
<p><u>MINISTERE DE LA REGION WALLONNE</u> Conférence Permanente du Développement Territorial</p>
--

<p>7.2. – OPTIMISATION DES GRANDES INFRASTRUCTURES</p>

<p>TOME IIB : TRANSPORT FERROVIAIRE A GRANDE VITESSE</p>

<p><i>POTENTIEL D'INTERMODALITE AIR-RAIL/ROUTE EN REGION WALLONNE</i></p>

RAPPORT FINAL

SEPTEMBRE 2000

<p>Université Libre de Bruxelles GUIDE</p>	<p>Université de Liège LEPUR (ULg-FUSAGx)</p>
--	---

Pilotes

LEPUR : H.-J. Gathon et B. Thiry

Chefs de services

GUIDE : J. Charlier et Ch. Delepiere-Dramais

LEPUR : J. Marchal et B. Mérenne

Chargés de recherche

GUIDE : P. Lefebvre, G. Perpinien et Y. Rouyet

LEPUR : N. Javaux, J. Juprelle, A.-C. Klinkenberg, J.-Ch. Marchal, G. Perpinien,
S. Risack et Z. Zhang

Collaborateur scientifique

LEPUR : A. Ndiaye

LEPUR

Université de Liège, Rue de l'Aunaie, 30-32, B38, Sart Tilman, 4000 Liège

Tél. : 04/366-58-88 Fax : 04/366-58-90 E-mail : lepur@ulg.ac.be

GUIDE

Université Libre de Bruxelles

Adresse postale: Avenue. F. D. Roosevelt, 50 CP194/7

Tél: 02/650-45-24; 34-67 Fax: 02/650-27-83 E-mail: guide@ulb.ac.be

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
I. LE TRAIN A GRANDE VITESSE EN EUROPE	2
I.1. Historique du développement du réseau à grande vitesse en Europe.....	2
I.2. Présentation de la situation actuelle et à court terme en Belgique.....	4
I.3. Présentation du futur réseau européen à grande vitesse et des gains de temps respectifs	5
II. OFFRE ACTUELLE EN INTERMODALITE AIR/FER.....	7
II.1. Exemples de cas concrets.....	7
II.2. Projets de réalisation de liaisons ferroviaires à vitesse élevée	9
III. ANALYSE DU MARCHÉ	10
III.1. Analyse du potentiel de marché entre les grands centres aéroportuaires de fret	10
III.1.1. Les plus grands aéroports de fret européens 10	
III.1.2. Trafic spécifique par relation	12
III.1.3. Importance du transport routier dans les expéditions	12
III.2. Conception et exploitation de l'activité des intégrateurs.....	15
III.2.1. Mode de fonctionnement de l'activité d'un intégrateur.....	15
III.2.2. Analyse de marché de la messagerie, de l'express et des paquets	16
III.2.3. Quantification et répartition des flux d'un intégrateur tel TNT	17
IV. CONCEPTION DU RESEAU PILOTE DE L'OFFRE A GRANDE VITESSE.....	19
IV.1. Aperçu des temps de parcours avec les infrastructures à grande vitesse.....	19
IV.2. Motivations et profils d'exigences des futurs clients	20
IV.2.1. Motivations et difficultés de changements de conduite de la part des opérateurs	20
IV.2.2. L'influence de conditions externes	21
IV.2.2.1. Restrictions dans le secteur routier.....	21
IV.2.2.2. Les changements dans le marché du transport ferroviaire.....	22
IV.2.3. Exigences de la part des parties intéressées par ce projet de liaisons ferrées	22
IV.2.3.1. Les transporteurs aériens.....	23
IV.2.3.2. Les sociétés de transport routier.....	23
IV.2.3.3. Les agents et expéditeurs de fret	24
IV.2.3.4. Les intégrateurs	24
IV.3. Le choix d'un axe pilote.....	25

V. SYSTEMES DE PRODUCTION SUR L'AXE PILOTE	26
V.1. Fenêtres de temps admissibles ou temps de parcours à respecter	26
V.2. Liaisons entre le réseau des lignes à grande vitesse et les aéroports	27
<i>V.2.1. Variantes de localisations de la plate-forme de transbordement air-rail/route</i>	27
<i>V.2.2. Application aux trafics des intégrateurs</i>	28
V.3. Systèmes d'exploitation.....	31
<i>V.3.1. Variantes d'exploitation</i>	31
<i>V.3.2. Desserte de ligne</i>	31
<i>V.3.3. Desserte de navette</i>	32
V.4. Limites à l'intégration du train fret sur les lignes à grande vitesse.....	32
<i>V.4.1. Conditions aux limites de l'ensemble du trafic</i>	32
<i>V.4.2. Conditions aux limites relatives à la maintenance des voies</i>	33
VI. OPTIONS POUR LE MATERIEL FERROVIAIRE ET POUR LE TERMINAL INTERMODAL	
AIR-RAIL/ROUTE	34
VI.1. Unités de chargement	34
VI.2. Portes de chargement.....	35
VI.3. Matériel ferroviaire à grande vitesse	35
<i>VI.3.1. Utilisation d'emplacements actuels</i>	35
<i>VI.3.2. Trains à grande vitesse aménagés</i>	35
VI.3.2.1. Trains à grande vitesse transformés	36
VI.3.2.2. Trains à grande vitesse mixtes	36
VI.3.3. Trains à grande vitesse purs fret	37
VI.4. Constitution et exploitation de la plate-forme de transbordement.....	38
<i>VI.4.1. Conditions à remplir</i>	38
<i>VI.4.2. Type d'opérateur ou de gestionnaire de la plate-forme</i>	38
VI.4.2.1. Quel opérateur ferroviaire.....	38
VI.4.2.2. Quel agent de fret.....	39
VI.4.2.3. Quel manutentionnaire sur la plate-forme ferroviaire.....	39
<i>VI.4.3. Les véhicules de liaison entre le terminal et les bâtiments aéroportuaires</i>	40
<i>VI.4.4. Quel statut à la liaison entre le terminal et les installations aéroportuaires</i>	41
<i>VI.4.5. Concevoir un système performant de transbordement</i>	42

VII. IMPLANTATION DE PLATES-FORMES AIR-RAIL/ROUTE EN WALLONIE.....	44
VII.1. Sites à envisager.....	44
VII.2. Implantation à l'aéroport de Liège-Bierset	45
<i>VII.2.1. Site à privilégier.....</i>	<i>45</i>
<i>VII.2.2. Contraintes techniques.....</i>	<i>45</i>
VII.2.2.1. Contraintes aéronautiques.....	45
VII.2.2.2. Contraintes ferroviaires	50
VII.2.3. Physionomie de la plate-forme	50
 CONCLUSION	 55
BIBLIOGRAPHIE.....	56
LISTE DES ANNEXES	58

INTRODUCTION

Cette étude a pour objectif de démontrer l'intérêt et la faisabilité d'un transfert modal de l'aérien vers le chemin de fer, sur le territoire de la Région wallonne. La recherche menée s'intègre dans une vision globale d'une meilleure utilisation des modes de transport, là où ils sont ou devraient être les plus pertinents. Elle espère apporter assez de précision pour pouvoir être prise en considération lors de la modification des plans de secteurs.

Il est toujours très difficile d'étudier un sujet quand celui-ci se révèle n'être encore qu'au stade de projet. Seules les infrastructures (lignes à grande vitesse et aéroports) limitent notre aire d'investigation. Pour pouvoir atteindre notre objectif, notre méthodologie se fonde sur une approche en trois grands volets.

Le premier volet traitera de l'analyse du marché. Nous commencerons par une analyse de l'offre actuelle avec des exemples concrets. Ensuite, nous évaluerons le potentiel du marché sous la loupe des trafics échangés entre les plus grandes plates-formes européennes de fret aérien. Nous étudierons plus précisément, le cas des intégrateurs, gros consommateurs de vols aériens. Par la suite, nous aborderons les motivations et profils d'exigences des futurs clients, en vue de mettre en évidence certaines contraintes d'exploitation. Cette première partie débouchera sur la sélection de liaisons à privilégier.

Le deuxième volet de cette étude s'attardera sur l'aspect technique de l'exploitation. Ainsi, nous analyserons les différentes variantes de systèmes d'exploitation. Ces variantes seront testées sur les opérateurs les plus sensibles aux contraintes de temps, afin d'en dégager les plus adéquates. Nous envisagerons également les limites d'intégration d'un tel trafic sur les lignes actuelles.

Enfin, le troisième volet traitera de la localisation de plates-formes air-rail/route en Wallonie. Nous nous efforcerons de concevoir l'exploitation et la physionomie d'un tel terminal. Cette description sera agrémentée d'un volet plus technique en vue de tenir compte des contraintes aéronautiques et ferroviaires qui pèsent sur une telle installation.

Chapitre I. : LE TRAIN A GRANDE VITESSE EN EUROPE

I.1 HISTORIQUE DU DEVELOPPEMENT DU RESEAU A GRANDE VITESSE EN EUROPE

Nous consacrerons cette première partie à la description de différents matériels à grande vitesse¹ (MGV²) qui coexistent en Europe.

C'est en 1974 que remonte la décision de construire la première ligne à grande vitesse (LGV) reliant Paris et Lyon. Cette ligne fut inaugurée partiellement le 27 novembre 1981 et achevée le 25 septembre 1983. Devant le succès grandissant de cette ligne à grande vitesse, le réseau à grande vitesse (RGV) s'est rapidement étendu dans les autres régions de France et dans les pays limitrophes, où on compte plusieurs systèmes à grande vitesse (SGV):

- *le S.G.V. Sud-Est* qui desservait initialement Paris et Lyon, a entamé une desserte des zones touristiques comme Marseille, Cannes ou Nice ainsi que des villes alpines comme Genève et Lausanne depuis 1984. La vitesse était initialement de 270 km/h. Aujourd'hui, elle est portée à 300 km/h ;
- *le S.G.V. Atlantique* dessert Le Mans et Tours, respectivement depuis 1989 et 1991. Cette nouvelle desserte a amené à élaborer un nouveau matériel ferroviaire visant un meilleur niveau de confort et pouvant atteindre 300 km/h grâce à une nouvelle motorisation ;
- *le S.G.V. Nord-Europe* est le domaine de la troisième génération de train à grande vitesse français. Depuis 1993, il dessert la partie Nord de la France, dont Lille. Il est amené dans un avenir proche, à desservir l'ensemble du réseau intérieur français. Il est desservi par des *TGV Réseau*, type de matériel qui est aussi utilisé pour relier directement Bruxelles à plusieurs villes françaises via Lille et pour relier celles-ci entre elles en contournant Paris. C'est également ce matériel qui a servi de base à l'élaboration des rames *Eurostar* (Paris-Londres et Bruxelles-Londres) et des rames quadritensions *Thalys PBKA* (pour Paris-Bruxelles-Köln-Amsterdam) ;

D'autres pays ont également élaboré leurs propres matériels à grande vitesse. Ainsi, l'Italie a mis en service une ligne à grande vitesse entre Rome et Florence où l'*ETR 500 (Electro Treno Rapido)* circule avec une vitesse maximale de 300 km/h. D'autres rames italiennes, de types *ETR 450, 460 et 480* peuvent atteindre des vitesses de pointe de 250 km/h grâce au système d'inclinaison active des caisses. A partir de 1991, l'Allemagne a mis en service son propre matériel, l'*ICE (Inter City Express)*. Ces trains en sont déjà à leur troisième génération. La *Deutsche Bahn* possède également un tout nouveau matériel pendulaire, l'*ICT*. En 1992, L'Espagne a également profité de la grande vitesse ferroviaire, grâce à l'*AVE (Alta Velocidad Española)* qui est issu des technologies du TGV Atlantique et de l'*ICE* allemand.

¹ Sont considérés ici comme matériel à grande vitesse, des rames pouvant rouler à ≥ 250 km/h.

² Acronymes sur base de l'article de J. Charlier (2000) sur les équations à grande vitesse (voir bibliographie).

En guise de repère chronologique, le tableau ci-dessous reprend les étapes principales de la mise sur pied du réseau et du matériel ferroviaire européen à grande vitesse de ces dernières années.

Tableau 1 : Principaux repères chronologiques des lignes et matériels à grande vitesse.

1966 : études de faisabilité et de tracé pour un projet Paris-Lyon ;
1972 : début des essais en ligne du train expérimental TGV 001 (Train à Grande Vitesse) ;
1976 : le projet de TGV Sud-Est est déclaré d'utilité publique; le 7/12, ouverture officielle du chantier ;
1981 : inauguration de la LGV Paris-Lyon ;
1981 : décision de réaliser le SGV Atlantique ;
1982 : débuts expérimentaux en Allemagne de l'ICE-V (<i>Inter City Express</i>) ;
1983 : mise en service commerciale complète de la ligne Paris-Lyon ;
1984 : mise en service des deux TGV postaux quotidiens entre Paris et Lyon ;
1984 : lancement des travaux du SGV Atlantique ;
1985 : desserte Lille-Lyon sans arrêt à Paris ;
1987 : décision de construire le SGV Nord-Europe ;
1987 : annonce de l'interconnexion des TGV en Ile-de-France et du contournement de Lyon ;
1988 : mise en service de l'ETR 450 (<i>electro treno rapido</i>) <i>pendolino</i> en Italie ;
1989 : mise en service de la branche Ouest du SGV Atlantique ;
1990 : ouverture de la branche Sud-Ouest du SGV Atlantique ;
1990 : un TGV atteint 515 km/h ;
1990 : ouverture de la ligne Fulda-Wurzburg ;
1990 : jonction des équipes de forage anglaise et française dans le futur tunnel sous la Manche ;
1990 : les Douze adoptent un Plan Européen de trains à grande vitesse ;
1991 : ouverture de la première ligne pour ICE entre Hambourg-Francfort-Munich ;
1991 : les lignes à grande vitesse Hanovre-Wurzburg et Mannheim-Stuttgart sont mises en service ;
1991 : mise en service commerciale du premier ICE-1 en Allemagne ;
1992 : ouverture de la "Direttissima" franchissable à 250 km/h qui relie Rome à Florence ;
1992 : mise en service AVE (<i>Alta Velocidad española</i>) sur la LGV Madrid-Séville à 220 km/h ;
1993 : mise en service du SGV Nord ;
1994 : mise en service des Eurostar entre Londres et le continent ;
1995 : mise en service de l'ETR 460 <i>pendolino</i> ;
1996 : mise en service des ICE-2 ;
1996 : mise en service de l'ETR 500 ;
1997 : inauguration de la ligne à grande vitesse Ouest entre Esplechin (France) et Lembeek ;
1997 : nouveaux Thalys PBKA assurent les relations Paris-Bxl-Amsterdam et Paris-Bxl-Cologne ;
1997 : mise en service de l'ETR 480 <i>pendolino</i> ;
1999 : mise en service des ICT (<i>electric tilting trains</i>) entre Stuttgart et Zürich ;
2000 : mise en service des ICE-3 sur Amsterdam-Cologne et pour l'exposition universelle à Hanovre.

I.2 PRESENTATION DE LA SITUATION ACTUELLE ET A COURT TERME EN BELGIQUE

Une logique nationale et une stratégie internationale se superposent pour expliquer la mise en place de la partie belge dudit réseau européen. On y trouve une combinaison de lignes nouvelles et de lignes aménagées, selon une philosophie d'aménagement similaire à la pratique allemande. Ce réseau a été conçu pour écouler un trafic voyageur assuré par du matériel à grande vitesse (300 km/h) qui sera toutefois complété sur certaines relations par des trains intérieurs, dits TVE pour trains à vitesse élevée (locomotives de type 13 à 200 km/h).

Deux parties doivent être distinguées dans le système à grande vitesse déjà réalisé et en cours de construction en Belgique dans le prolongement du système à grande vitesse Nord. Un premier tronçon a été réalisé prioritairement entre la France et Bruxelles en raison de sa rentabilité potentielle supérieure aux autres tronçons. La première section en site propre de 15 km fut mise en service le 2 juin 1996 jusqu'à Antoing au croisement avec la ligne 78 Tournai-Mons. Cette bifurcation permet en cas de besoin, d'une part, de dévier une partie du trafic sur le réseau classique via Mons et, d'autre part, d'assurer la desserte en service régulier des villes de Mons, de Charleroi et de Namur. C'est le 14 décembre 1997 que les 57 kilomètres restants de la première ligne à grande vitesse belge ont été mis en service, jusqu'à Lembeek en liaison avec la ligne classique 96 Bruxelles-Mons. La densité d'habitat a imposé le choix de la formule de la ligne aménagée sur les 17 kilomètres restants jusqu'en gare de Bruxelles-Midi.

La deuxième partie du réseau belge concerne les trains qui se prolongent au-delà de Bruxelles Midi. Les trains à grande vitesse circulent sur les lignes classiques dans la jonction Bruxelles-Midi/Bruxelles-Nord. Au-delà de Bruxelles-Nord, une fourchette se présente, avec d'une part, la branche Cologne via Liège et d'autre part, la branche Amsterdam via Anvers et Rotterdam.

L'aménagement de la branche en direction de Cologne est en cours de réalisation et se marquera par des tronçons parcourables à des vitesses distinctes. Entre Diegem et Louvain, le tracé sera mis à quatre voies au lieu de deux actuellement et pourra être parcouru à 200 km/h. La traversée de la gare de Louvain se fera à 160 km/h, ce qui nécessitera des aménagements. Après la traversée de la gare, les trains à grande vitesse (300 km/h) et les trains à vitesse élevée (200 km/h) accéderont au premier tronçon de la ligne à grande vitesse qui longera, sur 57 km, l'autoroute E40 entre Bierbeek et Kemexhe. Sur les cinq derniers kilomètres, le nouveau tracé rejoindra la ligne classique 36 à Bierset où une troisième et une quatrième voies seront réaménagées entre Bierset et Ans. Sur les cinq kilomètres suivants, de la gare d'Ans à celle de Liège-Guillemins, le tracé se fera sur une ligne ordinaire (plan incliné d'Ans). L'aboutissement des travaux de ce tronçon entre Bruxelles et Liège est programmé à la fin 2002 et la mise en service de la nouvelle gare des Guillemins est prévue début 2003.

Depuis la nouvelle gare à l'architecture audacieuse, les rames en direction de l'Allemagne emprunteront l'actuelle ligne 37 sur cinq kilomètres, avant de s'engager sur un nouveau site propre visant à les amener sur le Plateau de Herve. D'une longueur totale de 27 km, cette seconde partie de la ligne à grande vitesse reliera Chênée à Welkenraedt via un tunnel jusque Soumagne et joutant par la suite l'autoroute E40. Actuellement, deux tracés, sont à l'étude entre l'alternative passant par la ville de Welkenraedt et celle longeant l'autoroute

jusque Walhorn avant de rejoindre la ligne classique vers Aix-la-Chapelle qui sera aménagée en conséquence pour permettre le passage des trains à 140 km/h. Ce deuxième tronçon entre Liège et la frontière allemande devrait être opérationnel en 2005.

Comme pour la branche précédente, la ligne de Bruxelles à Amsterdam via Anvers, se heurte à la contrainte de passer par la gare centrale d'une métropole, en l'occurrence celle d'Anvers-Central. La relation Bruxelles-Anvers, la plus importante du réseau intérieur, s'inscrit dans un espace très densément peuplé, où il est rapidement apparu impossible de construire une nouvelle ligne à grande vitesse au départ de Schaerbeek. Vu cette densité et la vétusté de la ligne actuelle reliant les deux métropoles, il fut décidé de reconstruire totalement cette ligne afin d'en faire une nouvelle où la vitesse n'excédera pas les 160 km/h, sur laquelle circulera en outre le matériel à grande vitesse. Afin de permettre aux trains d'accéder aux Pays-Bas le plus rapidement possible, il a été décidé de faire de la gare d'Anvers-Central qui était en cul-de-sac, une gare partiellement de passage grâce à un tunnel qui passera sous la ville. Au Nord de ce futur tunnel à deux voies, un réaménagement de la ligne actuelle sur trois kilomètres se fera jusqu'au nord de la gare locale d'Anvers-Luchtbal. Au-delà, une ligne à grande vitesse sera construite, parcourable à 300 km/h et jouxtant l'autoroute E19 Anvers-Breda. Tous ces travaux sur la ligne devront être achevés pour 2005.

I.3 PRESENTATION DU FUTUR RESEAU EUROPEEN A GRANDE VITESSE ET DES GAINS DE TEMPS RESPECTIFS

La mise en place du réseau européen de trains à grande vitesse nécessite encore de nombreux travaux. Vous trouverez en annexe du tome IIA, traitant du réseau ferroviaire voyageurs, la carte du futur réseau européen à grande vitesse, prévu à l'horizon 2010 (carte 2 tome IIA). Il est clair que ce réseau va certainement subir encore des modifications car les Etats membres de l'Union Européenne ne sont pas encore prêts à déboursier autant d'argent pour certaines lignes qu'ils jugent peu rentables.

A l'heure actuelle, les seules certitudes qu'on ait en matière de maillage de l'Europe par les lignes à grande vitesse, sont représentées sur la carte 1 de l'atlas du tome IIA (situation en 2000). Cette carte représente l'état d'avancement en 1999, du projet de réseau européen de lignes à grande vitesse.

Ci-dessous on trouvera, la liste détaillée des lignes déjà en service, en travaux, des lignes décidées ou en cours d'approbation.

a. Les lignes déjà en service :

- Madrid-Séville
- Paris-Le Mans-Tours
- Paris-Lyon-Valence
- Paris-Lille-Tunnel sous la Manche
- Lille-Bruxelles
- Florence-Rome
- Stuttgart-Mannheim
- Berlin-Hanovre
- Hanovre-Wurzbourg

b. Les lignes en travaux :

- *Cologne-Francfort (2000)*
- *Valence-Nîmes-Marseille (2001)*
- *Rome-Naples (2001)*
- *Bruxelles-Liège (2002)*
- *Lérida-Saragosse (2003)*
- *Bâle-Karlsruhe (2003)*
- *1^{ère} phase de la ligne Londres-Tunnel sous La Manche (2004)*
- *Florence-Bologne (2005)*
- *Liège-aix-la-Chapelle (2005)*
- *Leipzig-Nuremberg*
- *Hambourg-Berlin*

c. Les lignes décidées ou en cours d'approbation:

- *Madrid-Saragosse et Lérida-Barcelone (2004)*
- *Barcelone-Perpignan (2005)*
- *Turin-Milan-Bologne (2006)*
- *Padoue-Venise*
- *TGV Est entre Paris et Baudricourt (2006)*
- *Anvers-Amsterdam (2005)*
- *2^{ème} phase de la ligne Londres-Tunnel sous la Manche (2007)*

Chapitre II. OFFRE ACTUELLE EN INTERMODALITE AIR/RAIL

II.1 EXEMPLES DE CAS CONCRETS

Actuellement, dans le fret aérien, la diversification ne s'oriente pas seulement vers une diversité des produits, mais également vers l'intermodalité. La piste du transport intermodal a déjà fait couler beaucoup d'encre, mais aujourd'hui on peut citer quelques exemples concrets mais malheureusement encore sporadiques.

La première initiative mise en pratique est celle de la Poste française qui, dès 1984, soit seulement trois ans après l'inauguration de la ligne à grande vitesse entre Paris et Lyon (270 km/h), s'est lancée dans le TGV postal. La Poste a acheté deux rames dites "oranges" au groupe *Alstom* pour 1,125 milliards de FB³, ainsi qu'un demi-élément de réserve pour ne pas nuire à la régularité du service. En 1992, entre 1500 et 2000 tonnes étaient transportées par les TGV postaux. Chacune des 8 voitures composant la rame transportait en 1992 de 9 à 10 tonnes, soit un taux de remplissage de 90 %.

Une troisième rame pour un montant d'un peu près 620 millions de FB fut acquise en 1994. Cette rame supplémentaire a eu pour rôle d'étendre la zone couverte par le service ferroviaire à grande vitesse jusqu'à Cavaillon, dans le Vaucluse, d'où il est réparti vers la Provence et le Languedoc.

La Poste a aussi des ambitions du côté atlantique. Trois rames TGV supplémentaires seraient nécessaires pour garantir un service de qualité sur l'axe allant de Paris à Bordeaux et prolongé jusque Toulouse. Malheureusement, cette nouvelle liaison n'est pas encore en service en raison de deux obstacles majeurs. Le premier obstacle réside dans le fait que le montant de la facture pour l'acquisition de TGV neuf s'élèverait à 180 millions de francs français. C'est ce constat qui a poussé la Poste à vouloir acquérir des TGV Sud-Est d'occasion qui lui coûteraient 100 millions de FRF pièce. Or de son côté, la *SNCF* a grandement besoin de ses TGV voyageurs et n'est donc pas prête à les lui céder. En second lieu, pour que cette relation soit efficace, il faudrait que la ligne TGV Atlantique soit prolongée entre Tours et Bordeaux, ce qui n'est pas encore le cas à l'heure actuelle.

Néanmoins, malgré l'inachèvement de certaines lignes à grande vitesse, la *SNCF* a lancé depuis peu, via le *Sernam*, deux trains classiques (Paris-Cavaillon et Paris Bordeaux) roulant à 200 km/h sur une partie de la ligne à grande vitesse Sud-Est et Atlantique, qui sont les premiers TVE fret.

Dans une moindre mesure, on constate le chargement d'une partie de TGV passagers en fret. Ce type de transport d'une petite quantité de marchandises se réalise dans la soute pour fret placé dans les voitures de queue (2 fois 6 m³) lorsque le train est composé de deux rames. Les compartiments font 1 mètre de large et permettent de transporter des documents, des colis de 5 à 10 kg maximum qui doivent être expédiés le jour même ou en "overnight". *Esprit Europe* qui est un opérateur de courrier utilise les trains passagers *Eurostar* entre Londres, Paris et Bruxelles pour envoyer son courrier qui doit être acheminé rapidement. De même, on peut évoquer la société *Sernam* qui se sert des rames *Eurostar* et *Thalys* pour ses envois en service de jour ("time flash").

³ 170 millions de FFR de 1984, où 1 FFR = 6,614 BEF

Pour des vitesses plus faibles mais en assurant des délais très intéressants pour les opérateurs, on notera une initiative louable et apparemment fructueuse entre Amsterdam/Arnhem et Milan. Des firmes telles que *Balkenende Aircargo Handling*, *P&O TransEuropean*, *Intercontainer-Interfrigo*, *NSS Cargo* et la *Deutsche Bahn*, *KLM Cargo* et *Alitalia Cargo* y participent. Cette nouvelle liaison a été inaugurée au mois de juin dernier, par la nouvelle société ferroviaire *Railion Bénélux*, filiale de *Railion*⁴. En fait, il s'agit d'un train de voyageurs qui transporte également du fret en saut de nuit. Ce train jouit de l'avantage du principe général de priorité des voyageurs par rapport aux trafics de marchandises. Grâce à cette liaison ferroviaire, il est dorénavant possible d'expédier des marchandises en saut de nuit (temps de transit: 14 h seulement) soit en J+1, entre les Pays-Bas et l'Italie. Ce train baptisé *l'Overnight Express* circule 6 fois par semaine, à une vitesse maximum de 160 km/h, dans les deux sens. Dix à douze anciens fourgons à bagages de la *Deutsche Bahn* ont été reconvertis et adaptés pour le transport de palettes ou de petits conteneurs sur roues. Des contacts ont été noués avec des sociétés comme *TNT*, *Jan de Rijk* et *De Waard* pour les pré- et post-acheminements. Dans un premier temps, seules les cargaisons sèches sont admises (ex: des pièces de rechange, du fret aérien). Plus tard, *Railion* entend aussi accepter les chargements sous température contrôlée, tels que des fruits, légumes et fleurs, ainsi que de pouvoir desservir Rotterdam.

Une autre expérience tout aussi intéressante, mais qui a échoué en raison d'erreurs de marketing, a été la mise en place, en octobre 1998, d'un service entre l'aéroport de Francfort et les aéroports de Hanovre, Osnabrück et Hambourg. Ce service se faisait par l'utilisation de matériel du type "*Cargo Sprinter*" qui, d'une capacité maximum de 26 TEU⁵, offre l'avantage d'être un train bidirectionnel automoteur qui peut être triplé pour les plus longs trajets. Chaque rame est composée de cinq wagons pouvant transporter 160 tonnes au total. Chaque wagon peut accueillir soit 1 conteneur 40', soit 2 conteneurs 20'. Le "*Cargo Sprinter*" peut rouler à une vitesse maximum de 120 km/h et à une vitesse commerciale de 80 à 90 km/h.

Habituellement, deux agents de fret étaient chargés de vendre la capacité à bord du "*Cargo Sprinter*" pour la *Deutsche Bahn* à Francfort. Seulement 20 % du fret chargé sur le "*Cargo Sprinter*" venait des services aériens. Le fret était généralement regroupé dans des sociétés localisées à 3 ou 4 km de l'aéroport de Francfort où les conteneurs étaient préparés. Les conteneurs étaient chargés sur le train à 1,5 km de l'aéroport où étaient disposées deux doubles voies de 200 m (4000 m²). Le départ se faisait chaque soirée de Francfort à 21h46 et arrivait à Osnabrück et à Hambourg respectivement à 2h48 et à 4h16 avec un arrêt de moins de 10 minutes à Hanovre.

Ce train développé en Allemagne sera vraisemblablement aligné en fin d'année entre le port de Rotterdam et la région de Eindhoven pour le compte de *Philips*. Deux des quarante rames construites font l'objet d'une expérimentation en Angleterre entre les terminaux de *Freightliner* à Southampton et Barking (Essex). Ces essais d'ores et déjà concluants ont pour objectif d'encourager le transfert de fret de la route vers le rail et de faire en sorte que le transport intermodal soit également un succès sur les courtes et moyennes distances.

Toujours en Allemagne, on peut également citer la mise en place par *Lufthansa Cargo*, d'une liaison ferroviaire avec l'Italie sur un train conventionnel au départ de la plate-forme de Mannheim, située à 50 km de l'aéroport. *Lufthansa Cargo* utilise le transport combiné en

⁴ Railion GmbH: fusion des deux réseaux ferroviaires allemands et néerlandais. La Deutsche Bahn y détient 94 % des parts et les Nederlandse Spoorwegen NV en possède les 6 % restant.

⁵ TEU: Equivalent vingt pieds.

raison des contraintes de passage imposées au trafic routier. La compagnie ne pouvant avoir de trains à son nom, elle charge sa cargaison avec d'autres agents de fret.

En Belgique, des essais ont été tentés par l'opérateur express *DHL* entre Bruxelles et Paris sur des trains classiques (locomotives CC 40100). L'expérience s'est déroulée du 16 septembre 1991 au 30 mai 1992, avec un train qui reliait quotidiennement Paris-La Chapelle à Vilvoorde. L'encombrement des couloirs aériens à certaines heures de la nuit a encouragé la société *DHL* à détourner une partie de son trafic aérien vers d'autres aéroports et à acheminer une partie de son courrier par voie ferrée.

Chaque soir vers 21 heures (sauf les samedis et dimanches), un train spécial composé de six fourgons RIC du types Dd4s de la SNCF et d'une voiture Corail pour le personnel d'accompagnement s'élançait de la gare de Paris-La Chapelle, tracté par une BB16000 jusqu'à Aulnoye. Là, on remplaçait la BB16000 par une CC40100, qui amenait le train d'une traite jusqu'à Vilvoorde via Quévy, Mons, Bruxelles et la jonction Nord-Midi, et Schaerbeek. A l'arrivée du train à Vilvoorde (vers minuit), les colis étaient immédiatement déchargés dans une flottille de camions, qui se rendaient au centre de tri de la firme *DHL* établi à Zaventem. Après le triage du courrier, les camions revenaient à Vilvoorde (vers 3 heures) avec les sacs à destination de Paris-La Chapelle (vers 6 heures) où le courrier et les colis étaient distribués dans une bonne partie de la France.

Dans un second temps, deux autres liaisons similaires étaient prévues entre Cologne et Amsterdam, et dans une phase plus lointaine, *DHL* envisageait même d'affréter des rames TGV pour desservir directement l'aérogare de Bruxelles National.

Cette liaison jugée satisfaisante en terme de délais et de fiabilité par *DHL*, a dû néanmoins être arrêtée principalement en raison du désaccord persistant de la part de protagonistes (*DHL*, *SNCB* et *SNCF*) sur l'aspect tarifaire de l'opération. Toute l'opération fut réduite dès lors à néant et les colis reprirent la voie des airs et de la route.

Ces cas pratiques montrent que ce transfert en partie de l'aérien vers le réseau ferroviaire est envisageable mais que la concrétisation est moins avancée pour le fret que pour les passagers. Cette intermodalité air/rail fret revêt un intérêt de plus en plus grand, en relation directe avec le renforcement des restrictions environnementales touchant les activités de transport routier ou aérien. Le report d'une partie du trafic fret sur le nouveau réseau ferroviaire à grande vitesse offre une opportunité pour optimiser l'utilisation de créneaux, en particulier la nuit à des heures moins dérangeantes pour les riverains.

II.2 PROJETS DE REALISATION DE LIAISONS FERROVIAIRES A VITESSE ELEVEE

L'Union Railways South qui construit le *Channel Tunnel Rail Link*, soit la ligne à grande vitesse entre le tunnel sous la Manche et Londres dont l'achèvement est prévu pour 2007, voudrait faire circuler des trains de marchandises à 225 km/h sur cette ligne. Il faudrait alors mettre au point de nouveaux wagons. Il faudrait atteindre cette vitesse si l'on ne veut pas retarder les trains de voyageurs qui circuleront à environ 300 km/h.

Chapitre III. ANALYSE DU MARCHÉ

III.1 ANALYSE DU POTENTIEL DE MARCHÉ ENTRE LES GRANDS CENTRES AÉROPORTUAIRES DE FRET

III.1.1 LES PLUS GRANDS AÉROPORTS DE FRET EUROPÉENS

Nous avons repris dans le tableau 2, les 20 premiers aéroports européens de fret. On constate, tout comme pour le trafic maritime, une concentration de la majeure partie du trafic sur un nombre limité de plates-formes aéroportuaires. Ainsi, les plates-formes de Francfort, Londres (Heathrow), Paris (Charles de Gaulle) et Amsterdam (Schiphol) sont de loin les plus imposantes. Ces aéroports se classent dans le top 15 mondial qui est dominé par l'aéroport de Memphis avec 2,4 millions de tonnes.

Le quadrilatère qui englobe Amsterdam, Francfort, Paris et Londres, génère pas loin de 75 % de tout le fret aérien européen. A côté des plates-formes mondiales, on retrouve dans ce "top 20 européen", la majorité des autres aéroports européens ayant plus de 20 millions de passagers tels que Rome, Milan, Zurich, Madrid, Munich etc. Ces aéroports font beaucoup de fret car ils accueillent beaucoup d'avions passagers qui transportent dans leurs soutes une partie importante du fret aérien comptabilisé. Ces aéroports qui jouent souvent le rôle de hub d'une compagnie nationale desservent un bassin économique important tout proche.

Au voisinage de certains de ces aéroports localisés dans le quadrilatère défini ci-dessus (Amsterdam, Francfort, Paris, Londres) pour lesquels l'activité passagers prédomine (le classement mondial passagers est meilleur ou égale à celui du fret), on trouve des aéroports orientés vers le traitement du fret. Ces aéroports d'une importance secondaire en matière de passagers et parfois dérisoire sur la scène internationale comme Liège, ont axé leur stratégie sur le cargo en regard de la congestion, des coûts d'installation et de fonctionnement des autres aéroports proches. Ces aéroports sont nettement mieux classés, à l'échelle mondiale, pour le fret que pour les passagers (ex: Cologne 43^{ème} "freight" et 134^{ème} "pax"; Liège 76^{ème} "freight" et 604^{ème} "pax"). On retrouve dans ce groupe, les aéroports de Luxembourg, de Cologne, de Liège et de East Midlands.

Tableau 2: Classement des 20 premiers aéroports européens en matière de fret pour l'année 1999.

	Aéroports	T/an ⁶	Classement fret mondial	Croissance en un an (%)	Passagers /an	Classement pax ⁷ mondial
1	Francfort (FRA)	1.522.984	9	5	45.838.864	7
2	Londres (LHR)	1.355.419	13	4,2	62.263.365	4
3	Paris (CDG)	1.226.924	14	22,1	43.597.194	8
4	Amsterdam (AMS)	1.225.284	15	0,5	36.772.015	11
5	Bruxelles (BRU)	656.302	27	9,9	20.005.122	43
6	Luxembourg (LUX)	448.380	38	17,2	1.583.589	289
7	Cologne (CGN)	410.436	43	9,4	5.990.197	134
8	Copenhague (CPH)	389.668	46	4,1	17.402.800	55
9	Zurich (ZRH)	379.112	47	7,9	20.875.311	41
10	Madrid (MAD)	318.375	55	10,9	27.994.193	25
11	Londres (LGW)	313.627	56	6,7	30.559.227	21
12	Milan (MXP)	250.531	69	47	16.173.765	57
13	Liège (LGG)	207.629	76	26,8	207.760	604
14	Londres (STN)	193.986	78	1	9.452.906	92
15	Rome (FCO)	185.153	82	-29,4	24.029.326	33
16	Stockholm (ARW)	144.377	93	3,5	17.364.309	56
17	East Midlands (EMA)	142.345	94	4,4	2.231.348	244
18	Munich (MUC)	137.520	95	16,3	21.282.906	40
19	Paris (ORY)	134.612	96	-38,1	25.349.111	32
20	Vienne (VIE)	125.585	105	8,6	11.204.366	81

Source: classement selon l'Airport Council International (ACI); *ACI Traffic Data, world airports ranking by total cargo and passengers, 1999 final*.

En résumé, on peut classer ces 20 premiers aéroports fret européens en trois groupes:

a) les plates-formes mondiales d'échange: Francfort, Londres Heathrow, Amsterdam-Schiphol et Paris-Charles de Gaulle;

b) les aéroports à prédominance voyageurs: Bruxelles⁸, Copenhague, Zurich, Londres (Gatwick), Madrid, Milan, Londres (Stansted)⁹, Rome, Stockholm, Munich, Paris (Orly) et Vienne;

c) les aéroports à prédominance fret: Luxembourg, Cologne, Liège et East Midlands.

⁶ Comprend le fret avionné chargé, déchargé et le courrier.

⁷ Pax: abréviation de passagers.

⁸ On l'a mis dans ce groupe comme Copenhague, car même s'il est mieux classé pour le fret que pour le passager, avec le taux de croissance passager annuel, il va certainement d'ici 5 ans remonter le classement aux alentours de la 25^{ème} place.

⁹ On l'a mis dans ce groupe pour les mêmes raisons que Bruxelles (aux alentours de la 60^{ème} place pax en 2005).

III.1.2 TRAFIC SPECIFIQUE PAR RELATION

Les charges de trafic journalières actuelles et les charges de trafic prévisibles en l'an 2005 entre les centres économiques du réseau fret express (en tonnes/jour) sont présentées dans le tableau ci-dessous. Les chiffres de 2005 représentent le potentiel de l'offre fret express. Les taux de croissance de 1996 entraînent une multiplication par deux des volumes entre 1996 et 2005, soit une croissance annuelle d'un peu plus de 10 % par an.

Tableau 3: Charge de trafic actuelle et prévisible entre les centres économiques du réseau fret express (en tonnes/jour).

	...vers Depuis...	Francfort	Cologne	Bruxelles	Paris	Londres
Statu quo (1996)	Francfort	-	62	26,5	64	12,5
	Cologne	65	-	33,7	18,5	18
	Bruxelles	25,4	28,2	-	56	20
	Paris	50,2	16	64	-	62
	Londres	11	16	21,5	51	-
Prévisions (2005)	Francfort	-	124	53	128	25
	Cologne	130	-	67,4	39	36
	Bruxelles	50,8	36,4	-	112	40
	Paris	100,4	32	128	-	124
	Londres	22	32	43	102	-

Source : sur base d'une enquête auprès des prestataires les plus importants in le rapport *Deufrako* ; oct. 1998.

III.1.3 IMPORTANCE DU TRANSPORT ROUTIER DANS LES EXPEDITIONS

A l'intérieur de l'Europe, les dessertes terminales routières représentent une part importante du trafic des compagnies de fret aérien. Pour le fret express, c'est certes l'avion qui est utilisé de façon presque exclusive pour de longues distances, tandis que le fret standard est acheminé par la route dans 60 à 70 % des cas.

Les prestataires de messageries et de colis express ainsi que les compagnies de fret aérien sont essentiellement intéressés à remplacer les dessertes terminales routières (*road-feeders*) par des dessertes ferroviaires. Par contre, un report des véritables transports de fret aérien est inintéressant pour les compagnies aériennes, lorsque des capacités de chargement appropriées et suffisantes sont disponibles sur les avions passagers qui rejoignent de façon régulière les deux aéroports. Lorsque des vols fret spécifiques sont nécessaires à cet effet, la situation est différente. Précisons ici qu'encore actuellement, environ 60 % des marchandises transitent dans les soutes à bagages des avions passagers.

- *Au départ et à destination de l'aéroport de Francfort*

Le tableau 4 contient ci-dessous, à titre d'exemple, des indications sur les dessertes terminales routières entre Francfort et certains autres aéroports européens (situation en 1994). Il en ressort qu'il y a, dans ce secteur, un potentiel intéressant pour un éventuel report sur le chemin de fer. Ainsi, on dénombre que sur le continent, le fret standard est acheminé dans 60 à 70 % des cas par la route. Nous verrons par la suite les modalités de ce report éventuel de trafic de la route au chemin de fer.

Tableau 4: Dessertes terminales routières de marchandises sous documents aériens entre certains aéroports européens (en tonnes/jour) en 1994.

	Cologne	Bruxelles	Paris
De Francfort à ...	70,7	19,3	17,7
De ... à Francfort	60,3	16,9	28,6

Source: Thomas Fischer: "Utilisation de la technologie de la grande vitesse pour le fret ferroviaire" – Doctorat à l'Institut des sciences économiques relatives à la gestion des entreprises de l'Université technique de Darmstadt, 1996.

- Au départ et à destination de l'aéroport de Roissy-Charles de Gaulle

En 1998, l'aéroport Charles-de-Gaulle a traité 1.228.000 tonnes de fret aérien, dont 142.240 tonnes uniquement de fret postal; 56 % de ce fret aérien a été transporté dans les avions de passagers. Tout le reste est parti via des avions "full cargo".

Le volume de fret aérien à destination d'un pays européen ne représente que 19 % du volume total. Actuellement, ce type de fret est généralement transporté sous documents aériens *AWB (Air Way Bill)*. Une enquête menée auprès de 6 opérateurs sur place¹⁰ (qui représentent 64 % du fret total manipulé à l'aéroport) rapporte que 300.000 tonnes de marchandises sont transportées par route vers et au départ de l'aéroport CDG sous *AWB*, soit le tiers des marchandises manipulées sur l'année. On trouvera ci-dessous, la répartition modale pour les principales destinations européennes au départ et vers l'aéroport Charles-de-Gaulle en 1997.

Tableau 5: Répartitions modales des principales origines et destinations de l'aéroport Charles-de-Gaulle* en 1997 (en tonnes).

	Aérien		Routier (AWB)		Total	
	T/an	T/jour	T/an	T/jour	T/an	T/jour
Amsterdam	6.300	17,3	36.000	98,6	42.300	115,9
Bruxelles	2.400	6,6	32.000	87,7	34.400	94,3
Cologne	8.520	23,3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Francfort	27.900	76,4	17.800	48,8	45700	125,2
Liège**	700	1,9	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Londres	35.600	97,5	47.900	131,2	83500	228,7
Lyon	13.300	36,4	20.000	54,8	33.300	81,2
Marseille	35.200	96,4	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Milan	12.600	34,5	27.900	76,4	40.500	100,9
Turin	850	2,3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.

* avant la mise en service du centre européen de tri de Federal Express.

**attention: avant l'installation de TNT à Liège.

Si l'on considère que la quantité maximale de chargement d'un poids lourd équipé pour transporter les ULD aériennes (*Unit Load Device*¹¹), est de 4 unités, soit en moyenne environ 12 tonnes, on peut se représenter qu'il y a chaque jour sur les routes dans les deux sens:

¹⁰ Enquête interne menée par la Direction d'Aéroports de Paris, 1998.

¹¹ *Unit Load Device*: unité de chargement. Dans l'aérien la palette standard la plus utilisée est la palette 10 pieds constituée d'un plateau en alliage léger et très résistant de 3,075 m de long, 2,34 m

- 9 semi-remorques entre l'aéroport d'Amsterdam et de CDG;
- 8 semi-remorques entre l'aéroport de Bruxelles et de CDG;
- 11 semi-remorques entre les aéroports de Londres et CDG;
- 7 semi-remorques entre l'aéroport de Milan et CDG;
- 5 semi-remorques entre l'aéroport de Francfort et CDG;
- 5 semi-remorques entre l'aéroport de Lyon-St Exupéry et CDG

Ce trafic présenté ci-dessus est certainement un minimum, car on s'est basé sur la capacité maximale de chaque véhicule alors qu'il y a certainement des camions qui partent sans être à pleine charge.

- Potentiel de marché entre l'aéroport de Schiphol (Amsterdam) et de Francfort¹²

Le volume de fret aérien transporté par route entre les aéroports ne fait pas l'objet de statistiques officielles. Les indications sur les quantités actuellement transportées doivent être obtenues via les statistiques des aéroports et par les données des opérateurs.

En 1996, sur base d'extrapolations de chiffres de sociétés, le tonnage total de marchandises aériennes transportées par route a été estimé approximativement à 410.000 tonnes à Francfort et 300.000 tonnes à Amsterdam.

En extrayant les informations des compagnies et des transporteurs routiers, une estimation des quantités transportées par camion entre ces deux pôles et Paris a été possible. On a évalué le charroi quotidien à :

- 21 poids lourds d'Amsterdam à Francfort;
- 17 poids lourds de Francfort à Amsterdam;
- 15 poids lourds d'Amsterdam à Paris;
- 16 poids lourds de Paris à Amsterdam.

Ce charroi de camions varie également en fonction des jours de la semaine. C'est à la fin de la semaine (jeudi, vendredi et samedi) que les plus grands volumes sont échangés. On estime à 40 poids lourds, le trafic durant ces journées entre les deux aéroports de Schiphol et Francfort. A contrario, le transport moyen de marchandises par route entre les deux aéroports est moins important en début de semaine. D'ailleurs on remarque que l'intensité de trafic varie également au cours de l'année, avec des pics dans le courant de la fin de l'année et vers le mois de mars. Ces fluctuations mensuelles et journalières devront certainement être prises en compte lors d'un éventuel transfert des marchandises sur le rail.

Comparativement à l'étude menée sur l'aéroport de Roissy-Charles de Gaulle, le trafic paraît plus important. En fait, cette différence vient simplement du fait que nous avons opté pour une charge moyenne de 3 tonnes par unité de chargement (*ULD*) alors que l'étude menée sur le flux de trafic routier entre Schiphol et Francfort se base sur une charge moyenne de 1,5 tonnes par palette aérienne. Si l'on applique le même ratio de masse par unité de chargement, on obtiendra un flux de poids lourds similaire entre Amsterdam et Paris. En se référant au descriptif du matériel utilisé par *Air France Cargo* et au manuel du "Fret aérien pratique 1999", il semblerait que l'option de 3 tonnes par palette soit plus pertinente, car le poids minimum taxable pour une telle palette est de 2200 à 3010 kg et la charge maximum

de large et 2,42 m de haut. Leur charge maximale autorisée est d'environ 5 tonnes selon l'endroit de rangement dans l'avion.

¹² Sur base de l'étude "*The European Network for Air Cargo by Rail*" menée par le bureau Transcare, janvier 1998.

admissible est de 6800 kg sur le pont principal d'un avion gros porteur tel le B-747 ou le DC-10.

En résumé, ce trafic assez important entre les grandes agglomérations et entre les villes accueillant un intégrateur, témoigne de l'intérêt quantitatif d'un transfert modal.

III.2 CONCEPTION ET EXPLOITATION DE L'ACTIVITE DES INTEGRATEURS

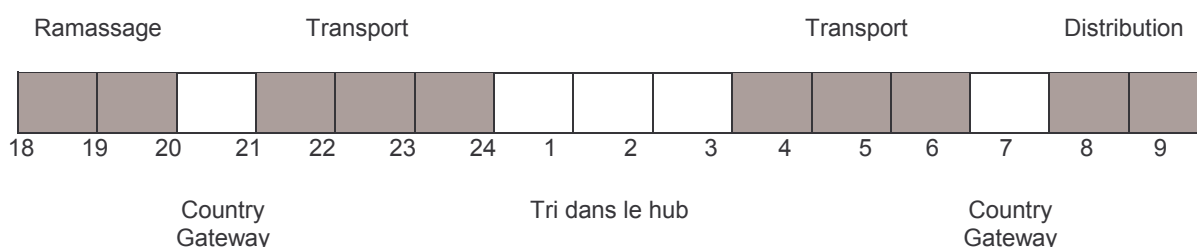
III.2.1 MODE DE FONCTIONNEMENT DE L'ACTIVITE D'UN INTEGRATEUR

Le système opérationnel d'un intégrateur tel que *DHL*, *UPS*, *Fedex* ou *TNT Express* est basé sur le principe du *hub and spoke* (moyeu et rayon). Le *hub* central est relié directement à ce que l'on appelle les *country gateways* (points de consolidation spécifiques aux pays). Une fois que tous les envois sont arrivés au *hub* (ex: le *hub* de *DHL* à l'aéroport de Bruxelles-National), ils sont triés en vue de la poursuite de leur acheminement. Selon la charge des différents dépôts, des relations directes sont établies avec le *hub* ou alors les envois sont rassemblés dans les *country gateways* comme à East Midlands pour les opérateurs *DHL* et *UPS*.

Comme il faut garantir au client un ramassage aussi tardif et une distribution aussi matinale que possible des envois, les fenêtres de temps disponibles pour le transport entre les *country gateways* et le *hub* central sont très étroites. Cette façon de procéder exige que les transports soient ponctuels; tous les envois devant, en général, être arrivés au *hub* avant 1 heure du matin. Dans les centres de consolidation, une heure est consacrée au tri intermédiaire, tandis que deux heures sont allouées au trafic d'apport entre les dépôts régionaux et les *country gateways* de même qu'au retour des envois en début de matinée. La fenêtre du tri au *hub* s'échelonne, en moyenne, sur trois heures. Pour le trafic sortant du *hub*, on considère qu'il se déroule sur une fenêtre de temps de l'ordre de trois heures se répartissant entre 3 et 6 heures du matin.

Ci-dessous, on trouvera une vision très schématique des fenêtres de temps lors d'un ramassage et d'une répartition de colis par un intégrateur.

Figure 1: Fenêtres de temps lors d'un traitement des envois par un intégrateur.



III.2.2 ANALYSE DU MARCHÉ DE LA MESSAGERIE, DE L'EXPRESS ET DES PAQUETS

Avec 30 % du chiffre d'affaires global, l'Europe se situe en deuxième position, derrière l'Amérique du Nord, et occupe de ce fait une position importante sur le marché de la messagerie et des colis. Ce marché est dominé par quelques rares prestataires logistiques

qui opèrent de porte à porte (*door to door*) et que l'on appelle plus communément "intégrateurs". Leur mode de fonctionnement a été précisé précédemment (cf. chap. III.2.1).

En Europe, c'est surtout le poids de la France et de l'Allemagne qui importe (tab.6). Ainsi, sur les 5,6 milliards d'envois traités en Europe en 1993, la France et l'Allemagne représentent à eux seuls 2 milliards d'envois en messagerie, fret express et petits paquets, soit 36 % du marché européen du fret express. En terme de volume, on remarque que sur ces 2 milliards d'envois, les 2/3 des envois se font au départ de l'Allemagne.

Tableau 6: Marché européen d'envois en messagerie et en colis, en 1993.

	All	UK	It	Fr	Esp	Benelux	Eur. E	Total
Millions	1344	1008	896	616	560	1008	168	5600
%	24	18	16	11	10	18	3	100

Source : étude de la Société Prognos S.A., 1996 : « Marché Messagerie, Express et de paquets en Europe de l'Ouest et de l'Est, rapports et résultats importants, concernant les différents pays ».

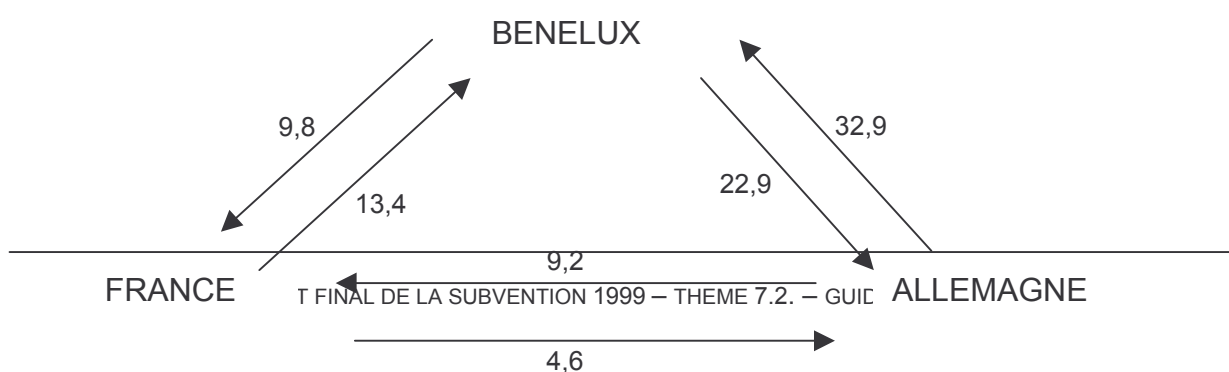
Si on tient compte de l'évolution du nombre d'envois traités depuis 1993, il faudrait certainement majorer de l'ordre de 60 % les chiffres présentés dans ce tableau.

L'analyse de la répartition des volumes de trafic par destination révèle que le trafic intérieur représente plus de 90 % des envois dans les deux pays. Dans les 4 % d'envois respectifs en Europe de l'Ouest, près de 50% des envois se font entre les deux pays partenaires respectifs et le Bénélux. L'Angleterre représente quant à elle le deuxième plus gros marché de l'Europe de l'Ouest avec 13 % du marché européen.

Les prévisions sur un horizon à moyen terme (vers 2010) indiquent que le trafic international augmentera de façon plus que proportionnelle au trafic national qui constituera toujours le marché dominant.

Le volume prévisionnel des envois en 2010 sur la relation Allemagne-France-Benelux (corridor Cologne-Bruxelles-Paris en millions d'envois/an) en considérant Bruxelles comme le passage obligé pour relier Amsterdam et Londres, est :

Figure 2: Volume prévisionnel des envois en 2010 sur la relation Allemagne-France-Bénélux (millions/an).



Par jour, ce volume représenterait environ 91.600 envois entre le Bénélux et l'Allemagne et 131.600 envois entre l'Allemagne et le Bénélux.

III.2.3 QUANTIFICATION ET REPARTITION DES FLUX D'UN INTEGRATEUR TEL *TNT*

La société *TNT*, ancien opérateur australien, a été racheté par la *Poste Néerlandaise (PTT Post)*. Actuellement, il fait partie intégrante du holding néerlandais *TPG (TNT Post Group)*. Ce holding regroupe trois grandes activités que sont le courrier, l'express et la logistique (cf organigramme en annexe 1). Chacune de ses branches est subdivisée soit par activité comme le service de courrier national et international, soit par région géographique comme pour les envois express. Pour l'année 1999, la division Express du groupe a généré un chiffre d'affaires de 141 milliards de BEF, soit 41 % du chiffre d'affaires total du groupe. Le bénéfice net du groupe s'élève à 16,9 milliards de BEF pour l'année 1999.

TNT propose trois grandes formules d'envois en fonction de leur caractère urgent. Ces trois formules d'envois se désignent commercialement sous l'intitulé de:

- *Global Express*: service normal de *TNT* ;
- *Economy Express*: livraison dans les deux ou trois jours ;
- Services plus rapides:
 - *9h Express*: livraison partout en Europe le lendemain matin avant 9h00 ;
 - *12h Express*: livraison partout en Europe le lendemain avant 12h00 ;
 - *Special Express*: service sprinter.

L'essentiel de l'activité du groupe *TNT Express* se fait en Europe. Pour l'année 1999, 79 % des recettes du groupe s'effectuaient sur le marché de l'express intra-européen. Anciennement localisé à l'aéroport de Cologne, le *hub* de *TNT* a migré à l'aéroport de Liège-Bierset, où il opère depuis le 2 mars 1998. Ce déménagement correspond à une volonté d'accroissement de l'activité qu'il n'était plus possible d'assurer à l'aéroport de Cologne, où un deuxième opérateur express était déjà implanté (*UPS*).

Le centre de tri du *hub* de *TNT*, sous sa configuration actuelle, permet de traiter au maximum 30.000 unités par heure. Actuellement, c'est 70.000 unités qui sont manipulées chaque nuit, soit environ 375 tonnes. Parfois, le volume traité peut approcher les 600 tonnes. Si le volume de colis continue à augmenter, la construction d'un deuxième hall de tri est prévue sur le site à moyen terme, jouxtant le premier, et permettra de quasi doubler le volume de colis traités.

Concernant le réseau de connexion de *TNT*, on peut estimer à 84 % les colis européens qui arrivent au *hub* de *TNT* à Liège et à 87 % les colis qui en repartent à destination de villes européennes. Dans l'ensemble du réseau de desserte de l'express, 65 % des envois se font uniquement par la route (via notamment un hub néerlandais qui pourrait aussi être relocalisé à Liège-Bierset, en zone logistique plutôt qu'aéroportuaire) et 10 % sur des vols passagers. Le restant, soit 25 %, est représenté par le trafic transitant via le *hub* de Liège. Sur les volumes journaliers traités à Liège, 70 % viennent du trafic aérien et 30 % via la route. Le transport aérien représente 85 destinations directes à partir et vers le *hub* européen et plus de 200 destinations à travers le monde. Le transport routier représente environ 54

destinations en connexion avec le centre de tri de Liège, soit environ 60 à 70 camions chaque nuit. Ce convoi de camions représente 30 % du traitement de fret par nuit, soit de l'ordre de 112 tonnes sur les 375 tonnes traitées chaque nuit. Les destinations routières se répartissent comme suit: 75 % pour l'Allemagne et les 25 % restant sont répartis entre le Nord de la France et le Bénélux. Les principaux *hubs* routiers européens principaux de *TNT* sont situés à Bruxelles, à Garonor (Paris) et à Arnhem (Pays-Bas). Pour *TNT*, 400 km représentent le rayon maximum atteignable par la route entre le *hub* principal et le centre de distribution régional, au-delà, c'est plus avantageux de transporter par avion. Ainsi, *TNT* utilise les avions pour des distances excédant 650/700 km au *hub* de *Liège Airport*.

En terme de fluctuations de volume traité, on observe une surcharge de trafic de l'ordre de 40 % par rapport à la normale entre septembre et Noël et un pic en mai-juin de + 115 %. Durant la semaine où le centre fonctionne durant 5 jours, il y a un pic d'activités de l'ordre de 20 %, essentiellement le mercredi ou jeudi, par rapport aux autres jours de la semaine.

L'organisation temporelle normale de l'activité de tri à l'aéroport de Liège-Bierset se déroule comme suit:

- Heures d'arrivées:

La majorité des camions arrivent entre 22h00 et 2h00 du matin.

La majorité des avions atterrissent entre 23h00 et 1h00.

Les derniers avions atterrissent avant 2h00.

- Heures de départs

Les premiers camions partent vers 2h00.

Les premiers avions commencent à décoller vers 3h00.

La majorité des décollages (80 %) se font entre 3h30 et 4h30.

Les derniers décollages se font vers 6h00.

Les pics d'activités sont donc observés entre minuit et 4h du matin. Le tri quant à lui, s'opère généralement de 11h30 à 3h30.

Vous trouverez, en annexe 2, le réseau aérien de *TNT*, pour l'année 1998.

Chapitre IV. CONCEPTION DU RESEAU PILOTE DE L'OFFRE A GRANDE VITESSE

IV.1 APERÇU DES TEMPS DE PARCOURS AVEC LES INFRASTRUCTURES A GRANDE VITESSE

En l'état actuel, le réseau européen des lignes de chemin de fer à grande vitesse couvre environ 2400 km de lignes nouvelles. Ces nouvelles lignes n'offrent encore qu'une succession de branches à grande vitesse, seule la France dispose actuellement d'une couverture cohérente allant de Le Mans, de Tours, de Lyon et de Lille vers Paris. Un réseau européen bien structuré ne verra le jour qu'en 2005, grâce à son extension en direction de l'Allemagne avec l'achèvement de la nouvelle ligne Bruxelles-Aix-la-Chapelle et à l'aménagement du tronçon Aix-la-Chapelle-Cologne. Cette relation se prolongera par la nouvelle relation nationale allemande en direction de Francfort via Cologne. A ce moment, Bruxelles accentuera sa position de plaque tournante de la grande vitesse internationale avec l'ouverture espérée des liaisons à grande vitesse vers Amsterdam et la construction de la nouvelle ligne entre le tunnel sous la Manche et Londres.

Les relations décrites ci-dessus, constituent le noyau du futur réseau européen à grande vitesse. D'autres relations seront également ouvertes telles que Valence-Marseille-Montpellier, Madrid-Barcelone, Florence-Milan, Naples-Rome et d'autres lignes au sein de l'Allemagne.

Ce réseau européen de lignes à grande vitesse ne sera toutefois complet que vers 2010. La création de relations ou de sections à grande vitesse permettra de réaliser des temps d'acheminement attrayants sur les distances nationales et internationales.

Pour donner une estimation des temps de parcours à l'avenir, le tableau ci-dessous (tab. 7) indique le laps de temps minimal entre Bruxelles et d'autres villes européennes reliées totalement ou en partie par le réseau à grande vitesse (300 km/h). La dernière colonne indique une durée de voyage inférieure à 3 heures. Cette durée de trois heures correspond souvent, sur base d'enquêtes ferroviaires, à la limite de pertinence du train à grande vitesse passagers par rapport à l'avion. Ainsi, une étude menée sur 11 relations entre villes d'Europe a démontré que le pourcentage d'utilisation du train par rapport à l'avion était respectivement de 60 % et 40 % si le temps de voyage durait 3 et 4 heures à bord du train (tab. 8).

Ce laps de temps a également une signification pour le transport d'un type fret comme nous le verrons plus loin.

Tableau 7: Temps minimum au départ de Bruxelles¹³ à l'horizon 2010 par le réseau ferroviaire à grande vitesse.

¹³ Distance et temps valables à partir de Bruxelles-Midi.

DESTINATION	DISTANCE (KM)	TEMPS	TRAJET < 3 H
Lille	107	33	oui
Liège	105	39	oui
Paris-Roissy	308	1h14	oui
Paris-Nord	314	1h20	oui
Marne-la-Vallée	320	1h31	oui
Amsterdam	226	1h39	oui
Cologne	227	1h39	oui
Londres	375	1h59	oui
Francfort	443	2h43	oui
Lyon-Part-Dieu	732	3h30	non
Lyon-Satolas	740	3h35	non
Stuttgart	652	4h00	non
Manchester	707	4h04	non
Marseille	1068	4h17	non
Zurich	945	4h55	non
Hambourg	677	5h38	non
Milan	1141	5h46	non
Munich	896	6h04	non
Edimbourg	1026	6h14	non
Rome	1695	8h53	non
Madrid	2030	9h16	non
Séville	2501	11h44	non

Tableau 8: Part du marché du train vis-à-vis de l'avion en fonction du temps de parcours (sur base de 11 relations européennes).

	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
%/train	100 %	80 %	60 %	40 %	30 %	20 %	15 %

Source : The LEK Partnership Limited, mars 1998 ; « Airport Capacity Requirements in Stockholm Region ».

IV.2 MOTIVATIONS ET PROFILS D'EXIGENCES DES FUTURS CLIENTS

IV.2.1 MOTIVATIONS ET DIFFICULTES DE CHANGEMENTS DE CONDUITE DE LA PART DES OPERATEURS

Le transfert de marchandises sous documents aériens (AWB¹⁴) sur le rail représente un saut organisationnel important pour les compagnies aériennes fret, les agents de fret et les opérateurs de fret express.

L'intégration d'un nouveau mode de transport dans une chaîne de transport relativement complexe, risque de poser des questions et des problèmes, en terme de coûts, de fiabilité, de gestion de capacité, d'intégration de nouveaux processus techniques, etc. Aussi, il est

¹⁴ AWB: Air Way Bill

important de pouvoir simplifier au maximum la présentation de la problématique sans pour autant altérer la représentativité de cette étude.

Même si dans certains pays comme l'Allemagne, le concept d'intermodalité air/fer a vu le jour, le concept d'une nouvelle chaîne de transport est totalement nouveau. L'implantation d'un tel concept va s'avérer relativement complexe et coûteuse à mettre en place. Néanmoins, celle-ci offrira certainement une des grandes opportunités dans le développement à long terme.

Pour pouvoir développer le transport intermodal air/rail et route/rail, les avantages et désavantages du transport ferroviaire doivent être évalués dès le départ. Du point de vue du client, même si le train présente l'avantage d'être plus rapide que le transport routier, il présente le désavantage d'être plus onéreux, moins flexible et moins fiable. Cette image typée du transport ferroviaire qui s'avère souvent véridique doit être améliorée si l'on souhaite acquérir un jour de nouveaux clients qui s'avèrent particulièrement exigeants dans le monde du transport express. Si le fret aérien conventionnel et le fret express sont deux parts relativement distinctes du marché de fret aérien, leur principale différenciation s'opère dans les restrictions en terme de temps. Pour le fret express, la sensibilité se mesure en minutes alors que pour le fret aérien conventionnel, la sensibilité se mesure en heures.

Pour les opérateurs aériens, utiliser le train au lieu des camions peut être une solution à la prohibition de plus en plus forte que subit le transport routier comme par exemple les interdictions de circuler le week-end dans certains pays. Actuellement, *Lufthansa Cargo* met une partie de son fret à destination de l'Italie sur un train (chap. II.1.). Mais en général, les opérateurs lui préfèrent les camions dont la flexibilité et le coût (du moins sans internalisation des coûts externes) sont plus intéressants que le train.

Les contraintes opérationnelles (capacités aéroportuaires, nuisances, limitations de vols nocturnes, etc.) et l'augmentation de 15 % du volume transporté par an pour la majorité des intégrateurs font que les services et perspectives ferroviaires s'avèrent de plus en plus attractifs en comparaison avec l'aérien et la route. Ils pourraient offrir à terme une bonne alternative par une plus grande capacité de chargement et une meilleure préservation de l'environnement. Les objectifs que doit se fixer ce nouveau maillon de la chaîne de transport, sont le respect des engagements commerciaux de type "livraison J+1" tout en assurant un profit respectable pour ceux qui font appel à ce mode.

IV.2.2 L'INFLUENCE DE CONDITIONS EXTERNES

IV.2.2.1. Restrictions dans le secteur routier

Depuis quelques années maintenant, des recommandations sont émises par les Ministres chargés de la politique européenne des transports pour une utilisation plus équitable entre les modes de transport. Malheureusement, elles ont tendance à être implémentées que très rarement. Toutefois avec les années, la conscience environnementale commence à prendre le dessus et tente de favoriser l'accès et l'utilisation du chemin de fer pour des trajets supérieurs à 300 kilomètres.

Sont repris, ci-dessous, les sujets de discussions les plus importants en matière de transport par camions:

- *Les conditions de régulation de base:*

- restreindre la conduite en augmentant les limites sur l'utilisation des routes ou sur l'utilisation de certaines routes à certains moments en termes de temps et d'espace;
 - prohiber la conduite des véhicules dans des conditions météorologiques locales/régionales particulières (ex: brouillard, pics d'ozone,...);
 - renforcer les conditions de transport de marchandises dangereuses;
 - réaliser des contrôles stricts des tachygraphes pour camions;
 - interdire aux camions de dépasser les autres véhicules sur les autoroutes.
- *La politique des prix:*
 - introduire ou augmenter le prix des péages;
 - introduire ou augmenter les taxes;
 - introduire des certificats d'émissions;
 - harmoniser les coûts de la route;
 - *Les conditions techniques:*
 - limiter la consommation de carburant;
 - diminuer les émissions de gaz d'échappement;
 - obliger les sociétés de transport à équiper les camions de boîtes noires infalsifiables.

IV.2.2.2 Les changements dans le marché du transport ferroviaire fret

L'ouverture de l'accès du réseau ferroviaire national, du moins dans certains pays, à d'autres compagnies, voit immerger la concurrence. Aujourd'hui par exemple, 6 ans après l'ouverture du marché ferroviaire allemand, une réelle compétition se dessine et plus particulièrement au niveau régional. La situation au Pays-Bas est similaire. Dans le trafic d'hinterland portuaire, de nouveaux services ferroviaires ont permis d'accroître la part du ferroviaire du volume de transport du port de Rotterdam, de 8 à 16 % (*shuttle trains*).

Récemment, on a pu assister à la première grosse fusion au niveau ferroviaire européen entre la *Deutsche Bahn Cargo* et *NS Cargo*, suivi d'un accord de coopération entre la *DB Cargo* et les chemins de fer suédois *SJ Gods*. D'ailleurs, cette *joint-venture*, dénommée "*Railion*" (+/- 94 % des actions pour *DB*), préfigure certainement d'autres alliances dans les chemins de fer européens comme on en connaît encore dans le monde aérien faisant suite à la libéralisation.

IV.2.3 EXIGENCES DE LA PART DES PARTIES INTERESSEES PAR CE PROJET DE LIAISONS FERREES

Pour pouvoir retranscrire les exigences des parties travaillant dans l'industrie du fret aérien sur un éventuel report de leur trafic sur des navettes ferroviaires, nous sommes partis de l'analyse des 59 interviews qui ont été menés en 1998 dans l'étude *Transcare* à Schiphol et à Francfort.

Certains points comme les créneaux horaires, le type de matériels employés pour le voyage et la manutention des marchandises aux arrêts font l'objet d'un développement dans les chapitres V et VI.

IV.2.3.1 Les transporteurs aériens

a) Exigences logistiques: la stratégie des transporteurs aériens est d'optimiser l'exploitation d'un ou de plusieurs *hubs* aéroportuaires en amenant le fret par route, formant la base des réseaux terrestres de dessertes et d'approvisionnements au *hub* aérien. Les

navettes routières ont également un rôle de concentration sur de liaisons directes entre les aéroports. Ces navettes terrestres sont précisément coordonnées en termes de logistique avec les heures de départs des vols à l'exportations et, inversement, avec les heures d'arrivées des vols à l'importations. Pour les compagnies traitant du fret, il est important de perdre le moins de temps possible entre l'arrivée de l'avion, son déchargement, le dédouanement, la préparation de commandes et le chargement des marchandises sur les camions. Bien souvent, les camions arrivent au même moment ou juste avant l'atterrissage de l'avion. Il faut pouvoir tenir compte des variations saisonnières qui marquent très fortement le transport de marchandises industrielles, mais également le transport de produits périssables comme les fleurs, les fruits, les légumes et les poissons où la saison d'importation est très marquée durant l'hiver. De plus, l'accroissement chaque année du transport de marchandises dangereuses par avion est un fait à ne pas perdre de vue lors d'un éventuel transfert modal (manipulation, chargement/déchargement, etc.).

b) Obligations techniques: plusieurs types de biens requièrent des exigences spécifiques dans le cadre de leur transport, manipulation et stockage. On peut citer des équipements à température dirigée pour des biens périssables, ainsi que des installations et mesures strictes en matière de sécurité pour des marchandises dangereuses. A ce moment, les exigences demandées aux transporteurs routiers pour respecter les consignes seront également applicables à l'exploitant ferroviaire. Les dimensions des unités de chargement (ULD) constituent un autre aspect crucial du transbordement de marchandises. Pour une compagnie utilisant un B747, des palettes aériennes d'une hauteur de 3 mètres peuvent être utilisées. Pour optimiser les opérations de manutention, les transporteurs routiers se sont adaptés à ces unités de chargement en élargissant et abaissant leur remorque, et en installant un lit de roulettes sur le plancher pour accélérer les opérations de chargement. En conséquence, le service ferroviaire devra lui aussi s'adapter à de telles exigences de chargement s'il veut être concurrentiel à la route.

IV.2.3.2 Les sociétés de transport routier

a) Exigences logistiques: les sociétés de transport routier ont souvent un rôle très important dans la chaîne de transport. Outre un service de transport, elles apportent une valeur ajoutée en prenant souvent à leur compte, la manutention et le service à la clientèle. Le transport routier est planifié en fonction des exigences du transporteur aérien. La flexibilité et la ponctualité sont les deux maîtres mots dans la relation qui lie le transporteur routier à la compagnie aérienne. Pour optimiser la capacité du camion, il n'est pas rare de voir des véhicules routiers charger pour différentes compagnies en vue d'une destination commune. Voyant les restrictions pesant de plus en plus sur l'utilisation du transport routier, de nombreuses branches de l'activité industrielle réfléchissent sérieusement à intégrer le transport intermodal dans leur concept de distribution. Quelques approches initiales sur ce concept ont déjà vu le jour en pratique, comme le logisticien et transporteur routier néerlandais *Jan de Rijk Co.* qui utilise la prestation de transport combiné proposée par *Trailstar* de Rotterdam à Milan.

b) Obligations techniques: les exigences pour transporter les marchandises aériennes sont fixées par les transporteurs aériens et par les clients. La décision de transférer sur un autre mode doit être supportée selon les transporteurs routiers, par les compagnies elles-mêmes.

IV.2.3.3 Les agents et expéditeurs de fret

a) Exigences logistiques: une combinaison route/rail est par définition concevable. Un service de navettes ferroviaires doit pouvoir offrir le même ensemble de prestations que le transport routier. La durée de la liaison n'est pas un facteur crucial pour la distribution, mais

plutôt le respect de l'heure d'arrivée. Par conséquent, délivrer les biens à l'heure prévue est très important pour le client. Les services de manutention et les relations avec les clients doivent être pris en considération par l'exploitant ferroviaire. Ces deux facteurs sont généralement perçus comme significatifs dans la décision d'un chargeur. Outre le prix de la prestation, les clients doivent être assurés que le service proposé offre un niveau de sécurité très élevé.

b) Obligations techniques: la prestation ferroviaire doit pouvoir au moins fournir la même qualité de service que le routier. Les sociétés exportatrices ou leurs transporteurs voudront utiliser un service de navette ferroviaire qui propose un prix raisonnable. Pour ce faire, le matériel utilisé devra être standardisé et pouvoir accueillir n'importe quelle unité de chargement aérienne.

IV.2.3.4 Les intégrateurs

a) Exigences logistiques: pour les intégrateurs, la fiabilité et la rapidité sont les facteurs les plus significatifs. Tout comme les services postaux, les services industriels qu'ils fournissent ne sont possibles qu'en assurant les acheminements pendant la nuit. Néanmoins, ce que la poste fait avec le courrier sur le territoire national en 24 et 48 heures, les intégrateurs le font sur toute l'Europe et sur près de 200 pays, sur les cinq continents, pour les expéditions industrielles et ce, également dans un délai de 24 à 48 heures. De plus, les services proposés sont bien plus que des services à la demande et sont totalement intégrés dans la gestion des diverses industries. Ils assument la gestion complète et sur mesure des flux logistiques de nombreuses sociétés. Les industries vendent et produisent, pendant que les intégrateurs gèrent les stocks, livraisons, facturations, etc. De ce fait, les exigences en matière de fiabilité, ponctualité et rapidité sont très élevées. Ceci les amène à rechercher continuellement l'optimisation de leur chaîne d'activités, telles les opérations de manutention, de triage, de récolte et de livraison des envois.

b) Obligations techniques: vu que les acheminements et expéditions se font durant un laps de temps très court, il faut absolument pouvoir disposer des unités identiques de chargement sur le train. La majorité des contenants utilisés par les intégrateurs sont des conteneurs type "igloo" d'environ: L 3,08 m; l 2,28 m; h 2,15 m selon les modèles. Les contraintes de temps étant importantes durant le tri, le chargement et déchargement sont tels qu'il faut absolument pouvoir disposer d'un système de transbordement très performant. Dès lors, il paraît nécessaire pour économiser un maximum de temps d'installer la plate-forme air/fer à proximité immédiate de l'aéroport et même de la localiser au sein de l'enceinte aéroportuaire si l'espace disponible le permet. Pour que l'enlèvement et la livraison des envois chez le client puissent s'opérer aux mêmes heures qu'aujourd'hui, il faudra nécessairement disposer d'un service de transport ferroviaire au moins aussi rapide que le routier, avec une fiabilité au moins identique. Pour pouvoir concurrencer le transport aérien sur des moyennes distances, il faudra offrir un service ferroviaire fret à grande vitesse à l'image des trains voyageurs à grande vitesse.

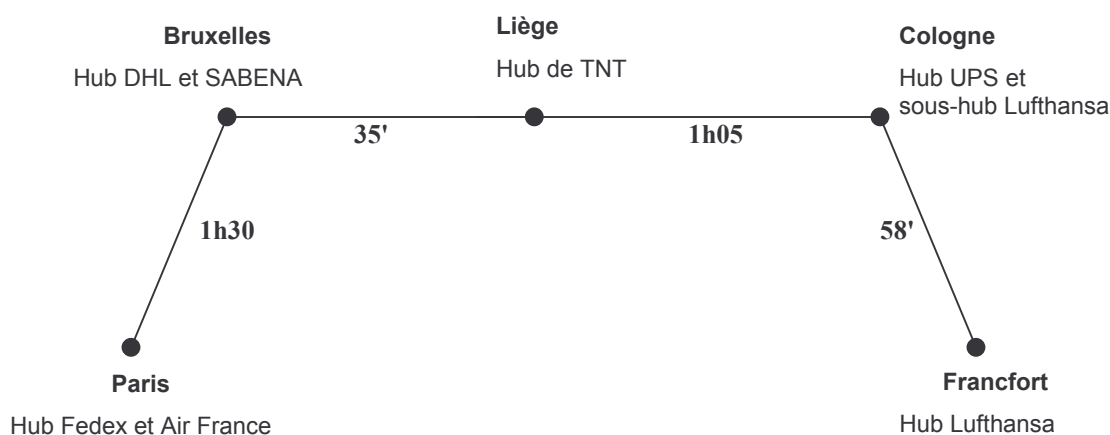
IV.3 LE CHOIX D'UN AXE PILOTE

Se basant sur les résultats des recherches et réflexions entamées dans le cadre:

- de l'analyse du potentiel de marché entre les grands centres aéroportuaires de fret (pt. III.1.);
- de la conception et l'exploitation de l'activité des intégrateurs (pt. III.2.);
- du temps de parcours à l'avenir disponible avec les infrastructures à grande vitesse (pt. IV.1.)

On peut envisager un premier réseau de navettes ferroviaires de fret aérien sur l'axe Francfort-Cologne-Liège-Bruxelles-Paris. Cette ligne qui relie des grands pôles de fret aérien proposera dès 2005, des temps de parcours tout à fait exceptionnels. La figure 3 ci-dessous, représente l'axe pilote envisagé avec pour chaque aéroport, les intégrateurs et les *hubs* de compagnies aériennes qui possèdent des filiales cargo. Les temps de parcours ne sont indiqués qu'à titre indicatif car il subsiste des incertitudes comme la localisation d'une telle plate-forme à Bruxelles. Si on peut certainement envisager la mise en place d'abord d'une partie de cette ligne comme Francfort-Cologne, on aura la potentialité à l'avenir d'étendre aisément ce réseau vers Amsterdam et Londres où les travaux doivent se clôturer vers 2009.

Figure 3: Présentation du réseau de base d'un service de navettes ferroviaires air/fer express (vitesse de pointe 300 km/h) vers 2005.



Chapitre V. SYSTEMES DE PRODUCTION SUR L'AXE PILOTE

V.1 FENETRES DE TEMPS ADMISSIBLES OU TEMPS DE PARCOURS A RESPECTER

Parallèlement aux coûts d'exploitation qui seront abordés plus loin, le temps est le critère prépondérant à prendre en considération lors d'un éventuel transfert de marchandises vers le train. La sensibilité à ce critère temporel diffère en fonction du type de marchandises que l'on considère. Le fret aérien conventionnel et le fret aérien express sont deux marchés assez distincts quant à leur exigence temporelle. On déclare souvent que pour le fret express transporté par les intégrateurs, la sensibilité se mesure en minutes alors que pour le fret aérien classique, elle se mesure en heures. De manière plus exacte, il faut considérer que l'activité de transport aérien des intégrateurs se déroule durant une période et un laps de temps bien précis. Si on prend l'exemple de la société *TNT* (chap. III.2.3.), le trafic routier s'étend sur une distance de 400 km autour du *hub* à Liège. En transposant cette distance à la vitesse moyenne du camion durant les trajets, on peut considérer que le temps de conduite maximum pour apporter ou diffuser les colis de Liège n'excède pas 4h30. En parallèle, pour les trajets aériens qui couvrent le territoire européen, le temps d'acheminement et d'expédition dépasse rarement les trois heures. D'ailleurs, on constate que ce créneau opérationnel de trois heures est mis à profit pour pouvoir desservir avec un seul avion, deux et parfois trois aéroports. L'utilisation d'un même avion pour desservir successivement plusieurs aéroports endéans les trois heures permet d'étendre le réseau de service tout en n'augmentant que de très peu les frais d'exploitation. Dans cette optique de travail, le résultat est le même, que le trajet prenne 1h30 ou bien 3 h. L'opérateur préférera prendre le moyen de transport le moins coûteux tout à s'assurant qu'il offre au moins une bonne qualité de service en terme de fiabilité, ponctualité, sécurité, etc.

Pour le fret dit classique, en terme d'exigence de temps, la référence est le routier. L'avion est utilisé prioritairement pour du transport long-courrier. A l'aéroport, les marchandises transitent essentiellement par le mode routier ou dans les soutes des avions passagers. Toutefois, de par l'usage du *just-in-time* dans la logistique d'expédition, on observe de plus en plus l'usage d'avions pour des distances plus faibles. Cette logistique nécessite également une plus grande flexibilité dans l'usage des modes de transport. Cette exigence est déjà bien intégrée dans le transport de produits périssables, de pièces détachées et de composantes informatiques. On peut ainsi citer l'exemple de la vente des fleurs à la criée d'Aalsmer près de l'aéroport de Schiphol à Amsterdam. Les fleurs qui viennent de par le monde arrivent sur les principaux aéroports fret européens le jour "J" où elles sont stockées temporairement (ex: *Cargo Airlines* à Liège). Elles sont ensuite transportées par camion vers Aalsmer le jour même où elles arrivent entre minuit et 2 heures du matin. Après être achetées tôt le matin le jour "J+1", elles reprennent le chemin inverse pour être vendues aux grossistes et aux particuliers dans les jours qui suivent.

En résumé, si pour la majorité du fret classique, l'allure des trains doit simplement être équivalente à celle offerte par le transport routier, on peut affirmer que si on souhaite un transfert modal de l'avion vers le train, celui-ci devra proposer des vitesses beaucoup plus élevées (+/- 300 km/h). A cette vitesse, le train à grande vitesse est capable de parcourir jusqu'à 900 km sans halte et donc de grignoter des parts de marché à l'avion. Il faudra

également tenir compte de la performance des transbordements pour évaluer l'attractivité temporelle du train quand on sait que pour charger ou décharger un semi-remorque complet (33 palettes euro (120 * 80 cm)), un très bon cariste met seulement 25 minutes chez *TNT*.

V.2 LIAISONS ENTRE LE RESEAU DES LIGNES A GRANDE VITESSE ET LES AEROPORTS

V.2.1 VARIANTES DE LOCALISATIONS DE LA PLATE-FORME DE TRANSBORDEMENT AIR-RAIL/ROUTE

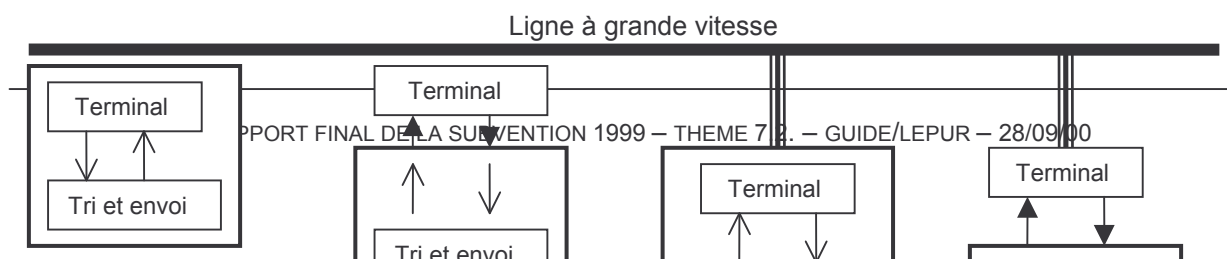
Ce n'est pas seulement la vitesse maximale des trains, mais aussi la durée d'acheminement sur la ligne qui est déterminante pour la réalisation de temps d'acheminement courts. Il faut, en outre, tenir compte des temps d'acheminement à proximité immédiate du lieu de livraison ou de chargement. Ce facteur de temps à l'interface entre les modes de transport dépend de trois éléments :

- la connexion entre le terminal multimodal et le réseau des lignes à grande vitesse;
- la connexion entre les clients potentiels et le terminal multimodal;
- le temps nécessaire au chargement et au déchargement, selon les volumes expédiés et les prestations de transbordement.

Concernant les connexions avec le réseau à grande vitesse, une distinction est perçue entre les terminaux *on line* (situés directement sur la ligne à grande vitesse) et les terminaux *off line* (non situés sur la ligne à grande vitesse). La perception du second cas, entraîne un acheminement supplémentaire sur le réseau ferroviaire conventionnel en début et en fin de parcours.

Une autre distinction peut également être opérée entre le fait que le terminal soit situé directement dans un aéroport (*on airport*) ou si cela n'est pas réalisable, en dehors de l'enceinte aéroportuaire (*off airport*). Cette deuxième solution amènerait des coûts supplémentaires et limiterait encore le temps d'acheminement par train rapide. La figure 4 illustre ces différentes variantes de raccordement et de localisation.

Figure 4: Variantes de localisation de la plate-forme de transbordement air-rail/route.



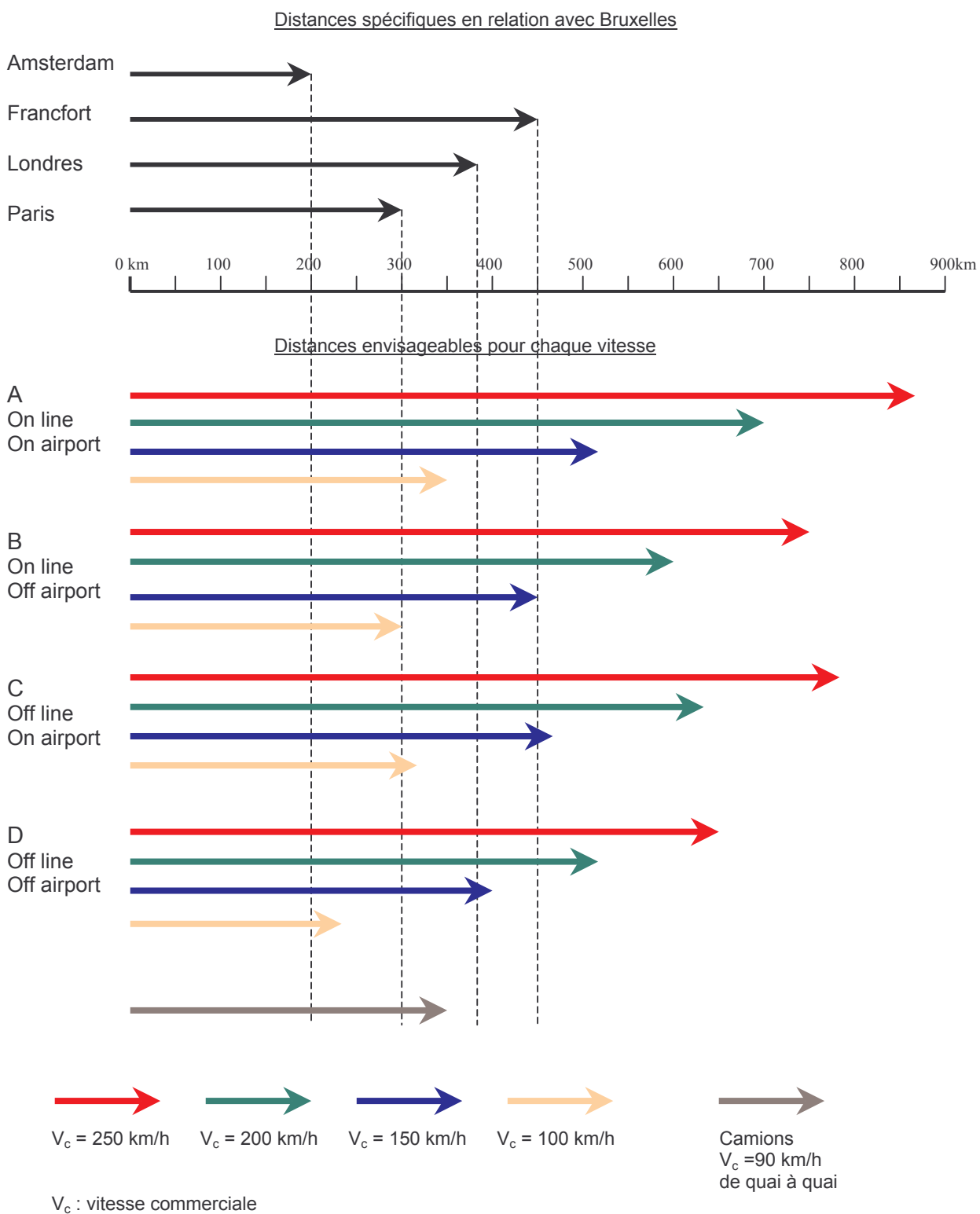
L'emplacement du terminal *on line* et *on airport* est le plus performant, c'est-à-dire lorsque l'aéroport est situé sur la ligne à grande vitesse. L'emplacement du terminal *off line* et *off airport* constitue la solution la plus désavantageuse, car elle entraîne des pertes de temps durant l'acheminement des biens.

V.2.2 APPLICATION AUX TRAFICS DES INTEGRATEURS

Le mode de fonctionnement des prestataires express prévoit des fenêtres de temps de trois à quatre heures maximum pour le transport et la manutention. Ce laps de temps comprendrait outre le trajet entre les deux zones, le temps requis en fin et début de parcours parce qu'en règle générale le train ne pourrait accéder à la plate-forme du hall où s'effectue le tri et enfin le temps de chargement et déchargement. Ce temps de pré-acheminement au terminal ferroviaire et de post-acheminement au centre de tri et d'envoi aux clients intégrerait, selon les quatre cas cités ci-dessus, au minimum un petit trajet au sein de l'aéroport pour atteindre le terminal multimodal ou un transport plus long si la plate-forme n'est pas situé dans l'enceinte aéroportuaire.

La figure 5 illustre pour Bruxelles, les distances de transport maximum atteignables dans la fenêtre de temps exigée qui peuvent être parcourues, en fonction du type de raccordement et de la vitesse commerciale des trains (v_c). A titre d'information, on a indiqué quatre relations type du réseau étudié et la distance parcourable par un camion pour le même laps de temps donné. Les trois autres relations étudiées sont au départ de Liège, de Paris, d'Amsterdam et figurent en annexe 3. Sur les quatre heures de temps envisagées, on a considéré que les temps de chargement et déchargement de chaque train étaient de 30 minutes, soit deux fois 15 minutes pour chaque opération. Pour les camions, les temps de chargement et déchargement sont évalués à 20 minutes. Les pénalités de temps quand la plate-forme se situe en dehors de l'enceinte aéroportuaire et/ou loin de la ligne à grande vitesse ont été évaluées respectivement à 15 minutes et 10 minutes. Par simplifier, nous avons considéré que les caractéristiques de connexion des aéroports d'origine et de destination pour chaque cas étaient similaires.

Figure 5: Distances pouvant être parcourues durant la fenêtre de temps résiduelle, selon l'emplacement de la plate-forme de transbordement au départ de Bruxelles.



La somme des contraintes de transbordement et des pénalités d'éloignement de la plateforme air-rail/route à l'aéroport et à la ligne à grande vitesse réduit la fenêtre de temps, consacrée au transport principal, de 4h00 à 2h40 dans le cas le plus défavorable (terminaux *off line* et *off airport* aux deux extrémités). Ainsi pour cette connexion, pour pouvoir concurrencer le mode routier, il faudrait disposer d'un train roulant à une vitesse commerciale avoisinant les 150 km/h. Comparativement, lorsque les conditions aux limites sont optimales (terminaux *on line* et *on airport* aux deux extrémités), le temps disponible pour la partie principale du trajet est de 3h30, soit bien plus de kilomètres.

Sur base du temps imparti pour chaque cas de connexion, on peut déduire (cf. fig. 5 & annexe 3) que pour:

- Bruxelles: qui se situe le plus au centre du réseau pilote du train fret, les aéroports peuvent être desservis dans tous les cas de figure pour une $V_c = 200$ km/h. Les trains en partance de Bruxelles pourraient même se contenter d'une $V_c = 150$ km/h dans les cas A, B et C;
- Liège: la localisation légèrement excentrée par rapport à Bruxelles propose néanmoins des distances inférieures à 500 km par rapport aux villes envisagées. De ce fait, les aéroports peuvent être approvisionnés endéans les temps impartis pour une $V_c = 200$ km/h, et ce pour n'importe quelle connexion. De même, les trains qui arrivent et partent de Liège Airport peuvent desservir toutes les destinations à une $V_c = 150$ km/h dans les cas A, B, C, à l'exception de Londres s'il y a pas de ce côté de liaison de type *on line* et *on airport*;
- Paris: qui se situe à une des extrémités du réseau pilote¹⁵, l'exigence en terme de vitesse du matériel est plus grande. Seule une vitesse commerciale de 250 km/h permettrait de relier les destinations parmi les possibilités A, B, C d'implantation mais pas dans le plus mauvais cas de figure. A l'exception de Francfort, on pourrait néanmoins desservir les autres aéroports à des $V_c = 200$ km/h et ce, quelle que soit la connexion à l'aéroport. Une $V_c = 150$ km/h n'est par contre envisageable que dans le cas d'une liaison *on line* et *on airport*, à l'exclusion de Francfort;
- Amsterdam: situé à l'opposé de Paris et à l'extrémité de notre réseau, la problématique est fort semblable. Une $V_c = 250$ km/h est nécessaire si l'on considère que la majorité des terminaux sont *off line* et *off airport*. Dans le meilleur cas de figure, une $V_c = 200$ km/h est suffisante.

En résumé, à travers le développement et l'illustration ci-dessus, il est clair que le type de raccordement a une incidence extrêmement importante sur les possibilités et la viabilité d'utilisation du réseau à grande vitesse comme nouveau vecteur de transport de fret express (intégrateurs et logistique *just in time*). Il paraît également primordial de pouvoir disposer d'un matériel pouvant circuler à une vitesse commerciale d'au moins 200 km/h si l'on souhaite relier les destinations périphériques entre elles. Pour la relation Paris –Francfort via Bruxelles, la vitesse commerciale du train devrait même atteindre les 230 km/h dans le cas le plus optimiste (terminaux *on line* et *on airport*). En cas de relations entre un terminal en position centrale du réseau pilote, soit Bruxelles ou Liège, et un aéroport périphérique, on pourrait tolérer une allure plus modérée ($V_c = 150$ km/h) mais à condition de disposer de terminaux *on line* et *on airport*. Actuellement, même pour cette vitesse, aucun train complet de marchandises ne propose une telle rapidité. Ainsi, le train de marchandises le plus rapide ne propose, à notre connaissance (en dehors des deux convois du *SERNAM*), le "Cargo Sprinter" (chap. II.1.) qu'une vitesse maximale de 120 km/h, soit une V_c de 80/90 km/h.

¹⁵ A l'avenir, Paris aura une position favorable pour la desserte, dans l'optique d'un réseau paneuropéen, de Lyon et de Milan.

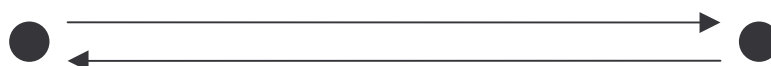
V.3 SYSTEMES D'EXPLOITATION

V.3.1 VARIANTES D'EXPLOITATION

On a distingué deux variantes d'exploitation qu'il convient d'apprécier dans le cas d'un système de relation pour prestataires express. Ces deux variantes envisageables sont :

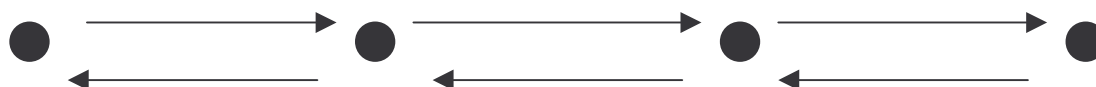
a) Service de navette

Les navettes circulent comme des rames directes, sans arrêt intermédiaire entre le point de départ et le point d'arrivée. Ce service permet d'obtenir le temps minimum de liaison entre les deux points.



b) Service de ligne

A l'image du trafic voyageurs à grande vitesse, le train dessert les terminus tout en s'arrêtant dans des gares intermédiaires, afin de charger ou de décharger au passage des unités de chargement. Cette manière de procéder offre l'avantage d'acheminer par une seule unité de transport, des envois dont les points de départ et d'arrivée sont différents. De plus, cette option permettrait de diminuer le nombre de rames mais a pour effet de réduire la vitesse commerciale des trains.



V.3.2 DESSERTE DE LIGNE

L'avantage du service de ligne réside dans une utilisation plus souple des wagons, étant donné qu'une ligne permet de desservir plusieurs relations. Dans ce type d'exploitation, des exigences sévères sont toutefois posées au niveau de l'efficacité de déchargement et du chargement des terminaux de transbordement intermédiaires, afin de garantir des temps d'arrêt courts pour respecter les temps d'acheminement attractifs entre les extrémités de la ligne. Cette théorie amène à ce qu'aux gares intermédiaires, les terminaux soient au maximum situés *on line*, de façon à éviter d'importantes pertes de temps. Dans le cas de la desserte de ligne, les rames doivent offrir un volume de transport maximum pour satisfaire les charges successives des différents points d'arrêt. Dès lors, sur certains tronçons, certaines capacités du train ne seront pas utilisées, le cas échéant.

Si on prend pour une vitesse commerciale de 250 km/h, des temps de transbordement extrêmement courts (15' pour chaque opération) et si on part du principe que les terminaux sont situés *on line*, on peut constater que tout le spectre des demandes ne saurait être couvert de cette façon, selon les exigences posées en matière d'acheminement par les entreprises en charge de la messagerie et des colis express. Cet horaire des rames à grande vitesse, ne permet qu'aux sociétés *TNT* (Liège) et *DHL* (Bruxelles) de pouvoir couvrir les destinations telles que Cologne, Francfort, Amsterdam, Paris ou Londres.

En plus de ces considérations, l'emplacement du terminal air-rail/route à Bruxelles n'est pas encore du tout envisagé. Celui-ci devra certainement se trouver en dehors de l'enceinte aéroportuaire (*off airport*), car jusqu'en 2008 la ligne ferroviaire classique restera en cul de

sac. D'ailleurs même si la ligne est prolongée, elle sera souterraine et bien au-delà de l'emprise aéroportuaire. La seule possibilité d'avoir une plate-forme *on airport* à Bruxelles, serait comme à Amsterdam, d'envisager un terminal souterrain juste en dessous de la zone fret.

V.3.3 DESSERTE DE NAVETTE

Dans le cas de la desserte par navette, les terminaux du système express ne doivent pas être situés impérativement *on line*, étant donné que les rames y ont en permanence leur point de départ ou d'arrivée, et que dès lors, les rames ne continuent pas sur d'autres destinations. En tout état de cause, il semble que ce type de desserte s'accompagne de moins d'exigences dans l'emplacement des terminaux que la desserte de ligne. De plus, mieux que dans le cas du service de ligne, le dimensionnement des véhicules peut être adapté à la demande sur chacun des tronçons. Enfin, le service par navette peut être introduit progressivement sur les différentes lignes à grande vitesse existantes.

Sur l'axe pilote, une desserte par navette serait judicieuse pour remplacer le service de ligne, si les trois critères suivants étaient, pour l'essentiel, réunis :

- respect de la fenêtre de transport préconisée;
- utilisation effective des avantages du système par rapport aux poids lourds ;
- volume de transport suffisant.

V.4 LIMITES A L'INTEGRATION DU TRAIN FRET SUR LES LIGNES A GRANDE VITESSE

V.4.1 CONDITIONS AUX LIMITES DE L'ENSEMBLE DU TRAFIC

En vue de l'intégration du fret express ferroviaire dans l'exploitation sur l'axe pilote, l'occupation des lignes par du trafic voyageurs rapide et lent, et par du trafic fret, est déterminante, en fonction de l'utilisation des tronçons partiels, prévue pour l'avenir.

Entre Paris et Aix-la-Chapelle, le fret empruntera les lignes nouvelles. Les caractéristiques de dynamique de marche des rames voyageurs à grande vitesse et des rames fret express sont approximativement les mêmes, de sorte qu'en cas de besoin, ces rames peuvent se suivre de près (de l'ordre de trois minutes). Les problèmes liés à l'intégration du fret express se limitent donc uniquement à la recherche de sillons libres pour les trains supplémentaires.

Le tronçon Aix-la-Chapelle/Cologne est conçu comme un tronçon de ligne aménagé. Les rames à voyageurs et les rames fret y circulent en trafic mixte. Selon les estimations du service infrastructures de la *Deutsche Bahn AG*, la limite de capacité de la ligne n'est pas encore atteinte, de sorte que l'intégration de différentes rames fret rapides serait en principe possible.

Contrairement aux autres lignes à grande vitesse allemande, la ligne nouvelle Cologne-Francfort a été exclusivement conçue pour le trafic voyageurs à grande vitesse. La rame fret express peut être dès lors, facilement insérée dans le trafic voyageurs, sous réserve que le matériel puisse gravir des pentes de 4‰, ce qui exclut les TVE actuels.

V.4.2 CONDITIONS AUX LIMITES RELATIVES A LA MAINTENANCE DES VOIES

Il convient de tenir compte des besoins de la maintenance, compte tenu du fait que les rames fret circuleront essentiellement sur les lignes à grande vitesse la nuit. Or, c'est durant

cette période que sont actuellement effectués les travaux de maintenance des infrastructures, de sorte que les restrictions à l'exploitation sont considérables.

Ceci concerne surtout la Belgique et la France, où des tronçons des deux voies sont bloqués pour quatre heures durant la nuit, afin de pouvoir effectuer les travaux d'entretien. Lorsqu'il s'agit d'une voie seulement, ce laps de temps s'étend même jusqu'à six heures, de sorte que durant deux heures, seul un trafic à voie unique est possible. Durant cette période, les trains ne peuvent circuler qu'à vitesse réduite sur la voie non bloquée par mesure de sécurité vis-à-vis des ouvriers qui travaillent sur l'autre voie. A l'issue des travaux de maintenance, un train lent doit tout d'abord franchir la voie pour vérifier qu'elle est en bon état. Dès lors, il résulte une période de bien plus de quatre heures durant laquelle les circulations à grande vitesse sont entravées.

Sur les lignes à grande vitesse construites en Allemagne jusqu'à présent, le trafic est également assuré durant la nuit (trains de fret et de wagons-lits). Les horaires prévoient cependant des fenêtres de temps durant lesquelles il n'y a pas de circulation : celles-ci peuvent être consacrées à des travaux d'entretien le cas échéant. Ces " blancs travaux " sont toutefois nettement plus courts et plus souples que dans les pays voisins. En outre, la stratégie de maintenance n'est pas strictement orientée en fonction de telles fenêtres de temps.

Sur la future ligne Cologne Francfort, uniquement prévue pour le trafic voyageurs à grande vitesse, les voies sont posées sur dalles, nécessitant beaucoup moins de travaux d'entretien que la voie ballastée. Par ailleurs, il y aura tous les soixante kilomètres environ, des raccordements permettant une exploitation à voie unique durant la nuit.

Globalement, la stratégie de maintenance de la *Deutsche Bahn AG* est nettement plus souple que celles de la *SNCF* ou de la *SNCB*.

Chapitre VI. OPTIONS POUR LE MATERIEL FERROVIAIRE ET POUR LE TERMINAL INTERMODAL AIR- RAIL/ROUTE

Le concept de la technique d'un transfert des marchandises aériennes vers le train doit porter à la fois sur le type d'unité de chargement et de véhicules ferroviaires mais également sur un système de transbordement efficace. Dans cette perspective, le profil de qualité, de capacité et de vitesse d'exécution entre également en ligne de compte.

VI.1 UNITES DE CHARGEMENT

De façon générale, un grand nombre d'unités de chargement sont utilisées en fret aérien. Celles-ci vont des simples palettes, jusqu'à des formes particulières, adaptées pour épouser la section transversale arrondie des avions et pour transporter des objets particuliers, tels que les voitures et les animaux. La société *DHL*, leader sur le marché de l'express, utilise avant tout des conteneurs aériens standards (taille 10 et 20 pieds). Sur les relations européennes, l'opérateur utilise presque uniquement des palettes ou conteneurs de 10 pieds. Le tableau 9 ci-joint définit les dimensions de ces conteneurs. Pour la majorité des envois opérés par des gros porteurs, l'unité de chargement la plus usitée est la palette 10 pieds. Les intégrateurs privilégient sur leurs appareils, essentiellement des B727, B757, Bae146, A300, Convair 580, etc., des unités de chargement de type "igloo". Ces contenants constitués d'aluminium, avec des portes fixes ou souples (bâches, filets), sont de formats divers. Les plus grands igloos ont pour dimensions utiles: L 3,08 m; l 2,28 m; h 2,15 m et chargent en moyenne 1500 à 1800 kg.

Tableau 9: Dimensions des palettes ou conteneurs aériens de 10 et 20 pieds.

Taille	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur max (m)	Tare (t)	Poids maximum (t)
Palette 10'	3,08	2,34	2,42	0,125	4,5
Conteneur 10'	2,90	2,28	2,25	0,485	6,3
Palette 20'	5,90	2,30	3	0,220	7
Conteneur 20'	5,85	2,25	2,20	1	11,3

Dès lors, pour minimiser le temps et les coûts de transbordement qui pèsent sur les temps d'acheminement, les gabarits des wagons des trains à envisager devront pouvoir accueillir ces unités de chargement qui sont aussi bien chargées par avion que par camion.

VI.2 PORTES DE CHARGEMENT

Contrairement aux conteneurs maritimes et à ceux utilisés en transport combiné, ces conteneurs n'ont pas d'équerre ou des pièces de coin (*twist lock*) permettant une manutention verticale. Pour ces conteneurs aériens, seul un transbordement en mode horizontale est exclusivement possible à l'aide d'un plancher muni de roulements à billes.

Selon les spécifications fournies ci-dessus, la palette de 20 pieds constitue la plus grande unité de chargement envisageable. Dans ces conditions, il est conseillé d'adapter la taille des trappes de chargement à ces dimensions. Compte tenu du jeu nécessaire, les trappes devront avoir une largeur minimale d'environ 6,1 m et une hauteur approximative de 3 m. Au lieu d'une palette de 20 pieds, il serait possible de charger deux palettes de 10 pieds de front, si la trappe de chargement est élargie à 6,4 m, ce qui permettrait d'accélérer l'opération de transbordement.

VI.3 MATERIEL FERROVIAIRE A GRANDE VITESSE

Après la présentation des réseaux existants et à venir, des exigences des opérateurs ainsi que des unités de chargement, nous en arrivons à la présentation du matériel roulant. Quand on évoque le transport de fret par du matériel à grande vitesse, trois notions différentes d'exploitation viennent à l'esprit. Premièrement, l'utilisation d'emplacements réduits et existants dans les trains à grande vitesse passagers actuels. Deuxièmement, l'aménagement partiel ou complet des trains passagers. Enfin, troisièmement, la construction de trains à grande vitesse spécialement construits pour transporter du fret. A l'intérieur de ces trois grandes catégories d'exploitation, nous aborderons également les différentes variantes qu'il est possible d'envisager.

VI.3.1 UTILISATION D'EMPLACEMENTS ACTUELS

Ce type de transport ne permet de charger qu'une petite quantité de marchandises. Ce chargement s'effectue dans la soute pour fret placée dans les voitures de queue (2 fois 6 m³) lorsque le train est composé de deux rames. Les compartiments font 1 mètre de large et permettent de transporter uniquement des documents, colis de 5 à 10 kg maximum qui doivent être expédiés le jour même ou en "*overnight*". Actuellement plusieurs expéditeurs de courriers et de colis express utilisent cette opportunité (cf chap. II.1.).

A plus long terme, même si ce système de transport n'offre pas la possibilité de transporter de gros volumes, il offre l'avantage d'être peu coûteux en terme d'investissements et de pouvoir être étendu dès l'agrandissement du réseau et l'augmentation des liaisons.

VI.3.2 TRAINS A GRANDE VITESSE AMENAGES

A travers les trains à grande vitesse aménagés, on peut distinguer les trains mixtes, c'est-à-dire les trains transportant simultanément du fret et des passagers, et les trains passagers convertis pour transporter du fret.

VI.3.2.1 Trains à grande vitesse transformés

Ils sont également appelés "TGV messagerie" ou bien "TGV postal" pour la simple raison que seule La Poste française en utilise actuellement. Ce sont actuellement les seuls TGV en service destinés au transport de fret (cf chap. II.1.). Du point de vue technique, ces TGV en service ont presque les mêmes caractéristiques que les rames voyageurs Sud-Est ("TGV Orange") à savoir:

- longueur totale de 200 mètres équivalent à 8 wagons de 18 mètres chacun et de deux motrices;
- volume global de 500 m³ soit une charge admissible totale de 86 tonnes (10,5 tonnes par wagon);
- une seule porte de chargement par wagon de dimension 1,4 m x 1,8 m se trouvant au milieu du wagon;
- vitesse maximale de 270 km/h.

La largeur des trappes permet de charger uniquement des petits conteneurs sur roues de 350 kg en charge pour les colis postaux et les sacs. Compte tenu de la tare des conteneurs, la charge utile est de 61 tonnes, comparativement à un B747 et un A300 qui peuvent charger respectivement 100 et 43 tonnes.

Cette solution présente quelques défauts importants, dont le plus évident est l'accès étroit et unique au wagon, mais présente néanmoins des avantages considérables du point de vue financier. Ainsi, il serait possible d'acquérir des TGV Sud-Est d'occasion transformés¹⁶ pour environ 600 millions de FB alors que les nouveaux TGV passagers de type Réseau coûtent près de 1,2 milliards l'unité. Comme autre inconvénient, on peut également faire remarquer que les TGV sont constitués de rames fixes (8 voitures + 2 locomotives). Il n'est donc pas possible de rajouter ou d'enlever des voitures à loisir afin de s'adapter de façon peu onéreuse à la demande. A l'inverse, le fait d'avoir une rame réversible présente l'avantage de garantir une réduction du temps d'arrêt lorsque la rame part dans la direction opposée de son arrivée.

Pour augmenter la rotation des rames et de ce fait espérer accroître la rentabilité, on imagine même mettre en place des trains de fret convertibles en trains passagers pendant la journée à l'image de certains avions postaux (ex: compagnie Aéropostale en France).

VI.3.2.2 Trains à grande vitesse mixtes

Le fait de combiner le transport ferroviaire de fret avec celui de passagers est très intéressant en raison des très hautes fréquences de départ que l'on peut obtenir. Malheureusement, les aspects pratiques suivants expriment le peu de chance de voir réaliser un tel projet:

- il est attendu qu'un grand nombre de rames avec de la capacité fret ne soient pas remplies de manière très régulière;
- les arrêts en gare passagers excèdent très rarement les 90 secondes à maximum 2 minutes. A ce moment, la technique de chargement et déchargement des marchandises devrait impérativement atteindre cette performance de temps, afin de ne pas retarder les passagers;
- les gares passagers qui vont également servir de lieu de chargement et déchargement devront être fortement adaptées. Il se pose des problèmes de sécurité

¹⁶ Amélioration de la suspension qui permet de monter la charge utile de 4,25 tonnes pour un TGV passagers à 10,5 tonnes pour un "TGV postal". Equipement du plancher de roulettes pour faire glisser rapidement les conteneurs et rehaussement du plancher afin qu'il soit au niveau des quais de chargement.

en raison de la mixité des opérations sur les quais ainsi que du transit des marchandises en gare;

- les principales demandes éventuelles pour charger du fret sur les trains à grande vitesse, se feront particulièrement durant la soirée et la nuit. Or encore aujourd'hui et cela restera vrai certainement pour de nombreuses années, le transport de passagers se fait durant la journée;
- même si on sépare les gares marchandises des gares passagers, on va perdre beaucoup de temps ce qui risque d'être fort dommageable pour les personnes voyageant à bord des trains comme l'atteste les études de sensibilité au temps de la majorité de la clientèle ferroviaire.

D'ailleurs cette idée de transporter du fret sur des TGV passagers n'est nullement encouragée par la *SNCF* parce qu'il n'est pas concevable de faire attendre les passagers d'un train à grande vitesse le temps qu'on charge ou décharge du fret.

VI.3.3 TRAINS A GRANDE VITESSE PURS FRET

Deux types de matériels européens à grande vitesse ont été imaginés par les ingénieurs pour transporter uniquement du fret. Ces deux modèles sont l'*ICE 3* allemand et le TGV français. Nous vous les présentons succinctement ci-dessous.

Le modèle français se base sur un TGV grand gabarit (soit le TGV Réseau, soit le TGV "duplex" à deux étages) de 8 voitures. Ces véhicules devraient atteindre une vitesse commerciale de pointe de 320, voire de 350 km/h. Chaque voiture pourrait contenir 5 modules et aurait donc 5 portes de chaque côté afin de permettre un chargement et déchargement des plus rapides. Le contenant de base pour la *SNCF* serait le module standard de l'aérien, c'est-à-dire une palette de 10 pieds. Les trappes de chargement seront donc adaptées au module de palettes aériennes de 10 pieds. Si l'on se base sur une charge moyenne de 2 tonnes par module, la capacité totale d'une rame, soit 200 mètres, serait de 80 tonnes ou 40 palettes de 10 pieds. Si on accouple deux rames ensemble, la capacité totale du train se monte à 160 t, soit environ 1600 m³.

Le modèle de développement allemand se base sur la technologie du tout nouveau *ICE 3*. Sur base de la même technologie que le train passagers, avec une longueur de base de 200 mètres, l'*ICE 3* fret pourrait offrir une capacité maximale de 64 *ULD* pour une vitesse commerciale de pointe de 300 km/h. En considérant une charge de 2 tonnes par *ULD*, on atteindrait une charge transportée nette de 128 tonnes. Tout comme le TGV français, ce train peut être couplé à une autre rame de 200 mètres en un minimum de manœuvres et offrirait ainsi un doublement de la capacité de chargement, soit 250 tonnes. Cet avantage commun aux trains à grande vitesse peut leur servir à s'accoupler aisément avec une rame voyageur et ainsi offrir aux clients un service tout aussi avantageux, mais à un prix moindre vu la traction commune. La rame fret serait chargée ou déchargée à l'aéroport et conduite à la gare voyageurs où elle serait attelée à la rame passagers. Cette alternative paraîtrait plus plausible que l'hypothèse d'une exploitation d'un train mixte car elle occasionnerait moins de désagréments vis-à-vis des passagers (perte de temps, sécurité sur les quais).

VI.4 CONSTITUTION ET EXPLOITATION DE LA PLATE-FORME DE TRANSBORDEMENT

VI.4.1 CONDITIONS A REMPLIR

Actuellement, il n'existe pas de système opérationnel de chargement et déchargement de conteneurs aériens dans un train. Pour concevoir une telle plate-forme de transbordement, il faudra toujours garder à l'esprit qu'il est vital pour le bien fondé du projet, de respecter les contraintes de temps, de minimiser les coûts d'exploitation, d'atteindre un haut degré de performance et de fiabilité du système. Pour répondre à ces critères d'exigences, il faudra :

- un transbordement très rapide (< 15 minutes par rame) ;
- un chargement et déchargement simultanés ;
- un équipement des engins de transport d'un lit de roulettes " *Roller bed* " ;
- une réduction des efforts physiques sur la plate-forme ;
- une bonne organisation des flux des unités de chargement sur le terminal ;
- minimiser l'emprise spatiale du site ;
- utiliser des unités de chargement qui sont utilisées par les opérateurs aériens et qui remplissent au mieux le train ;
- minimiser les temps de transit entre le terminal et les bâtiments aéroportuaires.

VI.4.2 TYPE D'OPERATEUR OU DE GESTIONNAIRE DE LA PLATE-FORME

Avant de rentrer de suite dans des considérations techniques, il convient de se poser la question de savoir qui pourrait gérer les opérations d'expédition, de transport et de transbordement. Nous vous présentons succinctement ci-dessous, les différentes options envisageables pour chaque étape du processus.

VI.4.2.1 Quel opérateur ferroviaire

Deux alternatives sont envisageables :

a) Un opérateur privé venant du transport aérien :

Fréquemment, les opérateurs comme *Fedex*, *DHL*, *UPS* et *TNT* utilisent leur propre flotte d'avions. Il est dès lors concevable, dans le long terme, de voir les intégrateurs investir dans des flottes de train à grande vitesse, de la même façon que des armements maritimes investissent dans des trains de conteneurs. Cette vision, dans la lignée d'une libéralisation du marché ferroviaire, est à envisager car le coût d'achat d'une de ces rames est moindre que celui d'un avion. D'un point de vue de l'exploitation, pour les intégrateurs qui apprécient avoir la main mise sur chaque chaînon de leur activité, le fait de pouvoir acquérir et gérer les rames de train est certes un atout complémentaire.

b) Une compagnie ou un consortium ferroviaire traditionnel :

Les trains *Thalys* roulant sur le territoire belge, français, allemand et hollandais sont gérés par un consortium constitué des compagnies ferroviaires nationales de ces pays traversés (*SNCB*, *SNCF*, *DB* et la *NS*). En regard à ce système de gestion internationale du produit *Thalys* ou *Eurostar*, on pourrait voir une transposition de ce principe au transport de fret à grande vitesse. Un arrangement spécifique entre un gros opérateur aérien et une compagnie ferroviaire pourrait également s'envisager. L'avantage et l'inconvénient majeurs de cette

hypothèse sont que les frais d'acquisition et de gestion des rames seraient à charge d'une ou plusieurs compagnies ferroviaires et non des opérateurs aériens mais à contrario, ceux-ci ne bénéficieraient pas d'une intégration entière de ce maillon dans leurs chaînes d'activités

VI.4.2.2 Quel agent de fret

Dans le cas de la réservation d'une certaine capacité à bord des rames, nous avons retenu trois possibilités. Celles-ci incluent les opérations de groupage et dégroupage des lots.

a) Un agent d'expédition pour chaque opérateur:

Cette option est la solution préférée des intégrateurs qui veulent maîtriser le maximum d'étapes possibles de la chaîne d'expédition, et ce particulièrement, pour pouvoir être capable de charger des biens jusqu'au dernier moment.

b) Plusieurs agents d'expédition, chaque opérateur choisit son agent attitré:

Dans le cas d'avions affrétés par plusieurs sociétés, les agents de fret désignés par les opérateurs sont responsables d'expédier les conteneurs dans l'avion indiqué. Similairement, chaque opérateur qui souhaiterait utiliser le service de train fret à grande vitesse pourrait désigner un agent de fret qui se chargerait des modalités d'accès et de réserve de capacité dans le train. Cette solution est certainement la plus simple puisqu'elle représente approximativement la situation actuellement appliquée. En revanche, le développement d'un trop grand nombre d'agents expéditeurs sur le lieu de transbordement risque d'entraîner une congestion du site et donc d'entraver le bon fonctionnement des opérations de chargement, déchargement mais aussi de réservations de capacité à bord des trains.

c) Intégrer les diverses volontés d'expéditions à travers un seul agent de fret représentatif de tous les opérateurs:

Comparativement à l'option précédente, cette alternative favorise la sélection d'un agent commun unique pour l'expédition totale du fret. Premièrement, cette solution d'un point de vue législatif n'est pas en accord avec la décision européenne de libéralisation des activités d'assistance au sol. Deuxièmement, il est fort improbable que dans les grands aéroports, un seul agent puisse répondre aux demandes et exigences des donneurs d'ordre. L'expédition sur la plate-forme de transbordement d'un grand nombre de convois de conteneurs durant une période limitée dans le temps demanderait un investissement important en matériel pour une utilisation peu intense sur toute une journée. Cette contrainte financière s'amenuise quand on dispose sur le site de plusieurs agents agréés.

VI.4.2.3 Quel manutentionnaire sur la plate-forme ferroviaire

Ces exécutants sont responsables simultanément du chargement/déchargement des biens dans le wagon pour un temps bien défini. Ces agents doivent:

- avoir de l'expérience dans la manutention des conteneurs aériens;
- garantir en permanence les temps exigés pour le transbordement;
- être capables de distinguer les conteneurs par destination et de détecter des erreurs éventuelles.

Nous avons retenu trois types de manutentionnaire sur le terminal.

a) Chargement/déchargement des conteneurs par les opérateurs eux-mêmes:

Dans le cas d'un partage de capacité d'un train par différents opérateurs, le processus de chargement/déchargement par les chargeurs eux-mêmes risque d'occasionner une situation très complexe en raison de l'espace limité sur le site et des conflits d'intérêts que cela va entraîner. Cette organisation, qui amène à ce que chaque opérateur manipule ses conteneurs sur le terminal, n'est à envisager que si on se trouve en présence d'un site privé réservé seulement à quelques gros opérateurs.

b) Chargement/déchargement des conteneurs par différents manutentionnaires indépendants:

Le nombre important de manutentionnaires va certainement induire le même problème mentionné au point VI.4.2.2.

c) Chargement/déchargement uniquement opéré par un seul manutentionnaire attitré:

Cette option, qui responsabilise le seul manutentionnaire autorisé sur la plate-forme à positionner correctement les conteneurs et à les charger/décharger dans le train, est la meilleure alternative envisageable pour réduire au maximum l'emprise spatiale du terminal et optimiser les opérations. Ainsi, les conflits d'accès aux wagons sont inexistantes et connaissant toute la marchandise qui est à charger dans le train, le manutentionnaire attitré est capable d'organiser le plan de chargement optimum. De ce fait, il est ainsi à même de réduire le temps de transbordement et les erreurs y incombant.

VI.4.3 LES VEHICULES DE LIAISON ENTRE LE TERMINAL ET LES BATIMENTS AEROPORTUAIRES

La livraison et le retrait des conteneurs par la route entre le terminal ferroviaire et les bâtiments aéroportuaires doivent se faire via des véhicules qui sont:

- adaptés au transport de conteneurs aériens;
- capables de rouler à une vitesse convenable en fonction de l'éloignement de la plate-forme aux bâtiments aéroportuaires;
- standardisés pour faciliter le chargement et déchargement des conteneurs.

Quatre options de type de véhicules ont été analysées. Ces quatre alternatives sont:

a) le *dolly*: est un moyen de transport interne à l'aéroport, pouvant être accouplé pour constituer des rames mises en mouvement par des machines de traction. Ce *dolly* est capable de transporter des palettes et des conteneurs aériens. Il est utilisé particulièrement sur de courtes distances entre l'entrepôt et l'avion. Sa vitesse est souvent limitée à 30 km/h sur les aires de manœuvre, mais il peut atteindre une vitesse maximum de 50 km/h. Actuellement, les *dollies* ne sont pas habilités à pouvoir circuler sur les voies publiques. A ce moment, si le terminal ferroviaire n'est pas accessible via une route interne à l'aéroport, il est fort improbable qu'on puisse utiliser les *dollies* pour transporter les biens. A l'inverse, si le terminal fait partie intégrante du domaine aéroportuaire, on peut certainement envisager l'utilisation de ce matériel de déplacement qui présente l'avantage d'avoir déjà fait ses preuves dans le monde exigeant du transport aérien.

b) le camion aérien: est un autre moyen de déplacement utilisé par les opérateurs aériens pour déplacer les unités des aires de fret vers les avions pour chargement et déchargement. Ces camions aériens disposent d'une hauteur de plancher standardisée munie d'un système roulement contrôlé automatiquement, ce qui facilite les opérations de transbordement de conteneurs. Chacun de ces engins peut transporter 5 conteneurs aériens de type AKE.

Fréquemment, on les utilise pour uniquement charger et décharger les conteneurs placés sur le pont de l'avion. Dans la majorité des cas, pour le transport vers les zones de fret, ces engins déposent les conteneurs sur les plateaux des *dollies* qui font la navette. Ce n'est que rarement, quand les zones de chargement et déchargement sont très proches l'une de l'autre, qu'on se sert de ce matériel pour déplacer les unités de chargement.

c) la bande transporteuse: à l'image des intégrateurs qui utilisent de gigantesques bandes transporteuses à l'intérieur de leur installation de triage, on pourrait imaginer mettre en place ce système au départ des entrepôts jusqu'au terminal. En terme écologique, d'occupation d'espace et de coûts de main d'œuvre, cette idée est toute à fait attractive. Ce système de déplacement des marchandises est surtout intéressant du point de vue installation et exploitation quand on se trouve en présence d'un aéroport dédié prioritairement au fret et dont les installations fret sont accolées directement à la bande transporteuse et très proches du terminal ferroviaire. Si du côté intellectuel, cette vision semble tout à fait permise et défendable, on se heurte néanmoins aux problèmes de coût de l'équipement et de la maintenance. Ainsi, dans le cas d'un arrêt forcé de l'appareillage stoppant la progression des conteneurs, plusieurs véhicules de remplacement devront être mis à disposition pour pouvoir assurer le transfert et donc les délais. De plus, pour être protégé de mauvaises conditions météorologiques, l'équipement électromécanique du système nécessitera une protection et une maintenance conséquente tout le long du trajet. Pour les grands aéroports (*hub*), cette installation apparaît comme étant irréalisable en raison des distances qui seront à parcourir entre le terminal et les installations aéroportuaires de fret.

d) le *mega-trailer*: semi-remorque d'un camion qui a été élargie et munie d'un système de roulettes sur le plancher afin de recevoir aisément des palettes aériennes. Ces semi-remorques sont régulièrement utilisées pour transporter des palettes aériennes sur la route sur des centaines de kilomètres. L'utilisation de ces camions pour acheminer les palettes vers la plate-forme est peu envisageable étant donné les coûts de rupture de charge, de main d'œuvre, d'exploitation et de mobilisation des quais de chargement chez l'opérateur. Si la plate-forme était loin de l'aéroport, on pourrait éventuellement concevoir son usage mais par son éloignement et les coûts de pré et post-acheminement aux installations aéroportuaires, la crédibilité de tout le système ferroviaire à train à grande vitesse serait remise en question.

VI.4.4 QUEL STATUT A LA LIAISON ENTRE LE TERMINAL ET LES INSTALLATIONS AEROPORTUAIRES

Deux grands cas de figure peuvent être envisagés pour le transfert direct de biens entre les deux aires de contrôle sous douane en fonction du statut de la route utilisée.

a) Cas où la voie de liaison est une route sous douane : dans ce cas, on se trouve dans la position la plus simple car il n'y a pas de procédure douanière vu que les marchandises ne doivent pas être dédouanées. Le transfert s'opère directement des entrepôts des opérateurs au terminal.

b) Cas où l'accès routier est une voie publique : le passage par une voie publique oblige les opérateurs à s'astreindre aux opérations de dédouanement pour le paiement des taxes d'entrée, d'éventuelles taxes sur la valeur ajoutée ou d'autres charges diverses. De ce fait, le temps de transfert s'en voit allongé et risque de pénaliser toute la chaîne de transport via le train à grande vitesse. Notons toutefois que la situation est différente si des opérateurs de fret signent une convention avec les autorités douanières pour assumer eux-mêmes les responsabilités douanières et ainsi bénéficier de procédures simplifiées autorisant le transfert de marchandises via une voie publique. Par exemple, la société *Fedex* qui vient d'implanter son *hub* européen à Paris-Charles de Gaulle, a négocié une convention avec la douane pour pouvoir transférer, entre son ancien entrepôt et ses nouvelles installations, des marchandises via la route publique sans devoir se plier aux procédures douanières classiques. De même dans un proche avenir, l'opérateur de fret japonais *Kintetsu*, qui vient de s'installer à l'aéroport de Liège, pourra aussi obtenir ce privilège entre la zone aéroportuaire et *Liège Logistics*. En conclusion, si des accords sont conclus avec des opérateurs pour pouvoir bénéficier de ces facilités de transit via la voie publique, il n'y a aucun problème pour que ce transfert se fasse par une route publique. Néanmoins, ce système pénalise les petits opérateurs qui ne peuvent profiter des conventions avec l'autorité douanière. Leur seule solution est de concéder leurs envois à de plus gros opérateurs bénéficiant de cette relative autonomie douanière.

VI.4.5 CONCEVOIR UN SYSTEME PERFORMANT DE TRANSBORDEMENT

Dans l'intérêt de la rapidité des opérations de chargement et déchargement, la meilleure solution serait d'avoir une trappe de chargement en face de chaque place de conteneur à l'intérieur du wagon. Selon les informations fournies par la société *Siemens AG* (constructeur de l'*ICE*), ce concept n'est pas réalisable, étant donné que la raideur de la construction des wagons ne suffirait pas pour absorber les efforts dynamiques en cas d'efforts importants dus à la circulation des trains. Compte tenu de la taille requise pour les trappes de chargement, seule une ou deux ouvertures peuvent être prévues face au wagon. De sorte que les conteneurs doivent pouvoir être déplacés à l'intérieur du wagon dans le sens longitudinal à l'aide d'un plancher mobile.

Une autre solution consiste à ne transporter que des conteneurs de 10'. Les trappes de chargement peuvent dans ce cas, être plus petites (largeur de 3,3 m seulement). Il est possible, selon des ingénieurs français, de prévoir une porte pour chaque emplacement de conteneur dans le cas de la version fret du TGV Duplex.

Etant donné le caractère très technique touchant cette problématique de chargement et déchargement des conteneurs, nous nous contenterons de proposer quatre hypothèses de mécanismes de transbordement¹⁷ en tenant compte de la contrainte que chaque wagon ne peut pas posséder plus de deux trappes de chargement. Pour tous ces dispositifs, on doit garder à l'esprit qu'un conteneur qui doit sortir du train doit toujours être bien localisé dans le wagon en regard de ceux qui doivent y rester ou être sortis au prochain arrêt lorsqu'on met en place des arrêts intermédiaires au train. Cette contrainte supplémentaire jouera également un rôle important dans la manière de concevoir un plan de chargement.

¹⁷ Extrait principalement du projet d'étude AFTEI, 1999.

a) Transbordement direct du véhicule de liaison aux wagons : avec ce système, les conteneurs sont directement chargés du véhicule de liaison dans les wagons sans utiliser un pont ou une rampe de chargement. De cette façon, il est nécessaire d'avoir une homogénéisation de tous les véhicules routiers qui arrivent sur la plate-forme avec une hauteur de plancher identique à celle des wagons. Une des portes du wagon est réservée au chargement et l'autre au déchargement. Cette disposition oblige d'avoir en permanence deux véhicules de liaison en face de chaque wagon.

b) Transbordement via un plancher roulant intercalé entre le train et le véhicule avec positionnement des véhicules de liaison : ce système illustre le mécanisme développé par *Mac Clier Consulting* pour l'aéroport de Metz-Nancy-Lorraine, garantissant le chargement/déchargement d'un wagon en 10 minutes à condition que les véhicules soient en position avant l'arrivée du train. Ce mécanisme de transbordement propose une plate-forme de roulement pour chaque wagon et donc de ce fait, exige moins de véhicules mobilisés par wagon. Les véhicules de jonction peuvent aussi stocker les conteneurs sur le pont roulant et donc servir à d'autres voyages avant l'arrivée du train. Ce moyen occasionnera plus de frais d'investissements que le premier cas mais entraînera aussi une réduction des coûts opérationnels par la suite.

c) Système de transbordement via deux ponts roulant de chaque côté du train : les conteneurs sont déchargés des véhicules de liaison sur une plate-forme perpendiculaire aux voies. De là, ils sont enregistrés et disposés automatiquement sur le plateau de chargement parallèle aux voies en face des wagons correspondants. De ce fait, les conteneurs peuvent être rangés sur ces rampes avant l'arrivée du train. Quand le train arrive, les unités de chargement sont ainsi prêtes à être embarquées dans les wagons. Pendant que les conteneurs sont chargés d'un côté du train, les autres unités peuvent être déchargées de l'autre côté du train et expédiées directement sur les véhicules de jonction par le même mécanisme qu'au chargement. Ce procédé serait encore plus performant si on pouvait disposer d'une trappe à chaque emplacement de conteneur. Comme inconvénients, on peut citer la plus grande consommation d'espace pour le transbordement mais aussi le fait que ce procédé n'est réalisable que si on dispose de voies en cul de sac.

d) Transbordement via un plateau se déplaçant le long des voies: les conteneurs sont déchargés des véhicules de jonction sur une plate-forme de stockage le long des voies, indépendamment de la position qu'ils auront dans le train. Quand le train arrive, une plate-forme mobile programmée à l'avance, située entre le train et la zone de stockage, vient cueillir automatiquement ces unités pour les disposer dans les wagons. Cette plate-forme mouvante peut également venir décharger les unités placées dans le train pour les mettre à disposition des véhicules sur une zone de stockage.

Chapitre VII. IMPLANTATION DE PLATES-FORMES AIR-RAIL/ROUTE EN WALLONIE

VII.1 SITES A ENVISAGER

En terme de localisation d'une telle plate-forme de transbordement, les deux conditions principales à remplir sont logiquement, la présence d'un aéroport à proximité, traitant une bonne part de fret et le passage d'une ligne à grande vitesse dans le voisinage immédiat. Ces deux critères stricts de localisation limitent à l'extrême l'implantation d'une telle plate-forme. Sur le territoire de la Région wallonne, seules deux zones peuvent être mises en avant pour pouvoir accueillir un terminal air-rail/route.

Le site de l'aéroport de Liège est sans nul doute, l'implantation à privilégier dans le court terme dans le cadre d'une intermodalité air-rail/route. Avec la présence d'un intégrateur tel que *TNT* et un trafic qui ne cesse d'augmenter, l'insertion d'une plate-forme multimodale orientée vers les marchandises aériennes est à envisager sérieusement. D'ailleurs, l'intérêt de l'arrivée d'un train fret en gare de Liège-Bierset, de la part de l'autorité aéroportuaire, n'est certes pas étranger à l'accord signé entre la Société de l'Aéroport de Bierset (SAB) et les Aéroports de Paris (ADP). La saturation progressive des aéroports parisiens entraînerait un report partiel des activités fret sur la liaison à grande vitesse vers l'aéroport liégeois, qui s'oriente de plus en plus vers les vols intercontinentaux. La présence à seulement 1,2 km au Nord du seuil de la piste principale (23 L), de la future ligne à grande vitesse reliant Bruxelles à Liège est un atout dont peu d'aéroports peuvent se vanter.

Dans la mesure où un développement civil de l'aéroport de Chièvres serait rendu nécessaire pour absorber la croissance du trafic aérien vis-à-vis de la congestion assurée, dans 5 à 10 ans de l'aéroport national de Zaventem, il est à remarquer la facilité pour cet aéroport de se connecter avec la ligne à grande vitesse Bruxelles-Paris (c.f. tome 1A: les aéroports wallons). Cette proximité à la ligne à grande vitesse et sa très bonne localisation dans les flux européens et intercontinentaux de fret aérien sont des attraits non négligeables pour des compagnies et des opérateurs aériens qui souhaiteraient profiter du service ferroviaire à grande vitesse.

Etant donné le caractère toujours hypothétique de la reconversion de l'aéroport de Chièvres, nous allons nous en tenir dans ce rapport à considérer l'implantation d'une plate-forme air-rail/route qu'à l'aéroport de Liège-Bierset.

VII.2 IMPLANTATION A L'AEROPORT DE LIEGE-BIERSET

VII.2.1 SITE A PRIVILEGIER

Dans le cadre de l'étude, menée en 1999¹⁸, sur l'aéroport de Liège-Bierset, nous avons étudié les espaces susceptibles d'accueillir ce type d'infrastructure à fondement ferroviaire. De nos investigations et des projets d'extension d'activités de l'autorité aéroportuaire et du parc d'activités de *Liège Logistics*, il était ressorti que la meilleure implantation possible serait la zone située entre l'actuel quartier Decubber, le village de Bierset, la ligne 36 Bruxelles/Liège et la ligne 36a Voroux-Goreux/Kinkempois (cf carte 1). Ce territoire dénommé " l'Ancienne Plaine ", offre l'avantage d'être à proximité immédiate de la ligne à grande vitesse Cologne-Bruxelles qui jouxte au Nord, la ligne classique 36. De plus, située au Nord-Est des pistes, la zone serait reliée à l'aéroport dans un laps de temps très court, via une route sous douane.

Cet espace se niche sur des terrains appartenant à La Défense nationale. Un accord de coopération approuvé respectivement par la Région wallonne en mars 1997 et par le Ministre en charge de La Défense nationale, le 17/03/99, sur l'utilisation en commun de l'aérodrome de Bierset, fixe à l'article 7, les modalités résultant de l'éventuel allongement de la piste principale. Les accords entre les deux pouvoirs compétents sur le rachat du quartier Decubber et de l'ancienne plaine, en relation étroite avec l'allongement de la piste, fera l'objet d'une convention particulière. Cette convention particulière est actuellement en cours de discussion.

Pour être complet, en faisant abstraction des volontés d'extensions du parc d'activités de Liège Logistics, la localisation optimale en terme d'accessibilité ferroviaire, serait au Nord des voies de chemin de fer actuelles, sur la commune d'Awans. Cet espace implanté en zone agricole, offre l'avantage de pouvoir se connecter directement sur la LGV sans devoir passer par les voies classiques et en plus, on peut y accéder immédiatement, sans rebrousser chemin, en venant soit de Liège, soit de Bruxelles. Toutefois cette alternative présente des inconvénients comme l'éloignement relatif à l'aéroport et le problème d'une route sous douane entre ces deux zones (cf. partie VII.2.3).

VII.2.2 CONTRAINTES TECHNIQUES

VII.2.2.1 Contraintes aéronautiques

Dans la phase d'approche ou de décollage d'un avion sur un aéroport, il est nécessaire de disposer d'une série d'instruments de guidage au sol. Ces appareillages au sol mais également les instruments de bord, nécessitent une certaine surface plane aux abords immédiats des pistes et interdisent ou réglementent également les constructions dans des périmètres bien définis. Pour connaître ces contraintes à la construction dans l'espace où l'on souhaite implanter une plate-forme de transbordement air-rail/route, nous nous sommes référés au volume 1 de l'annexe 14 de la convention internationale relative à l'aviation civile de l'OACI¹⁹. Cette annexe fixe les normes internationales et les pratiques recommandées dans le cadre de la conception et de l'exploitation technique des aérodromes. L'objectif n'étant pas de modéliser la plate-forme et son fonctionnement mais bien de réunir suffisamment de renseignements en vue de discerner l'espace réellement exploitable et par

¹⁸ LEPUR, GUIDE (1999): *Etude de la meilleure valorisation possible de l'aéroport de Liège-Bierset*; étude menée dans le cadre de la Convention CPDT, Ministère de la Région wallonne; thème 7.2. Aide à l'optimisation des grandes infrastructures; rapport final; sept. 99; 2 tomes.

¹⁹ OACI : Organisation de l'Aviation Civile Internationale.

conséquent, de réserver les terrains adéquats pour ce projet, nous ne détaillerons pas davantage. Nous mettrons simplement en évidence, l'ensemble des contraintes aéronautiques à la construction ou au changement du relief. Pour les plus contraignantes d'entres-elles, dans notre zone d'étude, nous les dessinerons sur la zone topographique étudiée (cf. carte 1).

L'ensemble de ces contraintes aéronautiques sont :

- *Surfaces de limitation d'obstacles (annexe 4)*: les spécifications de cet alinéa ont pour objet de définir autour d'un aérodrome, l'espace aérien à garder libre de tout obstacle pour permettre aux avions d'évoluer avec la sécurité voulue et pour éviter que ces aérodromes ne soient rendus inutilisables parce que des obstacles s'élèveraient à leurs abords. Cet objectif est obtenu par l'établissement d'une série de surface de limitation d'obstacles qui définissent les limites d hauteurs que peuvent atteindre les objets dans l'espace aérien.

On répertorie parmi ces surfaces, des plus éloignées à la piste vers les plus proches de celle-ci:

- la surface horizontale extérieure: surface horizontale extérieure à la surface conique;
- la surface conique: surface inclinée vers le haut et vers l'extérieur à partir du contour de la surface horizontale intérieure;
- la surface horizontale intérieure: surface située dans un plan horizontale au-dessus d'un aérodrome et à l'intérieur de la surface conique;
- la surface d'approche: plan incliné ou combinaison de plans précédant le seuil;
- la surface de montée au décollage: plan incliné où toute autre surface spécifiée située au-delà de l'extrémité d'une piste ou d'un prolongement dégagé;
- la surface de transition: surface complexe qui s'étend sur le côté de la bande et sur une partie du côté de la surface d'approche et qui s'incline vers le haut et vers l'extérieur jusqu'à la surface horizontale intérieure;
- la surface intérieure de transition: surface analogue à la surface de transition mais plus rapprochée de la piste;
- la surface d'atterrissage interrompu: plan incliné situé à une distance spécifiée en aval du seuil et s'étendant entre les surfaces intérieures de transition;
- la surface intérieure d'approche: portion rectangulaire de la partie du plan de surface d'approche qui précède immédiatement le seuil.

Pour faciliter la représentation de l'ensemble de ces surfaces de limitation d'obstacles, la disposition de celles-ci autour des pistes est esquissée sous forme de schéma en annexe 4. Les caractéristiques techniques de ces surfaces, soit la largeur, la longueur ou la pente figurent dans le tableau 10.

Tableau 10: Dimensions et pentes des surfaces de limitation d'obstacles pour des pistes à approche de précision (catégorie I, II et III).

	CATEGORIE I	CATEGORIE I	CATEGORIE
--	-------------	-------------	-----------

	Code 1,2	Code 3,4	II ou III Code 3,4
SURFACE CONIQUE			
Pente	5 %	5%	5%
Hauteur	60 m	100 m	100 m
SURFACE HORIZOINTALE INTERIEURE			
Hauteur	45 m	45 m	45 m
Rayon	3500 m	4000 m	4000 m
SURFACE INTERIEURE D'APPROCHE			
Largeur	90 m	120 m	120 m
Distance au seuil	60 m	60 m	60 m
Longueur	900 m	900 m	900 m
Pente	2,5 %	2 %	2 %
SURFACE D'APPROCHE			
Longueur du bord intérieur	150 m	300 m	300 m
Distance au seuil	60 m	60 m	60 m
Divergence (de part et d'autre)	15 %	15 %	15 %
<i>Première section</i>			
Longueur	3000 m	3000 m	3000 m
Pente	2,5 %	2 %	2 %
<i>Deuxième section</i>			
Longueur	12000 m	3600 m ^a	3600 m ^a
Pente	3 %	2,5 %	2,5 %
<i>Section horizontale</i>			
Longueur	-	8400 m ^a	8400 m ^a
Longueur totale	15000 m	15000 m	15000 m
SURFACE DE TRANSITION			
Pente	14,3 %	14,3 %	14,3 %
SURFACE INTERIEURE DE TRANSITION			
Pente	40 %	33,3 %	33,3 %
SURFACE D'ATERRISSAGE INTERROMPU			
Longueur du bord intérieur	90 m	120 m	120 m
Distance au seuil	^b	1800 m ^c	1800 m ^c
Divergence (de part et d'autre)	10 %	10 %	10 %
Pente	4 %	3,33 %	3,33 %
SURFACE DE MONTEE AU DECOLLAGE			
	CODE 1	CODE 2	CODE 3 ou 4
Longueur du bord intérieur	60 m	80 m	180 m
Distance par rapport à l'extrémité de piste	30 m	60 m	60 m
Divergence (de part et d'autre)	10 %	10 %	12,5 %
Largeur finale	380 m	580 m	1200 m ou 1800m ^d
Longueur	1600 m	2500 m	15000 m
Pente	5 %	4 %	2 % ^e

^a. Longueur variable: la surface d'approche sera horizontale au-delà du plus élevé des deux points suivants
- point où le plan incliné à 2,5 % coupe un plan horizontale situé à 150 m au-dessus du seuil;
- point où ce même plan coupe le plan horizontale passant par le sommet de tout objet qui détermine la hauteur limite de franchissement d'obstacles.

^b. Distance à l'extrémité de la bande.

^c. Ou distance à l'extrémité de piste, si cette distance est plus courte.

^d. 1800 m lorsque la route prévue comporte des changements de cap de plu de 15° pour les vols effectués en conditions IMC ou VMC de nuit.

^e. Si aucun objet n'atteint le profil de 2 % de la surface de montée au décollage, il est recommandé de limiter la présence de nouveaux objets afin de protéger la surface existante dégagée d'obstacles ou une surface d'une pente de 1,6 %.

Pour une piste donnée, les spécifications en matière de limitation d'obstacles sont définies en fonction des opérations auxquelles cette piste est destinée, soit décollages ou atterrissages, et du type d'approche, et elles sont appliquées lorsqu'une telle opération est en cours. Lorsque les dites opérations sont exécutées dans les deux directions de la piste,

certaines surfaces peuvent devenir sans objet lorsqu'une autre située plus bas présente des exigences plus sévères.

- *Indicateurs visuels de pente d'approche*: l'indicateur visuel de pente d'approche est installé, que la piste soit ou non dotée d'autres aides visuelles ou d'aides non visuelles d'approche, lorsque la piste est utilisée par des avions à turboréacteurs ou autres avions qui exigent un guidage durant l'approche, ou lorsque le pilote d'un avion quelconque risque d'éprouver des difficultés pour évaluer son approche, ou encore quand il existe dans l'aire d'approche des objets qui peuvent constituer un danger grave si un avion descend au-dessous de l'axe normal de descente, surtout s'il n'y pas d'aide visuelle pour signaler ces objets. Remplissant au moins une de ces conditions, l'aéroport devra se prémunir des obstacles à la lisibilité des indicateurs visuels de pente d'approche en installant une surface de protection. Les indicateurs visuels de pente d'approche normalisés généralement utilisés seront soit le T-VASIS, l'AT-VASIS, le PAPI ou l'APAPI. Les caractéristiques de la surface de protection contre les obstacles correspondront à celles qui sont spécifiées dans le tableau 11. On trouvera en annexe 5, la disposition des quatre indicateurs de pente d'approche et les faisceaux lumineux et calage en site d'un système PAPI, utilisé sur les deux pistes de l'aéroport de Liège.

Tableau 11: Dimensions et pente de la surface de protection contre les obstacles pour les indicateurs de pente d'approche pour une piste aux instruments.

DIMENSIONS	CODE 1	CODE 2	CODE 3	CODE 4
Longueur du bord intérieur	150 m	150 m	300 m	300 m
Distance au seuil	60 m	60 m	60 m	60 m
Divergence (de chaque côté)	15 %	15 %	15 %	15 %
Longueur totale	7500 m	7500 m ^a	15000 m	15000 m
PENDE				
T-VASIS et l'AT-VASIS	-	1,9 °	1,9°	1,9°
PAPI	3°	3°	3°	3°
APAPI	3°	3°	-	-

^a. Il faut porter cette longueur à 15.000 m dans le cas d'un T-VASIS ou d'un AT-VASIS.

- *Dispositif lumineux d'approche de précision catégories II et III*: le dispositif sera constitué par une rangée de feux disposée dans le prolongement de l'axe de piste et s'étendant, si possible, sur une distance de 900 m à partir du seuil de piste. En outre, le dispositif comportera deux rangées de feux supplémentaires, d'une longueur de 270 m à partir du seuil, et de deux barres transversales, l'une située à 150 m et l'autre à 300 m du seuil. La longueur de 900 m est fondée sur la nécessité d'assurer un guidage pour l'exploitation dans les conditions de catégories I, II et III. Des dispositifs de longueur réduite peuvent permettre l'exploitation dans les conditions de catégories II et III, mais ils risquent d'imposer des limitations à l'exploitation de catégorie I.

Les feux de la ligne axiale seront espacés de 30 m. Les feux formant les barrettes latérales seront placés de chaque côté de la ligne axiale et leur espacement latéral sera de préférence de 18 m, égal à celui des feux de toucher des roues.

Deux barres transversales sont disposées à 150 m et 300 m du seuil des pistes. La barre transversale placée à 300 m du seuil de piste s'étendra jusqu'à 15 m de la ligne axiale. Des barres transversales supplémentaires sont à installer à 450 m, à 600 m et à 750 m du seuil lorsque au-delà des 300 m du seuil, on dispose dans la ligne axiale, des deux sources lumineuses sur les 300 m intermédiaires et de trois sources lumineuses sur les 300 premiers mètres. Ces barres transversales ne sont pas d'application au-delà de 300 m lorsqu'on insert uniquement une barrette semblable à celles qui sont utilisées sur les 300 derniers mètres.

Le dispositif sera situé aussi près que possible du plan horizontal passant par le seuil. Néanmoins, aucun objet autre qu'une antenne ILS ou MLS ne fera saillie au-dessus du plan des feux d'approche jusqu'à une distance de 60 m de la ligne axiale du dispositif.

- *Aires de sécurité d'extrémité de piste*: il est recommandé d'aménager une aire de sécurité d'extrémité de piste à chaque extrémité de bande de piste quand le chiffre de code est 3 ou 4, soit 1 ou 2 avec une piste aux instruments. Lorsqu'une aire de sécurité d'extrémité de piste existe, il faudrait envisager de lui donner une longueur suffisante pour que ses limites ne soient jamais dépassées dans les cas de dépassement de piste et d'atterrissages trop courts qui peuvent découler d'une combinaison de facteurs opérationnels défavorables correspondant à une probabilité raisonnable. Sur les pistes avec approche de précision, le radiophare d'alignement de piste ILS constitue normalement le premier obstacle qui se présente et l'aire de sécurité d'extrémité de piste devrait s'étendre jusqu'à cette installation. Il est recommandé qu'une aire de sécurité d'extrémité de piste s'étende à partir de l'extrémité d'une bande de piste sur une distance aussi grande que possible. Il est conseillé pour une piste de code 3 ou 4, d'avoir une aire de sécurité de 300 m (240 m + 60 m à la bande du seuil). Une distance de 90 mètres constitue le minimum admissible. De même, il est recommandé que la largeur d'une aire de sécurité d'extrémité de piste soit au moins égale au double de la largeur de la piste correspondante.

- *Accotements*: les accotements d'une piste ou d'un prolongement de piste devraient être aménagés ou construits de manière à réduire au minimum les risques courus par un avion qui s'écarte de la piste ou d'un prolongement d'arrêt. De même, ces dispositions visent à éviter les projections de pierres ou autres objets à l'intérieur des turbomachines. On recommande régulièrement pour une piste de catégorie 3 ou 4, d'avoir sur une distance d'au moins 75 m de part et d'autre de l'axe de piste, une aire nivelée. La partie peut s'étendre jusqu'à une distance de 105 m de l'axe; toutefois, cette distance est réduite graduellement à 75 m de l'axe aux deux extrémités de la bande, sur une longueur de 150 m à partir de chaque extrémité de piste.

- *Feux*: tout feu non aéronautique au sol qui est situé à proximité d'un aérodrome et qui risque d'être dangereux pour la sécurité des aéronefs sera éteint, masqué ou modifié de façon à supprimer la cause de ce danger. Il est dès lors recommandé que les feux non aéronautiques au sol qui, en raison de leur intensité, de leur configuration ou de leur couleur, risquent de prêter à confusion ou d'empêcher que les feux aéronautiques au sol ne soient interprétés clairement, soient éteints, masqués ou modifiés de façon à supprimer ces risques. Devraient faire l'objet d'une attention particulière tous les feux non aéronautiques au sol qui sont visibles de l'espace aérien et situés à l'intérieur des aires ci-après:

- piste aux instruments de code 1 et piste à vue: dans les aires d'approche;
- piste aux instruments de code 2 ou 3: aires analogues à celles spécifiées à la piste de code 4, sauf que la longueur devrait être d'au moins 3000 m;
- piste aux instruments de code 4 (cas des deux pistes à Liège-Bierset): dans les aires en amont du seuil et en aval de l'extrémité de la piste, sur une longueur d'au moins 4500 m à partir du seuil et de l'extrémité de piste, et sur une largeur de 750 m de part et d'autre du prolongement de l'axe de piste.

- *Balise DVOR-DME (Radiophare d'alignement omnidirectionnel VHF; DME= Dispositif de mesure de distance)*: la balise DVOR-DME est implantée à 952 m dans l'axe du seuil de la piste 23 L. Autour de cette balise, un plan de servitudes, délimité en quatre zones (A, B, C, D), définit les hauteurs de construction à respecter d'après les directives internationales appliquées par Belgocontrol (cf. annexe 6). Etant donné la complexité de ces servitudes, nous résumons les contraintes essentielles pour notre étude. Au sein de la zone A, d'un rayon de 250 m autour de la balise, les constructions de structure légère, d'antenne,

d'entrepôt de stockage de même que les arbres, ne peuvent dépasser le niveau du contrepoids²⁰ de la balise. La limite de construction des lignes aériennes électriques, des antennes émettrices d'ondes et des bâtiments est fixée à 2 m en dessous du contrepoids de la balise. La zone B, située entre 250 et 500 m, impose des contraintes similaires si ce n'est que la surface de limitation d'obstacles est ramenée à hauteur du contrepoids et que la surface n'est plus horizontale mais possède une pente de 1°.

En résumé, il est recommandé de ne pas autoriser, dans la mesure du possible, la présence d'un nouvel objet ou la surélévation d'un objet existant au-dessus des surfaces de limitation d'obstacles, à moins que, de l'avis de l'autorité compétente, l'objet ne se trouve défilé par un objet inamovible existant ou à moins qu'il ne soit établi, à la suite d'une étude aéronautique approfondie, que cette implantation ne compromette pas la sécurité de l'exploitation des avions ou qu'elle ne nuirait pas sensiblement à la régularité de cette exploitation.

VII.2.2.2 Contraintes ferroviaires

Les contraintes ferroviaires sont moins contraignantes que celles venant de l'aéronautique. Néanmoins, elles risquent d'altérer les conditions d'exploitation du terminal si elles ne sont pas suivies à la lettre. Ainsi, il est conseillé de respecter une distance rectiligne d'au moins 10 m avant chaque aiguillage. De plus, une courbure des voies trop accentuée réduit fortement la vitesse des trains. Si les trains se suivent de près, la vitesse réduite entraîne un ralentissement des convois suivants. Cette réaction en chaîne diminue les performances d'accessibilité du terminal. Enfin, la succession d'aiguillages réduirait également la vitesse d'accès des trains au terminal.

VII.2.3 PHYSIONOMIE DE LA PLATE-FORME

Il est extrêmement difficile de définir les caractéristiques de la plate-forme (longueur, largeur, dispositifs de chargement ou déchargement, etc.). Ces décisions structurelles et opérationnelles dépendent de multiples facteurs, qui sont encore mal connus actuellement. Les rares études connues que nous avons pu consulter, ne traitent pour la plupart, pas de ce sujet ou du moins, pas en terme d'implantation physique. Seuls les aéroports de Schiphol et de Francfort ont déjà imaginé différentes alternatives d'implantation et de fonctionnement d'un tel terminal.

Nous nous efforcerons, dans notre cas, de ne retirer que les hypothèses les plus vraisemblables et de ne prendre en compte que les contraintes propres au lieu d'implantation choisi, en vue d'esquisser un aperçu du terminal et de son environnement. La carte 1 représente la cartographie du site et de son environnement.

La principale difficulté résidait dans la méconnaissance des orientations d'extensions des infrastructures qui nous environnaient. Ainsi, jusqu'il y a peu, on ignorait complètement l'emplacement de la prolongation de la plate-forme de Liège Logistics, son raccordement ainsi que l'allongement de piste de l'aéroport. Ces inconnues nous avaient amené précédemment, aux cours d'une réunion avec certaines autorités locales, à envisager une toute autre plate-forme.

Aujourd'hui, le brouillard et la confusion sur cet espace tendent à se dissiper. Le raccordement de la plate-forme rail/route est placé et l'allongement de piste sera réalisé sur la piste principale du côté de la 23L, à concurrence de 413 m pour atteindre finalement 3700 m.

²⁰ Contrepoids: surface métallique d'un diamètre de 30 m implantée à 3 m, 5 m ou 7 m au-dessus du sol. Dans le cas de la balise DVOR-DME de Liège-Bierset, le contrepoids se situe à 7 m au-dessus du sol.

Malgré cette levée d'incertitudes, il s'est greffé sur le nouveau raccordement ferroviaire et sur l'allongement de piste, une série d'interrogations. Ainsi, en raison de l'allongement de la piste principale vers le Nord-Est, la N637 qui relie Hannut à Liège va être coupée. De plus, pour pouvoir profiter de toute la longueur de piste au décollage, il faudra accéder à cette extrémité de piste via un nouveau taxiway qui coupera également la N637. Actuellement, deux alternatives sont à l'étude. La première concerne l'enterrement de la N637 sous le nouveau taxiway et sous le prolongement de piste. La deuxième alternative concerne le contournement de cette extension de piste via la route au Nord de la N637 passant devant la caserne Decubber, entraînant la fermeture de la N637 entre le giratoire de la sortie 2 de l'E42 et le giratoire du lieu-dit "Au Duc" à Bierset. Le raccordement ferroviaire situé à l'extrémité Ouest de notre zone occasionne une consommation d'espace supplémentaire. Ce dernier va entraîner le recul vers le Sud, de la voirie qui longera les voies et qui reliera le parc d'activités existant à la future extension du parc de Liège Logistics, au Nord des lignes ferroviaires sur la commune d'Awans, via un tunnel sous les voies ferrées.

Les contraintes techniques et les effets de ces extensions nous ont amené à revoir notre copie. Si au départ, on avait opté pour un terminal multifonctionnel pouvant accueillir aussi bien des trains conventionnels entiers (600 m), comme à Liège-logistics, que des trains à grande vitesse et à vitesse élevée (TVE) pour du fret express, nous nous sommes rendus compte que la longueur nécessaire pour de telles opérations n'était pas disponible. En fait, il aurait fallu disposer d'au moins 1 km, pour réaliser ce projet en tenant compte des aiguillages, des raccordements et du tiroir pour remettre les locomotives en tête du convoi.

En réalité, nous disposons d'une section rectiligne d'environ 600 mètres sur une centaine de mètres de largeur. A partir du raccordement sur la ligne menant à la plate-forme de transbordement de Liège Logistics, la longueur maximale ne dépasse pas les 800 m.

L'ensemble de ces contraintes nous a amené à concevoir une plate-forme à 3 voies. La voie centrale débouchant sur une voie en tiroir, permettrait d'accueillir des trains allant jusque 500 m, tandis que les deux voies extérieures auraient une longueur suffisante pour accueillir une double rame d'un matériel à grande vitesse, soit 400 m. Un faisceau à trois voies présente l'avantage de pouvoir disposer de deux voies de travail et d'une voie d'évolution des locomotives pour remise en tête si on accueille des trains TVE unidirectionnels. La manutention classique des marchandises, du type conteneur, nécessite normalement un dégagement de 15 à 25 m par voie ou de 20 à 30 m pour le traitement de deux voies. Extrapolée à notre plate-forme, sans compter une éventuelle zone de stockage, la largeur de la plate-forme devrait atteindre au moins, la soixantaine de mètres. Pour les dispositifs de chargement envisagés au point VI.4.5., le dégagement sur un côté de la voie requiert à peine 10 m de large. Si l'on souhaite coupler l'activité intermodale air/rail/route et rail/route, il est presque certain qu'un côté de chaque voie devra être équipé pour charger et décharger les conteneurs aériens et l'autre côté pour la manipulation de conteneurs ou caisses mobiles classiques. Une deuxième solution serait d'envisager deux voies centrales mitoyennes aménagées pour accueillir des trains classiques et deux voies extérieures à une vingtaine de mètres des voies centrales pour recevoir des MGV. A ce moment, les deux voies latérales pourraient être équipées de part et d'autre d'un des dispositifs cités au point VI.4.5. La largeur de la dalle supportant ces installations serait dans ce cas de figure, aux alentours des 90 m, toujours en excluant un éventuel stockage des marchandises.

Des renseignements pris auprès des administrations et publications aéronautiques, il ressort que les surfaces d'obstacles limitent la hauteur des constructions en moyenne à 10-12 m dans la partie orientale du terminal et en moyenne à 20 m dans la partie occidentale.

Nous envisageons l'accessibilité ferrée de la plate-forme de la manière suivante:

- les trains en provenance de l'Allemagne continuent vers l'ancienne gare de formation de Voroux-Goreux²¹, située à moins de 2 km à l'Ouest de la zone, où s'opère un retournement de la rame par simple intervertissement de fonction des locomotives de tête et de queue. Après cette opération, le train réemprunte la ligne classique vers Liège pour rejoindre le terminal via le raccordement amenant à la plate-forme multimodale de Liège Logistics;
- les trains venant de Bruxelles, empruntent la ligne nouvelle jusqu'à Bierset, où la LGV jouxte la ligne classique. Dès que cette jonction entre les deux lignes est opérée, le train quitte sa voie à grande vitesse pour croiser la voie à grande vitesse Liège-Bruxelles, ensuite Bruxelles-Liège et Liège-Bruxelles sur la ligne classique, pour enfin déboucher sur l'aiguillage amenant aux terminaux multimodaux;
- venant de la plate-forme de transbordement, les opérations de renvois des trains sont identiques aux deux précédentes, étant donné que le terminal est une gare en cul-de-sac.

Cette exploitation, qui n'est sans nul doute pas l'optimum qu'on puisse espérer pour gérer une plate-forme de transbordement est néanmoins la seule à envisager dans un tel contexte. Si un accès direct dans les deux sens est jugé indispensable, la seule alternative est de placer le terminal trimodal en zone VII (cf. étude du LEPUR/GUIDE sur l'aéroport de Liège-Bierset), au Nord des voies, avec un accès direct à la ligne à grande vitesse. Il en résulterait cependant une perte de terrain pour les extensions de Liège Logistics, non compensable ailleurs en raison des contraintes aéronautiques. Par ailleurs, le brouettage des marchandises entre l'aéroport et le terminal serait plus long, et il faudrait organiser un usage partagé du terminal sous voies.

Une solution partielle consisterait à la création d'un raccordement entre la LGV et la ligne classique à Waremme. A cet endroit, les deux lignes se croisent le long de l'autoroute E40. Cet aménagement permettrait aux trains à grande vitesse venant de Bruxelles et s'arrêtant à Liège-Bierset, de ne pas ralentir le trafic sur la LGV, en empruntant la ligne classique dès Waremme jusqu'à la plate-forme.

Dans le continuum de cette étude, d'autres contraintes devront être prises en considération pour évaluer la faisabilité de cette installation comme le charroi des camions, un éclairage de la plate-forme n'altérant pas la visibilité et l'interprétation des feux aéronautiques, le fait d'éviter d'utiliser les fréquences similaires à celles utilisées par les instruments d'aide à la navigation, une étude d'incidences pour mesurer l'impact sur l'environnement naturel et humain (ex: proximité du village de Bierset); etc.

²¹ Cette ancienne gare de formation sert actuellement comme base de travaux pour la construction de la ligne à grande vitesse entre Louvain et la frontière allemande (fin prévue vers 2005).

CONCLUSION

Ce vaste projet s'inscrit dans un cadre beaucoup plus large que cette étude, puisque d'autres acteurs européens se penchent sur des idées similaires. La décision de mettre en marche ce nouveau concept de maillon de transport ne nous appartient pas. Il est toutefois important, pour nous, de privilégier la réservation des terrains susceptibles d'accueillir une telle plate-forme. Il serait dommageable de laisser construire à cet endroit, une toute autre infrastructure. Cette dernière pouvant hypothéquer totalement le projet.

La mise en place de liaisons ferroviaires remplaçant partiellement le fret aérien présente deux avantages pour le secteur du fret aérien: son coût est plus faible (massification des flux, coût de l'énergie,...) et il représente une alternative en vue des nombreuses restrictions qui visent les avions telles que la saturation des aéroports ou les interdictions de mouvements. De plus, nous avons devant nous, l'opportunité de répartir une partie du trafic aérien sur un mode plus respectueux de l'environnement (pollution, bruit, etc.) et donc de notre santé.

Sur base du potentiel de marché entre les grands centres aéroportuaires européens de fret, sur la conception et l'exploitation de l'activité des intégrateurs et sur les temps de parcours disponibles à l'avenir avec les infrastructures à grande vitesse, nous avons pu extraire un axe pilote pour l'acheminement de marchandises sous documents aériens dans les trains. L'axe pilote Francfort-Cologne-Liège-Bruxelles-Paris proposera, dès 2005, des temps de parcours tout à fait exceptionnels.

Pour desservir sur l'axe pilote, dans des fenêtres de temps acceptables, les intégrateurs et les autres opérateurs de fret express, il faudra disposer d'un matériel pouvant circuler à une vitesse commerciale d'au moins 200 km/h dans le cas de mauvaises connexions avec la ligne à grande vitesse et l'aéroport. Pour les villes en périphéries, une vitesse commerciale de 200 km/h est le minimum admissible dans le cas d'une connexion optimale.

Actuellement, seuls les trains à grande vitesse passagers peuvent dépasser de telles vitesses. Le temps gagné à ces vitesses ne peut être perdu en bout de parcours, au niveau de l'accessibilité et de l'exploitation de la plate-forme et du complexe aéroportuaire. Dès lors, il faudra privilégier une liaison *on line et on airport*. Le transbordement se doit également d'être très performant. Les unités de chargement étant différentes en aérien et en routier, il sera nécessaire d'adapter les portes des wagons aux dimensions des conteneurs et palettes aériennes. Pour perdre le minimum de temps au chargement/déchargement, le transbordement exigera une procédure novatrice, nécessitant encore des développements.

Finalement, pour voir se réaliser ce projet, on devra surpasser de nombreux obstacles tant liés au matériel employé, qu'à la gestion des rames. De plus, des études de faisabilité technique concernant notamment les embranchements ferroviaires, l'organisation de la gare et la prise en compte des contraintes aéronautiques devront compléter cette première étude. Dans le cadre d'une implantation à proximité de l'aéroport liégeois, le pouvoir politique, administratif et privé devront s'allier dans les prochaines années pour que ce projet ne soit pas galvaudé par une extension du parc de Liège Logistics ou par un plan masse aéroportuaire unimodal.

BIBLIOGRAPHIE

AIR FRANCE CARGO (1998); *Unités de chargement utilisées par la compagnie Air France*; extrait d'un CD-ROM d'Air France Cargo.

ANONYME (1997); *Des 40100 en tête d'un train de courrier express !*; Le Train; revue mensuel; n°2/97.

ANONYME (1997); *Les integrators bousculent l'échiquier européen*; Liaisons Transports Logistique; revue; mensuel; France; n°32-avril 1997; pp.47-56.

ANONYME (1999); *Le fret aérien pratique*; édit. Pratic Magazine Export, magazine pour le commerce international et le transport; Marseille; France; 200p.

BARKHAUSEN D., JAHNCKE R., MUR T., SAUERBREY U. (1998); *The European Network for Air Cargo by Rail*; Transcare Gmbh; project for Flughafen Frankfurt Main AG and Amsterdam Airport Schiphol; janvier 1998; 66p.

CHARLIER J. (2000); *La Belgique à l'heure de la grande vitesse ferroviaire*; Les Cahiers de l'Urbanisme; périodique; publ. Région wallonne; n°24; pp.36-48.

DB AG (1998); *DEUFRAKO*; SNCF - traduction française de la DB AG Forschungs und Technologiezentrum; Paris; annexe 0; 70p.

FIRPO P., RIMASSA L., TRIPODORO V. (1999); *Report on Freight Dependability Definition, Part 1 of 2, deliverable D5*; High Speed Freight on the European High Speed Railway Network; Project co-funded by the European Commission under the Transport RTD Programme of the IV Framework Programme; project co-ordinator: ITALFERR spa; Italie; 47p.

FRACCHIA M., GIULIARI M. (1999); *Report on Freight Dependability Definition, Part 2 of 2, deliverable D5*; High Speed Freight on the European High Speed Railway Network; Project co-funded by the European Commission under the Transport RTD Programme of the IV Framework Programme; project co-ordinator: ITALFERR spa; Italie; 20p.

ITALFERR (1997); *HISPEEDMIX PROJECT: General Quality Plan, deliverable D1*; High Speed Freight on the European High Speed Railway Network; Project co-funded by the European Commission under the Transport RTD Programme of the IV Framework Programme; project co-ordinator: ITALFERR spa; Italie; 30p.

ITALFERR (1998); *HISPEEDMIX PROJECT: The Booklet of Customers Specification for High Speed Market Segments, deliverable D2*; High Speed Freight on the European High Speed Railway Network; Project co-funded by the European Commission under the Transport RTD Programme of the IV Framework Programme; project co-ordinator: ITALFERR spa; Italie; 36p.

ITALFERR (1999); *HISPEEDMIX PROJECT: Operating time bands, number of trains per segment and time tables for point to point and hub operations for the high speed market segment on the European High Speed Rail Network, deliverable D3*; High Speed Freight on the European High Speed Railway Network; Project co-funded by the European Commission under the Transport RTD Programme of the IV Framework Programme; project co-ordinator: ITALFERR spa; Italie; 41p.

ITALFERR (1999); *HISPEEDMIX PROJECT: Final Report on the Technological Constraints, Part 1, deliverable D6*; High Speed Freight on the European High Speed Railway Network; Project co-funded

by the European Commission under the Transport RTD Programme of the IV Framework Programme; project co-ordinator: ITALFERR spa; Italie; 147p.

ITALFERR (1999); *HISPEEDMIX PROJECT: Final Report on the Technological Constraints, Part 2, deliverable D6*; High Speed Freight on the European High Speed Railway Network; Project co-funded by the European Commission under the Transport RTD Programme of the IV Framework Programme; project co-ordinator: ITALFERR spa; Italie; 127p.

MILLOUR B., HADCHOUEL D. (1999); *AFTEI Work Paper 5. High Speed Train Freight*; Air Freight Transport and European Intermodality Project; WP05 Case Studies; Aéroports de Paris; Paris; 58p.

MULLER A., SAUERBREY U., TJALMA J. (2000); *Stichting initiatiefgroep het ondergronds logistiek systeem (OLS) Aalsmeer, Schiphol, Hoofddorp ten behoeve van initiatiefgroep internationale rail distributie*; Transcare B.V.; Delft; janvier 2000; 59p.

NAVARRE D. (1999); *Le développement de la grande vitesse ferroviaire en Europe: Concurrence ou complémentarité avec le transport aérien*; éd. IAURIF; Paris; France; 26p.

NWMA (2000); *The High Speed Train at High Speed*; Framework and Action program of the International Network of High Speed Train Urban Regions; North Western Metropolitan Area; brochure; 64p.

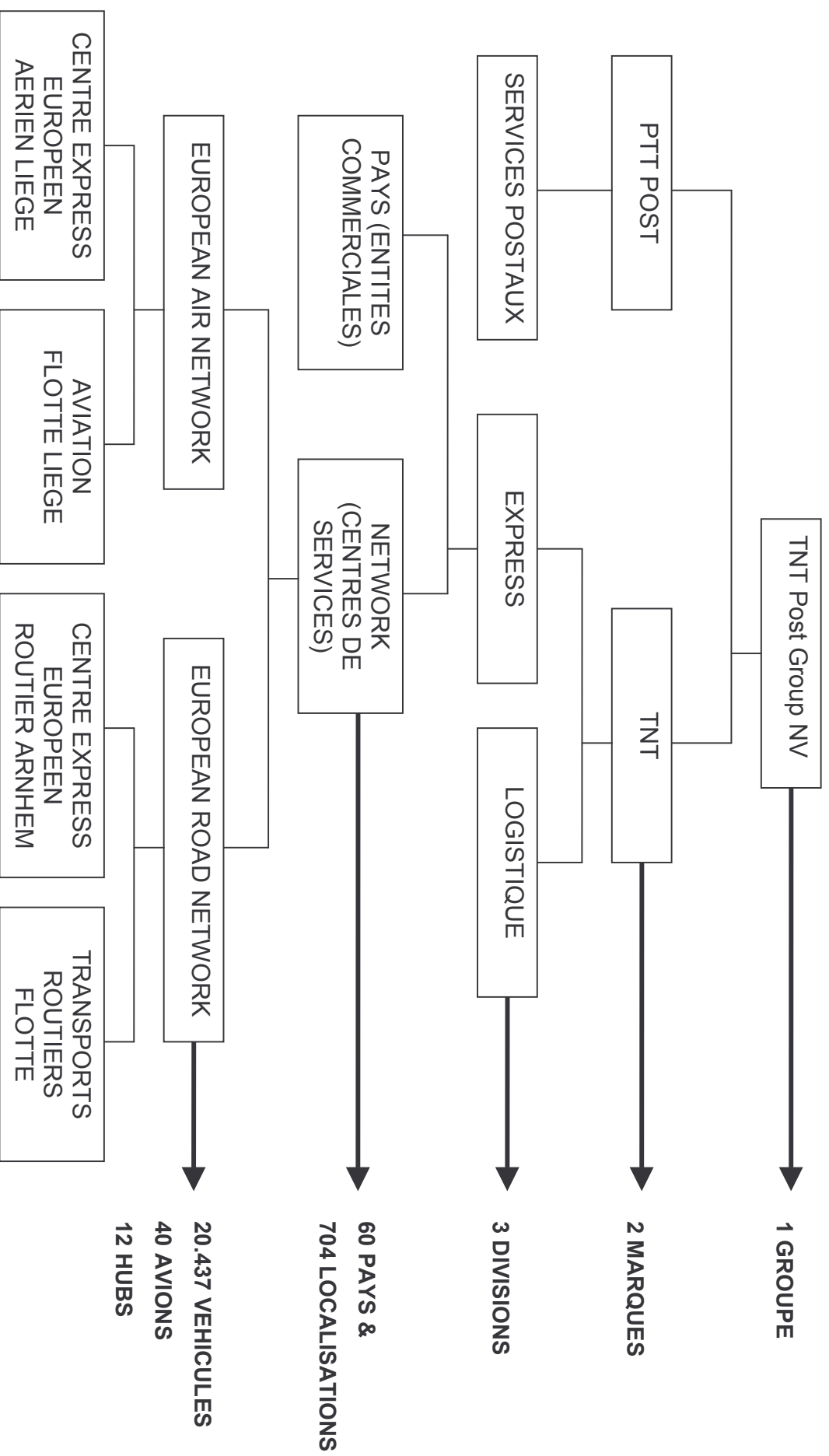
OACI (1995); *Annexe 14 à la convention relative à l'aviation civile internationale: vol. 1 Conception et exploitation technique des aérodromes*; Organisation de l'Aviation Civile Internationale; deuxième édition; Montréal; Canada; 179p.

TNT Airways s.a. (2000); *Audition Publique sur la problématique des aéroports régionaux en Wallonie*; présenté à la Commission de l'Economie, des PME, du Commerce et du Tourisme; Parlement wallon; Namur; 29/03/00; 30p.

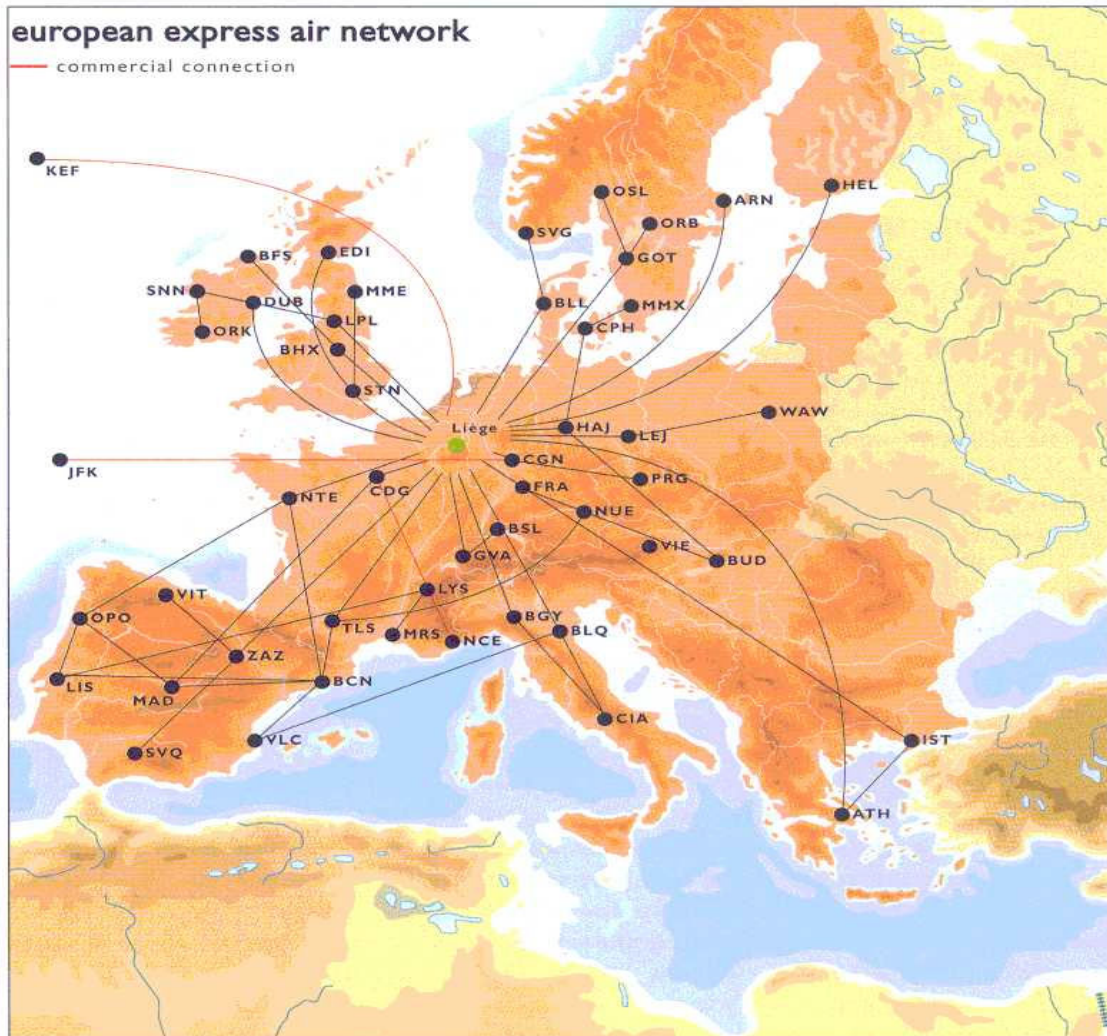
TPG (1999); *annual report of TPG "TNT Post Group N.V."*; Amsterdam; Pays-Bas; 88p.

VANDENDRIS F. (1995); *Etude d'attractivité du TGV dans le transport de fret express*; mémoire de licencié en Science Economique; Université de Liège; 56p.

Annexe 1 : Organigramme de la structure du Groupe TNT Post Group N.V. (TPG)



Annexe 2: Réseau aérien européen de TNT en 1998

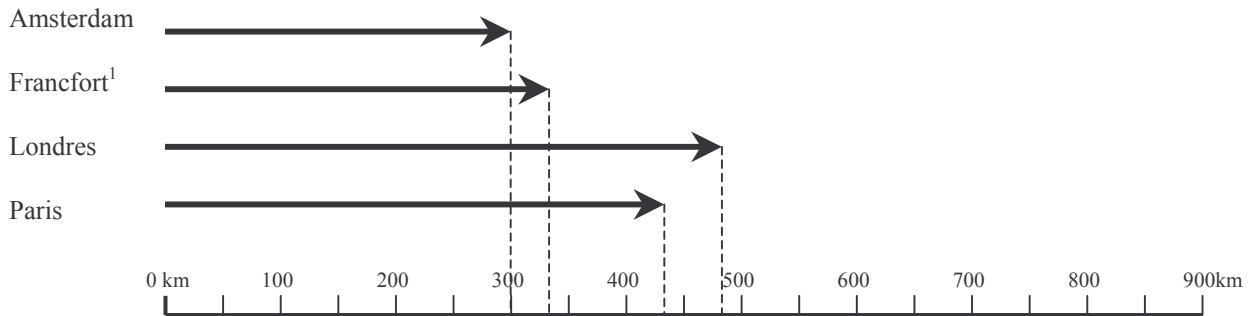


Source: TNT Post Group, 1998, *Annual Report*

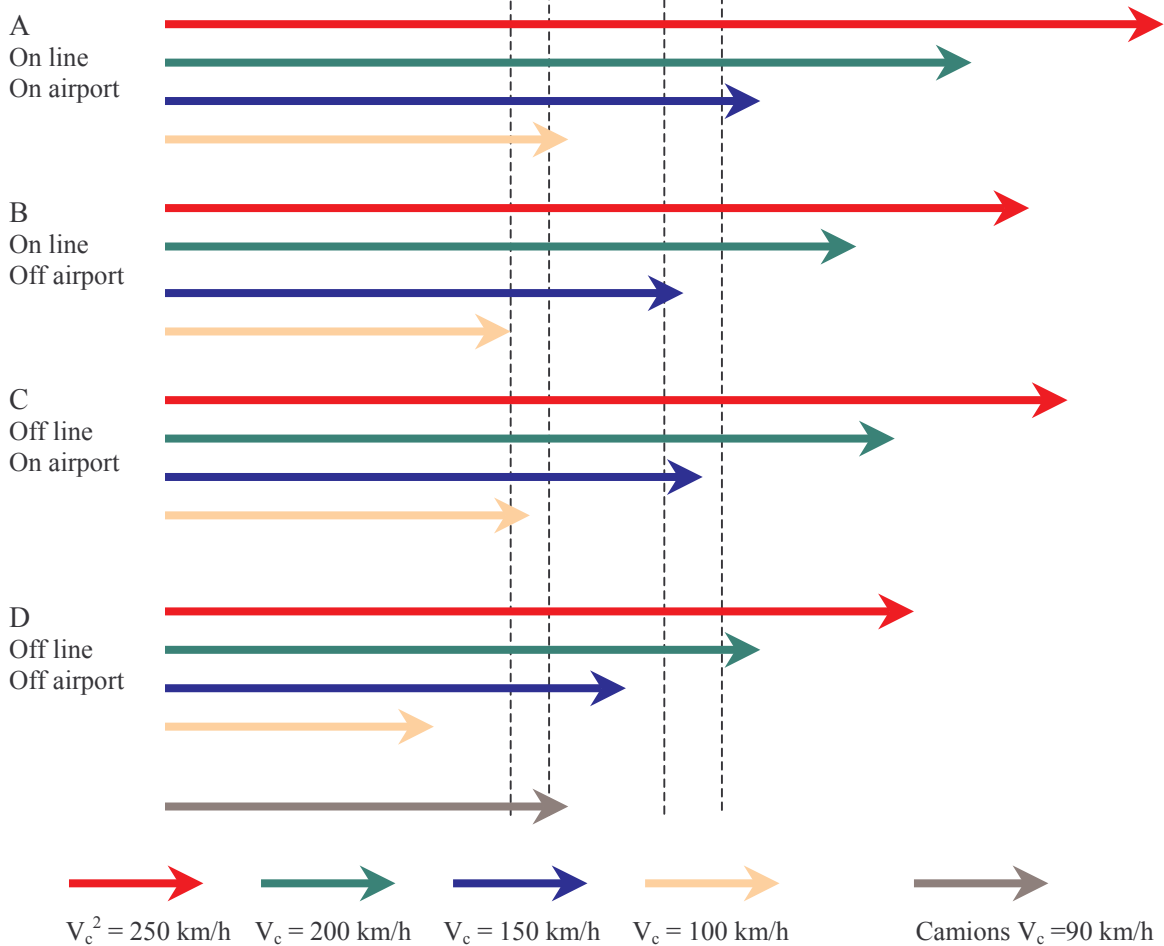
Annexe 3: Distances pouvant être parcourues durant la fenêtre de temps résiduelle, selon l'emplacement du terminal

AU DEPART DE LIEGE

Distances spécifiques en relation avec Liège



Distances envisageables pour chaque vitesse

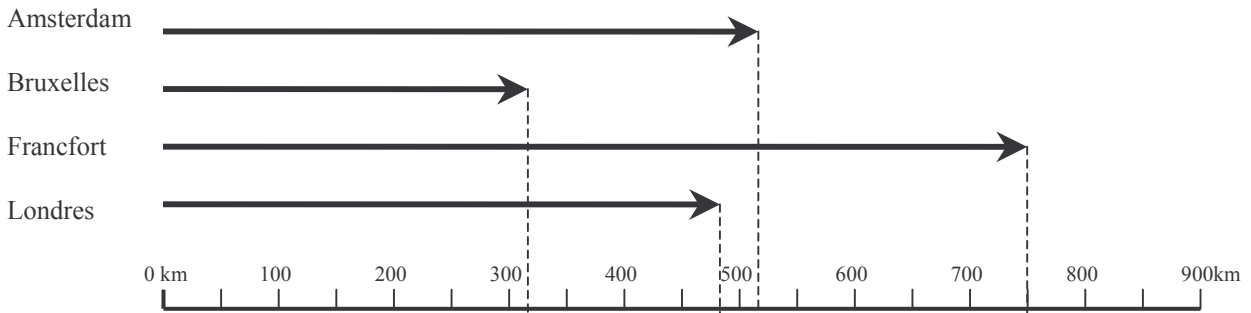


¹ Pour cette branche, on a considéré la liaison passant par Bruxelles et non la liaison programmée passant par l'Est de la France

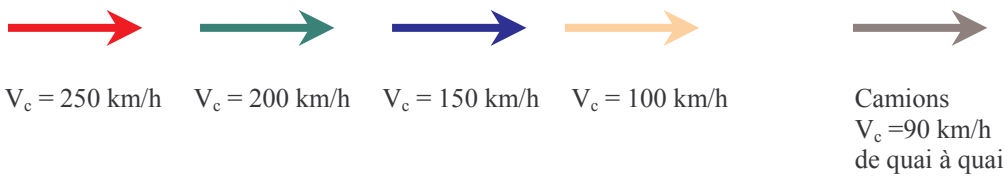
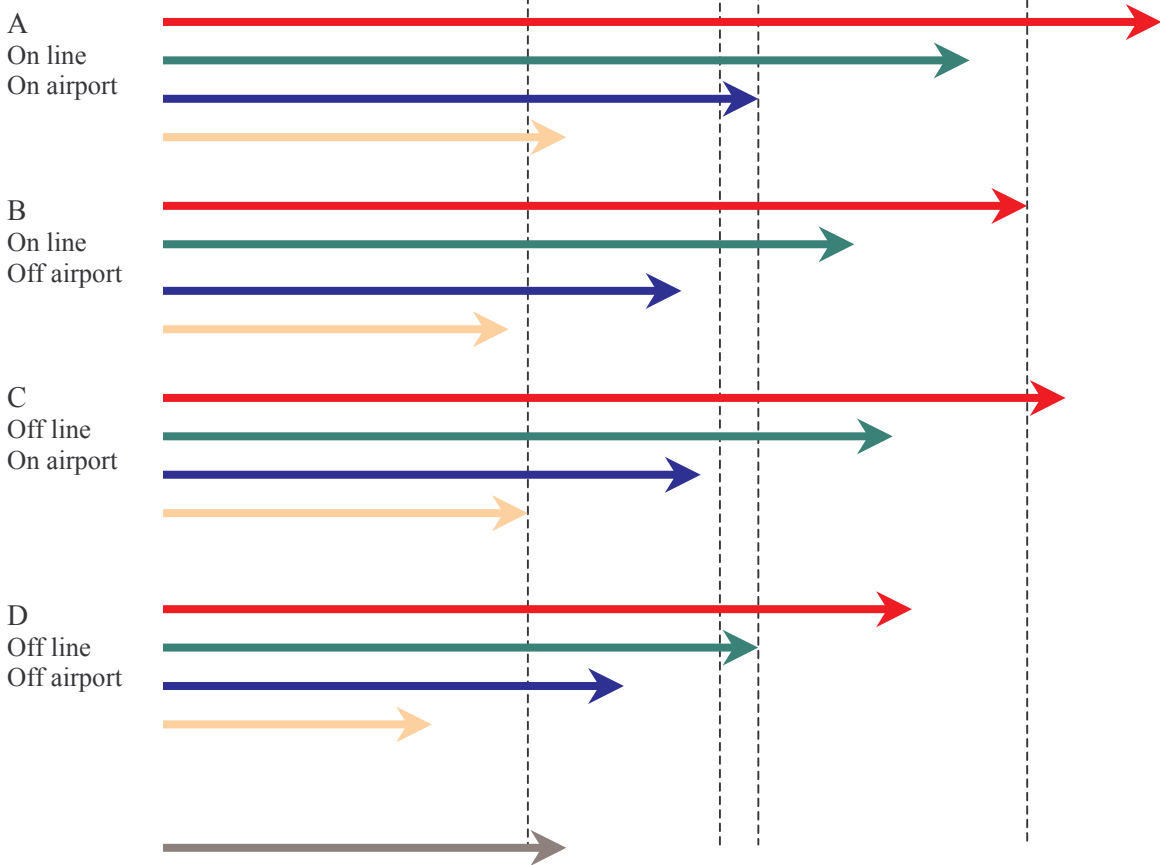
² V_c : vitesse commerciale

AU DEPART DE PARIS

Distances spécifiques en relation avec Paris



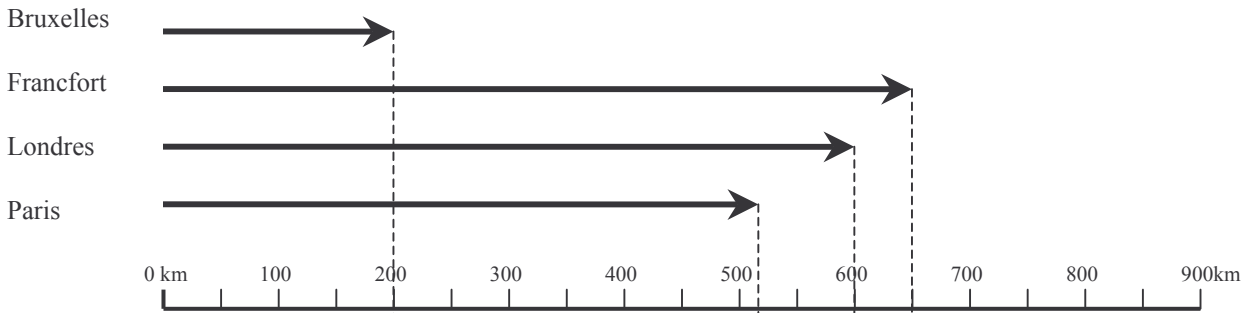
Distances envisageables pour chaque vitesse



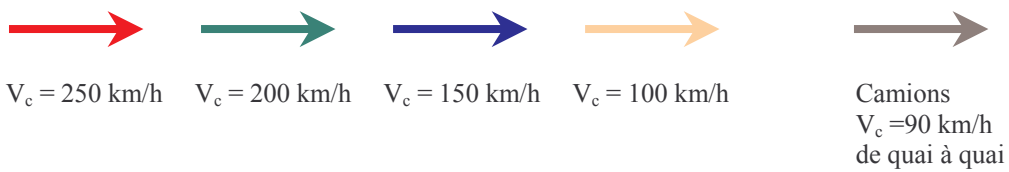
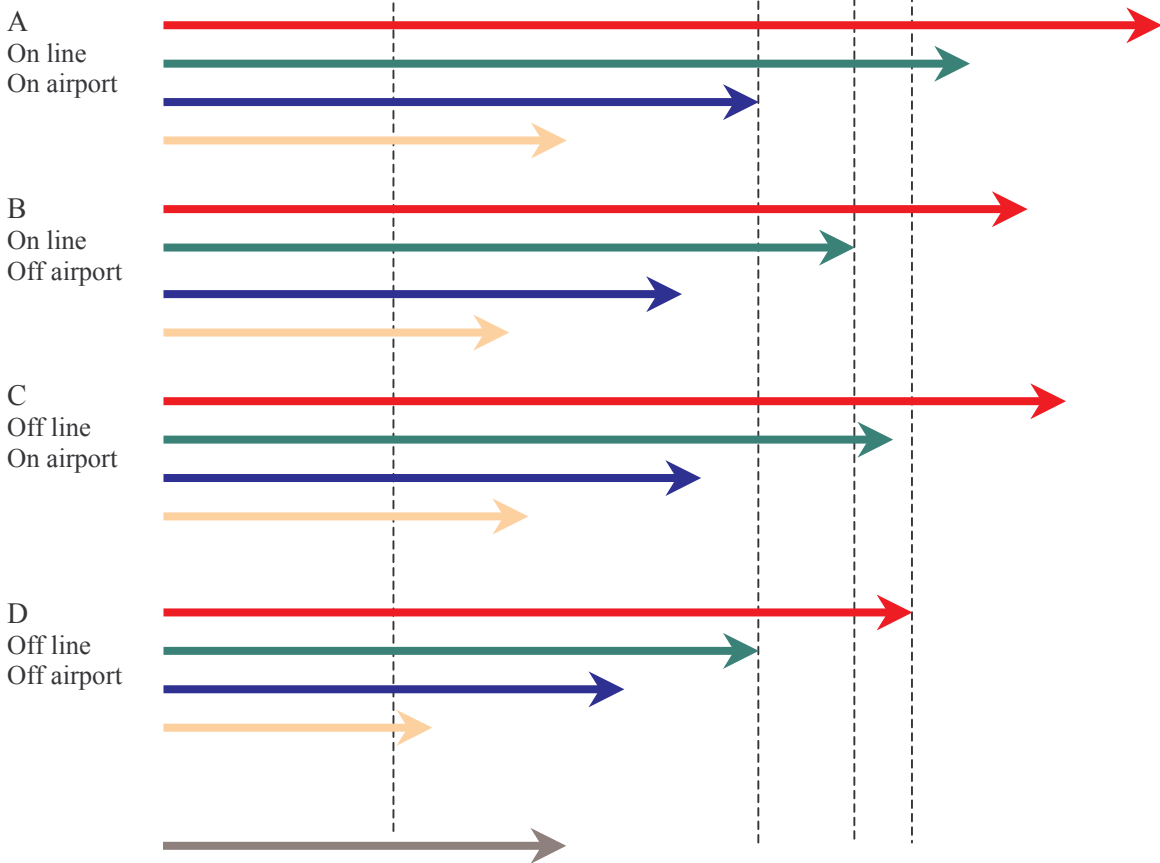
V_c : vitesse commerciale

AU DEPART D'AMSTERDAM

Distances spécifiques en relation avec Amsterdam

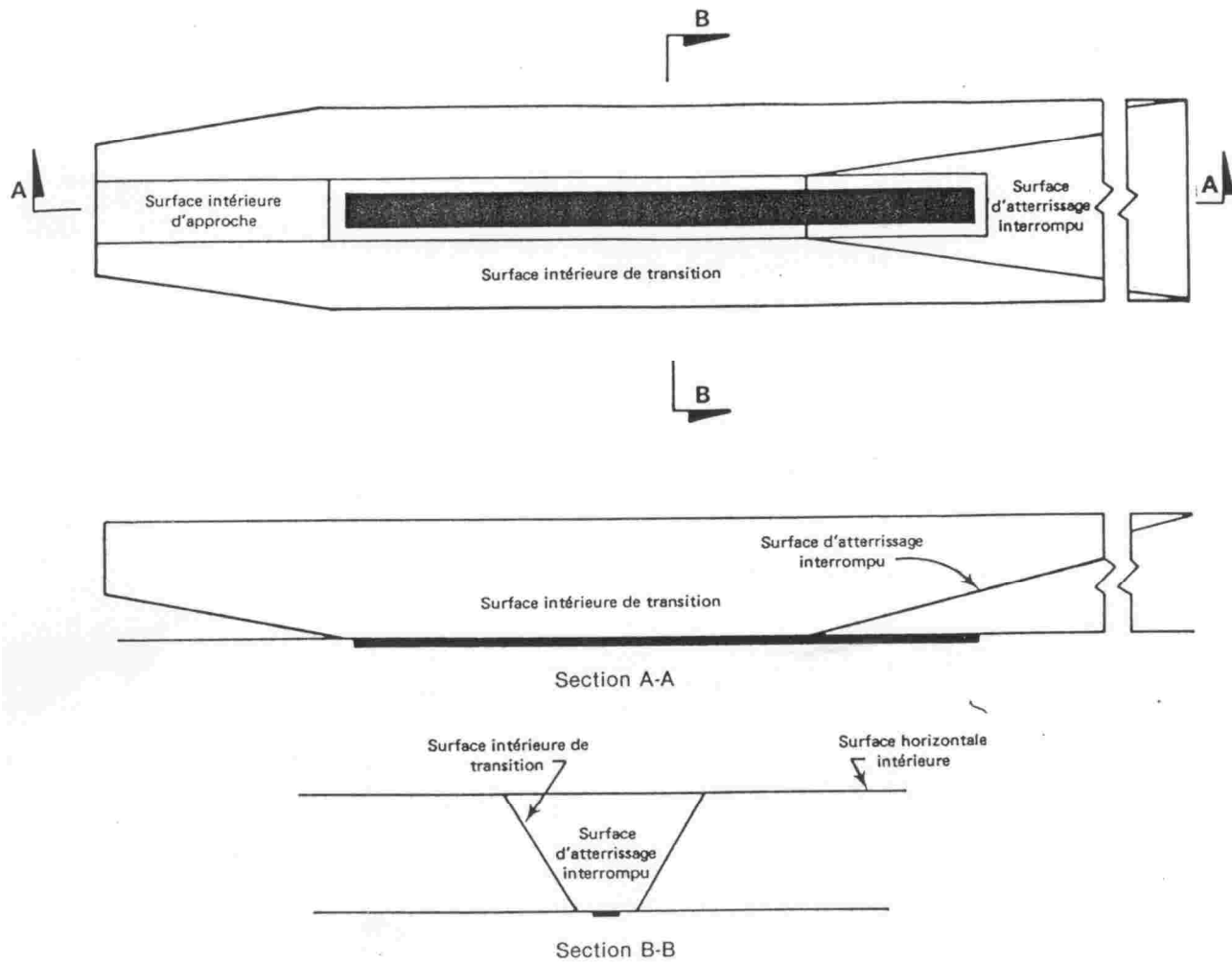


Distances envisageables pour chaque vitesse



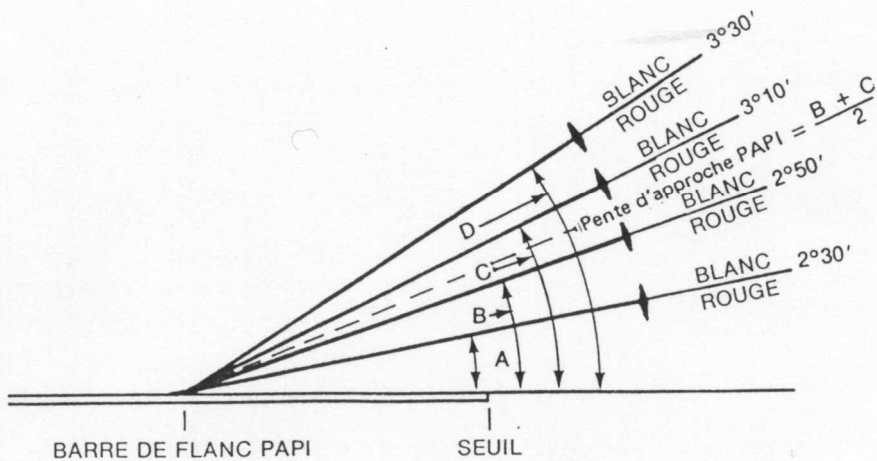
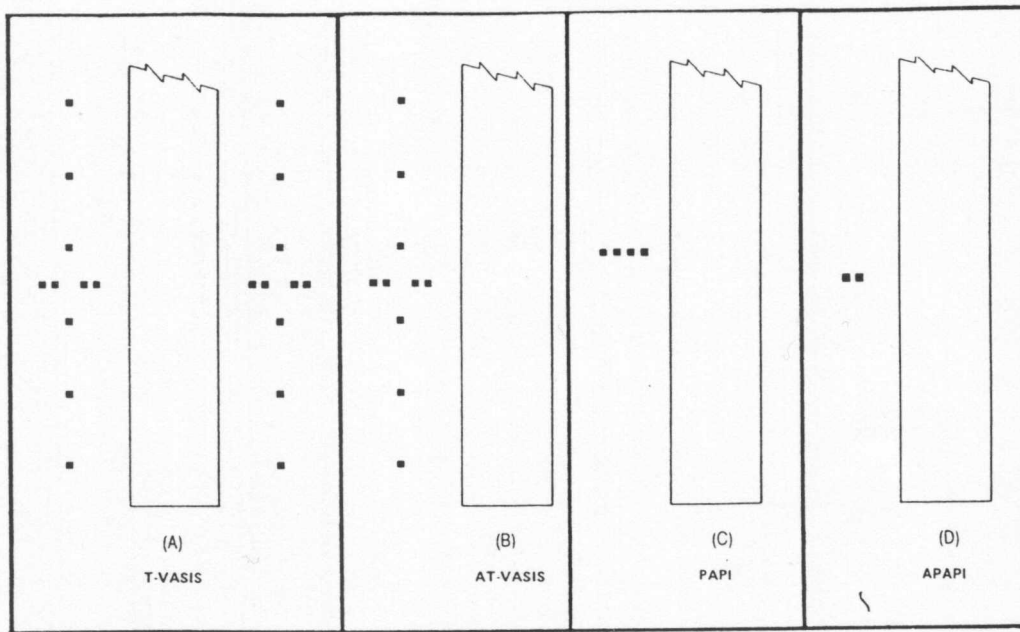
V_c : vitesse commerciale

Annexe 4: Surfaces de limitation d'obstacles



Source: OACI, 1995: Annexe 14 à la Convention relative à l'aviation civile internationale; Volume 1; Conception et exploitation technique des aérodrômes.

Annexe 5: Indicateurs visuels de pente d'approche et la barre de flanc PAPI (utilisé à Liège)

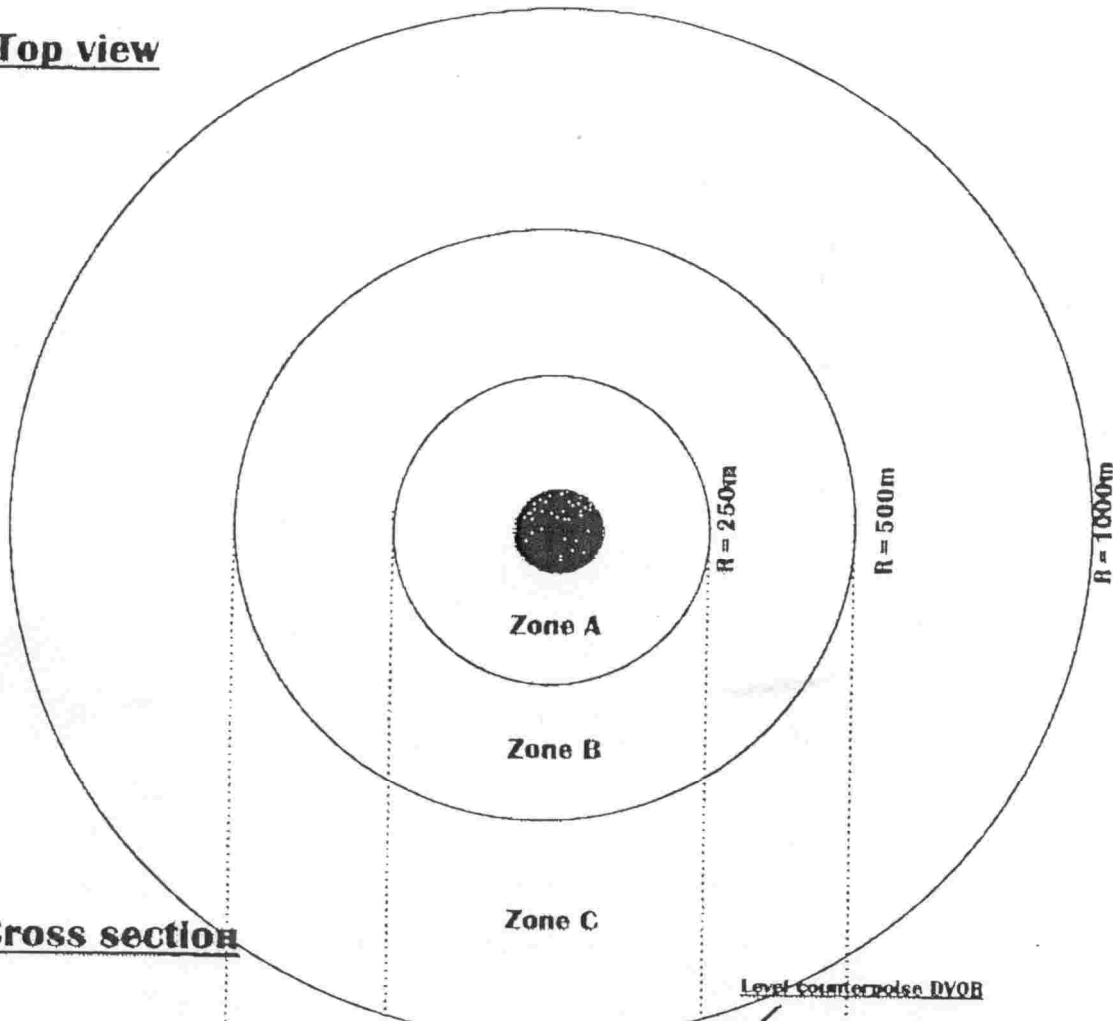


La hauteur des yeux du pilote au-dessus de l'antenne d'alignement de descente ILS/MLS de l'aéronef varie avec le type de l'avion et l'assiette en approche. La mise en harmonie du signal PAPI et de l'alignement de descente ILS ou de l'alignement de descente minimal MLS jusqu'en un point plus rapproché du seuil peut être obtenue en portant de 20' à 30' l'ouverture du secteur de descente. Dans le cas d'une pente de descente de 3°, les angles de calage seraient alors de 2°25', 2°45', 3°15' et 3°35'.

A — PAPI À 3° DE PENTE

DVOR servitudes

Top view



Cross section

