

La consommation d'énergie externe dans la fabrication d'automobiles

Étude réalisée par L'ENSPM
Formation Industrie
Centre Économie et Gestion

Frédéric LANTZ - Christian LESNE

à la demande de
l'Observatoire de l'énergie
Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie
Direction générale de l'énergie et des matières premières

Mars 2003

REMERCIEMENTS

L'étude sur la consommation d'énergie externe dans la fabrication d'automobiles a été réalisée grâce à la collaboration du constructeur automobile Renault. Nous tenons à remercier Mme Alice De Brauer - directeur de la politique industrielle-environnement, MM. Bruno Ancelin - directeur de la logistique, Patrick Commereuc - chef du département flux pièces et véhicules, Jean-Paul Landais - département flux pièces et véhicules pour les informations et l'aide qu'ils nous ont fournies. Nous remercions également M. Antoine Namand de la Compagnie d'Affrètement et de Transport (CAT) et M. Jean-Marc Estival de la société Sogestran pour leur contribution. Tous les calculs et toutes les analyses qui sont développés dans ce rapport sont cependant de notre seule responsabilité.

REMERCIEMENTS.....	2
SYNTHÈSE SUR LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE EXTERNE DANS L'INDUSTRIE AUTOMOBILE	5
INTRODUCTION	7
CHAPITRE 1	8
PRODUCTION D'AUTOMOBILES ET CONSOMMATION D'ÉNERGIE EXTERNE AU PROCESSUS MANUFACTURIER.....	8
1.1 L'automobile et ses principaux éléments constitutifs	8
1.2 Constructeurs automobiles et équipementiers	10
1.3 Consommation d'énergie "externe" au processus de production.....	10
CHAPITRE 2	11
L'INTERNATIONALISATION DES ENTREPRISES AUTOMOBILES ET LES FLUX DE TRANSPORT INDUITS	11
2.1 Les constructeurs automobiles dans un contexte international	11
2.2 Les constructeurs et équipementiers français.....	13
CHAPITRE 3	14
ESTIMATION DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE EXTERNE : L'ILLUSTRATION CHEZ RENAULT	14
3.1 Organisation de la logistique	14
3.1.1 Présentation de la logistique amont.....	14
3.1.2 Présentation de la logistique aval.....	16
3.2 L'amont.....	18
3.2.1 Méthodologie	18
3.2.2 Principaux résultats pour l'année 1999	19
3.3 L'aval.....	20
3.3.1 Méthodologie	20
3.3.2 Principaux résultats année 1999.....	22

CHAPITRE 4	23
CONSOMMATION D'ÉNERGIE EXTERNE ET ÉMISSIONS DE CO₂ POUR L'INDUSTRIE AUTOMOBILE EN FRANCE	23
4.1 Introduction.....	23
4.2 Modèle d'évaluation.....	23
4.3 Résultats pour le territoire national pour l'année 2000.....	26
CONCLUSIONS ET ENSEIGNEMENTS	28
RÉFÉRENCES.....	29
SOURCES D'INFORMATION	30
ANNEXE : INDICATEURS ÉCONOMIQUES DES PRINCIPAUX CONSTRUCTEURS AUTOMOBILES ET ENTREPRISES DE LOGISTIQUE FRANÇAIS	31
A1-1 PSA Peugeot-Citroën.....	31
A1-2 Renault.....	32
A1-3 Compagnie d'Affrètement et de Transport (CAT).....	33
A1-4 Gefco.....	34

SYNTHÈSE SUR LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE EXTERNE DANS L'INDUSTRIE AUTOMOBILE

L'analyse de la consommation d'énergie externe dans l'industrie automobile a été réalisée pour l'Observatoire de l'Énergie - Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie dans le cadre de la convention n° 01.2.18.09.14.

La construction automobile possède des caractéristiques industrielles qui induisent des besoins de transport et, en conséquence, une consommation d'énergie "externe" au processus manufacturier. L'objectif de cette étude est d'évaluer cette consommation et les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) qui s'en suivent. Les deux premiers chapitres sont consacrés à une analyse descriptive du processus de fabrication des automobiles dans un contexte d'internationalisation. La méthodologie d'estimation des consommations d'énergie externe et des émissions de CO₂ est présentée dans le troisième chapitre. Enfin, une modélisation au niveau français est proposée dans le dernier chapitre.

La fabrication des principaux éléments constitutifs d'un véhicule fait appel aux principales techniques de la filière métallurgique et mécanique. En général, les unités de carrosserie et de montage d'une part, et les unités de mécanique, d'autre part, sont des entités physiquement et géographiquement distinctes. Par ailleurs, la fabrication des milliers de pièces qui constituent une automobile se répartit entre constructeurs et équipementiers (les pièces fournies par les équipementiers correspondent environ aux trois quarts du coût de fabrication d'un véhicule).

En tenant compte des variétés de modèles et de versions, l'ensemble du processus de production doit satisfaire les contraintes de la production en grande série, jusqu'à 1 500-2 000 véhicules par jour pour des lignes d'assemblage final de taille "standard". L'ensemble des usines doit ainsi être approvisionné puis les automobiles sont livrées aux réseaux de commercialisation.

Enfin, les constructeurs automobiles sont inscrits dans un vaste processus d'internationalisation. Les conséquences de cette internationalisation vont être des flux croissants d'exportations de véhicules depuis les grandes bases industrielles des constructeurs.

Tous ces facteurs se traduisent par une très forte activité transport, à la fois dans la logistique amont, assurant l'approvisionnement des sites d'assemblage en matières premières, pièces et composants, et la logistique aval, couvrant la distribution des véhicules vers la clientèle.

Dans ce contexte, les principaux objectifs de l'étude sont les suivants :

- Estimer l'énergie consommée sur le territoire national par l'ensemble des transports liés à l'industrie automobile (énergie «externe») et la situer par rapport à l'énergie consommée par les sites de production et de montage (énergie «interne»)
- Estimer les niveaux d'émissions de dioxyde de carbone associés à cette activité transports
- Évaluer l'impact sur ces émissions des principaux paramètres de la production automobile (nombre de véhicules produits, ...)

La méthodologie retenue repose sur une première analyse conduite chez Renault et qui représente un point de départ précieux pour notre propre analyse. Dans cette étude,

l'évaluation de l'énergie consommée est effectuée de manière distincte pour la logistique amont et la logistique aval. Pour cette dernière, elle est établie à partir des coûts de transports observés et de la part énergie dans ces coûts. Pour la logistique amont, elle est estimée à partir des besoins de transport exprimés en tonnes x kilomètres

La problématique consiste ensuite, en s'appuyant sur les données obtenues pour l'ensemble du groupe Renault, au niveau européen, à déterminer les consommations d'énergie et émissions de dioxyde de carbone, liées à la logistique de l'industrie automobile sur le territoire national.

Les consommations et émissions sont estimées séparément pour la logistique amont et la logistique aval pour un constructeur automobile donné. Cette estimation repose sur la détermination, par mode de transport, des élasticités volumes transportés versus niveau de production. Elles sont ensuite agrégées pour tous les groupes automobiles considérés. Nous faisons donc l'hypothèse que les constructeurs font appel à des logistiques distinctes. Autrement dit, il ne peut y avoir aucun bénéfice d'échelle entre les groupes automobiles. Par contre, les marques d'un même groupe sont considérées comme une seule entité.

Quatre conclusions principales ressortent de cette étude.

Au niveau macro-économique, la consommation annuelle d'énergie externe, liée à l'industrie automobile, (environ 380 000 tep dont 273.400 tep de gazole routier) représente une part relativement peu importante de la consommation énergétique du secteur des transports en France qui avoisine 54 millions de tep en 2000. La consommation de gazole routier représente 3,2 % de la consommation totale de gazole par les poids lourds en France.

Aujourd'hui l'ensemble des émissions de dioxyde de carbone, liées à la logistique automobile en France représente 1 million de tonnes par an soit environ 0,3 % des émissions totales en France, toutes activités confondues ou encore de l'ordre de 0,7 % des émissions liées aux transports.

Le transport par fer permet de parvenir à des niveaux d'émission de dioxyde de carbone par véhicule (ou marchandises) transporté nettement inférieurs à ceux observés dans le transport routier (85 contre 210 kg par véhicule). Cet écart est particulièrement important en raison de la faible part d'électricité d'origine thermique (12 %) en France. Il serait moindre dans les autres pays européens, où il n'y a pas prépondérance de l'électricité d'origine nucléaire.

Les possibilités de substitution route vers fer paraissent limitées, du moins à court terme. Face à la nécessité pour l'industrie automobile d'opérer à flux tendus et de maintenir des stocks minima, la route propose une flexibilité et une réactivité que le rail ne peut offrir. En outre, l'utilisation du rail et du ferroutage nécessite des investissements souvent lourds et se traduit par un allongement des délais d'acheminement. Une percée du fer supposerait la mise en place d'incitations significatives de la part des transporteurs ferroviaires accompagnée d'une politique ambitieuse dans ce domaine.

Introduction

L'analyse de la consommation d'énergie externe dans l'industrie automobile a été réalisée pour l'Observatoire de l'Énergie - Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie dans le cadre de la convention n° 01.2.18.09.14. La construction automobile possède des caractéristiques industrielles qui induisent des besoins de transport et, en conséquence, une consommation d'énergie "externe" au processus manufacturier. L'objectif de cette étude est d'évaluer cette consommation et les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) qui s'ensuivent.

La fabrication des principaux éléments constitutifs d'un véhicule est réalisée, d'une part, dans les usines de carrosserie et de montage et, d'autre part, dans les usines de mécanique. Par ailleurs, la fabrication des milliers de pièces qui constituent une automobile se répartit entre constructeurs et équipementiers (les pièces fournies par les équipementiers correspondent environ aux trois quarts du coût de fabrication d'un véhicule).

Le processus de production doit satisfaire les contraintes de la production en grande série, jusqu'à 1 500-2 000 véhicules par jour pour des lignes d'assemblage final de taille "standard". L'ensemble des usines doit ainsi être approvisionné puis les automobiles sont livrées aux réseaux de commercialisation. Enfin, le vaste processus d'internationalisation dans lequel les constructeurs automobiles sont inscrits a pour conséquence des flux croissants d'exportations de véhicules depuis de grandes bases industrielles. Tous ces facteurs se traduisent par une très forte activité transport, à la fois dans la logistique amont, assurant l'approvisionnement des sites d'assemblage en matières premières, pièces et composants, et la logistique aval, couvrant la distribution des véhicules vers la clientèle.

Dans ce contexte, les principaux objectifs de l'étude concernent l'estimation de la consommation d'énergie externe au processus de production industrielle puis l'estimation des émissions de dioxyde de carbone associées à ces activités de transport. La méthodologie retenue repose sur une première analyse conduite chez Renault au niveau européen. La problématique consiste ensuite à déterminer les consommations d'énergie et émissions de dioxyde de carbone liées à la logistique de l'industrie automobile sur le territoire national.

Les deux premiers chapitres sont consacrés à une analyse descriptive du processus de fabrication des automobiles dans un contexte d'internationalisation. La méthodologie d'estimation des consommations d'énergie externe et des émissions de CO₂ est présentée dans le troisième chapitre. Enfin, une modélisation au niveau français est proposée dans le dernier chapitre. Une synthèse des résultats et les enseignements de l'étude forment la conclusion.

Chapitre 1

Production d'automobiles et consommation d'énergie externe au processus manufacturier

1.1 L'automobile et ses principaux éléments constitutifs

Une voiture est composée de plusieurs milliers de pièces et accessoires qui forment des sous-ensembles ou fonctions tels que la carrosserie, le groupe motopropulseur, la direction, la production et la régulation d'énergie électrique, l'éclairage et la signalisation, etc.

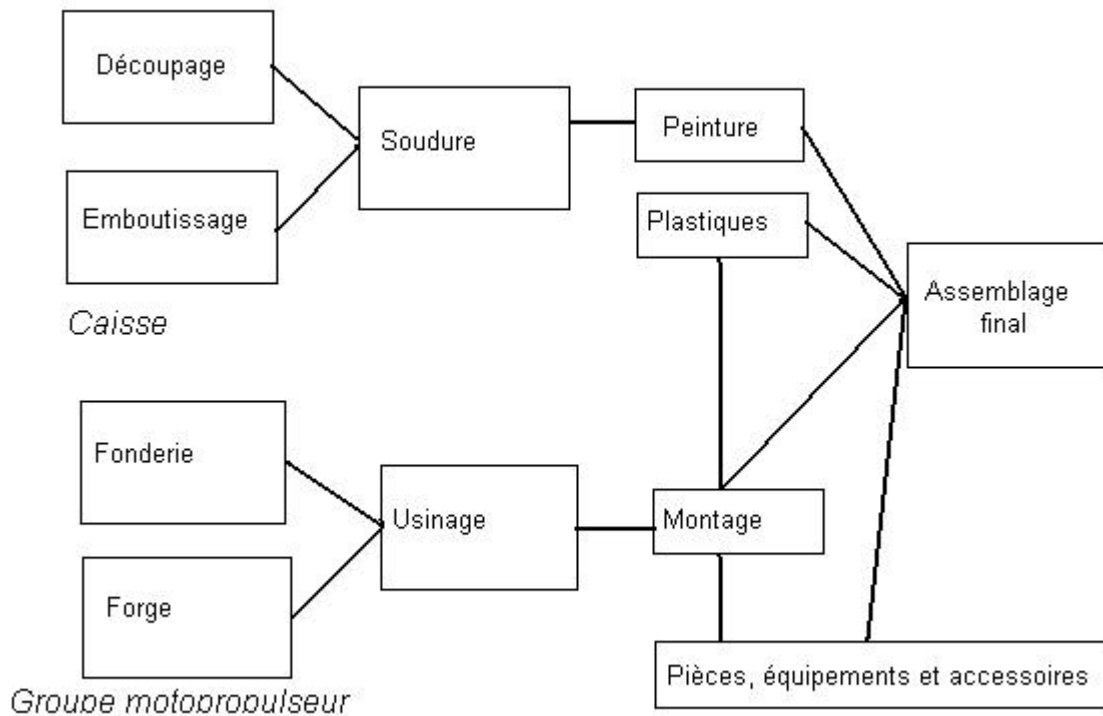
Ces différentes fonctions peuvent être traitées séparément, dès lors qu'elles respectent le cahier des charges des modèles d'automobile pour lesquelles elles sont conçues. Le véhicule lui-même est conçu lors de l'assemblage des multiples sous-ensembles constitutifs. Une automobile répond aux besoins des consommateurs au travers des différentes versions ou modèles qui leur sont proposés. Chaque constructeur propose en effet une gamme de modèles eux-mêmes présentés sous différentes versions de carrosserie – berline, cabriolet ou coupé, break –, d'équipements, de type de motorisation et de finition en série. Ainsi, dans le milieu de gamme, on pouvait trouver 70 versions de la Mégane Renault (avant l'arrivée de la Mégane 2) et de son côté, Peugeot propose la 307 en 92 versions.

Dans une approche globale, l'automobile peut être étudiée à partir de deux éléments de base : la carrosserie et les organes mécaniques. Ainsi, de manière très schématique, le processus de production comporte trois étapes principales : l'obtention des organes mécaniques, de la carrosserie et enfin l'assemblage final.

La fabrication des principaux éléments constitutifs d'un véhicule fait appel aux principales techniques de la filière métallurgique et mécanique, avec en particulier l'emboutissage pour la caisse et la fonderie pour le moteur. Ensuite, les différentes pièces formant la caisse et le groupe motopropulseur (GMP) sont préparées pour être montées ou assemblées. La dernière étape du processus est l'assemblage final de tous les composants : la caisse et le GMP sont joints, puis les pièces et accessoires d'équipement tels que les vitrages, câblages, réservoirs, sièges, roues, batteries sont montés séquentiellement.

La figure 1.1 ci-dessous présente de façon schématique le processus de fabrication d'une automobile. On pourra se reporter à Juan (1999) pour une présentation détaillée du processus industriel de l'automobile.

Figure 1.1 Le processus de fabrication d'une automobile



En général, les unités de carrosserie (presses, soudure, peinture) et les unités de mécanique (moteurs, boîtes, trains, colonnes de direction) sont des entités physiquement et géographiquement distinctes. Le plus souvent, la chaîne d'assemblage final est localisée sur le même site que les ateliers de carrosserie, le transport des grandes pièces de tôle étant difficile. Le tableau 1.1 présente la répartition des usines des deux constructeurs français PSA Peugeot-Citroën et Renault.

Tableau 1.1 - Usines des constructeurs automobiles français

	Total mondial			dont en France		
	Nb total d'usines	Nb d'usines de montage	Autres	Nb total d'usines	Nb d'usines de montage	autres
RENAULT	40	23	17	15	8	7
PSA	42	15	27	18	6	12

1.2 Constructeurs automobiles et équipementiers

La fabrication des milliers de pièces qui constituent une automobile se répartit entre constructeurs et équipementiers. Les constructeurs diffèrent largement les uns des autres selon le degré et la stratégie d'intégration verticale. Celle-ci peut être mesurée par le rapport de la valeur ajoutée au chiffre d'affaires ; ce rapport est passé de 30,6 % en 1980 à 14,8 % en 2000 pour les constructeurs français. Les pièces et accessoires fournies par les équipementiers représentent environ les trois quarts du coût de fabrication d'un véhicule. Les équipementiers ont donc un rôle primordial et sont désormais intégrés dès la phase de développement d'un nouveau véhicule.

En tenant compte des variétés de modèles et de versions, l'ensemble du processus de fabrication doit satisfaire les contraintes de la production en grande série, jusqu'à 1 500-2 000 véhicules par jour pour des lignes d'assemblage final de taille "standard" comme celles des usines Renault de Douai, Flins ou Sandouville ou les usines Peugeot de Mulhouse et Sochaux.

Dans le cadre d'une production basée sur le concept de flux tendus, les équipementiers vont approvisionner avec une grande flexibilité les usines des constructeurs et en particulier les usines de montage. Ils sont situés dans les parcs industriels proches de ces dernières ou dans des sites industriels propres (pneumatiques par exemple). Notons qu'on distingue des fournisseurs de premier rang (aux constructeurs) et de second rang (aux fournisseurs de premier rang) : notre étude ne porte dans la suite que sur les premiers.

1.3 Consommation d'énergie "externe" au processus de production

L'organisation de la production des automobiles génère une importante activité de transport pour acheminer les matières premières jusqu'aux usines d'emboutissage et aux fonderies puis les pièces fabriquées dans les usines de mécanique et chez les équipementiers jusqu'aux usines de montage. La construction finale d'un véhicule va durer une quinzaine d'heures : les milliers de pièces qui y sont assemblées doivent arriver sur ces derniers sites. Les véhicules sont ensuite expédiés vers le réseau de distribution où ils sont commercialisés.

Les moyens de transports utilisés sont, par ordre décroissant d'importance, la route, le train, les barges sur voies fluviales et les navires. Les camions sont le moyen privilégié en raison de la souplesse d'utilisation qu'ils procurent. Cette activité de transport va entraîner une consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre avec, en particulier, des émissions de dioxyde de carbone (CO₂). Nous décrivons et nous estimons cette consommation d'énergie et les émissions de CO₂ y afférant dans la suite de ce rapport.

Chapitre 2

L'internationalisation des entreprises automobiles et les flux de transport induits

2.1 Les constructeurs automobiles dans un contexte international

L'analyse de la compétition entre constructeurs automobiles dans un contexte de mondialisation fait l'objet d'une abondante littérature, dont on trouvera des synthèses, notamment dans les actes du GERPISA (n° 22, 1998) et Womack et al. (1992). Verboven (1996, 1999) fournit une analyse de la concurrence entre les constructeurs sur le marché européen où l'auteur met en évidence les politiques de prix pratiqués par les constructeurs suivant les pays, favorisant ainsi leurs exportations.

Un des éléments marquants, depuis le début des années quatre-vingt dix, est l'internationalisation de la concurrence qui a conduit les constructeurs à réduire leurs coûts et à partir à la conquête de nouveaux marchés. Pour atteindre ces objectifs, les entreprises se regroupent (fusion, alliance, etc.) afin de réaliser des économies d'échelle et de bénéficier de complémentarités de produits et de marchés. J.-M. Albertini (1999) propose une analyse de ces stratégies. Il ressort de celles-ci que les firmes automobiles cherchent dans leurs implantations à réunir des conditions de marché porteur, de tissu industriel dense et de meilleurs coûts de production. Le tableau ci-dessous présente la production de véhicules des principaux groupes mondiaux en 2000.

Tableau 2.1 - Production des groupes automobiles en 2000

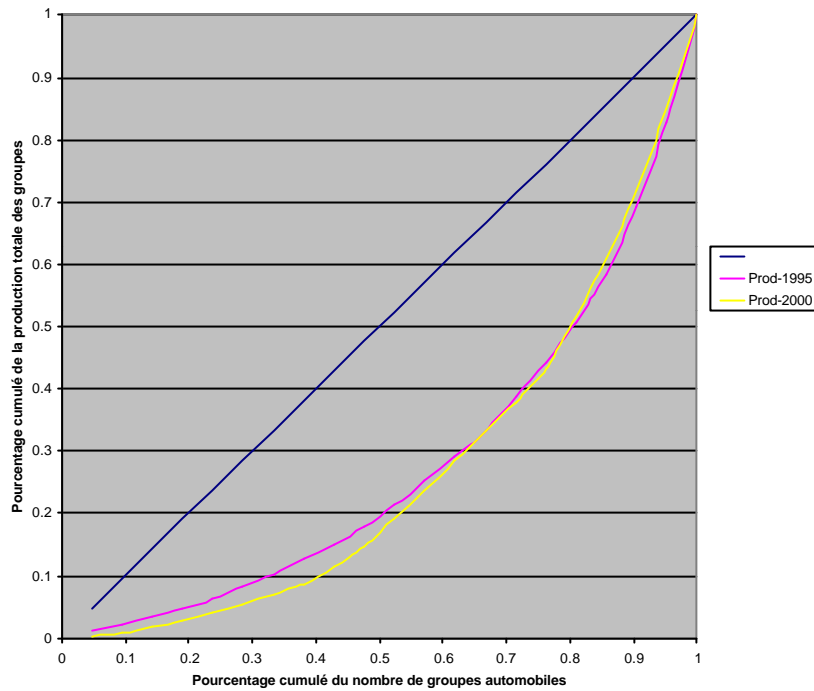
GROUPE	VP	Rang VP	VU & VI	Total VP + VU & VI	Rang Total
General Motors	5266	1	2867	8133	1
Ford	4039	4	3284	7323	2
Toyota, Daihatsu, Hino	4681	3	1270	5951	3
Groupe VW	4859	2	244	5103	4
Daimler, Chrysler	2043	10	2582	4625	5
PSA	2506	5	379	2885	6
Fiat Iveco	2186	7	447	2633	7
Nissan	2045	9	583	2628	8
Renault, Dacia, Samsung	2101	8	413	2514	9
Honda	2287	6	218	2505	10
Hyundai, Kia	2023	11	449	2472	11
Mitsubishi	1272	12	556	1828	12
Suzuki-Maruti	1197	13	260	1457	13
Mazda	796	15	130	926	14
BMW	835	14	0	835	15
Avtovaz	756	16	0	756	16
Daewoo	690	17	26	716	17
Fuji-Subaru	500	18	81	581	18
Isuzu	103	20	436	539	19
Gaz	116	19	111	227	20
Changan	100	21	103	203	21
Autres	815		1203	2018	
TOTAL	41000		15428	56428	

Unité : milliers, Source : OICA

NB : VP voitures particulières, VU véhicules utilitaires, VI véhicules industriels

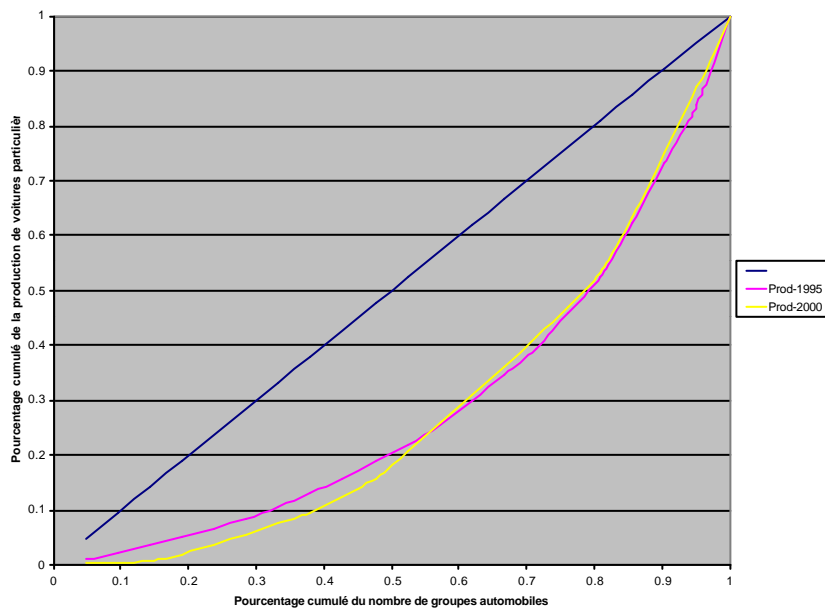
Les courbes de concentration (courbe de Lorentz) de la production totale (VP+VU&VI) et de la production de voitures particulières des constructeurs (figures 2.1 et 2.2) réalisées sur les années 1995 et de 2000 ainsi que les indices de Gini (tableau 2.2) soulignent l'accroissement de la concentration de la production sur les dernières années.

Figure 2.1 - Courbe de concentration (Lorentz) de la production automobile mondiale



Source : OICA

Figure 2.2 - Courbe de concentration (Lorentz) de la production mondiale de voitures particulières



Source : OICA

Tableau 2.2 Indices de Gini de la production automobile mondiale

	1995	2000
Production VP	0.423	0.438
Production totale VP+VU&VI	0.442	0.464

Les conséquences de cette internationalisation vont être des flux croissants d'exportations de véhicules depuis les grandes bases industrielles des constructeurs. Par ailleurs le regroupement des constructeurs au sein de grands groupes automobiles favorise les échanges de pièces entre les différents sites industriels d'un même groupe automobile.

2.2 Les constructeurs et équipementiers français

Les deux constructeurs français Renault et PSA Peugeot-Citroën distribuent la plus grande partie de leur production à l'exportation puisque ce sont près de 3,2 millions de voitures particulières (VP) sur les 4,5 millions produites par les deux groupes qui ont été vendues à l'étranger en 2000. La production est réalisée sur le territoire national (2,7 millions de VP en 2000 dont 1,4 million destiné à l'exportation) ainsi que dans des usines situées à l'étranger (1,8 million de VP).

Le solde du commerce extérieur français est très largement excédentaire puisque les exportations (FOB) étaient de 19,8 milliards d'euros en 2000 contre 16,9 milliards d'euros d'importations (CIF) de véhicules pour la même année ce qui donne un ratio exportations sur importations de 1,17.

Les usines situées à l'étranger peuvent être approvisionnées depuis des bases industrielles locales ou françaises générant ainsi des flux de pièces entre les différents sites. Ainsi, dans une analyse économétrique des coûts de production de pièces de carrosserie destinées à des usines de montage outre-mer, l'élasticité du volume transporté (mesuré par le produit des kilogrammes par le nombre de jours de mer) sur le coût des pièces a été estimée de l'ordre de 0,3 (Lantz et Pompeigne, 2002). Ceci souligne l'intérêt pour les constructeurs d'utiliser des bases industrielles performantes pour la production de pièces puis à en prélever de faibles quantités pour des sites de montage éloignés à cadences plus faibles.

Comme les constructeurs, les équipementiers français ont de fortes exportations qui avoisinent les 18 milliards d'euros (FOB) en 2000. En les comparant aux 11,6 milliards d'euros (CIF) d'importations pour la même année, elles permettent de dégager un excédent de 6,4 milliards d'euros soit un ratio exportations sur importations proche de 1,5. Notre principal partenaire à l'exportation est l'Espagne (4,8 milliards d'euros en 2000) alors que nos plus fortes d'importations proviennent d'Allemagne (3,9 milliards d'euros en 2000). Notons également que les importations représentent 62 % du marché intérieur français ce qui est aussi caractéristique d'une forte intégration entre les pays européens pour cette industrie.

Chapitre 3

Estimation des consommations d'énergie externe : l'illustration chez Renault

L'étude conduite chez Renault (Soleilhet B., 2000), exposée dans ses grandes lignes dans ce troisième chapitre, a représenté un point de départ précieux pour notre propre réflexion, à partir duquel nous avons pu élaborer notre propre méthodologie pour l'évaluation de l'énergie mise en jeu -et les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) générées- par les transports liés à l'industrie automobile.

3.1 Organisation de la logistique

La logistique est organisée en deux secteurs :

La logistique **amont**, assurant l'approvisionnement des sites d'assemblage en matières premières, pièces et composants dans le cadre du schéma optimal prédéfini et en cohérence avec les programmes de fabrication définis.

La logistique **aval**, couvrant la distribution de l'ensemble des véhicules vers la clientèle, sur tous les marchés où le constructeur est présent.

3.1.1 Présentation de la logistique amont

Les conditions de transport

Il existe deux modes de prise en charge des coûts de transport pour l'approvisionnement des sites (ou usines) d'assemblage :

- Les composants ou pièces livrés **franco** en usine : le transport est à la charge du fournisseur. C'est le cas des fournisseurs de pneumatiques, des vitriers ou des très gros fournisseurs comme Bosch, qui ont leur propre réseau logistique.
- Les composants achetés **départ** : le transport est à la charge du constructeur. C'est le cas de la plupart des pièces ou composants puisque les achats départ représentent environ 90 % de l'ensemble des achats. Les circuits de collecte et de transport sont organisés par le constructeur.

Les zones géographiques de transport

Deux zones essentielles peuvent être distinguées :

L'international

La zone internationale correspond au monde hors Europe. Pour livrer les usines, situées hors d'Europe, en pièces, composants et sous-ensembles, le constructeur utilise un site situé près de Rouen, comme point de rassemblement et d'expédition par voie maritime.

Europe

L'ensemble du transport en Europe et son optimisation est assuré par le Service Exploitation transport à Boulogne Billancourt. Son objectif est d'assurer au moindre coût les prestations de transport et logistique, dans le respect des protocoles établis avec les usines « clientes » et les fournisseurs.

L'optimisation de la logistique

L'optimisation de la logistique est intégrée dans le processus de fabrication dès la phase de conception. Elle commence par l'étude des volumes à transporter, par point fournisseur vers le site d'assemblage. La réduction des coûts de transport est menée selon l'application d'un certain nombre de principes parmi lesquels figurent :

- l'utilisation du principe de relais poste (pour limiter les distances à parcourir)
- la minimisation des retours à vide

Les **trois paramètres principaux** dans la définition d'un besoin de transport sont :

- 1- le volume à transporter dont l'unité de mesure, paradoxalement, est le mètre linéaire (ML). Pour un lot donné, le volume correspond à la place (longueur) occupée sur la plate-forme du camion. A titre indicatif, un gros porteur représente 14 mètres linéaires.
Pour les transports programmés, trois tailles de lots sont distinguées : les gros lots (> 10 ML), les lots moyens (entre 4 et 10 ML) , et les petits lots (< 4ML)
- 2- la fréquence : Il existe 3 types de fréquence :
 - . les transports programmés (85 %) concernant des flux réguliers en volume et en nombre
 - . les transports irréguliers concernant des flux ponctuels ou irréguliers
 - . les transports urgents non prévus, ayant pour conséquence, s'ils n'ont pas lieu, d'entraîner l'arrêt de la chaîne de production.
- 3- la distance à parcourir (liaison fournisseur-site)

Les différents modes de transport

Dans le secteur amont figurent deux modes principaux de transport :

- Le **mode routier** est de loin le plus fréquent. Le transport des gros lots est effectué par camions remorques ou semi-remorques. Pour les lots moyens des camions simples ou porteurs sont utilisés. L'avantage du mode routier est sa grande souplesse et réactivité.
- Le **mode ferroviaire**, soit par train conventionnel, soit par transport combiné rail- route. Citons pour Renault, les liaisons Flins-Valladolid et Douai-Palencia par train conventionnel et les liaisons Paris-Ljubljana (Slovénie) et Paris-Valladolid par transport combiné rail route.

3.1.2 Présentation de la logistique aval

La logistique aval couvre la distribution des véhicules depuis les usines vers le réseau commercial. Cette mission est assurée par la CAT (Compagnie d’Affrètement et de Transport), filiale du Groupe Renault, dans le cadre du cahier des charges fixé par la Direction Logistique de Renault . La CAT organise les circuits de distribution et affrète les moyens de transport nécessaires.

Les schémas de transport

La CAT conçoit les schémas de distribution en fonction des objectifs du client Renault, réalise les appels d’offres auprès des transporteurs et assure l’exploitation des différents schémas.

À la sortie de l’usine, différents cas se présentent :

- les voitures sont livrées directement au réseau par camions,
- les voitures transitent par l’intermédiaire d’un centre d’éclatement –CECL- pour la France ou d’un centre d’importation – CIM- pour l’étranger. Elles sont ensuite acheminées vers le réseau par camion. Cette distribution finale est appelée « capillaire »,
- les véhicules, nécessitant un transit maritime, sont acheminés vers le port de chargement puis à destination, rejoignent un CIM puis sont livrés par capillaire.

Les moyens de transport

Pour réaliser les liaisons entre les usines et les centres (CECL ou CIM), la CAT utilise différents moyens de transport :

La barge : c’est le moyen le plus économique. Une barge peut transporter environ 350 voitures. Son manque de rapidité est compensé par le fait que les barges peuvent « tourner » 24h sur 24.

Le navire : il a également une grande capacité (500 véhicules) et peut fonctionner 24h sur 24.

Le train : le train a une capacité de transport d’environ 200 voitures. Il est moins flexible que le camion en ce qui concerne les destinations mais plus souple au niveau des volumes transportés. Au dessus de 500 km de parcours, il est moins coûteux que la route. Mais la maîtrise des délais reste le problème le plus difficile, car bien que les wagons soient loués, le réseau est entièrement géré par la SNCF et ce mode de transport doit donc faire face aux aléas essentiellement sociaux de la compagnie d’état. En outre, autre facteur pénalisant, les réseaux français et étrangers sont parfois incompatibles (exemple : écartement des rails différent entre la France et l’Espagne). Le taux d’avarie est relativement élevé (4 %).

Le camion : c’est le moyen de transport le plus souple qui nécessite cependant des flux réguliers. C’est le moyen idéal pour la distribution capillaire des véhicules mais la

capacité de chargement est limitée à 8 véhicules en moyenne par camion. Le taux d'avarie est faible (1 %).

Le convoyage : nous citons ce mode de transport pour mémoire car il n'est pratiquement pas utilisé dans la distribution des véhicules. Il s'agit en fait d'une «location» de chauffeur qui conduit le véhicule à destination. Ce mode de transport s'applique généralement pour la livraison des poids lourds.

Le critère de volume

Pour les flux importants (cas des concessionnaires avec fortes demandes), les véhicules sont livrés directement au départ de l'usine. Ce transport se fait, tout comme le capillaire, par mode routier uniquement.

Pour les flux moins importants, ils sont « massifiés » en passant par les centres d'éclatement qui alimentent ensuite le réseau de distribution capillaire. Les rayons d'action maxima de ces centres sont calculés à l'aide d'un logiciel de recherche de barycentres, capable également d'évaluer des critères de coût et de délais.

Les volumes prévisionnels à distribuer sont fournis par Renault à la CAT et servent de base à l'élaboration des schémas.

Le choix des fournisseurs

Il s'effectue en fonction des moyens dont ils disposent et des coûts engendrés, mais aussi en fonction de critères de choix plus stratégiques comme le chiffre d'affaires ou la part du capital possédée par la CAT.

L'attribution d'un schéma à un transporteur fait l'objet d'un appel d'offre.

La protection des véhicules

Pour compléter la présentation de la logistique aval, il est nécessaire de mentionner cette contrainte importante. La protection, réalisée à la sortie de l'usine, est indispensable pour tous les véhicules devant être stockés plus de 15 jours. Elle est plus contraignante si le véhicule est stocké dans une zone polluée ou transporté par chemin de fer.

Pour assurer cette protection, les véhicules sont recouverts d'un film constitué de polymère et de produits tensioactifs. Une fois protégés, les véhicules apparaissent ternes car le film extérieur accumule les micro particules de poussières. Le véhicule est déconditionné dans les centres de préparation, au moment de la mise à disposition au client final.

3.2 L'amont

3.2.1 Méthodologie

L'outil de gestion

L'outil informatique de gestion de la logistique amont est le système «Trafic». Cet outil rassemble l'ensemble des données (coûts, distances, transporteurs, etc.) relatives à la gestion des flux d'approvisionnement des usines en pièces et composants. Il recense d'une part, les commandes dites «ouvertes» c'est-à-dire correspondant aux flux programmés et d'autre part, les ordres de transport correspondant aux demandes de transport ponctuelles ou urgentes.

Le système est bâti à partir de la notion de **circuit**. Le circuit est composé d'une ou plusieurs tournées pouvant comprendre un ou plusieurs fournisseurs. Dans une tournée à plusieurs fournisseurs, la distance retenue est la somme des distances entre chaque fournisseur et l'usine et non celle du trajet réel parcouru.

Méthodologie retenue

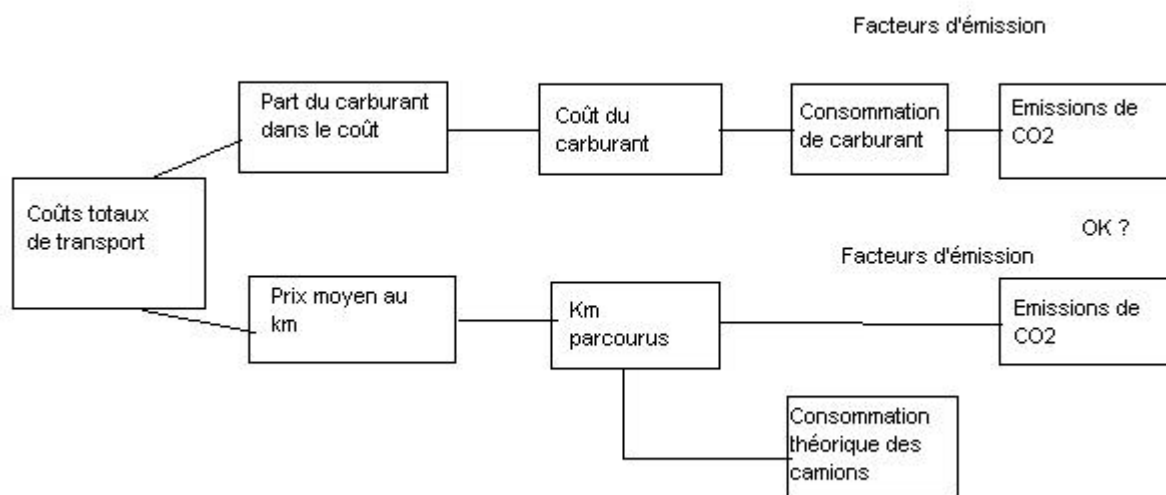
En raison du caractère peu fiable des distances figurant dans le système Trafic, la méthodologie retenue est fondée sur l'utilisation d'une donnée fiable : les coûts totaux de transport liés à la logistique amont et leur répartition par poste (carburant, entretien, personnel, charges d'amortissement, etc.). Connaissant la part du carburant dans les coûts totaux et le coût du carburant, on peut en déduire la consommation de carburant pour l'ensemble de la flotte dédiée à la logistique amont. Puis, à partir de facteurs d'émission unitaires rapportés à l'unité énergétique (g/kwh), les émissions atmosphériques pour les différents gaz ou polluants - dioxyde de carbone, monoxyde de carbone, oxydes d'azote, etc. - peuvent être déterminées. La suite de notre étude concerne uniquement les émissions de dioxyde de carbone.

Cette détermination peut être confirmée par une approche menée en parallèle, utilisant également comme point de départ les coûts totaux de transport. Sur la base des grilles tarifaires permettant de calculer un prix moyen au kilomètre, le nombre total de kilomètres parcourus peut en être déduit. Puis, à partir de facteurs d'émission rapportés cette fois au kilomètre parcouru (g/km), les émissions atmosphériques sont calculées et comparées aux résultats précédents. En outre, la consommation totale de carburant, évaluée à partir de la consommation théorique des camions par kilomètre, permet de valider la consommation réelle.

Notons également que les facteurs d'émissions unitaires sont des valeurs fournies par Renault et issues de mesures réalisées lors des essais nécessaires à l'homologation des modèles. Elles sont théoriques et donc plus basses que celles observées dans les conditions réelles sur la route.

La méthodologie d'évaluation de la consommation d'énergie et des émissions de dioxyde de carbone est représentée sur la figure 3.1. ci-dessous.

Figure 3.1 Logistique amont : Méthodologie d'estimation des consommations d'énergie et des émissions de dioxyde de carbone



3.2.2 Principaux résultats pour l'année 1999

Tableau 3.1 - Consommation d'énergie externe

	Route	Fer	Total
Km moyen parcouru par véhicule produit	145	0,7	
Carburant total consommé (KTep)	103,4	23,1	126,5
Consommation énergie Mwh	1202000	269000	1471000
Carburant consommé (litre/véhicule produit)	53	na	

na : non applicable

Tableau 3.2 Émissions de dioxyde de carbone

	Route	Fer	Total
Emissions totales directes de dioxyde de carbone –CO ₂ – (KT)	318	8,5 (note 1)	326,5
Emissions de CO ₂ amont chaîne énergétique (KT)	10,5	13 (note 2)	23,5
Emissions de CO ₂ directes +amont par véhic. (kg/véh)	145	9,5	154,5

note 1 : émissions associées à la part traction diesel

note 2 : pour l'énergie électrique consommée en France (part origine thermique 12 %) . pour l'énergie électrique consommée hors de France (60% origine thermique) les émissions associées de CO₂ s'élèvent à 50 KT.

Il est important de souligner que l'utilisation du train à la place des camions se traduit par des émissions évitées de CO₂ représentant 50 KT.

3.3 L'aval

3.3.1 Méthodologie

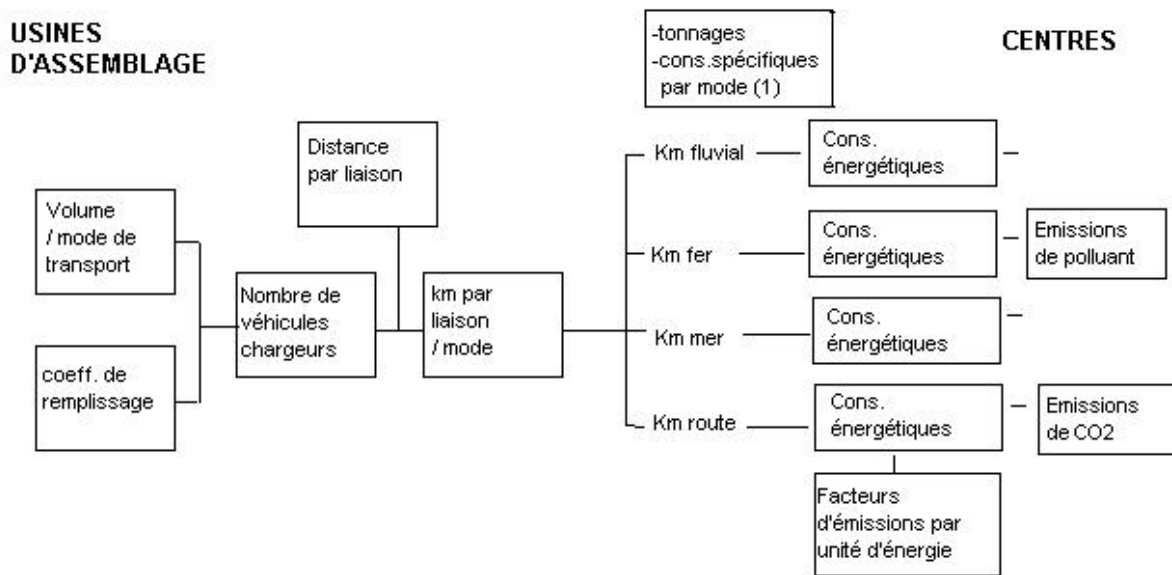
Contrairement à la logistique amont, il n'a pas été nécessaire ici de partir des données économiques. En effet, les volumes à livrer par couple origine/destinataire sont disponibles. A partir du coefficient de chargement de chaque mode de transport et de la distance des liaisons origine/destinataire, il est possible de déterminer le kilométrage par mode de transport. Ces kilomètres sont ensuite « transformés » en consommation énergétique et en émissions atmosphériques.

La détermination des kilomètres a été décomposée en deux parties :

- les liaisons usines/centres (CECL ou CIM) ou transports massifs, qui se font par mode fluvial, maritime, ferroviaire ou routier.
- les liaisons capillaires depuis les centres vers les concessionnaires

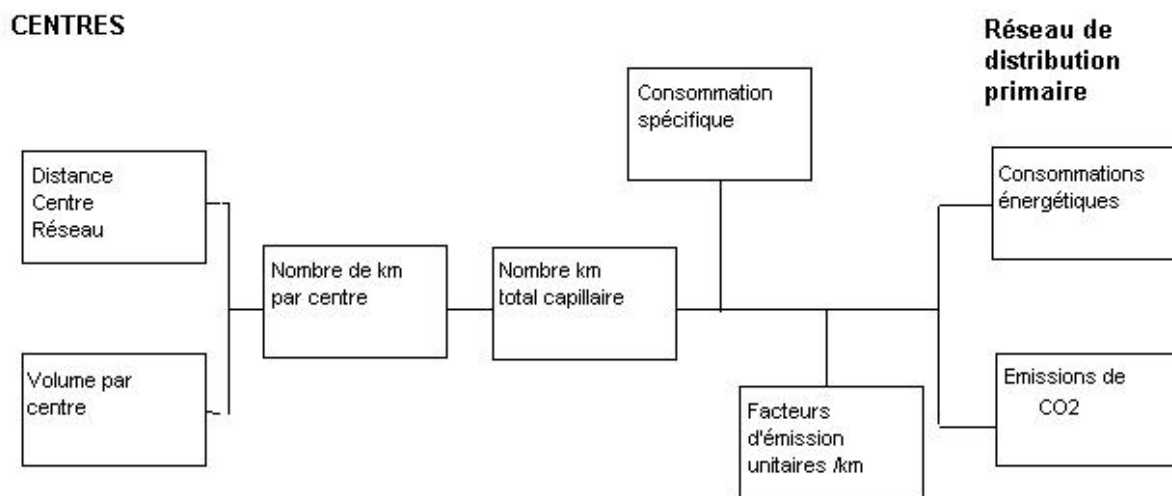
La méthodologie d'évaluation de la consommation d'énergie et des émissions de polluants pour la logistique aval est représentée sur les figures 3.2 et 3.3. ci-dessous.

Figure 3.2 Logistique aval : Méthodologie d'estimation des consommations d'énergie et des émissions de dioxyde de carbone - liaisons usines centres



(1) ou efficacité énergétique pour train et bateau

Figure 3.3 Logistique aval : Méthodologie d'estimation des consommations d'énergie et des émissions de dioxyde de carbone- capillaire



nb : une partie des véhicules est livrée directement au réseau depuis l'usine par camion.

3.3.2 Principaux résultats année 1999

Tableau 3.3 - Consommation d'énergie externe

	Route	Fer	Navire	Barge	Total
Distance moyenne parcours aller simple km	818	776	1210	157	
Énergie totale (note 1) consommée en MWh	875 000	607 000	408 000	5230	1 895 230
Énergie totale consommée en tep	75 230	52 170	35 080	450	162 930
Énergie consommée Kep/véhicules transporté	43,2 (note 2)	106	106	5,1	
Énergie consommée Kep/véhicules/km parcouru	0,053	0,14	0,09	0,03	

Note 1 : compte tenu du retour effectué le plus souvent à vide (75 % des cas) sauf pour les navires

Note 2 : pour le transport « massif » c'est-à-dire entre sites de montage et centres d'éclatement

Tableau 3.4 - Émissions de dioxyde de carbone

	Route	Fer	Navire	Barge	Total
CO ₂ direct KT	231	19	109	1,4	360,4
CO ₂ amont chaîne énergétique KT	8	30	nd	nd	
CO ₂ direct + amont kg/véhicule/transporté	137 (note 1)	67	nd	nd	

nd : non disponible ou non calculé

note 1 : transport massif route

Pour l'ensemble du groupe Renault, la consommation d'énergie externe – logistique amont et aval- représente plus d'un million de Mwh (220 000 tep) soit environ 25 % de la consommation énergétique de ses sites de production et assemblage (4,25 millions Mwh). La consommation d'énergie externe se répartit comme suit : 55 % pour la logistique amont et 45 % pour la logistique aval.

Chapitre 4

Consommation d'énergie externe et émissions de CO₂ pour l'industrie automobile en France

4.1 Introduction

Pour situer le contexte, il nous semble nécessaire de rappeler quelques données chiffrées qui permettront de mieux apprécier l'importance des transports dans l'industrie automobile et de la consommation d'énergie associée, dite énergie externe.

Rappelons tout d'abord que la consommation totale d'énergie finale utilisée en France dans les transports se situe à 53,8 millions de tep en l'an 2000 (dont 51,1 millions de tep de produits pétroliers). Sur la période 1973-2000, le taux de croissance moyen annuel de cette consommation est de 1,9 % soit une augmentation de 67 % en 27 ans. Dans le domaine du transport des marchandises le développement des échanges a profité surtout à la route, ce mode de transport ayant plus que doublé au cours de cette période. À l'inverse, le transport ferroviaire a chuté de 23 % sur la même période et le transport fluvial a réduit sensiblement son activité.

Deux transporteurs assurent l'essentiel des transports pour les deux grands constructeurs français, GEFCO pour PSA et CAT pour Renault. Ces deux transporteurs gèrent à eux deux dans le monde, quelque 7 500 camions de tous types et 5 000 wagons.

En ce qui concerne la part des différents modes de transport utilisés, la route est de loin le mode privilégié avec 82 %, suivi par le train (12 %), les 6 % restants se partageant entre la voie maritime, le transport aérien et le fluvial.

4.2 Modèle d'évaluation

La problématique consiste donc, en s'appuyant sur les données obtenues pour l'ensemble du groupe Renault au niveau mondial, à déterminer les consommations d'énergie et émissions de polluants, liées à la logistique de l'industrie automobile sur le territoire national.

La modélisation des consommations d'énergie et des émissions de CO₂ dues au transport dans la production automobile repose sur une approche de type "bottom-up".

Les consommations et émissions sont estimées séparément pour la logistique amont et la logistique aval pour un constructeur automobile (i). Elles sont ensuite agrégées pour tous les groupes automobiles considérés. Nous faisons donc l'hypothèse que les constructeurs font appel à des logistiques distinctes. Autrement dit, il ne peut y avoir aucun bénéfice d'échelle entre les groupes automobiles. Par contre, les marques d'un même groupe sont considérées comme une seule entité.

Comme nous l'avons présenté dans le chapitre précédent, les **consommations d'énergie induites par la logistique amont** par mode (m) - rail et ferroutage, route - sont estimées en fonction des coûts de transport qui interviennent dans le prix de revient de fabrication des véhicules, cette estimation peut être exprimée sous la forme :

$$CE_{amont}(e, m, i) = g_m(CT(i)) \quad [1]$$

avec :

$CE_{amont}(e, m, i)$: consommation d'énergie (e) par le mode (m) dans l'amont de l'entreprise (i),
 $g_m()$: fonction de consommation d'énergie du mode (m) dans l'amont,
 $CT(i)$: coût de transport dans la logistique amont de l'entreprise (i).

Les émissions de CO₂ sont ensuite calculées à partir des facteurs d'émission f(e) comme :

$$E_{amont}(i) = \sum_{e, m} f(e) \times CE_{amont}(e, m, i) \quad [2]$$

Les consommations d'énergie dans la logistique aval par mode (m) - route, fer, barge, mer - sont déduites des besoins de transport mesurés en véhicules x kilomètres, soit :

$$CE_{aval}(e, m, i) = h_m(VKM(m, i)) \quad [3]$$

avec :

$CE_{aval}(e, m, i)$: consommation d'énergie (e) par le mode (m) dans l'aval de l'entreprise (i),
 $h_m()$: fonction de consommation d'énergie du mode (m) dans l'aval,
 $VKM(m, i)$: véhicules x kilomètres de l'entreprise (i).

Comme pour les émissions de la logistique amont, les émissions de CO₂ de la logistique aval sont ensuite calculées à partir des facteurs d'émission f(e) :

$$E_{aval}(i) = \sum_{e, m} f(e) \times CE_{aval}(e, m, i) \quad [4]$$

Pour le mode routier, nous avons considéré pour l'instant le gazole comme seule source d'énergie; pour le transport ferroviaire, les tractions diesel et électrique ont été distinguées sur la base d'un prorata des consommations de la SNCF.

Nous avons ensuite estimé les besoins de transport de la logistique aval mesurés en nombre de véhicules multiplié par la distance parcourue en fonction de la production des usines de montage. Les modèles sont de la forme :

$$\ln(VKM(m, i)) = \mathbf{b}_1 + \mathbf{b}_2 \ln(Y(i)) \quad [5]$$

avec :

Y(i): production du constructeur automobile (i) mesurée en nombre de véhicules.

L'estimation économétrique des modèles a été réalisée sur un échantillon de faible taille. Cependant, les tests économétriques (validité des coefficients estimés, absence d'hétéroscédasticité) nous ont permis de conserver les estimations. Les principaux résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4.1 Estimation économétrique des volumes transportés.

	\hat{b}_1	\hat{b}_2	R^2
Route	6.54 (4,83)	0.76 (6,76)	0.901
Rail	-3.90 (-1,29)	1.16 (4,60)	0.809
Mer	-12.6 (-6,30)	1.88 (11,3)	0.969

On notera que l'élasticité des volumes par route est inférieure à l'unité alors que celle des volumes par rail est supérieure à un. Ceci peut être interprété par le fait que plus la production augmente et plus la commercialisation des véhicules aura lieu sur des marchés éloignés invitant ainsi au recours au mode ferroviaire. Les résultats obtenus pour les transports par navire n'ont pas été exploités. Nous avons pour la suite supposé que l'élasticité des volumes transportés par barges était égale à un.

Pour établir une relation entre les dépenses de logistique amont et la production, nous avons supposé que l'élasticité des dépenses de transport par rapport à la production est égale à l'unité.

Nous avons ensuite pris en compte les hypothèses et observations suivantes :

Le paramètre retenu pour la transposition des résultats de l'étude Renault à l'ensemble du territoire national est le nombre de véhicules – particuliers et utilitaires légers- produits.

Aspects complémentaires, par rapport à l'étude Renault, pris en compte :

- Les émissions de polluants, sur le territoire national, liés à la chaîne énergétique amont du point de mise à disposition de l'énergie finale utilisée. Par exemple l'énergie nécessaire et les émissions associées pour le raffinage et la distribution du gazole ou la production d'électricité d'origine thermique.
- L'énergie nécessaire pour le retour – en général – sans fret de retour des engins de transport utilisés dans la distribution des véhicules.

4.3 Résultats pour le territoire national pour l'année 2000

A partir des statistiques du CCFA, nous avons considéré le nombre de véhicules (particuliers + utilitaires) produits sur le territoire national (en milliers) pour l'année 2000 suivant :

Renault	1 407
PSA	1 720
Autres	104
Total	3 231

Les consommations d'énergie externe et les émissions de dioxyde de carbone ont ensuite été estimées à partir du modèle décrit précédemment.

4.3.1 Logistique amont

Tableau 4.2 - Consommation d'énergie externe de la logistique amont

	Route	Fer	Total
Carburant total consommé (tep)	15 7200	4 8240	205 440
Consommation énergie (Mwh)	1 828 000	56 1000	2 389 000
Carburant consommé (litre/véhicule produit)	56,8		
Énergie consommée kwh/véhicule produit	566	173	

Tableau 4.3 - Emission de dioxyde de carbone de la logistique amont

	Route	Fer	Total
Émissions totales directes de dioxyde de carbone –CO ₂ - (KT)	483	11	494
Émissions de CO ₂ amont chaîne énergétique (KT)	16	27,5	43,5
Émissions totales CO ₂ (KT)	499	38,5	537,5
Émissions CO ₂ évitées par le train (KT)		122	122
Émissions totales de CO ₂ par véhicule Kg/véhicule	154	9,7	163,7

4.3.2 Logistique aval

Tableau 4.4 - Consommation d'énergie externe de la logistique aval

	Route	Fer	Barge	Total
Énergie totale consommée en tep	116 230	58 980	662	175 872
Énergie consommée en MWh	1 351 500	685 800	7 695	2 044 995
Énergie consommée Kep/véhicule transporté	49,7	90,2	6,9	
Énergie consommée Kep/véhicule/km parcouru	0,075	0,125	0,043	

Tableau 4.5 - Émissions de dioxyde de carbone de la logistique aval

	Route	Fer (1)	Barge	Total
Émissions directes CO ₂ (KT)	357	22	2,03	381,03
Émissions CO ₂ amont chaîne énergétique (KT)	12	34	0,07	46,07
Émissions CO ₂ totales KT	369	56	2,1	427,1
Émissions CO ₂ kg/véhicule transporté	210	85	22	

(1) : émissions de CO₂ en France uniquement

CONCLUSIONS et ENSEIGNEMENTS

Au niveau macro-économique, la consommation d'énergie externe, liée à l'industrie automobile, (environ 380 000 tep dont 273 400 tep de gazole routier) représente une part relativement peu importante de la consommation énergétique du secteur des transports en France qui avoisine 54 millions de tep en 2000. La consommation de gazole routier représente 3,2 % de la consommation totale de gazole par les poids lourds en France.

Aujourd'hui l'ensemble des émissions de dioxyde de carbone, liées à la logistique automobile en France représente 1 million de tonnes par an soit environ 0,3 % des émissions totales en France, toutes activités confondues ou encore de l'ordre de 0,7 % des émissions liées aux transports.

Au niveau des entreprises automobiles, les dépenses d'énergie liées à la logistique ne représentent qu'une faible part des charges d'exploitation. Cependant, cette consommation représente une part significative (environ 20 %) de l'énergie totale utilisée par l'industrie automobile dans ses usines et pour les transports. Ce double phénomène résulte de l'optimisation des moyens logistiques qui sont pleinement intégrés dans le processus global de production. Le recours important aux transports routiers ne doit pas être uniquement attribué au problème de gestion des stocks mais plutôt à une conséquence du mode de production industrielle basé sur la flexibilité de tous les acteurs (constructeurs et équipementiers) face au marché.

Le transport par fer permet de parvenir à des niveaux d'émission de dioxyde de carbone par véhicule (ou marchandises) transporté nettement inférieur à ceux observés dans le transport routier (85 contre 210 kg par véhicule). Cet écart est particulièrement important en raison de la faible part d'électricité d'origine thermique (12 %) en France. Il serait moindre dans les autres pays européens où il n'y a pas prépondérance de l'électricité d'origine nucléaire.

Les possibilités de substitution route vers fer paraissent limitées, du moins à court terme. En effet, en raison de la nécessité pour l'industrie automobile d'opérer à flux tendu et de maintenir des stocks minima, la route présente une flexibilité et une réactivité que le rail ne peut offrir. En outre l'utilisation du rail ou du ferroutage nécessite des investissements de raccordement au réseau fer relativement lourds et l'allongement des délais d'acheminement se traduit par une immobilisation accrue d'équipements d'emballage et conditionnement. Un accroissement significatif de la part du fer supposerait la mise en place d'une politique très incitative de la part des transporteurs ferroviaires et d'une amélioration de leur fiabilité en terme de délais.

Enfin, les consommations d'énergie externes et les émissions de dioxyde de carbone y afférant doivent être resituées dans le contexte international de l'industrie automobile. Les grands constructeurs et, en particulier, les deux groupes français, disposent d'usines dans plusieurs pays. Les échanges internationaux entre les usines et avec les sites industriels des équipementiers invitent à appréhender les consommations d'énergie externes dans le cadre de grandes zones géographiques, et donc, pour ce qui nous concerne, au niveau européen.

Références

Albertini J.-M., 1999, *Mondialisation et stratégies industrielles*, Les Essentiels Milan, ed. Milan, Toulouse

Groupe de Recherche Permanente sur l'Industrie et les Salariés de l'Automobile (GERPISA), 1998, *Internationalisation des firmes : stratégies et trajectoires*, Actes du GERPISA n° 22,

Hamdani S., 2002, Influence de la mondialisation sur les flux de transport de marchandises et la consommation d'énergie, Mémoire de DEA Économie de l'Énergie, Université de Paris II - École du Pétrole et des Moteurs-INRETS, 83 p.

Juan S., 1999, Les modélisations économétriques d'estimation de coût dans l'industrie automobile : l'apport des techniques de bootstrap, Thèse de doctorat, Université de Bourgogne et École du Pétrole et des Moteurs, 249 p.

Lantz F., J. Pompeigne, 2002, Frontières de coût et mesure de l'efficacité économique dans l'industrie automobile, Communication aux XXXIVèmes Journées de Statistique de la SFdS, Bruxelles-Louvain la Neuve, 13-17 mai 2002, 6 p.

SESSI, 2001, L'industrie de l'équipement automobile, Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, 23 p., ISSN 1625-1555

Soleilhet B., 2000, Traduction des flux physiques de la logistique en indicateurs environnementaux, Rapport de stage ENSAM, 47 p.

Verboven F., *International price discrimination in the european car market*, Rand Journal of Economics, Vol. 27, p 240-268, 1996

Verboven F., The evolution of price discrimination in the european car market, Communication au congrès annuel de l'European Economic Association, Saint Jacques de Compostelle, 2-4 septembre 1999

Womack J.P., Jones D.T., Roos D., *Le système qui va changer le monde, une analyse des industries automobiles mondiales par le MIT*, traduction française, ed. Dunod, 1992.

Zagnoti P., A. Pagano, 2001, Modularization, knowledge management and supply chain relations : the trajectory of a european commercial vehicle assembler, Actes du Gerpisa n° 32

Sources d'information

Rapport annuel du Comité Français des Constructeurs Automobiles (CCFA) www.ccfa.fr

Rapport annuel de la Fédération des Industries des Equipementiers pour Véhicules (FIEV)
www.fiev.fr

Rapport annuel de Renault www.renault.com

Rapport annuel du groupe PSA www.psa-peugeot-citroen.com

Rapport d'activité et statistiques de l'Organisation Internationale des Constructeurs
Automobiles (OICA) www.oica.net

Annexe : Indicateurs économiques des principaux constructeurs automobiles et entreprises de logistique français

Dans cette annexe sont présentés différents indicateurs économiques des deux constructeurs automobiles PSA-Peugeot-Citroën et Renault et des deux entreprises de logistique CAT (qui travaille avec Renault) et Gefco (qui travaille avec Peugeot et Citroën)

A1-1 PSA Peugeot-Citroën

	Année 2000	Année 2001	Variation 2001/2000 %
Données financières : M€			
Capital social	278	278	0,0
Chiffre d'affaires global	4 4181	51 663	16,9
dont branche automobile	37 436	41 524	10,9
Chiffre d'affaires Europe ouest	38 743	nd	
Chiffre d'affaires hors Europe ouest	5 438	nd	
Résultat exploitation	2 121	2 652	25,0
dont branche automobile	1 579	1 992	26,2
autres	542	660	21,8
Résultat net	1 323	1 681	27,1
Capacité autofinancement	3 221	3 440	6,8
Investissements	2 898	2 938	1,4
Activités : en milliers de véhicules			
Production : V P	2 506	2 758	10,1
V U	379	374	-1,3
V I	0	0	
Production totale	2 885	3 132	8,6
dont France	1 720	nd	
hors France	1 165	nd	
Personnel			
Effectif total	nd	181 900	
dont France		115 600	

A1-2 Renault

	Année 2000	Année 2001	Variation 2001/2000 %
Données financières : M€			
Capital		nd	
Chiffre d'affaires global	34 268	36 351	6,1
dont branche automobile	3 985	33 841	5,8
Chiffre d'affaires UE	28 003	30 450	8,7
Chiffre d'affaires hors UE	6 265	5 901	-5,8
Résultat exploitation	1 518	704	-53,6
dont branche automobile	1 266	106	-91,6
autres	252	598	137,3
Résultat net	1 080	1 051	-2,7
Capacité autofinancement	3 137	1 688	-46,2
Investissements	3 427	3 314	-3,3
Activités : en milliers véhicules (2)			
Production : V P	2 044	2 045	0,0
V U	312	329	5,4
V I	96	57	-40,7
Production totale	2452	nd	
dont France	1 503	nd	
hors France	949	nd	
Personnel			
Effectif total (1)	166 114	140 417	-15,
dont branche automobile	135 574	133 111	-1,

Notes

(1) réduction en 2001 due essentiellement à la déconsolidation de Renault VI (Renault truck en 2001)

(2) V P : véhicule particulier, V U: véhicule utilitaire, VI: véhicule industriel

(Renault truck en 2001 est regroupé avec AB Volvo)

A1-3 Compagnie d'Affrètement et de Transport (CAT)

	Année 2000	Année 2001	Variation 2001/2000 %
Données financières : M€			
Capital	187	187	0,0
Chiffre d'affaires global	1 223	1 273	4,1
dont distribution automobile	nd	841	
Chiffre d'affaires UE	nd	1 195	
Chiffre d'affaires hors UE	nd	78	
Chiffre d'affaires hors France	906	905	-0,1
Résultat exploitation	69	68	-1,4
Résultat net	44	46	4,5
Capacité autofinancement	46	nd	
Investissements	6	nd	
Salaires + charges	68	nd	
Activités			
Nature	logistique	logistique	
Marchandises transportées (milliers tonnes)	nd	1 500	
dont en France	nd	370	
Nombre de véhicules transportés (milliers)	nd	2 600	
Nombre camions ou attelages en opérations :			
- logistique véhicule	nd	1 500	
- logistique cargo	nd	2 000	
Personnel			
Effectif total (consolidé)	2 518	2 591	2,9
Effectif en France	nd	1 484	
hors de France	nd	1 107	

A1-4 Gefco

	Année 2000	Année 2001	Variation 2001/2000 %
Données financières : M€			
Capital	8	8	0,0
Filiale 100 % PSA			
Chiffre d'affaires consolidé	2 329	2 643	13,5
dont distribution automobile	824	968	17,5
Chiffre d'affaires UE	2 234	2 556	14,4
Chiffre d'affaires France	1 464	1 689	15,4
Résultat exploitation	100	119	19,0
Résultat net	57	49	-14,0
Capacité autofinancement (MBA)	91	104	14,3
Investissements	74	85	14,9
Salaires + charges (entreprise)	110	152	38,2
Activités			
Nature	Logistique messagerie	Logistique messagerie	
Messagerie : nombre d'expéditions par jour	45 000	40 000	-11,1
Transport par lot : nombre d'opérations par jour	2 400	2 500	4,2
Nombre de véhicules préparés et transportés (milliers)	2 800	3 100	10,7
Nombre d'implantations en Europe	200	200	0,0
Nombre wagons en opérations	nd	4 000	
Personnel			
Effectif total	7 485	7 682	2,6
dont distribution automobile	1 038	1 413	36,1
Effectif en France	4 765	4 488	-5,8
hors de France	2 720	3 194	17,4