

AGV



aerospaziale



DIRECTION DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION

37, boulevard de Montmorency 75781 Paris Cedex 16. Tél: 42 24 24 24. Telex: AISPA 620059F

TRANSPORT SUPERSONIQUE ET HYPERSONIQUE

(ATSF ET AGV)

SUPERSONIC AND HYPERSONIC TRANSPORT

TRANSPORT FUTUR

LES PROJETS D' AEROSPATIALE

Dans les années 60 le besoin d'un transport plus rapide que celui offert à l'époque par les avions subsoniques, avait conduit BRITISH AEROSPACE et AEROSPATIALE à développer un appareil répondant à cette demande : Concorde. L'idée, était de rapprocher l' EUROPE des U.S.A.

Avec le développement au sein du monde d'un troisième pôle économique l'AUSTRALASIE, (voir Planche 1) , se dessine aujourd'hui la nécessité de disposer d'avions très rapides à long rayon d'action. C'est pourquoi AEROSPATIALE poursuit des études en matière de supersonique (ATSF) et d'ypersonique (AGV) futurs.

De Concorde à l' ATSF

AEROSPATIALE dispose d'un savoir-faire considérable en matière de vol supersonique d'un avion civil, puisque la flotte supersonique Concorde a accumulé aujourd'hui plus de 110 000 heures de vol en onze années d'exploitation commerciale. Chaque année plus de 130 000 passagers choisissent le supersonique pour traverser l'Atlantique.

Cette expérience technique unique au monde constitue une base de départ incomparable pour un supersonique de seconde génération, base qu'aucun autre constructeur au monde ne possède.

De nombreuses études ainsi que des essais en soufflerie ont été réalisés pour évaluer ce que pourrait être le module supersonique de la fin du siècle :

Un avion de 220 tonnes au décollage, pouvant transporter 200 passagers sur 8000 km, équipé d'une voilure en double delta de 500 m² de surface environ, propulsé par quatre moteurs à cycle variable situés dans quatre nacelles séparées, muni d'un train principal à trois bogies.

Pour mieux mesurer les progrès technologiques d'ores et déjà prévus pour l' ATSF (Avion de Transport Supersonique Futur), il faut savoir que AEROSPATIALE serait à même aujourd'hui de réaliser un Concorde amélioré pouvant accueillir 128 passagers sur une étape de 6 200 km et respectant les niveaux de bruit de la réglementation subsonique, ceci pour une masse au décollage de moins de 120 tonnes, au lieu des 185 tonnes actuellement nécessaires sur le Concorde actuellement en service.

De l' ATSF à l'AGV

Au-delà de l'ATSF, AEROSPATIALE a mis à l'étude un appareil arrivant vers 2010/2015 qui diviserait encore par 2 les temps de parcours de l'ATSF : l' A G V (Avion à Grande Vitesse). Alors que pour l' ATSF les technologies nécessaires sont clairement identifiées et les solutions connues, pour l'AGV les ingénieurs et scientifiques doivent balayer un large domaine technologique nouveau.

Si ce concept hypersonique n'en est encore qu'au stade de l'avant-projet, ses grandes lignes commencent à se dessiner : un appareil de 300 Tonnes, capable d'emporter 150 passagers à 5000 km/heure sur 12000 km (voir planche 2).

Il semble qu'aujourd'hui le moyen de propulsion le plus vraisemblable soit un combiné turbo-statoréacteur pour lequel AEROSPATIALE là encore, a fait office de précurseur par une première mondiale, il y a juste 30 ans : le premier vol du GRIFFON, équipé de statoréacteur le 26 Avril 1957.

L' environnement

Ces appareils, aussi bien l'ATSF de l'an 2000 que l' AGV de 2010 ou 2015 seront des avions qui s'intégreront dans un environnement d'exploitation existant : pistes de l'ordre de 3 500 mètres, accès aux aérogares, bruit très réglementé au voisinage des aéroports, respect de l'écologie.

D'ores et déjà les ingénieurs s'emploient à imaginer ce que seront les impératifs de respect de l'environnement et les moyens d'y faire face. Ces appareils devront bien évidemment respecter les réglementations de bruit et de pollution des appareils subsoniques, et éviter les zones habitées lors des survols supersoniques.

Une place de choix

AEROSPATIALE est forte des travaux effectués dans chacun des domaines essentiels par chacune de ses Divisions : le transport aérien et le vol supersonique pour la Division Avions, les vitesses hypersoniques et l'échauffement cinétique pour la Division Systèmes Stratégiques et Spatiaux , et la pratique du statoréacteur pour la Division Engins Tactiques.

Cette somme d'expérience est unique au monde et ne pourrait trouver de meilleur fédérateur que l'AGV, lui procurant dans ce domaine une place de choix par rapport aux autres constructeurs mondiaux engagés dans la course hypersonique.

AEROSPATIALE : LE STATOREACTEUR DU FUTUR

Le 25 février 1959, le Griffon, avion expérimental développé par Nord Aviation, établit un record du monde sur 100 km en circuit fermé à 1647 km/h. Atteignant une vitesse de pointe de Mach 2,2 (environ 2700 km/h), il est propulsé par statoréacteur avec un turboréacteur d'appoint.

A la technique du statoréacteur s'associe également le nom de René Leduc : dans les années 50, son "tuyau de poêle", le Leduc 021, largué d'un avion porteur Languedoc, atteignit une vitesse légèrement supersonique.

Et puis... plus rien ! Le statoréacteur disparaît presque totalement. Seuls Nord Aviation avec l'engin "Vega" (Mach 4 en 1963) et l'ONERA avec le Stataltex (Mach 5 en 1963) poursuivent l'exploration des possibilités du statoréacteur aux très hautes vitesses. Mais pourquoi cette mise en veilleuse ?

Le statoréacteur était probablement arrivé trop tôt ! Capable de vitesses hypersoniques, il n'était pas, à l'époque, suivi par les autres technologies : aérodynamique, systèmes de pilotage et de guidage, résistance des matériaux ... André Turcat raconte que lors de son vol record sur Griffon, il avait littéralement fondu un mètre de tuyère !

Théoriquement très simple (aucune pièce tournante), ce propulseur est en fait très délicat à mettre au point et se prête mal à la motorisation d'un avion, car il lui faut une vitesse minimum pour fonctionner, donc un système annexe de mise en vitesse ("boosters" largables ou réacteur intégré comme dans le Griffon). C'est alors le turboréacteur, en progrès constants et d'emploi plus souple, qui prend le pas.

Dans les années 60-75, qui voient le plein essor des missiles, le propulseur à poudre est idéal pour les courtes et moyennes portées, du SS10/SS11 au Milan et à l'Exocet.

Mais lorsque en 1978, l'Etat-Major français fixe les spécifications du missile nucléaire ASMP, les limites du réacteur ou du propulseur à poudre apparaissent. Aerospatiale et l'ONERA pensent tout de suite que la meilleure réponse aux performances demandées est le statoréacteur à carburant liquide ; le pari s'appuie sur le fait que les deux sociétés disposent de quelques spécialistes qui avaient continué à travailler sur le stato malgré sa désaffection ; ce pari, les services officiels de la DGA acceptent de le tenir : il débouche sur un missile qui est le premier de ce type opérationnel dans le monde occidental (en service sur Mirage IV P depuis mai 1986).

Rappelons brièvement le principe de fonctionnement du statoréacteur, et son application sur l'ASMP :

. principe de base : à partir d'une vitesse minimum, l'air

entre dans le stato (vitesse sub ou supersonique), est ralenti par des grilles à vitesse subsonique : le carburant est injecté et le mélange enflammé dans la chambre de combustion. La flamme est stabilisée par des accroche-flamme ou par un écoulement rendu tourbillonnaire. Les gaz de combustion sont ensuite éjectés par une tuyère et produisent une poussée d'autant plus forte que l'avion ou le missile va vite.

. principe du statoréacteur ASMP : le moteur comporte un statoréacteur à kérosène et un accélérateur à poudre intégré dans la chambre de combustion.

Dans la phase initiale, les trappes d'entrée d'air sont fermées. Le propergol d'accélération est mis à feu et permet d'atteindre, en partant de la vitesse de l'avion porteur, celle d'allumage du statoréacteur (vitesse supersonique). En fin de combustion, la tuyère de l'accélérateur est éjectée ; les trappes s'ouvrent et le mélange air-kérosène est mis à feu. Cette phase de transition s'effectue en quelques fractions de seconde. L'emploi du kérosène offre une très bonne souplesse de fonctionnement aussi bien en basse qu'à très haute altitude.

Ce statoréacteur avec accélérateur à poudre intégré et stabilisation de flamme par écoulement tourbillonnaire est logé dans un missile de 30 cm de diamètre, et lui permet d'atteindre plus de Mach 3 en haute altitude. Cette réussite démontre la maîtrise que possède Aerospatiale dans ce type de propulsion, qui sert de base aux études entreprises pour la motorisation de l'avion à grande vitesse.

GROUPE MOTEUR DE L'AGV

A la vitesse de croisière de l'AGV, le système propulsif qui offre les meilleures caractéristiques est le statoréacteur. Cependant, pour assurer le décollage et la montée accélérée jusqu'à Mach 2, le turboréacteur s'impose.

Le système propulsif envisagé est donc un combiné turbo-statoréacteur, technique déjà explorée par l'Aerospatiale avec l'avion Griffon.

Les turboréacteurs sont dimensionnés pour assurer la poussée requise, une faible consommation mais également de faibles nuisances (bruit, pollution), conformément à la norme FAR 36. Ce sont des réacteurs à double flux.

Les statoréacteurs sont mis en service, à partir de Mach 2. Une transition est effectuée progressivement jusqu'à Mach 3, vitesse à laquelle les turboréacteurs sont stoppés. Les statoréacteurs assurent la fin de montée, la croisière et le début de la descente, les turboréacteurs étant à nouveau utilisés pour l'approche ou l'attente subsonique et l'atterrissage.

Parmi les architectures envisagées, l'une comporte 4 turboréacteurs de 25 t de poussée au point fixe, et deux statoréacteurs qui fournissent une poussée unitaire de l'ordre de 24 t en début de croisière.

Les statoréacteurs sont optimisés pour assurer une forte poussée pendant la montée et une faible consommation spécifique en croisière. Deux entrées d'air bidimensionnelles à géométrie variable alimentent chacune un groupe moteur constitué de 2 turboréacteurs et d'un statoréacteur. La tuyère de chaque groupe moteur est également à géométrie variable.

La recherche d'un rendement d'entrée d'air élevé, nécessaire pour assurer de hautes performances, fait l'objet d'une attention particulière des aérodynamiciens en liaison avec les motoristes.

Enfin, des dispositions tout à fait particulières sont prises pour assurer un refroidissement convenable des éléments chauds du groupe moteur, notamment les parois de la chambre de combustion du statoréacteur. Celles-ci, constituées de parois multiples, sont refroidies par une circulation du carburant liquide, complétée par un écoulement d'air. Dans ce but, l'utilisation d'un combustible cryogénique semble nécessaire. Le méthane liquide qui offre un compromis impulsion spécifique/densité intéressant est envisagé.

LES QUESTIONS QUE L'ON SE POSE

SUR L'AGV

Q. - POURQUOI UN AGV ?

R. - Parallèlement au développement du transport de masse initié par l'apparition des gros porteurs, est apparu un besoin de liaisons plus rapides destinées principalement aux hommes d'affaires. Ce besoin a déterminé une 1ère étape qui était le Concorde visant à rapprocher l'Europe des Etats-Unis.

A ces deux pôles d'intérêt est venu se joindre le marché de l'Australasie.

Pour répondre au déficit américain de l'Orient Express, l'Europe se lance dans la compétition de l'hypersonique.

Le projet d'Aérospatiale : un avion à grande vitesse (5 000 km/h) qui est en cours d'étude.

Q. - QUAND POURRAIT-IL ETRE MIS EN SERVICE ?

R. - A l'horizon 2010-2015

Q. - QUELLES DIFFERENCES ENTRE LE CONCORDE ET L'AGV ?

R. - Avec le passage du Supersonique (Concorde) à l'Hypersonique (AGV), nous entrons dans un autre univers technique et technologique qui suppose une nouvelle conception de la cellule de l'appareil, de l'utilisation de nouveaux matériaux et de nouveaux moteurs.

Nous passons de la vitesse Mach 2.2 pour Concorde à Mach 5 pour l'AGV.

Q. - Y AURA-T-IL DES CONTRAINTES POUR LES PASSAGERS ?

R. - Dans la mesure où l'AGV reste un avion atmosphérique, il s'intégrera dans un environnement d'exploitation commercial semblable à celui que nous connaissons actuellement.

Les passagers ne seront soumis à aucune contrainte d'apesanteur ou d'accélération trop importante par exemple.

Q. - QUELLES SONT LES EVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES NECESSAIRES POUR ARRIVER AU TERME D'UN TEL PROGRAMME ?

R. - L'AGV devrait être capable de résister à des températures supérieures (de l'ordre de 600° C) à celles auxquelles est soumis le Concorde. L'aluminium devra donc laisser la place à des matériaux composites de type carbone - carbone et céramique.

QUESTIONS AND ANSWERS ON THE AGV

HYPERSONIC AIRCRAFT

Q. - WHY DEVELOP THE AGV?

A. - In addition to the development of "mass" air transport with the advent of wide-body planes, a need has arisen for faster links, primarily for business travelers. This need resulted in the successful first phase development, the Concorde, which has brought Europe and the United States much closer together.

Besides the Europe-North America route, the Asian market has also become increasingly important.

In order to take up the American challenge embodied by the Orient Express, Europe has decided to enter the race to build a hypersonic aircraft.

Aerospatiale's project - the AGV, or "Avion à Grande Vitesse" (high-speed aircraft - 5,000 km/h) - is now in the R & D stage.

Q. - WHEN WOULD THE AGV ENTER SERVICE?

A. - Around the year 2010-2015.

Q. - WHAT DIFFERENCES WILL THERE BE BETWEEN THE CONCORDE AND THE AGV?

A. - With the move from supersonic (Concorde) to hypersonic (AGV) speeds, one enters a completely revolutionary universe of new technologies, requiring an innovative airframe design and the use of advanced materials and power plants.

In terms of speed, the jump is from Mach 2.2 for the Concorde to Mach 5 for the AGV.

Q. - WILL THERE BE ANY SPECIAL REQUIREMENTS FOR PASSENGERS?

A. - Insofar as the AGV will fly within the earth's atmosphere, it will offer an operating environment similar to that aboard current aircraft.

There will be no particular effects on passengers, such as weightlessness or excessively high gravity forces, for example.

Q. - WHAT TECHNOLOGICAL ADVANCES ARE NECESSARY BEFORE THIS PROGRAM CAN BE COMPLETED?

A. - The AGV must be capable of withstanding temperatures much higher - on the order of 600°C - than those to which the Concorde is subjected. Aluminum will therefore have to be replaced by composites such as carbon-carbon and ceramics. The engines will be combination "turbo-ramjets", with the turbofan for takeoff and flight up to approximately Mach 3,

Les moteurs seront de type "turbo-stato". Il s'agit, en fait, de 2 moteurs : un turbo-réacteur qui propulsera l'avion jusqu'à environ Mach 3, vitesse à laquelle un moteur stato-réacteur prendra le relai. Ce type de stato-réacteur développé à la Division Engins de l'Aérospatiale, équipe d'ailleurs le missile nucléaire Air-Sol-Moyenne-Portée (AMSP) de l'Armée de l'Air Française, produit en série.

Q. - QUEL SERA LE COUT DE DEVELOPPEMENT D'UN TEL PROGRAMME ?

R. - Il dépassera nettement celui du développement d'un avion classique.

Q. - COMMENT LE FINANCER ?

R. - C'est pourquoi, d'ores et déjà, il est raisonnable d'envisager une large coopération en Europe, voire même entre l'Europe et les Etats-Unis.

Q. - L'UTILISATION DE L'AGV NECESSITERA-T-ELLE LA MISE DE NOUVELLES STRUCTURES AEROPORTUAIRES ?

R. - Les aéroports seront les aéroports actuels avec des aménagements particuliers si un carburant autre que le pétrole devait être retenu.

Q. - QUEL SERA LE GAIN DE TEMPS, PAR EXEMPLE PARIS-TOKYO ou PARIS NEW-YORK ?

R. - L'AGV permettra de réduire notablement les temps de transport sur les liaisons les plus longues, quelle que soit la destination (Paris-Tokyo en 3 heures, Paris-Los Angeles en 3 heures, Paris-New-York en 2 heures).

2017 : Paris-Tokyo
en 2 heures 57 minutes...
Comme si vous y étiez

En arrivant à Roissy-Charles-de-Gaulle 4, ce dimanche soir-là, Daniel Martin n'était pas particulièrement de bonne humeur. Son week-end avait été gâché. Il se trouvait tranquillement chez des amis près de Londres. L'heure de l'apéritif approchait. La partie de golf du matin avait été magnifique mais soudain le téléphone sonna. Le directeur général de son entreprise, un des "gros" de l'agro-alimentaire européen, l'appelait... un dimanche, un des rares que Daniel Martin mettait à profit depuis le début de cette année 2017 pour quitter Paris.

- "Dites-moi, Martin, je suis désolé de vous déranger pendant un week-end mais notre bureau de Tokyo vient de me visiophoner. Ils ont été contactés par un éventuel client pour vos nouvelles truffes noires synthétiques. Ils ont lu votre communication au dernier congrès de Sarlat et paraissent particulièrement intéressés. Comme il est encore impossible par visiophone, téléconférence, telex ou modem de leur faire sentir et goûter votre nouveauté, je vous ai pris un rendez-vous pour demain. Ils vous attendent à 10 h. Nous nous sommes chargés de toutes les formalités ; il vous

reste simplement qu'à retirer votre réservation sur l'AGV d'Europair, ce soir, à 20 heures..."

méthane liquide

Daniel Martin se consolait rapidement. Pour la première fois de sa vie, il allait prendre le prestigieux AGV, l'hypersonique du XXIème siècle, construit sous maîtrise d'oeuvre de l'Aérospatiale française en coopération avec les plus prestigieux constructeurs aéronautiques internationaux.

Il avait donc pris le TGV-Nord à 16 h, qui empruntait l'eurotunnel transManche, déjeuné avec ses amis, et une heure 45 plus tard, soit à 18 h 45, heure française, il avait débarqué à Charles-de-Gaulle, où le train faisait un court arrêt.

Depuis l'ouverture du tunnel sous la Manche, les liaisons avec la Grande-Bretagne avaient considérablement été améliorées.

A la descente du train, Daniel Martin avait aussitôt mis sa valise dans un des convoyeurs automatiques. Gravée au code d'identification intégré à son étiquette informatique, il la retrouverait à Tokyo. Son billet l'attendait. Il le récupéra rapidement, fit passer son passeport - une mince carte de plastique à puce - dans un lecteur et se dirigea vers les halls d'embarquement. Le temps d'acheter un paquet de cigarettes synthétiques, d'une totale innocuité, découvertes depuis cinq ans déjà, quelques revues en cassettes qu'il regarderait sur son magnétotelex portatif, il s'installa confortablement à bord de l'AGV, trois quarts arrière dans la zone fumeurs.

Lorsque l'hôtesse vérifia la fermeture des portes, l'appareil était à peu près complet : 17 rangs de 9 sièges, soit 153 places.

Large, affichant de toute sa superbe une élégance des plus étudiées, l'AGV fut lentement dégagé de l'aérogare. Il se dirigea vers l'extrémité de la piste.

Dans le cockpit, l'équipage procédait visuellement aux dernières vérifications : un vieux "réflexe" quand on sait que depuis longtemps déjà tout ou presque est automatique à bord. Les turboréacteurs à haut taux de dilution étudiés notamment pour occasionner un minimum de nuisances au décollage tournent au ralenti. Ils brûlent du méthane liquide à -180° . Tous les voyants sont au vert. Le commandant de bord affiche la puissance maximale "pour s'arracher" : avec une poussée de 120 tonnes au décollage, l'AGV s'élance sur la piste face à l'ouest. A l'avant, les ailes canard ont été déployées pour fournir le maximum de sustentation à sa carlingue de forme lenticulaire à base de titane et de matériaux composites. Rejetées vers l'arrière, les grandes ailes delta, relevées à leurs extrémités, sont optimisées pour le vol aux très grandes vitesses. Il est 20 heures (heure de Paris).

verticale Pôle Nord

Dès qu'il a quitté le sol, l'AGV oblique vers le nord et poursuit sa phase de mise en vitesse en se dirigeant vers Calais selon une trajectoire de montée dont le profil est assez semblable à celle du Concorde. Le tout à une vitesse augmentant en fonction d'une accélération de 0,4-0,6 G. Très rapidement, le commandant de bord accélère

l'avion toujours en montée. Tout comme cela se passait sur Concorde, mais dans une gamme de performances qui n'avaient rien de comparable avec celles de l'AGV. Sous le fuselage, les larges entrées d'air aspirent à grandes goulées le flux d'air nécessaire à la combustion.

La vitesse monte. Elle dépasse maintenant celle du premier SST Mach 2 franco-britannique.

Dans la cabine, Daniel Martin n'éprouve pas plus de sensation que dans les déjà bien anciens Airbus A320/A330 ou A340 qu'il a l'habitude d'emprunter pour ses voyages européens ou intercontinentaux.

Après avoir servi le champagne, l'hôtesse propose tout un assortiment de revues et de magazines. Daniel Martin choisit une brochure historique traitant de l'évolution du transport aérien commercial aux vitesses hypersoniques. Parcourant négligemment une étude rétrospective consacrée aux "hypervitesses", notre voyageur du XXIème siècle ne peut s'empêcher d'esquisser un sourire de commisération en lisant un article où l'auteur ne dissimule guère son scepticisme de voir un jour se réaliser un avion hyper rapide. Il est vrai que l'article en question commençait déjà à sérieusement dater. Pour tout dire, il avait été écrit en 1987. Martin qui n'avait nul besoin que quelqu'un supplée à une mémoire peu sujette à défaillance observe que cette réflexion iconoclaste était parue peu de temps avant qu'Aérospatiale n'annonçât officiellement sa volonté de lancer le programme AGV. Après une brève réflexion sur la vanité et l'aspect dérisoire de quelques jugements péremptoires, Daniel Martin se réconcilie

immédiatement avec sa lecture du moment. Car pour détenteur qu'il soit d'un passeport des communautés européennes, il n'en éprouvait pas moins une aussi secrète qu'inextinguible volonté de se savoir Français.

- "La construction d'un avion hypersonique - lit en effet Daniel - a mobilisé dès la fin des années 80 trois des divisions de la société française Aerospatiale :

- la division Avions pour le contrôle du vol par ordinateurs et les commandes électriques par fibres optiques (fly by light) ainsi que l'intégration moteur-avions par maîtrise de l'aérodynamique très complexe d'un avion hypersonique ;

- la division Systèmes stratégiques et spatiaux, forte de l'expérience des lanceurs de la famille Ariane et de l'avion spatial Hermes, dont la mise en service remonte maintenant à 1996. Cette même division, est-il précisé dans l'article, occupa à la fin du siècle dernier à la fois une position de leader dans l'utilisation des matériaux composites destinés à résister aux fortes températures (au-delà de 600°C) et dans la conception des structures et des formes ;

- la division Engins tactiques qui, grâce à la maîtrise acquise sur la technologie du statoréacteur dans les années 80 pour son missile nucléaire Air-Sol à Moyenne Portée (ASMP) a pu mettre au point un ensemble stato de ce type, mais beaucoup plus puissant, destiné à la propulsion d'un avion commercial.

- "Le développement du trafic aérien sur l'Atlantique Nord mais surtout pour ce qui est des liaisons directes

entre l'Europe et l'Extrême-Orient ainsi que sur les lignes trans-Pacifique (entre 6000 et 13 000 kilomètres) devait montrer vers la fin du XXème siècle que le concept d'un avion hypersonique de type AGV était un objectif raisonnable. D'autant plus que celui-ci, dans la mesure où l'option vol atmosphérique était retenue, donc sans incursion dans le domaine orbital, permettait aux passagers quel que soient leur âge ou leur état de santé, de l'utiliser sans avoir à suivre un entraînement de spationaute.

- "Après que des accords entre différents partenaires industriels soient intervenus, la construction du premier prototype de l'AGV a été étudiée et menée à bien avec succès. Le premier prototype a volé en 2014 et la mise en service commerciale est intervenue en 2016..."
flèche de feu

Tandis que les hôtesses commencent à servir un repas froid, les manoeuvres de passage en vitesse hypersonique ont commencé dans le cockpit.

Trente minutes se sont écoulées seulement depuis le décollage. En montée vers 27 000 mètres, la vitesse est déjà de Mach 3. Le méthane liquide refroidit les parois de moteurs tout en assurant l'accélération de l'appareil dont la vitesse oblige maintenant à un changement de mode de propulsion. Les turboréacteurs cèdent en effet la place au statoréacteur et la vitesse va s'accroissant jusqu'à Mach 5, tandis que l'AGV longe les côtes de Norvège.

Tel une flèche de feu, à plus de 5000 kilomètres à l'heure - 1500 mètres à la seconde - le fleuron d'Europair survole à la verticale l'autre toit du monde, le Pôle Nord.

Une heure après avoir atteint Mach 5 - les passagers en sont au dessert - l'hypersonique évolue très haut entre l'Alaska et l'URSS et incline sa trajectoire vers l'ouest. Le ciel est quasiment noir car à ces altitudes de croisière on tangente l'espace. L'AGV passe par le travers de la presqu'île du Kamchatka, arrive à la verticale des îles Kouriles pour aborder le Japon par l'île de Hokkaido - la route classique - qu'il dépasse.

- "Mesdames et messieurs, nous allons commencer notre descente vers Tokyo que nous atteindrons après 25 minutes de vol. Il est actuellement 7 heures 35 en heure locale".

Statoréacteurs coupés, turboréacteurs rallumés en vol, l'AGV se pose exactement à l'heure prévue sur l'aéroport de Narita. La météo n'a plus d'effets sur cet avion. Le vol a duré 2 heures 57 minutes, très exactement, comme l'indique l'horaire.

Daniel Martin aura largement le temps de sauter dans un hélicoptère pour être à l'heure à son rendez-vous sur Giuza.

Il pourra faire déguster ses échantillons de foie gras et ses truffes synthétiques à ses futurs commanditaires.

Éléments d'information sur l'AGV

- Appareil de 300 T au décollage.***
- 150 pax sur 12000 km.***
- Décolle de pistes de 3500 mètres (comme un Boeing 747).***
- Un peu plus grand que Concorde (longueur : 69 mètres, envergure : 30 mètres).***
- La température maximale d'équilibre de la peau devrait se situer entre 600°C et 800°C à $M = 5$. (Ceci devrait autoriser l'emploi d'aciers spéciaux de type INCONEL.)***
- Carburant embarqué : 135 Tonnes.***
- Puissance des 4 moteurs au décollage ~ 130 Tonnes.***
- Voilure de 600 m² (Surface de référence).***
- Altitude de vol entre 80 et 100 000 ft.***

**COMPARAISON DE DIFFERENTS
MODULES DE TRANSPORT**

	B747-400	A340	CONCORDE	A T S F	A G V
MASSE AU DECOLLAGE (t)	386	246	185	224	300
SURFACE VOILURE DE REFERENCE (m ²)	528	340	350	500	600
RAYON D'ACTION (km)	12000	13000	6000	8000	12000
NOMBRE DE MACH	0,85	0,82	2	2	5
PAX	460	315	100	200	150
LONGUEUR (m)	71	64	62	76	69
ENVERGURE (m)	60	56	26	35	30
POUSSEE AU DECOLLAGE (t)	100	56	69		130

GRANDS COURANTS DE TRAFIC LONG-COURRIER

ANNEE 1986

MAJOR LONG-HAUL TRAFFIC TRENDS - 1986

