu'elle vendait une licence de fabrication aux Etats-Unis et qu'elle se trouve sur les rangs pour l'équipement du LOCKHEED L 1011.

En soulignant le caractère acquis des retombées dont on vient de donner un rapide aperçu et qui ont déjà débouché sur des activités et des contrats profitables à leurs promoteurs, on peut maintenant indiquer quelques retombées potentielles ou futures que l'on est en droit d'attendre de la poursuite du programme CONCORDE dans chacun des trois domaines principaux définis plus haut, les matériaux, les outillages, les équipements.

En ce qui concerne les matériaux les études les plus importantes sont poursuivies sur la métallurgie et l'usinage du titane et de ses alliages, du béryllium et des matériaux composites tels que le NIDA. Tous ces matériaux, déjà utilisés en faible proportion pour la construction de CONCORDE sont appelés à un emploi de plus en plus généralisé, non seulement en aéronautique mais aussi dans de nombreux secteurs industriels.

Du côté des outillages, des méthodes et des procédés, on peut citer la recherche d'une mécanisation aussi totale que possible des liasses d'études et de production de CONCORDE qui a été appliquée avec succès aux prototypes et qui constitue un apport important à la solution du problème général de l'automatisation de la gestion des productions. Le traitement par ordinateur de la liasse CONCORDE est le premier essai en Europe, sinon même dans le monde, pour réaliser les conditions de base permettant l'optimisation de l'ordonnancement des fabrications. On peut citer également le dévelop-

pement et la mise au point de méthodes originales pour les études statiques et dynamiques des projets de structure, qui sont directement applicables à tous les projets évolutifs de structures complexes de l'industrie aéronautique; en particulier le réseau analogique réalisé pour la simulation du comportement statique et des déformations de la structure dans les différents cas de vol, réseau d'une dimension jamais atteinte puisqu'il permet l'affichage de la totalité de la structure de l'avion et le traitement de 6.000 paramètres, a déjà été utilisé pour le projet AIRBUS A 300 B. De même les installations et matériels spéciaux réalisés pour répondre aux programmes d'essais de CONCORDE tant par les constructeurs que par les Centres d'Essais nationaux constituent un outil de très grande valeur à la disposition de l'industrie aéronautique et même dans certains cas, de toute autre branche de l'industrie. On peut encore signaler les études entreprises pour mettre au point la technique du soudage par bombardement électronique, jugée maintenant indispensable par les Américains pour la réalisation de leur SST et qui intéresse également l'industrie atomique et l'industrie automobile.

Dans un autre ordre d'idées, il n'est pas sans intérêt de mentionner l'organisation de sélection et de formation de plusieurs centaines de petites entreprises sous-traitantes à laquelle ont été conduits les constructeurs maîtres d'oeuvre en vue d'assurer une meilleure continuité des charges de travail, de diminuer les délais, d'alléger les opérations de contrôle et surtout d'améliorer de façon continue la qualité du travail de ces entreprises dont la productivité sur le plan national et la compétitivité sur le plan européen se trouvent ainsi considérablement renforcées, ce qui doit être considéré comme une retombée indirecte importante parallèlement au profit direct retiré des commandes CONCORDE.

Les études sur la corrosion sous tension des matériaux ont également été stimulées par le programme CONCORDE et sont largement profitables à l'industrie métallurgique. Dans une autre direction, des méthodes nouvelles d'enregistrement et de dépouillement des essais en vol ainsi que les moyens correspondants, ont été mis au point de telle sorte que le volume des résultats d'essais en vol obtenus dans un laps de temps donné peut être multiplié par 100, ce qui entraîne une réduction importante des délais de certification des matériels nouveaux ainsi que des appareils, donc un profit certain pour les constructeurs. De même, le programme CONCORDE a suscité un progrès considérable dans la technique des simulateurs de vol, rendant la construction française particulièrement compétitive dans ce domaine.

Enfin dans le secteur des équipements, un grand nombre de réalisations spécialement étudiées pour CONCORDE sont susceptibles de développements intéressants dans divers secteurs industriels, par exemple les câbles et connecteurs électriques, les thermo-couples, les boîtes de commandes, les relais, les contacteurs, les disjoncteurs, les servo-valves - dont un modèle est actuellement sans concurrence sur le marché mondial - les commandes électromécaniques des servo-commandes, les instruments de bord, les systèmes de navigation, le réseau de contrôle de la circulation aérienne.

On voit par ce rapide tour d'horizon que les retombées technologiques, sans être spectaculaires, sont loin d'être négligeables et que le programme CONCORDE a constitué un «démarrateur» dans les principaux secteurs de l'industrie nationale, provoquant des recherches nouvelles ou faisant progresser des techniques déjà abordées, comblant ainsi un retard évident dans certains domaines et amenant au niveau de compétitivité internationale d'autres secteurs.

Il faut dire un mot, en terminant, des retombées «économiques» telles qu'elles ont été définies plus haut, c'est-à-dire qui découlent de l'existence même du projet CONCORDE et qui s'ajoutent d'une manière générale aux profits apportés par les retombées technologiques. Sur le plan national la retombée la plus importante est sans aucun doute la rentrée et l'économie de sortie de devises résultant des ventes à l'étranger et de la production par l'industrie nationale de matériels jusqu'ici achetés à l'étranger. A titre indicatif, il est intéressant de relever à ce sujet parmi les arguments présentés au Président NIXON pour emporter sa décision de lancer sans plus attendre le programme SST, une évaluation de l'incidence sur la balance des paiements US, au cours de la décennie 1970-1980, de l'absence éventuelle du SST sur le marché : la perte estimée serait de 18 milliards de dollars dont 5,5 milliards de dollars du fait de l'achat d'avions CONCORDE par les compagnies US et 12,5 milliards de dollars de manque à gagner dans la vente du SST aux compagnies non-américaines. Une autre retombée non négligeable est le prestige accru de l'ensemble des industries nationales auprès des clients potentiels, ainsi que la confiance renforcée dans les autres coopérations européennes où figurent des constructeurs français. En effet, depuis le lancement de l'opération-pilote que représente CONCORDE, les accords de coopération se sont multipliés et il est certain que l'exemple et les résultats de la coopération entre SUD-AVIATION et BAC dans un projet de retentissement mondial, ont eu et continueront d'avoir une influence favorable sur le déroulement et le succès des autres programmes.

On peut considérer également comme une retombée économique, l'harmonisation des normes techniques et administratives, des méthodes de travail et des règles commerciales, qui devrait conduire à leur internationalisation.

Au niveau des Industriels, des retombées purement économiques sont également sensibles telles que la pénétration sur des marchés traditionnellement britanniques et l'élargissement de l'ouverture aux Etats-Unis, le renforcement de la protection industrielle et l'accroissement des revenus commerciaux qui en découlent, la diminution des frais d'assurance résultant de la coopération internationale, la publicité exploitée par tous les fournisseurs de CONCORDE, même si leurs produits ne sont pas spéciaux ou ne jouent qu'un rôle peu important, le climat favorable à l'introduction de l'AIRBUS A 300 B créé par le développement satisfaisant du programme CONCORDE.

Enfin, la mise en place de moyens de recherche et de production améliorés ou plus puissants, la formation et l'entretien d'équipes de chercheurs dans les techniques de pointe assurent le progrès - ou au minimum le maintien - du niveau de compétitivité des industries concernées.



**Société Nationale Industrielle
AÉROSPATIALE**

37, Bd de Montmorency - Paris 16°

Tél : 224-84-00