

Chapitre 2

Le transport

Les transports

le transport est un *maillon indispensable de la chaîne logistique puisqu'il assure la liaison entre les différents niveaux de la chaîne* (fournisseurs-usines, inter-usines, usines-entrepôts , entrepôts-clients).

Les différents *modes de transport qui peuvent être envisagés* : **route, fer, voies navigables, mer** et **air**. Se posera en particulier pour l'entreprise, le *choix du mode*. *Pour les transports terrestres, on devrait évaluer l'intérêt d'aménager, par exemple, un raccordement au réseau de chemin de fer comme alternative au tout camion.*

Les modes de transport

- le transport routier (par camion);
- le chemin de fer;
- la voie navigable.

La route

Le transport routier de marchandises est le principal mode de transport et il représente une part majoritaire des tonnes-kilomètres produites, compte tenu de sa flexibilité et sa compétitivité, surtout pour des distances moyennes faibles. Les autres modes sont en effet désavantageux par les coûts de ruptures de charge qu'ils entraînent en général, mais ils offrent des coûts plus faibles sur des axes massifs. Ainsi, à moins de 50 Km, la part modale du transport routier est presque totale (96,8 %). A plus de 300 Km, elle reste encore nettement majoritaire (66,3 %).

Le Livre blanc de 2001 signale que la route représente 44 % du transport de marchandises dans l'Union Européenne en 1989, contre 41 % à la navigation maritime à courte distance, 8 % au rail et 4 % à la voie fluviale.

Le type de chargement des camions représente également un aspect important dans l'organisation du transport routier. Deux types sont utilisés et qui sont :

- *Le chargement complet ou le transport à charge entière* : Connu en terminologie anglaise par *TL (TruckLoad)*, il est effectué par un véhicule allant d'un point à un autre avec un seul envoi. On parle aussi de *transport de lot* et il représente environ deux tiers du volume du transport routier de marchandises exprimé en tonnes-kilomètres. Son objectif consiste à la recherche d'un meilleur remplissage des véhicules ;
- *Le chargement partiel ou le chargement de lots brisés ou LTL (Less-than-TruckLoad)* : Il est effectué par un véhicule qui prend plusieurs envois depuis et/ou à destinations de lieux différents. On parle aussi de *la messagerie*. Les envois sont de moins de 3 tonnes et sont constitués de colis de deux dimensions : monocolis ou multicolis ;

- La messagerie *monocolis* s'applique à un colis, d'un poids limité à une trentaine de Kg, son tarif est assez économique (moins de 4 € par colis) et ses dimensions sont en général calibrées ;
- La messagerie *multicolis* est segmentée, selon le délai de livraison, en trois types de messageries :
 - ◆ La messagerie *express* consiste en un enlèvement de l'envoi (un ou plusieurs colis) avant 18 heures pour une livraison le lendemain avant 10 heures ou 12 heures, avec des délais garantis, une remontée d'informations et un suivi des livraisons. Le poids moyen est de 29 kg et le prix moyen de l'ordre de 80 c€/kg ;
 - ◆ La messagerie *traditionnelle* conduit à des délais de livraison qui dépassent 24 heures. Le poids moyen est de 102 kg et le prix moyen est de 25 c€/kg ;
 - ◆ La messagerie *rapide*, où l'enlèvement d'un envoi avant 18 heures conduit à une livraison le lendemain avant 18 heures. Ce type de messagerie peut être, selon les cas, intégré à la messagerie express ou traditionnelle.

A cette segmentation de la messagerie selon le délai de livraison, s'ajoute une dimension internationale ou nationale.

En 1989, la part du fret ferroviaire en tonnes-kilomètres est de 8 % en Europe contre 40 % aux USA. En terme de coût, le transport par rail est de moins en moins cher et il a le potentiel de croissance le plus prometteur sur les grandes distances.

L'acheminement de fret par rail se fait selon trois systèmes :

- **Les trains entiers** : Dans cette catégorie, on distingue :

- *Le train complet* : C'est un groupe de wagons, généralement 20 à 30, circulant sur tout leur parcours, sans passage par les triages et remis par un même expéditeur pour un même destinataire ;
- *Le train de wagons de particuliers vides* : Il constitue moins de 360 tonnes ou 300 m de longueur ;
- *Le rapilège*, acronyme de *rapide et léger* : C'est un train d'une dizaine de wagons, le plus souvent pour une masse brute de 800 à 1000 tonnes et bénéficiant généralement d'un acheminement privilégié ;
- *Le train par association de rames* : Il est composé de wagons acheminés en commun seulement sur la majeure partie de leur parcours.

Le fer

- **Le lotissement** : Il s'agit de l'acheminement des wagons isolés et de petits groupes de wagons. La nature de service offert au client dépend de la nature de la marchandise et de délai du parcours entre triages d'escale des wagons. Le lotissement répond à des besoins inférieurs au train entier ;
- **Les trains de l'organisation spéciale** : Ce sont des trains dont l'exploitation n'est ni lotissements ni trains complets. C'est le cas du transport d'automobiles, des denrées périssables, du transport intermodal, etc. L'organisation spéciale est fondée sur deux types de trains : les trains de point à point et les trains passant par un *point nodal*.

Le point nodal est un triage dédié, en totalité ou en partie, au traitement des trains de l'organisation spéciale en provenance et à destination directe de terminaux. Ce point permet de traiter les trains en un lieu unique, avec un gain de temps (correspondances rapides entre les trains) et de rentabilité (meilleur taux de remplissage).

Le transport par rail peut être direct entre deux sites industriels s'ils possèdent un prolongement de la voie ferrée jusqu'à leur site de production, c'est ce que l'on appelle l'installation terminale embranchée (ITE). Les ITE offrent des délais performants pour les transports massifs (de 200 à 1200 tonnes). En France, plus de 5000 entreprises industrielles ont adopté cette technique de ITE (source SNCF 2002).

Dans le cas le plus général, le transport par rail est combiné avec les autres modes de transport et en particulier avec la route.

Transport aérien

Bénéficiant de la libéralisation du ciel, le transport aérien a vu son volume de marchandises quadrupler depuis 1970. Ses principaux avantages, à savoir sa rapidité, sa sécurité et sa capacité volumétrique, assurent les échanges internationaux. De plus, il est particulièrement adapté au transport des denrées périssables et des biens de luxe. Cependant, son coût élevé reste un facteur désavantageux de son choix en comparaison avec le transport terrestre.

Le transport aérien se distingue de ses concurrents par l'hétérogénéité de l'offre. Celle-ci se répartit entre :

- *Les capacités fret dans les soutes des avions passagers* : Elles représentent plus de la moitié de l'offre fret mondiale. En effet, tous les avions de passagers sont équipés de soutes pour le transport des bagages, de la poste et du fret. Leurs capacités varient de quelques dizaines ou centaines de kg pour les appareils régionaux à 25 tonnes pour les avions longs courriers (Boeing 747, Airbus A340). De plus, les avions passagers apportent un autre atout : l'effet fréquence ;
- *Les capacités sur avions cargo* : Les avions cargo offrent des capacités importantes pouvant aller jusqu'à 150 tonnes. Ils sont particulièrement bien adaptés aux opérations militaires, aux opérations humanitaires de l'ONU ainsi qu'aux transports exceptionnels civils.

L'on estime que 2/3 des marchandises acheminées par voie aérienne le sont par des vols commerciaux transportant les passagers.

Le transport aérien entre les sites industriels n'est jamais direct, mais combiné avec la route.

Navigation fluviale

Silencieux, fiable, d'une grande capacité d'emport et peu consommateur d'énergie, le transport fluvial peut apporter une alternative pertinente face à l'engorgement des villes et aux enjeux liés à l'environnement. De plus, il garantit un degré élevé de sécurité, en particulier pour le transport de marchandises dangereuses. Sa vitesse est faible de 10 à 30 Km/h.

Deux catégories de transport de fret par voie navigable sont utilisées :

- *Les automoteurs*, qui sont de deux types :
 - *Le petit gabarit* : Il est caractérisé par une longueur de 38,50 m et une largeur 5,05 m. Sa capacité varie de 250 à 400 tonnes ;
 - *Le grand gabarit* possède une longueur pouvant aller jusqu'à 95 m et une largeur de 11,40 m. Sa capacité peut être de 3500 tonnes.
- = *Les barges* : Unités de transport fluvial non motorisées, généralement propulsés par des bateaux pousseurs (petits bateaux remplis par de gros moteurs), et dont l'accouplement à plusieurs forme un convoi. Leur largeur peut aller jusqu'à 23 m (cas des convois sur le Rhin et le nord de la Belgique) et leur capacité peut atteindre 25000 tonnes par convoi.

Les barges ont une double vocation puisqu'elles servent également d'unités de stockage.

Ainsi, par exemple, une péniche de 250 tonnes transporte autant qu'une dizaine de camions et un automoteur rhénan autant qu'un train complet. De même, un convoi de 3800 tonnes équivaut à 66 wagons de 58 tonnes chacun ou à 127 camions semi-remorques de 30 tonnes chacun.

En moyenne, le transport intraeuropéen par voie fluviale représente environ 8 % en tonne/Km du transport total, mais près de 20 % dans le Benelux. En France, 47 % du trafic par voie d'eau est réalisé avec l'Union Européenne et, à l'intérieur, 35 % du trafic se fait depuis ou vers les ports maritimes.

Le transport fluvial est rarement direct puisqu'il suppose que l'entreprise soit implantée au bord d'eau. Dans le cas le plus général, il est combiné à la route et/ou au transport maritime.

Navigation maritime

La mondialisation croissante de l'économie a été largement autorisée par le transport maritime et sa rapide évolution, tant au niveau de l'organisation, de l'évolution technologique que des prix de transport. Il génère un trafic couvrant près de 90 % de la demande de transport intercontinentale de fret. Sa force repose surtout sur sa grande capacité permettant d'assurer des transports lourds et volumineux. Ainsi, un navire de 30000 tonnes par exemple peut transporter autant que 750 poids lourds ou 20 barges. C'est également le plus économe des modes de transport. Cependant, sa vitesse moyenne demeure très faible (28 Km/h).

Le transport maritime est très ancien et reste vital pour le commerce international et les échanges massifs (notamment pétroliers) à longue distance. Il est aussi très important pour les échanges à courte distance (cabotage) dans les régions irriguées par les mers, notamment en Europe où la navigation maritime est l'une des plus importantes au monde en termes de volume de trafic ou de densité de port. Le triangle de plus grande concentration, formé par Londres, le Havre et Hambourg, traite plus de 60 % du trafic maritime des conteneurs.

Deux grands marchés composent l'offre maritime, à savoir le transport à la demande et le transport de ligne régulière :

- *Le transport à la demande ou l'affrètement ou tramping en anglais* : C'est un service de transport maritime à la demande, c'est à dire que le navire est affrété au voyage ou à temps. Ce type de service concerne le transport du pétrole, des minerais de fer, du charbon et des céréales. Le chargeur recourt à ce type de transport dès qu'il a la quantité suffisante pour charger son navire et qu'il n'est pas contraint par des fréquences de livraison en approvisionnements élevées ;
- *Le transport de ligne régulière* : Il concerne le transport de lots plus petits et plus fréquents. Ce type de transport a connu les plus grandes évolutions suite à l'augmentation des échanges manufacturés et la nécessité d'ajuster au mieux les flux par rapport à la demande. Dans cette catégorie, on distingue :
 - *La ligne régulière appartenant à une conférence* : C'est un service qui est assuré par des navires naviguant à des intervalles réguliers entre des ports déterminés. La conférence correspond à l'association d'armateurs constituée pour fixer les conditions d'exploitation des lignes régulières ;
 - *La ligne hors-conférence* : C'est un service assuré par des transporteurs indépendants qui ont des prix plus bas mais pas de service régulier.

Le transport maritime est dans la majorité des cas, combiné aux autres modes de transport. Un exemple type est celui des produits à destination de l'Ile de France qui arrivent par bateau jusqu'à Rouen, puis continuent leur trajet sur la Seine avant de terminer leur voyage par camion.

Transport intermodal

Le principe du transport intermodal est l'acheminement de la marchandise entre une source et une destination au moyen d'un seul contenant, appelé unité de transport intermodal (UTI), utilisant plusieurs modes de transport et sans manutention de la marchandise lors des changements de mode.

Le transport *combiné* correspond au transport intermodal dont les parcours initiaux et/ou terminaux, généralement les plus courts possibles, s'effectuent en principe par route (appelé en terminologie anglaise "drayage"). Dans le cas de transport combiné rail-route, la distance minimale retenue pour l'acheminement ferroviaire est de 500 km.

Le transport combiné représente l'un des axes stratégiques de développement du transport en Europe. Actuellement, l'Allemagne est le leader européen de ce mode de transport avec une part de 60 %.

Les UTI utilisées sont de trois types :

- *Les semi-remorques*, qui sont les premiers UTI, surtout pour le transport combiné terrestre ;
- *Les conteneurs maritimes*, qui sont d'une grande résistance mécanique pour permettre leur gerbage (jusqu'à 7 niveaux) à bord des navires. Il existe diverses dimensions de conteneurs, selon la nature de la marchandise à transporter (fourgons, citernes, conteneurs vrac, isothermes, frigorifiques, etc.), mais la dimension de référence est l'unité Equivalent Vingt Pied (EVP) : 6,20 m × 2,50 m × 2,50 m. L'utilisation des conteneurs a permis le développement des lignes régulières ;
- *Les caisses mobiles*, qui sont adaptées de manière optimale en fonction des véhicules routiers et équipées d'éléments de préhension permettant le transbordement entre modes, habituellement rail-route.

Le changement de modes des UTI se déroule dans ce qu'on appelle le terminal de transbordement et qui possède de nombreuses fonctions telles que :

- La préparation des chargements du mode de transport et l'optimisation de ce chargement ;
- Le contrôle de poids des UTI et de la sécurité du transport des matières dangereuses par exemple ;
- La gestion du stock d'UTI ;
- La transmission des informations aux différents intervenants de la chaîne du transport ;
- La réparation des UTI en cas de besoin, etc.

L'intermodalité a ses racines dans l'espace maritime avec l'avènement du conteneur à la fin des années 1960. A l'aube des années 1980, le phénomène a pris de l'expansion vers l'intérieur des terres. La tendance au développement de ce type de transport est due à des raisons techniques et économiques. D'une part, l'usage du réseau ferré ou de la voie d'eau impose souvent un transport d'approche, par la route, qui ne se justifie que pour de longs parcours ferroviaires ou fluviaux. D'autre part, la structure des coûts du transport n'est pas la même selon les modes. Le coût de transport est par exemple, inférieur par la route sur les courtes distances et par le fer, la mer ou le fleuve sur les longues distances. Enfin, l'intermodalité implique la massification des marchandises, ce qui permet de faire des économies d'échelle : plus les quantités transportées sont importantes, plus le coût moyen de transport baisse.

Plusieurs catégories de transport intermodal sont possibles :

- L'exploitation en série du rail et de la route (*Ferroutage* ou *Piggyback*) à l'aide de conteneurs ou de remorques. Ce transport peut prendre plusieurs formes :
 - Le transport par rail puis par route de conteneurs ou de caisses mobiles ;

- Le transport par rail de véhicules routiers entiers (camions, tracteurs et remorques). C'est la technique de *la route roulante* ;
 - Le transport de wagons sur des remorques routiers, dites remorques porte-wagons (RPW) ;
 - La livraison terminale par route d'envois ferroviaires. C'est la technique de *Fercam* à la SNCF.
- Le transport bimodal air-route ;
 - La combinaison du transport maritime avec le rail et la route : Deux types de systèmes sont en opération: le « lo-lo » (*load on-load off*) qui se fait à l'aide de *containerships* et le « ro-ro » (*roll on-roll off*) qui exploite des vaisseaux équipés pour recevoir des cargaisons sur roues. Ce type de service a conduit à la mise en oeuvre de *ponts terrestres* pour passer d'un océan à l'autre.

Afin de mesurer l'intérêt de l'utilisation de chacun des divers modes de transport, il semble aussi pertinent de se référer aux externalités procurées par chacun des modes, et cela à travers l'étude de l'impact du transport sur l'environnement.

Impact du transport sur l'environnement

Principaux effets du transport sur l'environnement

La forte croissance du transport de fret va particulièrement à l'encontre des objectifs actuels de développement durable. Les nuisances environnementales causées par le transport de marchandises sont diverses, les principales sont :

- *La pollution atmosphérique* : La plupart des polluants de l'air sont émis par les modes de transport. Les principaux polluants sont le dioxyde de soufre (SO₂), l'oxyde d'azote (NO_x), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de carbone (CO₂), les hydrocarbures (HC) et les composés organiques volatils (COV). La combinaison de ces substances chimiques provoque des effets supplémentaires. Le transport routier est complètement dépendant des énergies fossiles contribuant fortement à la production de CO₂, principal gaz à effet de serre. En Europe, il représente à lui seul 84 % des émissions de CO₂ imputables aux transports :
- *Les nuisances sonores* : Le bruit des transports est une des nuisances les plus intensément ressenties par les populations, qu'elles soient urbaines ou rurales et proches de grandes infrastructures (aéroports, voies ferrées ou grands axes routiers). Son importance va grandissant en raison d'une sensibilité de plus en plus aiguë des populations exposées à cette nuisance, et de la croissance continue des trafics de marchandises. L'avion conduit à des nuisances sonores très importantes. De plus, et vu qu'il représente un transport bimodal air-route dans une grande mesure, il génère une importante activité routière qui implique d'autres nuisances ;

- *La pollution de l'eau* : Le transport contribue indirectement à l'altération de la qualité de l'eau, par la retombée de ses émissions atmosphériques, par les produits d'entretien, et par des résidus d'huile, de pneus, d'hydrocarbures, etc. Les rejets des navires en mer constituent l'un des sources majeures de la pollution de l'eau. On en constate plusieurs : l'eau de lest déversée par les navires-citernes vides, les dispositifs d'arrimage (fardage), les résidus de dragage, etc.

- *Les accidents* : Les transports de marchandises sont souvent impliqués dans des accidents touchant à la qualité de vie des personnes tels que les accidents de la route, le déraillement de trains, l'écrasement des avions, etc. ; mais également dans des incidences sur la nature et les écosystèmes tels que les marées noires que provoquent les navires ou les oléoducs ;
- *La consommation d'espace* : Les effets dus aux infrastructures de transport sont elles mêmes des effets de consommation d'espace et d'utilisation du sol, d'altération du paysage, d'isolement de quartiers, etc. ;
- *La congestion* : La plupart des réseaux de transport souffrent de la saturation de leurs grands axes de transit, ce qui menace la compétitivité économique. Une des causes principales de la congestion est le changement des pratiques de production et de distribution qui implique une demande croissante des livraisons JAT.

En Europe, 10 % du réseau routier est quotidiennement affecté par des encombrements et 20 % des voies ferrées peuvent être considérées comme des goulots d'étranglement. Les transports fluvial et maritime sont les deux modes capables de faire face à la congestion de grands axes routiers et au manque d'infrastructures ferroviaires. Ces deux modes sont restés sous-exploités.

Fourchettes des coefficients d'émission atmosphérique par mode de transport

<i>Polluant</i>	<i>Route</i>	<i>Rail</i>	<i>Mer</i>	<i>Fleuve</i>	<i>Air</i>
<i>CO</i>	0.25 - 2.4	0.02 - 0.15	0.018 - 0.20	0.04	-
<i>CO₂</i>	127 - 451	41 - 102	30 - 40	0.03	1.61
<i>HC</i>	0.3 - 1.57	0.01 - 0.07	0.04 - 0.08	0.01	-
<i>NO_x</i>	1.85 - 565	0.2 - 1.01	0.26 - 0.58	0.3	5.56
<i>SO₂</i>	0.1 - 0.43	0.07 - 0.18	0.02 - 0.05	0.3	-
<i>COV</i>	1.1	0.08	0.04 - 0.1	0.06	-

Comme l'indique ce tableau, le transport routier est nettement plus polluant que les autres modes. Le rail peut se montrer plus préjudiciable que le transport maritime. A titre d'alternative au transport routier, le transport fluvial offre de larges avantages en terme de respect de l'environnement :

- *Une faible consommation énergétique* : Un kilo-équivalent pétrole consommé permet de transporter 1 tonne sur 50 Km par camion sur autoroute, 130 Km par train complet, 175 Km par bateau de type grand Rhéna (2000 à 3000 tonnes) et 275 Km par bateau-convoi de 4400 tonnes ;
- *Une faible pollution atmosphérique et peu d'impact sur l'effet de serre* : Le transport fluvial émet 2.6 fois moins de gaz à effet de serre que le transport routier et ce, sans mettre en œuvre d'autres énergies comme l'électricité ;
- *Une émission de bruit limitée* : La voie d'eau produit même à 25 mètres de distance un son inférieur à la norme minimale, alors que les deux autres modes terrestres sont toujours au-dessus et ce même à 100 mètres ;
- *Un intérêt réel pour contribuer à la lutte contre l'insécurité routière* : La voie d'eau peut contribuer à deux niveaux : par le transfert des camions des routes aux fleuves et par son adaptation au transport des matières dangereuses.

Ainsi le recours au transport intermodal combinant la route et les modes les plus compatibles avec l'environnement tels que le rail, la mer ou le fleuve, peut constituer une solution pour une réduction de l'effet néfaste du transport sur l'environnement.

Avantages et inconvénients des différents modes de transport

<i>Mode de transport</i>	<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
<i>Routier</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Souplesse et autonomie - Rapidité et fiabilité - Possibilité de rejoindre des localités lointaines et cueillettes et livraisons porte à porte - Peut être direct ou combiné - Absence de rupture de charge 	<ul style="list-style-type: none"> - Restriction de poids et de dimensions - Coût élevé - Sécurité et délais dépendent des pays parcourus et des conditions climatiques - Très polluant
<i>Ferroviaire</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Coût peu élevé - Fluidité du trafic et respect des délais - Existence de wagons adaptés aux besoins spécifiques. - Adaptation aux longues distances et aux tonnages importants 	<ul style="list-style-type: none"> - Inadapté aux courtes distances - Non-accessibilité de plusieurs localités - Rupture de charge - Problème de compatibilité de voies vers certains pays - Impossibilité des livraisons porte à porte
<i>Maritime</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Peu coûteux - Très grande capacité - Possibilités de stockage dans des zones portuaires - Adaptation au transport de matières dangereuses 	<ul style="list-style-type: none"> - Lenteur - Non-accessibilité de plusieurs localités - Rupture de charge - Assurances et emballages plus onéreux - Impossibilité des livraisons porte à porte
<i>Fluvial</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Coût faible - Fluidité du trafic - Capacité assez importante - Faible consommation d'énergie - Respectueux de l'environnement - Adaptation au transport de matières dangereuses 	<ul style="list-style-type: none"> - Lenteur - Non-accessibilité de plusieurs localités - Rupture de charge - Impossibilité des livraisons porte à porte

<i>Aérien</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Rapidité et sécurité - Régularité et fiabilité - Possibilité de groupage par des transitaires internationaux - Taux d'avarie faible - Garanties assez élevées 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût très élevé - Interdiction au transport de certains produits dangereux - Rupture de charge - Impossibilité des livraisons porte à porte
<i>Intermodal</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Avantageux en terme de délai et coût, surtout pour des grandes distances - Economie dans l'utilisation des véhicules - Combinaison des avantages propres aux modes utilisés 	<ul style="list-style-type: none"> - Rupture de charge - Coûts des infrastructures de transbordement importants - Coût de retour à vide important

Par conséquent, les avantages et les inconvénients des divers modes de transport ne sont pas les mêmes. Le choix de l'un ou de l'autre mode fait généralement intervenir les critères suivants :

- La distance moyenne à parcourir entre la source et la destination ;
- Le temps moyen de transit : Les chargeurs qui accordent plus de valeur à la minimisation du temps de trajet de leurs marchandises auront davantage tendance à choisir le transport routier ;
- Les coûts : Il faut considérer tous les coûts encourus lorsqu'un mode de transport est choisi tels que les coûts de fret, d'emballage, de chargement/déchargement, d'entreposage, de manutention et des assurances. Le transport routier est plus cher en comparaison des transports ferroviaire, fluvial ou maritime, mais un transport intermodal incluant la route est moins cher ;
- L'importance du tonnage expédié par le chargeur : Un chargeur dont le tonnage annuel est important aura davantage recours au transport ferroviaire ou fluvial ;
- La nature ou la classe de la marchandise, etc.