



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org



D02788



Distr. LIMITEE

ID/WG.76/17

30 novembre 1970

Original : FRANCAIS

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

Groupe de travail sur les économies d'échelle
dans l'industrie automobile en Amérique latine^{1/}

Santiago (Chili), 21-30 septembre 1970

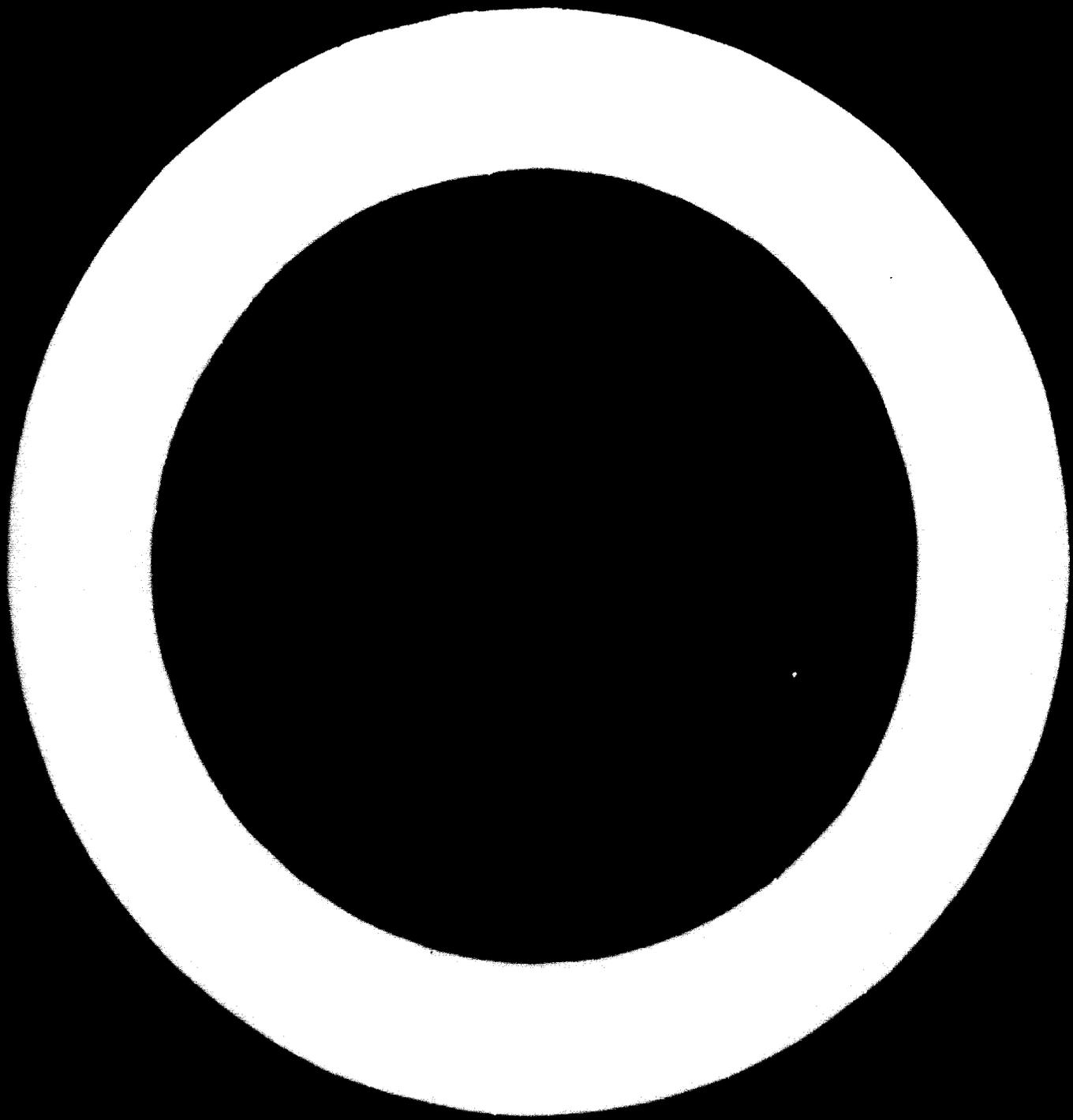
LES RELATIONS COUT-VOLUME DANS L'INDUSTRIE AUTOMOBILE^{2/}

par
Claude Sicard

^{1/} Organisé conjointement par la Commission économique pour l'Amérique latine (CEPAL), la Banque interaméricaine de développement (IDB) et l'ONUDI.

^{2/} Les opinions exprimées dans le présent document sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement les vues du Secrétariat de l'ONUDI.

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche.



TABIE DES MATIERES

	<u>Page</u>
21. Description sommaire des opérations de montage final	2
211. Réception des CKD - stockage-déballage	2
212. Assemblage de la carrosserie - ligne de ferrage	4
213. La ligne de peinture	4
214. La ligne de sellerie	5
215. La ligne de mécanique - finition	5
216. Ligne de finition-livraison	5
22. Détermination des investissements pour l'atelier de montage final	6
221. Classification des investissements	6
222. Relation investissement total - production annuelle ...	7
A. Les effets d'économie d'échelle	9
B. Incidence de la mécanisation sur le niveau des investissements	10
C. Influence de la multiplicité des modèles sur le niveau des investissements	11
D. Ordre de grandeur des investissements pour différentes cadences	13
23. Etude des coûts de montage	15
231. Les paramètres du coût de montage d'un véhicule	15
A. Main-d'oeuvre directe	15
B. Les frais de fabrication	15
C. Les frais généraux	16
D. Les amortissements	16
232. Analyse des variations des composants du coût de montage	17
A. Les frais de main-d'oeuvre directe par véhicule ...	17
B. Les frais de fabrication	22
C. Les frais généraux	26
D. Les amortissements	28

	<u>Page</u>
249. Coût global du coût de montage d'un véhicule	33
251. Variation du coût de montage en fonction du volume de production	33
252. Etude d'un exemple concret	35
A. Hypothèses de calcul	35
B. Décomposition du coût de montage par véhicule	36
C. Examen des résultats	37
D. Conclusion	40
253. Coût des pays en voie de développement	41
257. Incidence du taux horaire de main-d'oeuvre et de la productivité	42
A. Hypothèses de calcul	42
B. Résultat des calculs	42
C. Critique des résultats	42
D. Décomposition du coût de montage dans des pays peu industrialisés	43
258. Incidence des coûts de montage sur les prix des véhicules	44
A. Prix de cession aux réseaux	44
B. Prix au consommateur	46
259. Conclusion sur les relations coût-volume pour une usine de montage	47
261. Investissements nécessaires	47
262. Coût de montage d'un véhicule	47

TABLEAUX

<u>Numéro</u>		
1	Détail des investissements pour une usine de montage selon le volume de production	14
2	Décomposition du coût de montage unitaire dans un pays déjà industrialisé	37
3	Evolution du coût de montage en fonction des cadences cas d'un pays industrialisé	40
4	Evolution du coût de montage en fonction du volume cas d'un pays peu industrialisé	42
5	Décomposition du coût de montage dans des pays peu industrialisés	43

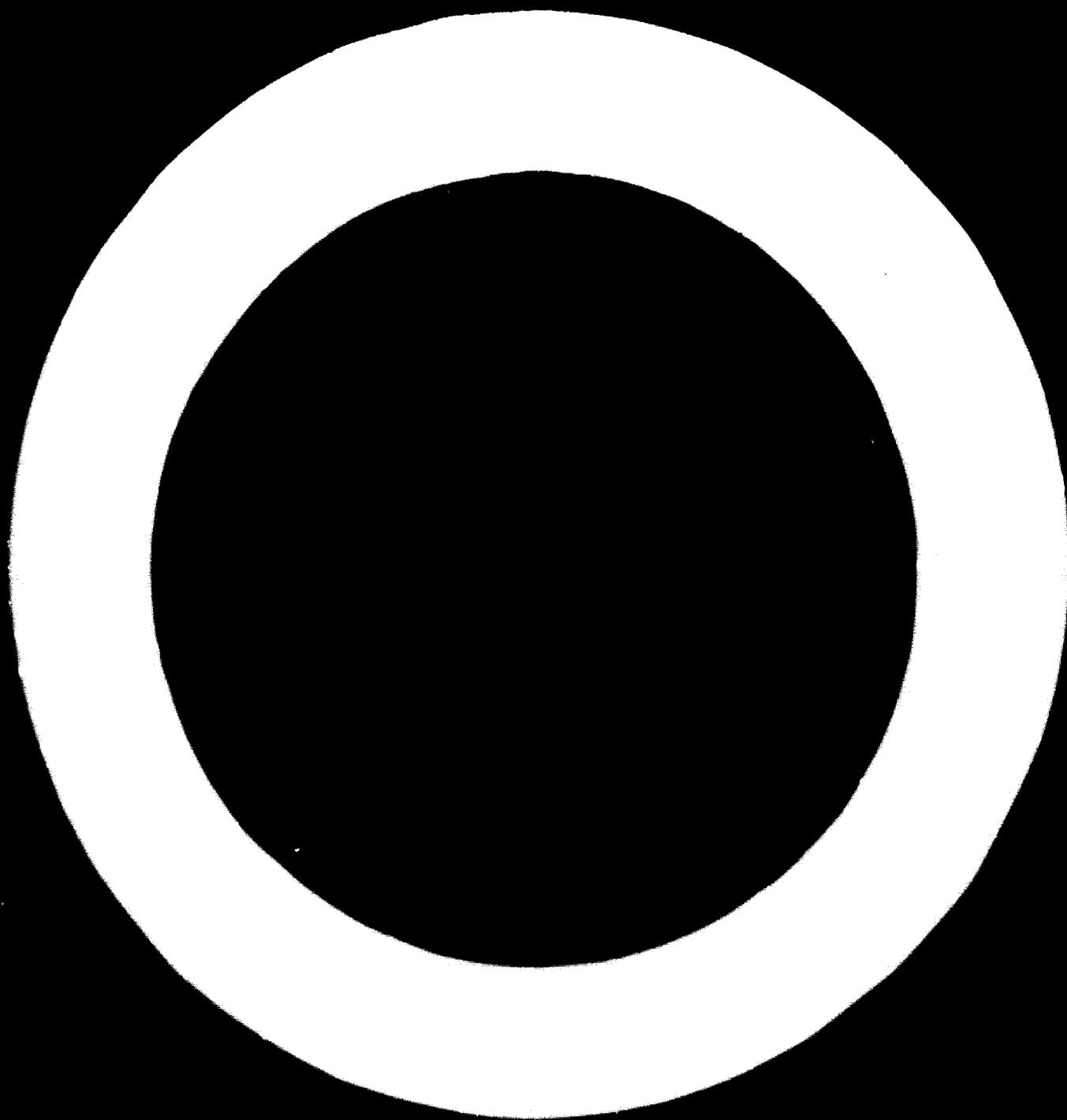
/6 Décomposition

<u>Numéro</u>		<u>Page</u>
6	Décomposition du prix de cession au réseau de distribution ..	44
7	Décomposition du prix au public	46
8	Variation moyenne du surcoût unitaire de montage selon le volume de production	48

GRAPHIQUES

1	Usine de montage final - Evolution des investissements en fonction du volume de production	8
2	Variation du surtemps pour les opérations de montage final en fonction du volume de production	19
3	Evolution des frais de fabrication en fonction des volumes de production	24
4	Evolution des frais de fabrication unitaires en fonction des volumes de production	25
5	Usine de montage final - Variation de la masse des frais généraux	27
6	Usine de montage final - Variation des frais généraux unitaires	29
7	Evolution de la charge totale d'amortissement pour une usine de montage en fonction du volume	30
8	Evolution de la charge d'amortissement par véhicule en fonction du volume	31
9	Montage - Variation du surcoût de montage selon le volume de production	34
10	Décomposition du coût unitaire de montage	38
11	Evolution du surcoût de montage en fonction du volume de production - Incidence du "gel" du noyau de véhicule	39
Diagramme 1	Diagramme de la fabrication automobile	3

/L'Etat des



L'étude des coûts de montage présente un intérêt tout particulier dans la mesure où chaque pays, quelles que soient les solutions adoptées par ailleurs pour les fabrications de pièces ou d'organes, a entrepris d'installer sur son territoire une ou plusieurs usines de montage.

Dans les grands pays industrialisés, on assiste également à une multiplication des usines de montage permettant d'effectuer l'assemblage final de diverses pièces et organes produits chacun dans des unités distinctes.

On peut donc observer, dans ce domaine, une grande multiplicité de type d'usines dont la conception et l'organisation varient avec les volumes à produire; la gamme des usines de montage qui existent actuellement à travers le monde s'étend d'unités produisant seulement quelques véhicules par jour (trois à cinq dans certains cas extrêmes) à des usines très mécanisées produisant en très grandes séries (100 000 véhicules/an et plus).

La multiplication des usines de montage à travers le monde s'explique par le fait que le transport des CKD est moins onéreux que celui des véhicules "build-up", les coûts de transport variant considérablement en fonction des volumes à transporter; elle s'explique aussi par le fait que dans les pays en voie de développement qui désirent s'industrialiser la création d'une usine de montage ouvre la voie à l'industrialisation, puisque c'est dans l'usine de montage que les pièces ou organes fabriqués localement viendront rejoindre les pièces ou organes importés de l'étranger pour constituer finalement le véhicule monté, prêt à être livré au consommateur.

Dans ce chapitre nous décrirons donc d'abord en quoi consistent les opérations de montage final, en commentant de quelle manière se modifient les installations à mesure que progressent les cadences de fabrication; nous examinerons ensuite comment varient les investissements en fonction des volumes à produire, et finalement comment s'analysent dans cette fabrication les effets coûts-volumes.

/21. Description

21. Description sommaire des opérations de montage final

Ces opérations consistent à assembler entre eux différents éléments plus ou moins complexes d'un véhicule, à partir d'une collection CKD.

Il faut noter cependant que certains éléments auront déjà été assemblés au cours d'opérations antérieures (ces opérations étant décrites dans le chapitre "usinage et montage des organes mécaniques" et dans le chapitre "emboutissage et assemblage des unités").

Le but du montage final est donc d'assembler un véhicule complet en ordre de marche prêt à être livré.

Le diagramme 1 ci-après précise l'enchaînement des différentes opérations effectuées au cours du montage final, c'est-à-dire la suite logique des opérations qui permettent d'aboutir à un véhicule entièrement terminé.

Les différentes opérations de montage final peuvent être regroupées de la façon suivante:

- Réception des collections CKD - déballage - stockage
- Assemblage de la carrosserie - ligne de ferrage
- Ligne de peinture
- Ligne de sellerie
- Ligne de mécanique - finition
- Ligne de finition - livraison.

211. Réception des CKD - stockage-déballage

En amont de l'assemblage lui-même, les premières opérations sont constituées par le déballage, la vérification quantitative et qualitative des composants du véhicule, importés ou de fabrication locale.

La collection des ensembles, sous-ensembles, pièces et accessoires divers se trouve répartie dans un certain nombre de caisses et de containers, groupés selon la nature des constituants:

- éléments de carrosserie
- éléments mécaniques
- éléments de sellerie
- carcasses et armatures de sièges
- divers,

les containers sont ensuite dirigés vers les chaînes d'assemblage, et disposés autour des différents postes de montage selon les besoins.

/Diagramme 1

212. Assemblage de la carrosserie - ligne de ferrage

Rappelons tout d'abord que l'on désigne par le terme de "unit" un sous-ensemble de carrosserie constitué de plusieurs pièces de tôle.

a) Une première section complète certains "units" qui pour des raisons de transport sont présentés dépouillés d'une partie de leurs éléments ou même sont complètement "éclatés".

b) Une deuxième section assure l'assemblage général de la carrosserie à partir des "units" disposés sur des montages spécifiques, soit fixes soit pivotants, appelés "jigs d'assemblage".

Cette section dispose d'un matériel de soudure électrique par résistance (pince à souder par points) qui peut être, soit groupé sur un portique autonome, soit fixé directement sur la charpente du bâtiment.

c) La caisse une fois assemblée est disposée sur un chariot spécial, puis entre dans la ligne de ferrage où elle reçoit:

- des soudures complémentaires qui assurent soit la rigidité de l'ensemble, soit l'étanchéité;
- les "units" amovibles tels que: portières, capots, ailes, ...

213. La ligne de peinture

Sortant de la ligne de ferrage, la "caisse en blanc" est introduite dans l'atelier de peinture où un système de convoyeur la fera traverser les différentes sections. Les principales opérations de peinture se présentent dans l'ordre suivant:

- dégraissage, phosphatation, rinçage
- étuvage
- revêtement anti-corrosion du bas de caisse
- peinture d'apprêt en deux couches
- cuisson des apprêts
- application des laques
- cuisson des laques
- retouches de peinture.

/214. La ligne

214. La ligne de sellerie

a) Confection sellerie: ce poste est inscrit ici pour mémoire car souvent la garniture voiture, y compris les sièges, arrive toute confectionnée d'usines locales. Il s'agit dans ce cas d'opérations de coupage et de couture des éléments de sellerie intérieure; dans le cas de sellerie en plastique, il s'agit d'opérations de soudure haute fréquence.

b) Ligne de sellerie proprement dite, ou de garnissage: le véhicule reçoit les éléments suivants: équipements et accessoires intérieurs, vitres de portes, pare-brise, câblage électrique, colonne de direction, revêtements de porte et de pavillon, caoutchouc d'étanchéité, planche de bord, phares, enjoliveurs extérieurs, etc.

215. La ligne de mécanique - finition

En dehors de la ligne de montage proprement dite, un certain nombre de préparations sont nécessaires; elles sont effectuées dans des sections parallèles:

- habillage du groupe moteur-boîte de vitesse
- équipement du châssis plancher, avec les organes de suspension, de freinage, de direction.

Dans la ligne de mécanique-finition, la carrosserie est déposée sur les ensembles mécaniques ci-dessus. L'accouplement et le réglage des différents éléments se font tout au long de la ligne, les dernières vérifications ayant lieu sur la fosse finale. A la sortie de cette ligne, le véhicule en ordre de marche passe aux mains des contrôleurs-essayeurs.

216. Ligne de finition-livraison

Après essais sur route, on effectue encore diverses opérations de contrôle, de réglage mécanique ainsi que certaines retouches de peinture dans une cabine spéciale; puis le véhicule subit un test d'étanchéité et passe enfin au nettoyage et au lustrage.

/22. Détermination

22. Détermination des investissements pour l'atelier de montage final

Afin de préciser l'importance d'un atelier de montage final dans une usine de fabrication complète, on peut compter, pour fixer un premier ordre de grandeur, que les investissements nécessaires pour un atelier de montage final représentent 10 à 15% du total des investissements demandés par une usine fabriquant 100 000 véhicules par an, avec un taux d'intégration de 95%.

221. Classification des investissements

Les investissements nécessaires peuvent être classés en quatre groupes:

- terrain, aménagements et viabilité
- bâtiments
- équipements, machines, outillages
- aménagements généraux et servitudes, annexes.

D'une façon générale on peut considérer que la part de chacune de ces catégories dans l'investissement total est approximativement la suivante:

terrain, aménagements, viabilité	5%
bâtiments	35 à 45%
équipements, outillages, machines	45 à 35%
aménagements généraux	15%
investissement total	100%

a) Il faut noter que les surfaces nécessaires en terrain et en bâtiments couverts sont beaucoup plus élevées que pour un atelier d'usinage ou d'emboutissage; par contre les investissements en équipements et outillages sont beaucoup moins élevés que pour un atelier d'usinage ou d'emboutissage.

b) Par ailleurs, l'importance des investissements en bâtiments dépend aussi du climat du pays dans lequel est installée l'usine de montage. Aussi le prix au mètre carré couvert peut-il varier du simple au triple suivant que l'on se trouve dans un pays tropical ou dans un pays proche du cercle polaire, comme l'indique le tableau ci-après:

/Pays

Pays	Vénézuéla	France	Finlande
Prix au mètre carré couvert FF/m ²	200	450 à 500	650

c) D'autre part un haut degré de mécanisation et d'automatisation de la chaîne de montage et de la chaîne de peinture peut entraîner une forte augmentation des investissements nécessaires en équipements.

Le problème de la chaîne de peinture est à cet égard très significatif puisqu'à elle seule, elle peut représenter plus de 20% de l'investissement total pour une usine de montage très mécanisée.

Il faut signaler à ce sujet que la capacité de la chaîne de peinture doit être soigneusement étudiée car elle constitue, la plupart du temps, le goulot d'étranglement de la chaîne de montage d'un véhicule.

La capacité d'une chaîne de peinture ne peut pas être augmentée sans investissements importants. Il est donc indispensable de dimensionner largement celle-ci au moment de sa mise en place, afin de pouvoir faire face à un éventuel accroissement ultérieur de la capacité totale de montage.

222. Relation investissement total - production annuelle

Le niveau des investissements nécessaires pour différentes cadences de montage résultant des recherches que nous avons effectuées apparaît sur le graphique 1 sur lequel on a fait figurer en abscisse la production annuelle de véhicules et en ordonnées le niveau moyen des investissements totaux nécessaires.

N.B. Le prix des terrains n'a pas été pris en compte ici; les montants d'investissements indiqués représentent donc les dépenses nécessaires en:

- bâtiments et travaux de viabilité
- équipements, machines et outillages
- aménagements généraux, installations de servitude et annexes.

/Graphique 1

Total investment
(millions of French francs)
Investissement total
millions de francs français

Figure 1
Graphique 1.

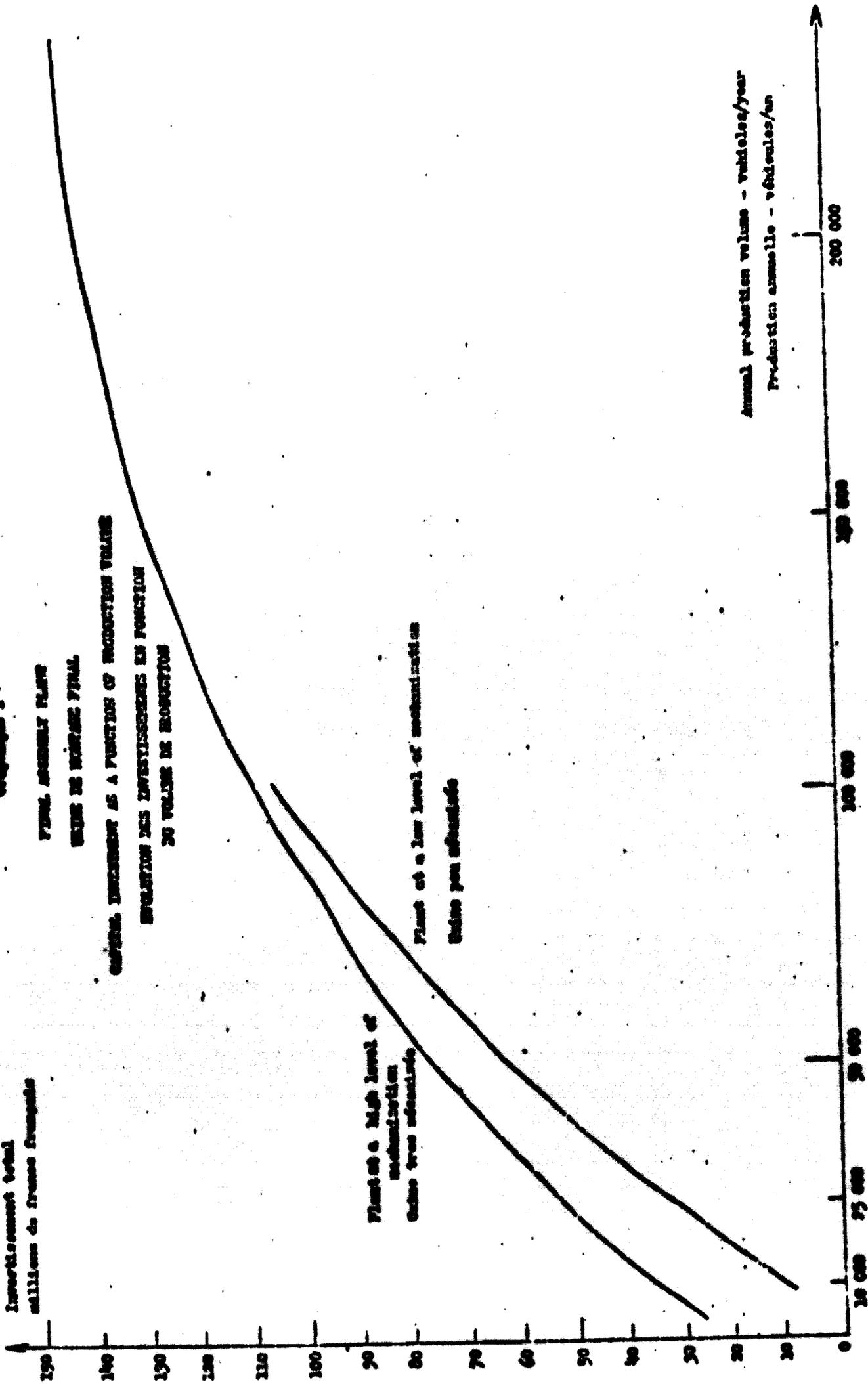
FINAL ASSEMBLY PLANT
USINE DE MONTAGE FINAL

CAPITAL INVESTMENT AS A FUNCTION OF PRODUCTION VOLUME
EVOLUTION DES INVESTISSEMENTS EN FONCTION
DU VOLUME DE PRODUCTION

Plant at a high level of
mechanization
Usine très mécanisée

Plant at a low level of
mechanization
Usine peu mécanisée

Annual production volume - vehicles/year
Production annuelle - véhicules/an



Les travaux que nous avons effectués nous ont conduits à étudier dans le cas des faibles cadences de montage des usines de capacités identiques mais présentant des degrés de mécanisation très différents. C'est la raison pour laquelle on a fait figurer deux courbes dans le domaine des faibles cadences, sur le graphique des investissements: la courbe supérieure correspond à une usine très mécanisée, la courbe inférieure correspond à une usine peu mécanisée.

Pour les cadences de montage supérieures à 100 000 véhicules par an, les courbes tendent à être confondues, car à ce niveau, les usines de montage sont toujours très mécanisées.

De plus, les chiffres mentionnés concernent des usines de montage supposées installées dans des pays à climat tempéré.

A. Les effets d'économie d'échelle

On peut discerner trois régions sur la courbe d'investissement total:

- (a) De 0 à 25 000 véhicules par an, le facteur d'échelle ("scale up factor") serait de l'ordre de 0.70. Ainsi pour multiplier la capacité par 5 en passant de 5 000 à 25 000 véhicules par an, il faut multiplier les investissements par 3. On constate par ailleurs, que pour une usine peu mécanisée les investissements croissent un peu plus que proportionnellement aux capacités alors que pour une usine très mécanisée, les investissements augmentent nettement moins que proportionnellement aux capacités, ce qui semble logique puisque dans ce dernier cas, on a choisi de mettre en place des équipements de grande série, dès le début.
- (b) De 25 000 à 100 000 véhicules par an, le facteur d'échelle est de l'ordre de 0.6, les investissements passant de 45 millions de francs à un peu plus de 100 millions de francs, alors que la capacité de production se trouverait multipliée par 4.
- (c) Pour les cadences de montage supérieures à 100 000 véhicules par an, on constate que la courbe s'infléchit très nettement, et que le facteur d'échelle se trouve ramené à 0.4 seulement; les investissements sont bien moins que proportionnels à la capacité. Ainsi pour faire passer la production de 100 000 à 200 000 véhicules par an, les investissements sont approximativement à multiplier par 1.3, ce qui est normal puisqu'à ce niveau de production, l'usine est toujours très mécanisée.

/B. Incidence

B. Incidence de la mécanisation sur le niveau des investissements

Le graphique 1 montre que l'incidence de la mécanisation sur les investissements est particulièrement sensible pour les faibles cadences de montage. Par contre, l'usine devenant de plus en plus mécanisée, à mesure que la capacité augmente, le problème de l'effet de la mécanisation se pose de moins en moins lorsque l'on évolue vers les grandes cadences.

Le niveau des investissements pouvant passer du simple au double dans le cas d'une usine très mécanisée, pour les cadences inférieures à 25 000 véhicules par an, il est intéressant de voir sur quels postes de l'atelier de montage, cette mécanisation peut porter.

- (a) Si l'on peut admettre d'utiliser une chaîne de montage fixe pour les très faibles cadences de l'ordre de 15 véhicules par jour (3 750 véhicules par an), il devient indispensable de mécaniser la chaîne dès que la production atteint environ 6 000 véhicules par an; il faut en effet considérer que le seuil de mécanisation de la chaîne se situe vers 3 véhicules/heure. Cette mécanisation implique des investissements élevés en convoyeurs aériens et en convoyeurs au sol.
- (b) Par ailleurs, l'organisation de l'atelier de peinture se trouve profondément différente selon la cadence de production envisagée. Pour les très faibles cadences de montage, inférieures à 2 véhicules/heure (soit 4 000 véhicules par an), on peut admettre que l'opération de peinture s'effectue dans une cabine, le véhicule étant fixe et les ouvriers utilisant simplement des pistolets. Dès que la cadence dépasse 2 à 3 véhicules/heure, il devient nécessaire de mécaniser la chaîne. Toutefois, on pourra limiter l'investissement en effectuant l'opération de peinture par trempé ponctuel. Pour les cadences élevées, supérieures à 4 véhicules/heure, il devient préférable de remplacer le trempé ponctuel par un trempé sur chaîne automatique. Pour ce niveau de production on utilise généralement le procédé de peinture par électrophorèse et les investissements sont alors très élevés.

/c) Ces

- (c) Ces observations permettent de comprendre pourquoi les investissements croissent rapidement pour les faibles cadences, il faut cependant noter que l'on peut choisir délibérément un degré de mécanisation élevé de l'atelier de montage, même dans le cas où une faible cadence de montage ne justifie pas vraiment une telle décision; cela peut se produire lorsque l'on envisage pour plus tard une augmentation importante de la cadence de montage; une autre raison, peut être le souci de limiter la quantité de main-d'oeuvre à utiliser pour effectuer les opérations de montage, dans le cas où le coût de l'heure d'ouvrier serait chère.

C. Influence de la multiplicité des modèles sur le niveau des investissements

a) Chaîne d'assemblage

- 1) La multiplicité des modèles entraînera qu'une augmentation assez faible des investissements: les dépenses supplémentaires porteront principalement sur les montages d'assemblage ou "jigs d'assemblage" qui sont spécifiques à un modèle, ainsi que sur l'outillage de contrôle; en particulier il sera nécessaire de disposer d'autant de "jigs de contrôle" qu'il y a de modèles. Pour donner des ordres de grandeur, nous avons indiqué ci-après les investissements complémentaires à prévoir pour introduire un modèle supplémentaire:

- jig d'assemblage principal

coût moyen pour un petit véhicule 100 000 FF

coût approximatif pour un véhicule de cylindrée moyenne 300 000 FF

- jig de contrôle: rappelons qu'il s'agit simplement d'une "caisse en blanc", c'est à-dire non peinte, fortement nervurée pour la rendre très rigide:

coût approximatif pour un petit véhicule 10 000 FF

- jigs secondaires d'assemblage:

jig de plancher

jig de côté de caisse

jig de portière, etc.

qui sont souvent fabriqués sur place et sont donc moins coûteux.

/11) Suivant

ii) Suivant le degré de mécanisation de la chaîne de montage, on pourra être conduit à effectuer des investissements complémentaires en équipement de soudure par point. Dans le cas d'une faible mécanisation, on utilise un portique de soudure avec des pinces à souder simples; celles-ci peuvent être utilisées pour des modèles différents et il n'y a pas d'investissements supplémentaires à prévoir si l'on monte des modèles différents. Si la mécanisation a été plus poussée, on utilise alors des machines à souder multipoints: ces équipements sont, la plupart du temps, spécifiques à un modèle. Si l'on introduit un modèle supplémentaire il faut aussi prévoir un investissement complémentaire en équipements de soudure par résistance et cet investissement peut être de l'ordre de 150 000 à 500 000 FF pour un véhicule de taille moyenne. Notons cependant que l'investissement en équipements de soudure peut atteindre 1 000 000 FF, dans le cas de l'opération d'assemblage de la coque.

b) Chaîne de peinture

Quel que soit le degré de mécanisation, on peut considérer que l'introduction d'un modèle complémentaire n'entraîne pas d'investissements nouveaux dans cet atelier.

c) Ligne de sellerie

La multiplicité des modèles n'entraîne pas d'investissements complémentaires. Par contre, l'atelier de confection sellerie, sera lui, sensible à la multiplication des modèles, mais les investissements complémentaires seront de toute façon peu élevés.

d) Aire de stockage des collections CKD

La multiplication des modèles entraîne évidemment, une augmentation des aires de stockage car il est nécessaire de disposer d'une surface de stockage plus importante puisque les collections doivent être groupées en containers bien séparés pour chaque modèle.

Il s'agit donc d'un investissement en surface de bâtiment ou d'abri de stockage, ou d'un investissement en terrain, si le climat du pays considéré permet un simple stockage en plein air.

/D. Ordre

D. Ordre de grandeur des investissements pour différentes cadences

Nous avons ventilés dans le tableau 1 les investissements selon les grandes catégories d'emploi, pour différentes cadences. Nous avons essayé de plus de distinguer pour les faibles cadences, le cas d'une usine fortement mécanisée située dans un pays tempéré et le cas d'une usine peu mécanisée située dans un pays chaud.

Les montants d'investissement indiqués sont approximatifs et ne peuvent donner que des ordres de grandeur nécessaires. Les chiffres indiqués résultent de valeurs moyennes, la fourchette d'incertitude atteignant 20% pour les faibles cadences et 10% pour les grandes cadences.

Ce tableau doit permettre essentiellement de mieux distinguer l'importance relative des différentes catégories d'investissements et de mieux saisir l'incidence du facteur d'économie d'échelle. Nous insistons donc sur le caractère relatif des montants indiqués, les valeurs absolues ne présentant pas une importance primordiale dans le cadre de cette étude.

/Tableau 1

Tableau 1
DETAIL DES INVESTISSEMENTS POUR UNE USINE DE MONTAGE SELON LE VOLUME DE PRODUCTION a/

USINE PRODUIT RECHARGE PAR GRADE	Cadence de montage véhicule/ an	Terrain		Bâtiments		Investissements-équipements & outillages					Instal. lat. de carra- tude et annexes	Total des investis- sments hors terrain
		Surface m ²	Investis. FF	Surface m ²	Investis. FF	Tôlerie assemblage	Peinture	Garniture sellerie	Mécanique finition	Investis- sments hors terrain		
USINE PRODUIT RECHARGE PAR GRADE	10 000	60 000		17 000	7 650 000	10 000 000	8 000 000	1 000 000	1 350 000	6 000 000	24 000 000	
	25 000	110 000	Echelle 1/200	30 000	13 500 000	15 000 000	11 000 000	1 500 000	2 000 000	10 000 000	53 000 000	
	100 000	150 000		70 000	31 500 000	30 000 000	20 000 000	3 000 000	4 500 000	16 000 000	105 000 000	
	200 000			100 000	45 000 000	40 000 000	30 000 000	5 000 000	8 000 000	22 000 000	170 000 000	
USINE PRO RECHARGE PAR GRADE	10 000	60 000	Echelle 1/200	17 000	4 300 000	4 500 000	4 000 000	800 000	700 000	3 000 000	16 000 000	
	25 000	110 000		30 000	7 500 000	10 000 000	3 000 000	1 500 000	1 500 000	7 000 000	24 850 000	

a/ Il s'agit de montants approximatifs permettant de définir un ordre de grandeur raisonnable des investissements.

23. Etude des coûts de montage

Nous examinerons dans ce paragraphe le prix de revient du montage d'un véhicule en dégageant les différents paramètres, et en étudiant l'évolution de chaque paramètre en fonction de la cadence de montage envisagée. Cela nous permettra de faire apparaître pour l'opération complète du montage, les surcoûts correspondant à différents niveaux de production.

Nous examinerons par ailleurs, l'incidence sur le coût du montage du degré de mécanisation des opérations et de la multiplicité des modèles à fabriquer sur une même chaîne.

231. Les paramètres du coût de montage d'un véhicule

D'une manière générale on peut décomposer le coût du montage d'un véhicule en quatre éléments principaux:

- main-d'oeuvre directe
- frais de fabrication
- frais généraux
- amortissements

le coût de montage correspondant à la valeur ajoutée par l'usine de montage.

A. Main-d'oeuvre directe

Il n'est pas toujours aisé de bien isoler la main-d'oeuvre directe dans l'ensemble de la main-d'oeuvre d'un atelier.

On considèrera ici qu'il s'agit des ouvriers effectuant directement les opérations de montage, des ouvriers effectuant le déballage et le classement des collections CKD et du personnel de manutention.

Ces ouvriers possèdent en général une qualification faible (O51-O52) et sont payés à l'heure.

Dans le coût de la main-d'oeuvre sont comprises, en plus du salaire direct, les charges sociales, les primes de vacances, les primes de productivité ainsi que des primes diverses (insalubrité, transport, etc..)

B. Les frais de fabrication

Il s'agit des dépenses nécessairement liées aux opérations de montage qui sont directement influencées par le niveau de production.

Il est d'usage de les classer en deux groupes:

- a) les frais de fabrication variables: ils croissent proportionnellement à la cadence de montage; il s'agit en particulier

/des fournitures

- des fournitures: peinture, huile, chiffons, etc.
- du petit outillage
- des dépenses d'énergie et de fluides: électricité, gas, air comprimé, eau

b) les frais de fabrication semi-fixes

Ils ne varient pas proportionnellement à la production mais évoluent par paliers successifs; on peut citer en particulier

- les frais de main-d'œuvre indirecte (personnel d'encadrement, agents d'atelier)
- les frais d'entretien.

c. Les frais généraux

Il s'agit dans ce cas de dépenses qui ne sont pas liées à la production; elles apparaissent par le simple fait que l'usine existe; on les appelle souvent frais de gestion ou encore frais de structure.

Sous cette rubrique on trouve en particulier:

- la rémunération du personnel de direction et de gestion
- les frais de déplacement
- les frais de formation professionnelle
- les frais généraux divers: fournitures de bureau, frais d'administration
- les frais financiers.

N.B. On peut considérer que le niveau des frais généraux dans une usine de capacité donnée, est un indicateur de l'efficacité générale de l'usine et de la qualité de sa gestion.

d. Les amortissements

Ce sont les charges résultant de la dépréciation des immobilisations nécessaires pour assurer la capacité de production de l'usine.

On considère en général trois groupes d'immobilisations classées selon le rythme de dépréciation:

- les bâtiments
- les équipements et les machines
- les outillages

Pour chaque groupe d'immobilisations les lois en vigueur dans le pays considéré, fixent le taux maximum d'amortissement annuel autorisé.

/Les amortissements

23. Etude des coûts de montage

Nous examinerons dans ce paragraphe le prix de revient du montage d'un véhicule en dégageant les différents paramètres, et en étudiant l'évolution de chaque paramètre en fonction de la cadence de montage envisagée. Cela nous permettra de faire apparaître pour l'opération complète du montage, les surcoûts correspondant à différents niveaux de production.

Nous examinerons par ailleurs, l'incidence sur le coût du montage du degré de mécanisation des opérations et de la multiplicité des modèles à fabriquer sur une même chaîne.

23.1. Les paramètres du coût de montage d'un véhicule

D'une manière générale on peut décomposer le coût du montage d'un véhicule en quatre éléments principaux:

- main-d'oeuvre directe
- frais de fabrication
- frais généraux
- amortissements

le coût de montage correspondant à la valeur ajoutée par l'usine de montage.

A. Main-d'oeuvre directe

Il n'est pas toujours aisé de bien isoler la main-d'oeuvre directe dans l'ensemble de la main-d'oeuvre d'un atelier.

On considérera ici qu'il s'agit des ouvriers effectuant directement les opérations de montage, des ouvriers affectés au déballage et au classement des collections CKD et du personnel de manutention.

Ces ouvriers possèdent en général une qualification faible (O51-O52) et sont payés à l'heure.

Dans le coût de la main-d'oeuvre sont comprises, en plus du salaire direct, les charges sociales, les primes de vacances, les primes de productivité ainsi que des primes diverses (insalubrité, transport, etc..)

B. Les frais de fabrication

Il s'agit des dépenses nécessairement liées aux opérations de montage qui sont directement influencées par le niveau de production.

Il est d'usage de les classer en deux groupes:

- a) les frais de fabrication variables: ils croissent proportionnellement à la cadence de montage; il s'agit en particulier

/des fournitures

- des fournitures: peinture, huile, chiffons, etc.
- du petit outillage
- des dépenses d'énergie ou de fluides: électricité, gas, air comprimé, eau

b) les frais de fabrication semi-fixes

Ils ne varient pas proportionnellement à la production mais évoluent par paliers successifs; on peut citer en particulier

- les frais de main-d'oeuvre indirecte (personnel d'encadrement, agents d'atelier)
- les frais d'entretien.

c. Les frais généraux

Il s'agit dans ce cas de dépenses qui ne sont pas liées à la production; elles apparaissent par le simple fait que l'usine existe; on les appelle souvent frais de gestion ou encore frais de structure.

Sous cette rubrique on trouve en particulier:

- la rémunération du personnel de direction et de gestion
- les frais de déplacement
- les frais de formation professionnelle .
- les frais généraux divers: fournitures de bureau, frais d'administration
- les frais financiers.

Exp. On peut considérer que le niveau des frais généraux dans une usine de capacité donnée, est un indicateur de l'efficacité générale de l'usine et de la qualité de sa gestion.

d. Les amortissements

Ce sont les charges résultent de la dépréciation des immobilisations nécessaires pour assurer la capacité de production de l'usine.

On considère en général trois groupes d'immobilisations classées selon le rythme de dépréciation:

- les bâtiments
- les équipements et les machines
- les outillages

Pour chaque groupe d'immobilisations les lois en vigueur dans le pays considéré, fixent le taux maximum d'amortissement annuel autorisé.

/Les amortissements

Les amortissements et la constitution anticipée de cette dépréciation inévitable; ils sont placés dans un compte spécial, et leur niveau est tel qu'ils doivent permettre de reconstituer le coût de fabrication initiale quand les immobilisations concernées ont été complètement dépréciées.

Les charges d'amortissement sont donc directement liées au volume des investissements consentis pour une capacité de production donnée.

232. Analyse des variations des composants du coût de montage.

Pour énumérer les paramètres du coût unitaire de montage, tels qu'ils viennent d'être définis, on étudiera leurs variations en fonction de trois facteurs principaux:

- volume de la production
- degré de mécanisation de l'usine de montage
- pluralité des modèles de véhicules.

A. Les frais de main-d'œuvre directe par véhicule

D'après la définition de la main-d'œuvre directe, adoptée précédemment, on peut constater que le coût de main-d'œuvre directe augmente proportionnellement à la production; plus précisément on écrit

$$\text{Coût de main-d'œuvre directe} = \text{taux horaire} \times \text{temps de montage par véhicule,}$$

le facteur taux horaire étant constant par rapport au volume de production, il suffit donc d'étudier la variation du temps de montage par rapport au volume de production.

Il est intuitif de penser que le temps de montage unitaire diminue quand le volume de production augmente, mais la cause réelle de cette évolution est en fait le degré de mécanisation croissant de la chaîne de montage quand la cadence de production s'accroît. Autrement dit, au fur et à mesure que la cadence journalière augmente, l'organisation de l'atelier de montage est modifiée.

a) Effet de la mécanisation.

À partir du moment où la cadence de montage dépasse trois véhicules/heure, la chaîne de montage devient mobile: les véhicules sont déplacés par des convoyeurs au sol et des convoyeurs aériens devant des postes de montage et l'ouvrier n'affecté plus qu'un nombre restreint d'opérations

/simples

simples (2 à 4 opérations par exemple). Ainsi, dans le cas où la cadence de montage s'accroît, au lieu d'avoir plusieurs ouvriers qui effectuent de nombreuses opérations très différentes (plus de 10 opérations différentes), autour d'un véhicule fixe, chaque ouvrier devient de plus en plus spécialisé. L'ouvrier acquiert ainsi un automatisme tel que les quelques opérations qu'il effectue sont réalisées en un temps réduit. Par ailleurs, les erreurs de montage ou les omissions sont aussi réduites.

Bien entendu la contrepartie de cette spécialisation est la multiplication des postes de travail. Le problème de l'organisation d'une chaîne de montage est assez complexe et demande une bonne expérience afin de trouver un compromis économique entre l'augmentation du personnel de montage et l'augmentation du temps de montage.

- Le résultat des observations qui précèdent, sur l'organisation d'une chaîne de montage, apparaît plus clairement sur le graphique 2.

L'axe des abscisses indique le volume de production annuelle, et les ordonnées le temps de montage correspondant.

Exp. Ce graphique concerne un véhicule de taille moyenne d'une cylindrée de l'ordre de 1 000 cm³.

Le surtemps "zéro" correspond au temps de montage chez un grand constructeur européen, à la cadence de 300 000 véhicules/an.

On constate que la courbe de surtemps de montage décroît très rapidement lorsque la cadence augmente, ceci pour les faibles cadences de l'ordre de 10 000 véhicules/an; cette décroissance se ralentit tout en restant très régulière, à mesure que le volume de production augmente. On peut noter que le surtemps de montage devient pratiquement négligeable à partir de 150 000 véhicules/an.

Le taux horaire de main-d'œuvre directe étant constant par hypothèse, on peut donc conclure que la courbe de coût de la main-d'œuvre directe se superpose à la courbe du temps de montage, au changement d'échelle près.

Parallèlement à cette organisation différente de la chaîne de montage proprement dite, il faut remarquer que le mécanisme croissant affecte aussi la chaîne d'assemblage-fermage, et la chaîne de peinture, comme on l'a signalé dans le paragraphe traitant des investissements. Ce changement de technique permet aussi de réduire le temps de montage, et entraîne donc une réduction des frais de main-d'œuvre directe.

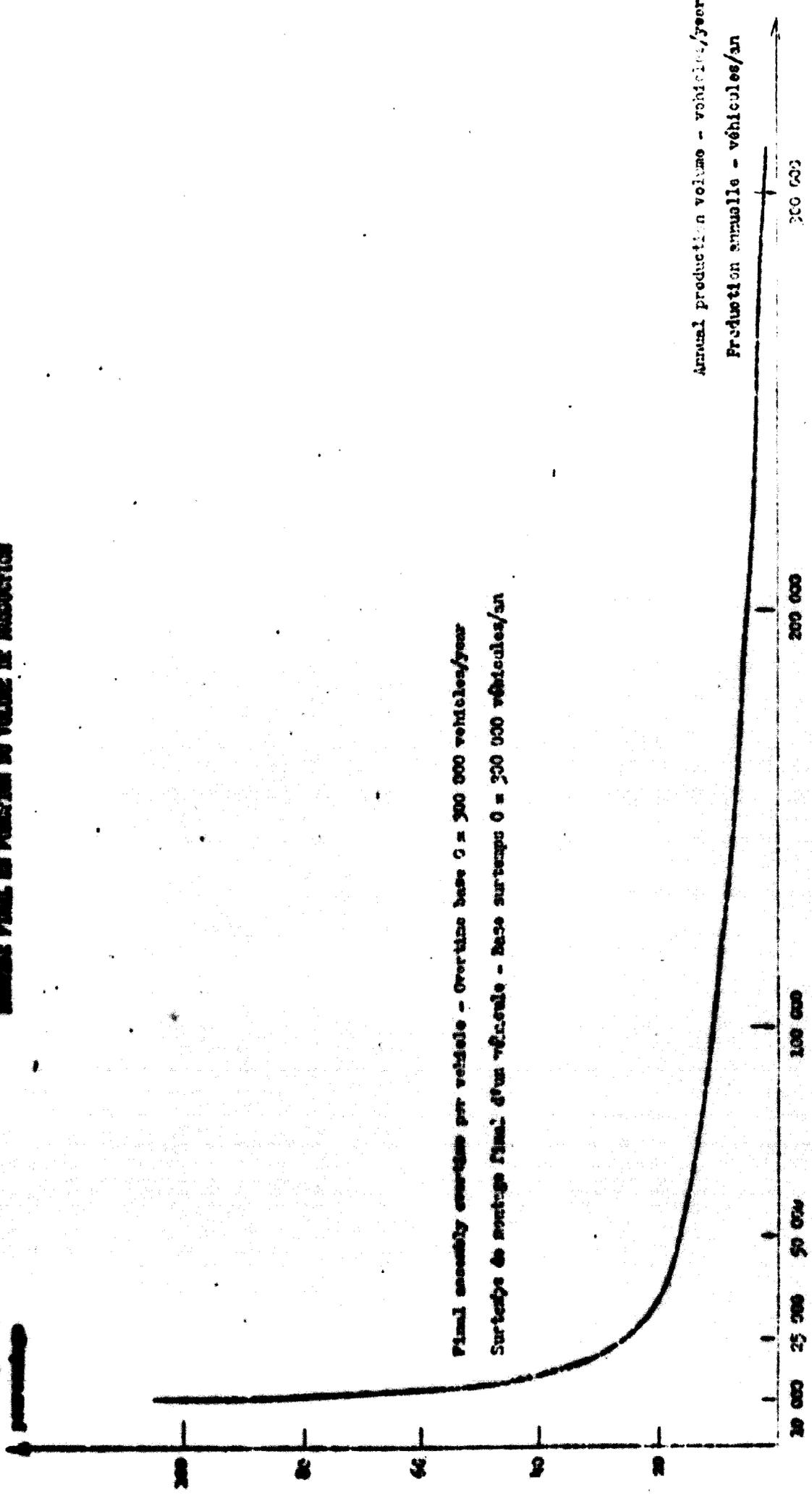
/Graphique 2

Figure 2

Graphique 2

COURBES DE MONTAGE PAR VEHICULE
 CONSTATES EN A FONCTION DE PRODUCTION VOLUME
 VARIATION BY MOUNTING PER VEHICLE OCCASIONS IN
 FUNCTION OF PRODUCTION VOLUME IN PRODUCTION

Courbes de montage
 par véhicule



b) Effet de la multiplicité des modèles

Il s'agit ici de rechercher l'incidence de la multiplicité des modèles de véhicules montés, sur les trois groupes d'opérations principales

- ligne de ferrage: assemblage, soudure
- ligne de peinture
- ligne de montage proprement dite.

1) La chaîne de ferrage

Il faut distinguer le cas où la chaîne de ferrage est peu mécanisée et celui où l'assemblage tôlerie est très mécanisé.

- Dans le premier hypothèse, les outillages de soudure n'étant pas spécifiques (pinces à souder simples), ils peuvent être utilisés indifféremment, quel que soit le modèle. Par contre, l'ouvrier n'étant plus guidé par un montage spécifique au modèle, sera sans doute plus hésitant; il y aura davantage d'erreurs possibles et, d'une façon générale, le temps d'assemblage et de soudure sera plus long.

- Lorsque la chaîne de ferrage est plus mécanisée, les outillages et les montages d'assemblage deviennent spécifiques à un modèle. L'ouvrier, alors bien guidé par les montages de soudure, utilise des machines à souder multipoints et peut travailler rapidement. Le temps de montage n'est donc pas influencé par la multiplicité des modèles.

On peut alors conclure que la multiplicité des modèles entraîne une augmentation du temps d'assemblage-soudure, d'autant plus marquée que la mécanisation est faible. Ceci revient à dire que la pluralité des modèles nécessite une augmentation du temps d'opération d'autant plus marquée que la cadence est faible, puisque nous avons vu qu'une augmentation de la cadence de montage s'accompagnait généralement d'une augmentation de la mécanisation.

ii) La chaîne de peinture

D'une manière générale la multiplicité des modèles n'entraîne pas de surtemps pour l'opération de peinture puisque quel que soit le degré de mécanisation, l'équipement de peinture n'est pas spécifique à un modèle.

/iii) La chaîne

iii) La chaîne de montage

La multiplicité des modèles peut être un facteur défavorable surtout si les modèles sont très différents; par exemple: voiture populaire de petite cylindrée et voiture "américaine", ou encore véhicule particulier et véhicule industriel.

Il faut en fait distinguer le cas des fortes cadences et celui des faibles cadences de montage.

- Fortes cadences:

Dans le cas des fortes cadences de montage, il est préférable d'alterner les modèles sur la même chaîne de montage.

Dans ce cas l'ouvrier, qui a peu d'opérations à effectuer sur chaque véhicule, n'a pas de difficulté pour passer d'un type de véhicule à un autre et il n'y a pas de pertes de temps dues à des hésitations.

Le nombre de pièces différentes pour chaque véhicule est faible, et il est facile d'organiser les postes de travail.

- Faibles cadences

Dans le cas de faibles cadences, on peut choisir de travailler par rafales, c'est-à-dire par séries de véhicules identiques, ou de travailler en alternance. Il s'agit, à chaque fois, d'un cas d'espèce qui dépend en particulier du degré de mécanisation de la chaîne de montage. Une faible mécanisation oblige l'ouvrier à effectuer un grand nombre d'opérations sur chaque véhicule et il n'est pas toujours souhaitable d'alterner les modèles; par ailleurs, il est plus difficile d'organiser les postes de travail, du fait du grand nombre de pièces disponibles qui doivent être stockées autour de la chaîne.

iv) On peut donc conclure ici que la multiplicité des modèles introduit un surtemps de montage, d'autant plus sensible que la cadence est plus faible. Cependant, pour les grandes cadences de production, la pluralité des modèles n'a pratiquement aucune influence sur le temps de montage, car à ce niveau de production, la mécanisation est telle que l'on utilise le plus possible des équipements spécifiques à un modèle; ceux-ci permettent donc de réaliser les différentes opérations de montage dans un temps

/minimum. Par

minimum. Par ailleurs, l'organisation de la chaîne de montage proprement dite est telle que chaque ouvrier effectue un nombre très réduit d'opérations et qu'il n'y a aucune perte de temps inutile.

c) Conséquences sur les performances dans le montage des véhicules

Le coût du main-d'œuvre ainsi que décrit avec l'augmentation du volume de production. Ceci est dû à l'effet de la mécanisation de plus en plus poussée qui accompagne une augmentation de la cadence de montage.

Par ailleurs, la multiplicité des modèles peut entraîner une augmentation du temps de montage, donc du coût de montage, cette observation ne vaut en fait que pour les séries encours, inférieures à 10 000 unités par an, car dans ce cas le degré de mécanisation peut être encore faible.

Il faut noter par ailleurs que cette décroissance générale du coût de montage avec le volume de production s'accompagne obligatoirement d'une augmentation, d'autant plus marquée que la multiplicité des modèles est grande, et dont l'incidence sur les coûts de montage se retrouve par le biais des amortissements.

D. Les frais de fabrication

On étudie d'abord l'évolution des frais de fabrication totaux pour tout l'atelier de montage, et on en détermine la part correspondante par véhicule, ainsi que sa variation selon le volume de production.

a) Étude des frais de fabrication totaux

On a vu que l'on pouvait distinguer deux catégories de frais de fabrication:

- i) les frais variables ils augmentent proportionnellement à la production: peinture, huile, consommation d'énergie, etc...
- ii) les frais semi-variables ils augmentent par paliers, quand la production s'accroît: les causes principales de cette augmentation sont les suivantes:

Personnel d'encadrement

Pour les faibles cadences (3 000 véhicules/an) on a vu que les opérations de montage étaient très peu mécanisées. Les véhicules sont montés à des postes fixes, chaque ouvrier doit effectuer de nombreuses opérations. On constate ainsi ce cas qu'il est souvent nécessaire de disposer d'un personnel d'encadrement important car les erreurs de montage et les omissions sont plus fréquentes.

/Quand la

quand la cadence s'accroît et que le montage devient plus mécanisé, les agents d'encadrement deviennent proportionnellement moins nombreux.

Les frais de fabrication totale augmentent donc proportionnellement aux cadences, pour un atelier de montage, dans le domaine des faibles cadences.

Frais d'entretien

Ils sont faibles quand l'usine est parfaitement, ce qui est en général le cas pour les faibles cadences. Dès que la mécanisation intervient, les dépenses d'entretien augmentent rapidement, mais pour les grandes cadences de montage, les frais d'entretien ne croissent que relativement lentement.

On peut donc conclure que d'une façon générale, les frais de fabrication totale ont tendance à croître moins que proportionnellement à la cadence de fabrication.

L'allure générale de l'évolution est donnée par le graphique 3.

b) Frais de fabrication unitaires

Si l'on examine maintenant le part des frais de fabrication dans le coût unitaire de montage d'un véhicule, on constate que ces frais décroissent rapidement quand la cadence croît, dans le domaine des faibles cadences; cette décroissance devient moins rapide dans le domaine des cadences de montage élevées.

Ces observations apparaissent clairement sur le graphique 4 sur lequel figurent les frais de fabrication unitaires, pour différentes cadences de montage.

Enfin, la multiplicité des coûts se traduit toujours une augmentation des frais de fabrication unitaires, ce qui est tout particulièrement marqué pour les faibles cadences.

c) Indépendance de la multiplicité des coûts

D'une façon générale on peut dire que la pluralité des coûts entraîne une augmentation du personnel d'encadrement et du personnel d'atelier et les opérations d'encadrement-janvier ont plus tendance à se multiplier à un nombre important de machines différentes. Par ailleurs les frais d'outillage deviennent plus élevés et il faut un plus grand nombre de

(à compléter)

Figure 3

Graphique 3

MANUFACTURING COST AS A FUNCTION OF PRODUCTION VOLUME
EVOLUTION DES PRIX DE FABRICATION EN FONCTION DES VOLUMES DE PRODUCTION

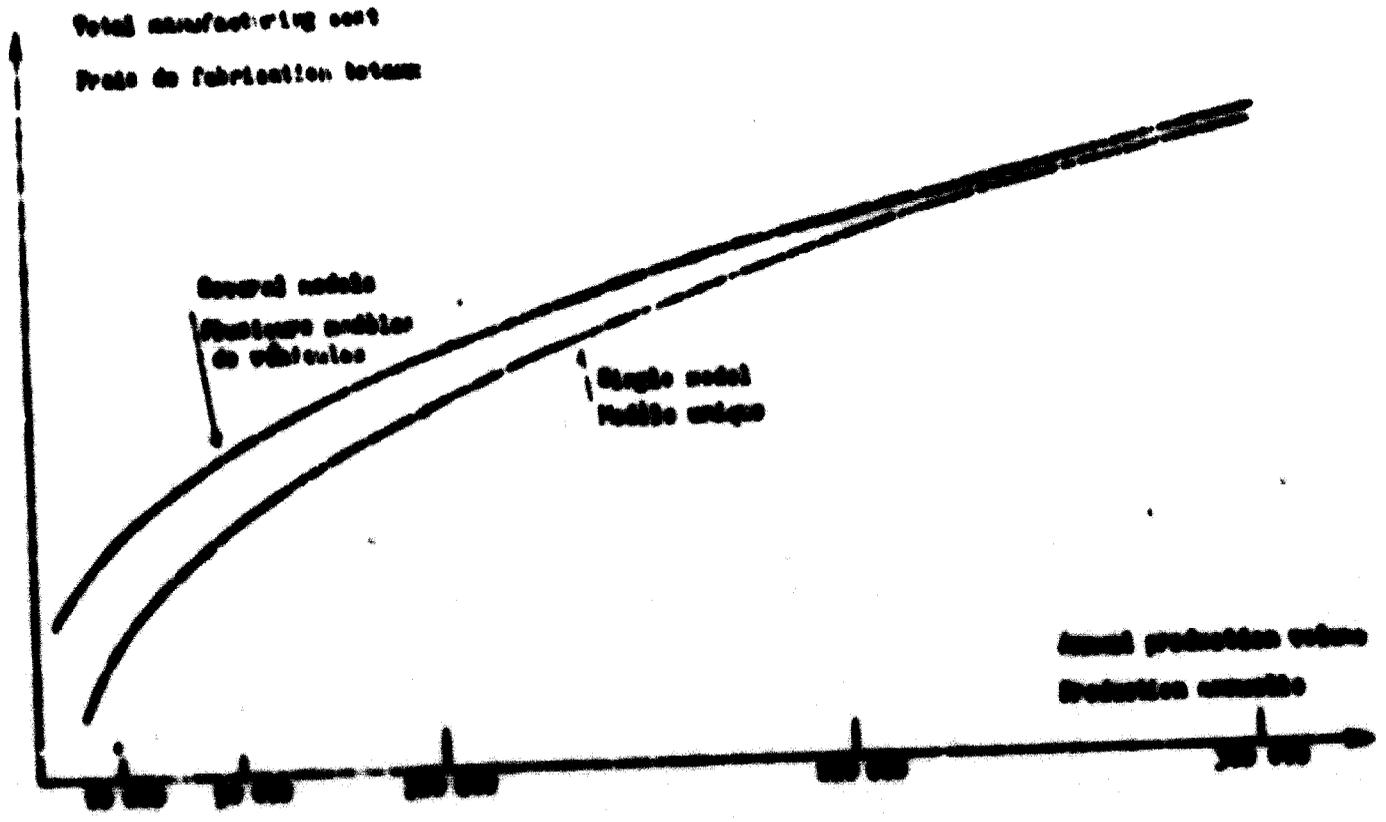
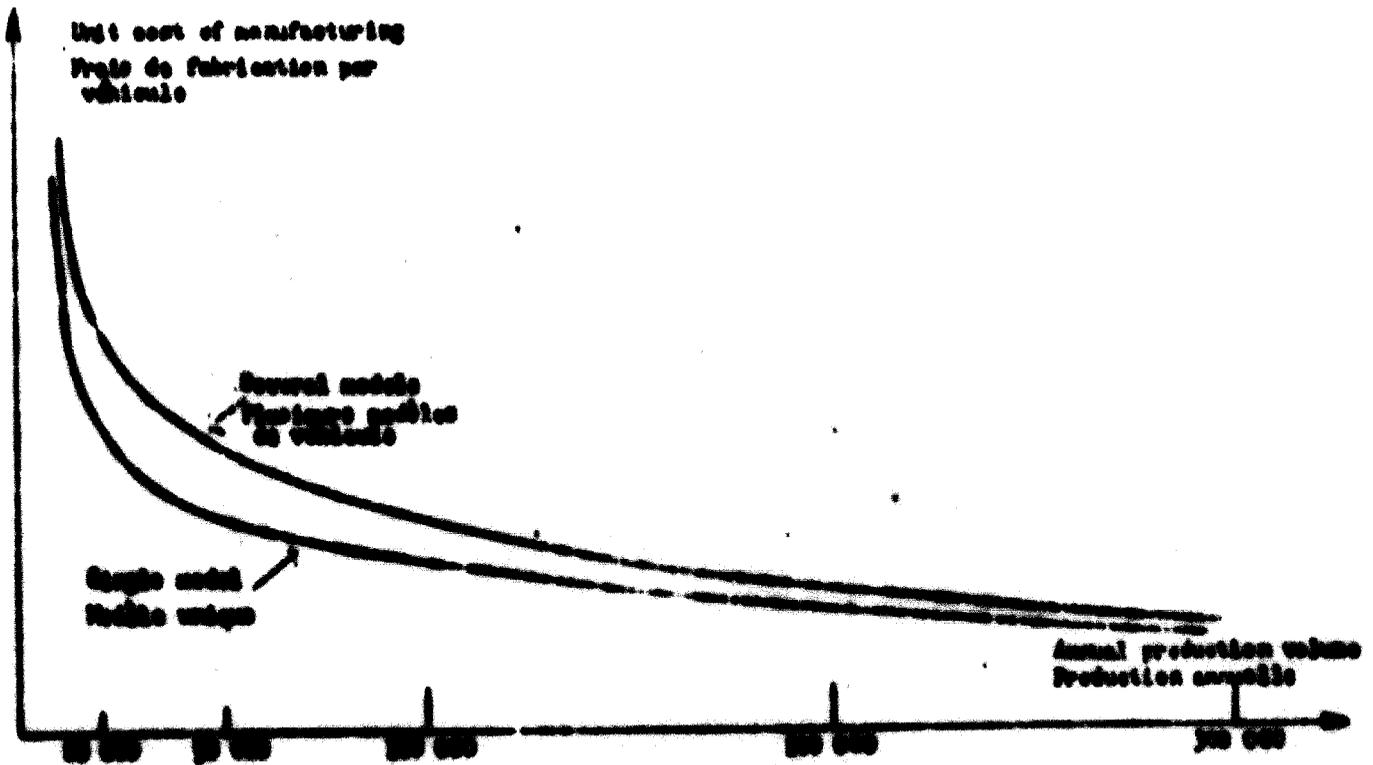


Figure 4
Graphique 4

UNIT COST OF MANUFACTURE AS A FUNCTION OF PRODUCTION VOLUME
EVOLUTION DES FRAIS DE FABRICATION UNITAIRES EN FONCTION DES VOLUMES DE PRODUCTION



caisses pour classer les différentes pièces, accessoires et ensembles; les frais de contrôle seront plus élevés et les frais d'entretien des équipements spécifiques seront aussi plus importants.

On peut donc conclure que la multiplicité des modèles entraîne inévitablement une augmentation des frais de fabrication totaux.

C. Les frais généraux

Ce sont des dépenses qui, pour une usine de capacité donnée, ne sont pas liées à la fluctuation du volume de la production.

Cependant, on peut comprendre que pour une usine de grande capacité, employant un personnel productif important, il deviendra nécessaire de renforcer le personnel de direction et le personnel administratif afin de permettre une bonne gestion de l'usine de montage.

Par ailleurs certaines dépenses sociales (cantine, cours de formation professionnelle) deviennent de plus en plus nécessaires quand le volume de production augmente. Tout ceci s'accompagne alors d'une augmentation des frais annexes (déplacements, fournitures de bureau, frais de courrier).

Enfin, il faut noter que les frais financiers s'accroissent quand la capacité de montage augmente.

On peut donc conclure que les frais généraux totaux ont tendance à augmenter avec la production de l'usine de montage. Cette augmentation est cependant moins que proportionnelle à l'accroissement des cadences de montage.

a) Influence de la multiplicité des modèles

Le fait pour une usine de montage d'assembler une gamme de modèles très différents, entraîne un gonflement important du personnel administratif. Le contrôle des approvisionnements des fournitures demande plus de personnel; de même le suivi des expéditions et de la réception des collections CKD, est d'autant plus complexe qu'il y a plus de modèles. Par ailleurs, le problème du contrôle des prix de revient est plus complexe.

On peut donc affirmer que la multiplicité des modèles entraîne incontestablement, pour une capacité de montage donnée, une augmentation du niveau des frais généraux.

b) Part des frais généraux dans le coût unitaire de montage

On a vu que la masse des frais généraux n'était pas constante, et qu'elle s'accroissait lentement avec le volume de production.

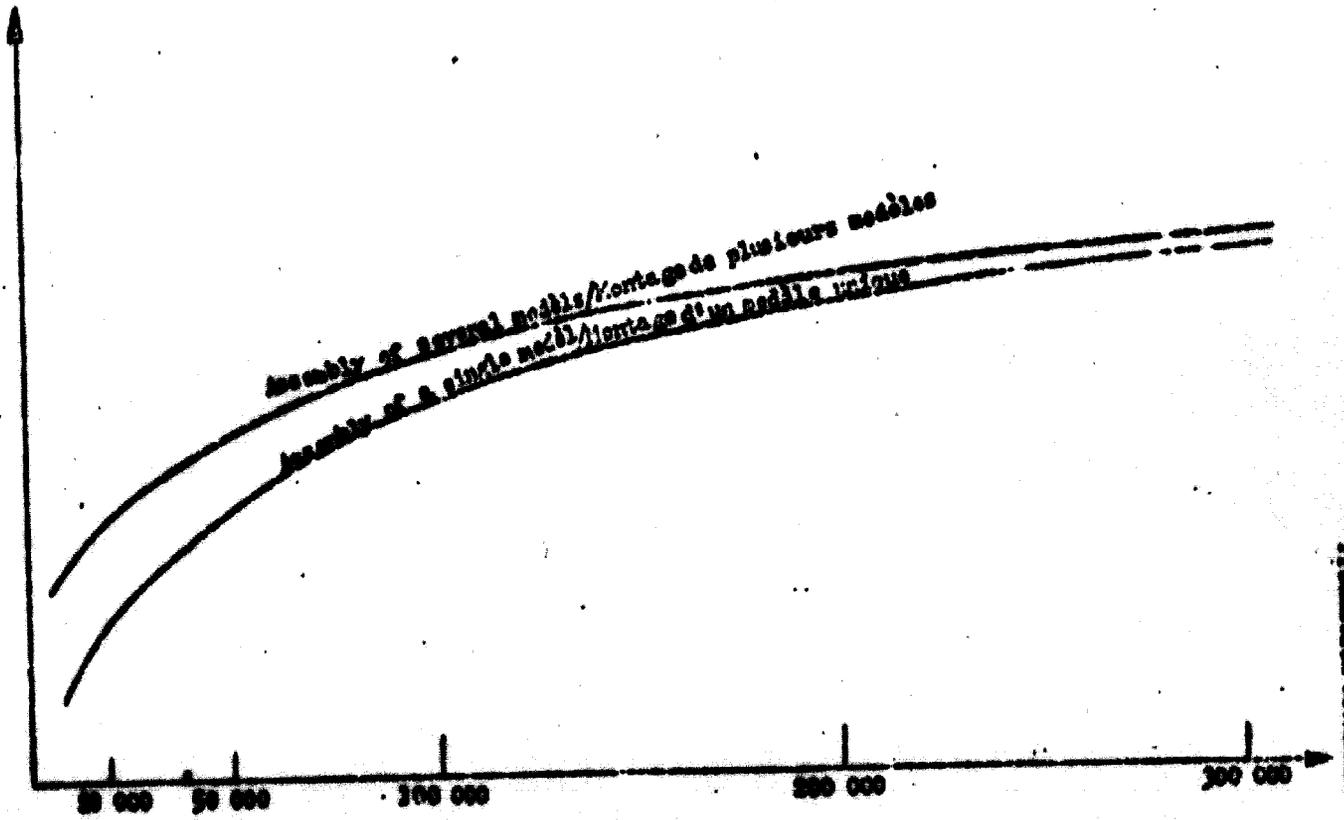
Cette variation est indiquée sur le graphique 5.

/Graphique 5

Figure 5
Graphique 5

FINAL ASSEMBLY PLANT
VARIATION OF TOTAL OVERHEAD COSTS
USINE DE MONTAGE FINAL
VARIATION DE LA MASSE DES FRAIS GÉNÉRAUX

Total overhead costs
Frais généraux totaux



Annual production volume value (units)/year
Production annuelle valeur (unités)/an

L'augmentation des frais généraux totaux avec le volume de production est assez rapide pour les cadences faibles mais cette croissance tend assez nettement à se ralentir pour les grandes cadences de montage. C'est là une différence avec les frais de fabrication.

En ce qui concerne la part des frais généraux dans le coût de montage d'un véhicule, on constate une courbe décroissante avec le niveau de production.

La part des frais généraux dans le coût unitaire est élevée pour des très faibles cadences de montage; cette part décroît assez rapidement dès que la capacité de montage augmente. Pour des productions annuelles plus élevées, la part des frais généraux dans le coût unitaire décroît très lentement, et elle a tendance à devenir constante.

Cette évolution apparaît sur le graphique 6 sur lequel on a indiqué la variation des frais généraux dans le coût unitaire de montage en fonction de la capacité de l'usine de montage.

Il faut noter que la multiplicité des modèles entraîne un gonflement de ces frais comme l'indique le graphique.

D. Les amortissements

Ils sont évidemment liés aux investissements: la charge totale d'amortissement augmente donc avec la capacité de l'usine, et elle est plus élevée dans le cas d'une usine fortement mécanisée.

On obtient pour la charge d'amortissement totale une courbe d'abord rapidement croissante, puis augmentant plus lentement; cette évolution est indiquée sur le graphique 7.

a) Évolution de la charge d'amortissement

La charge d'amortissement par véhicule décroît fortement quand la cadence augmente, dans la zone des faibles cadences. Plus on s'approche des fortes cadences, plus cette décroissance est faible. Cette évolution apparaît sur le graphique 8.

b) Influence de la durée de vie du modèle; intérêt du "gel" des modèles

La charge d'amortissement pour un niveau d'investissement donné, sera affectée par deux facteurs:

- la catégorie des investissements concernés
- la durée d'amortissement pouvant être retenue.

/Graphique 6

Figure 6

Graphique 6

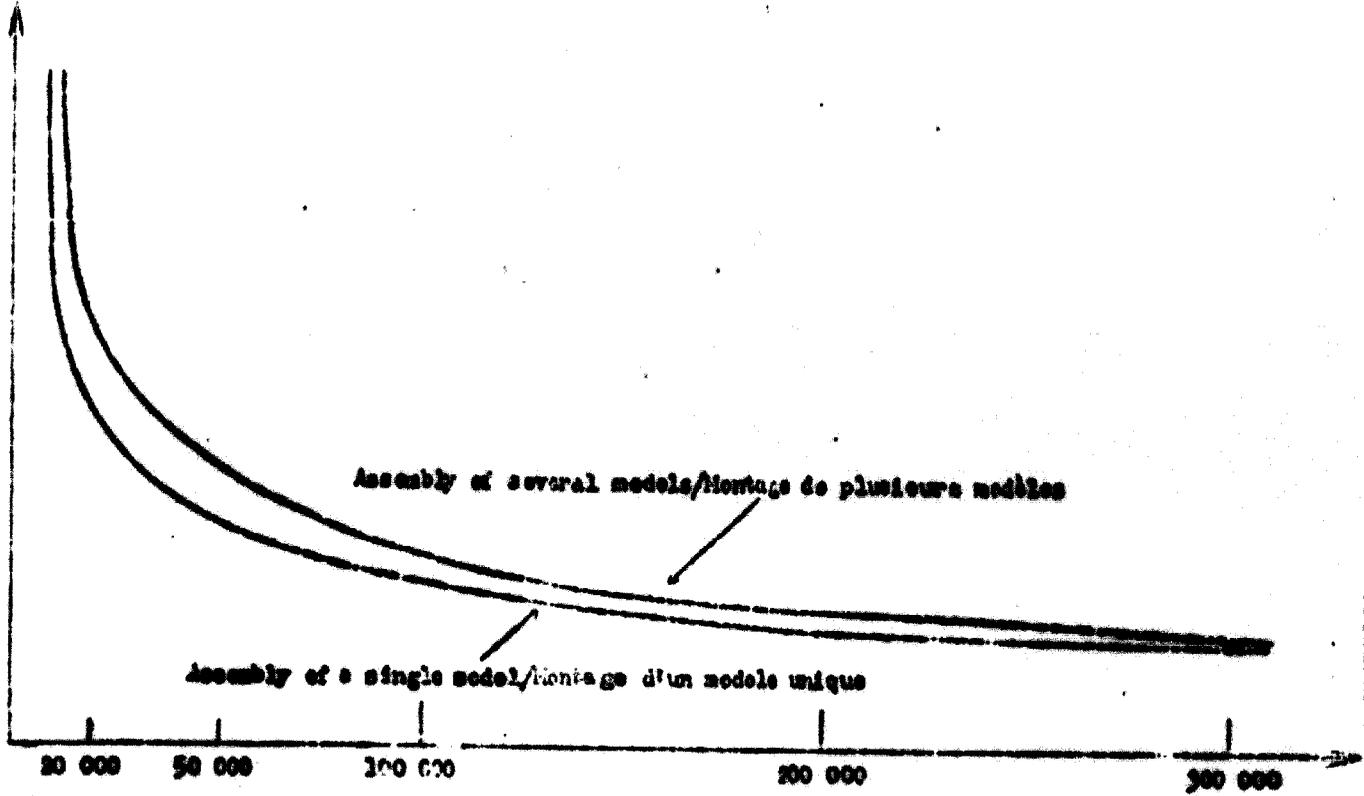
FINAL ASSEMBLY PLANT

VARIATION OF OVERHEAD COSTS PER UNIT

USINE DE MONTAGE FINAL

VARIATION DES FRAIS GÉNÉRAUX UNITAIRES

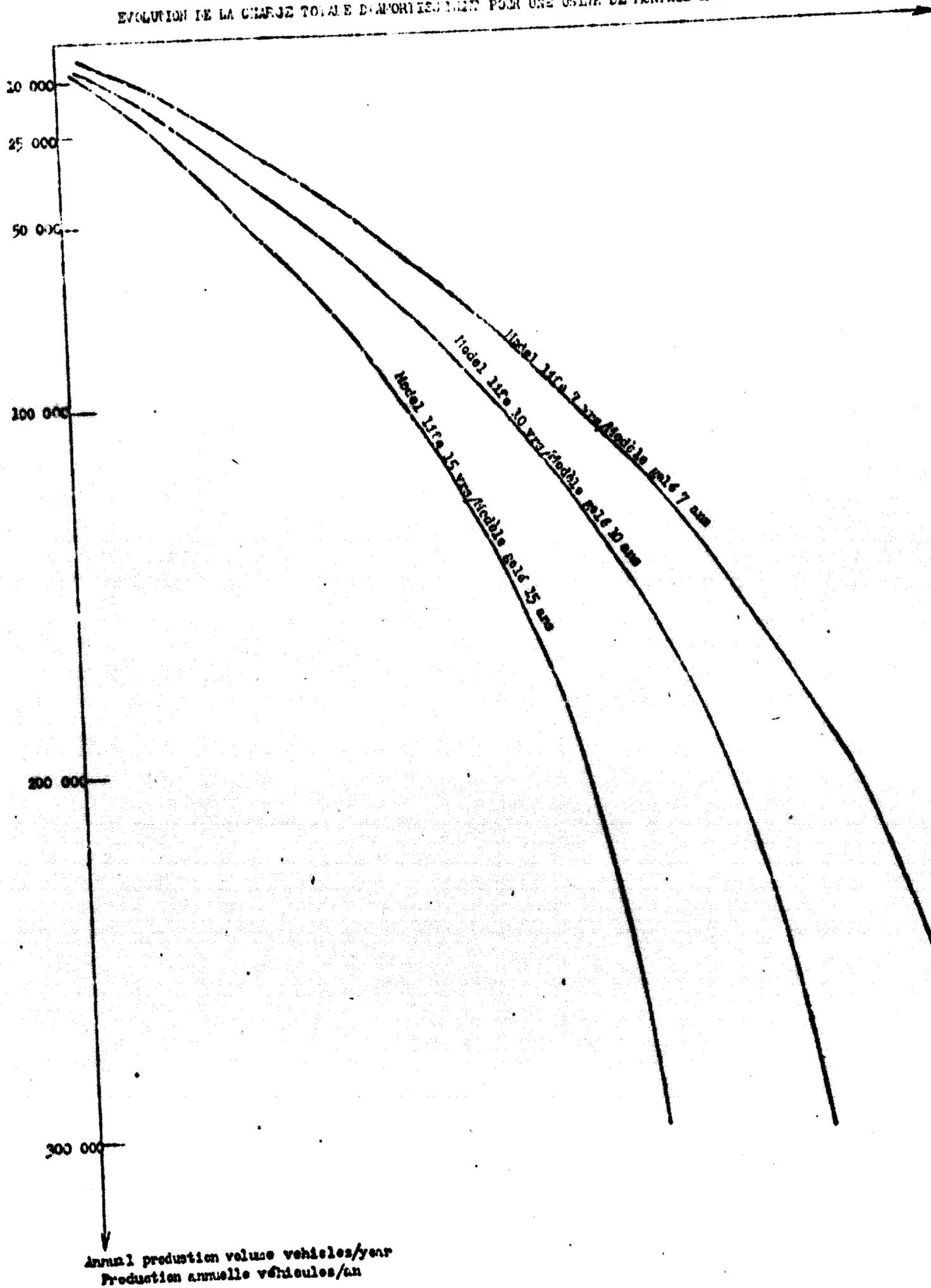
Overhead costs per unit
Frais généraux par
unité produite



Quantity production volume - volume/quantité
Production quantity volume/quantité

Figure 7
Graphique 7

TOTAL DEPRECIATION FOR AN ASSEMBLY PLANT AS A FUNCTION OF PRODUCTION VOLUME
EVOLUTION DE LA CHARGE TOTALE D'AMORTISSEMENT POUR UNE USINE DE MONTAGE EN FONCTION DU VOLUME

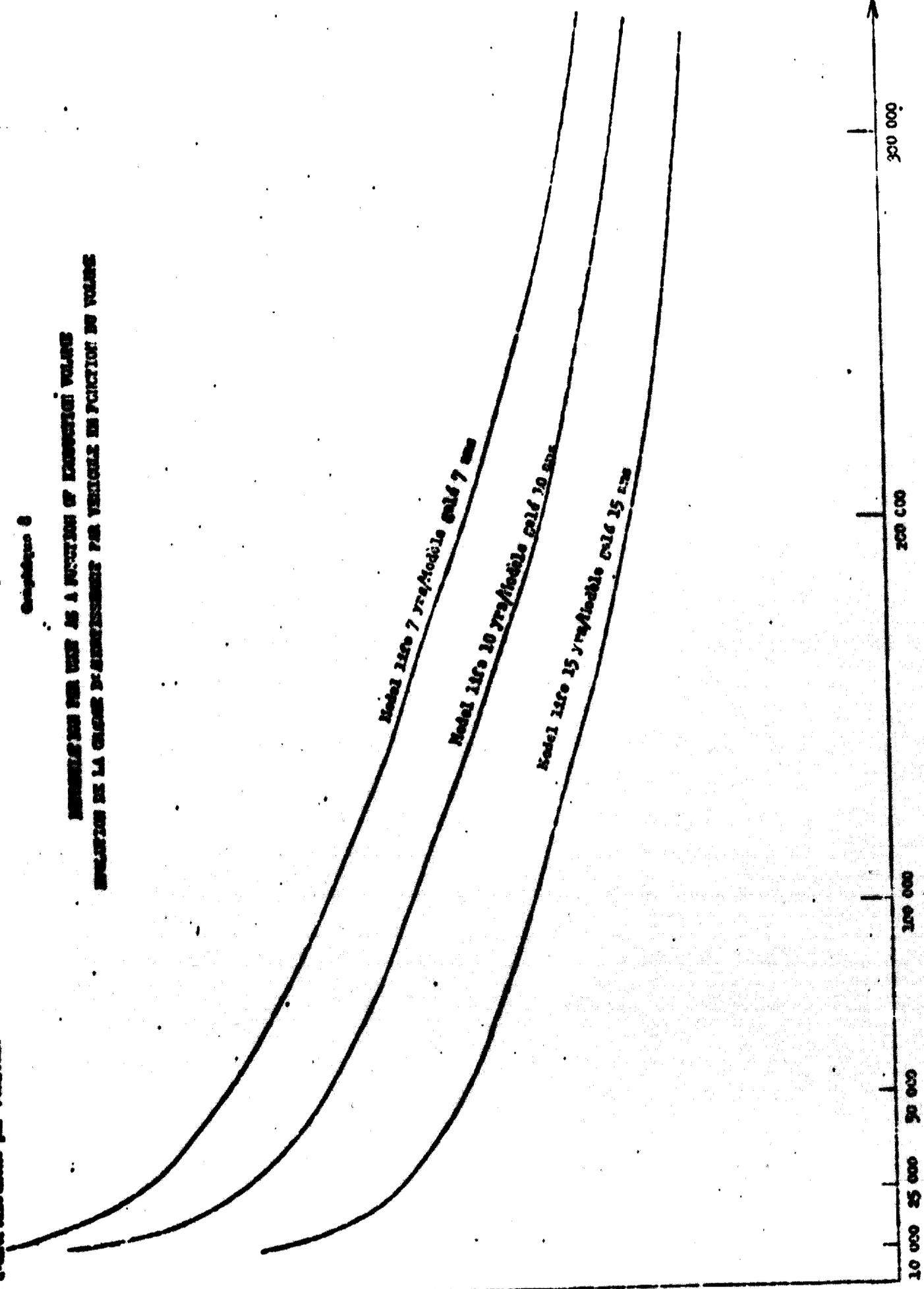


Depreciation per unit
Charge d'amortissement par véhicule

Figure 8

Graphique 8

RELATIONSHIP BETWEEN THE RATE AS A FUNCTION OF MANUFACTURED VOLUME
RELATION DE LA CHARGE D'AMORTISSEMENT PAR VÉHICULE EN FONCTION DU VOLUME



Annual production volume vehicles/year
Production annuelle véhicules/an

1) Durée minimum d'amortissement comptable

Les lois en usage dans chaque pays imposent une durée d'amortissement minimum pour les différentes catégories d'investissements.

Dans l'industrie automobile, les durées d'amortissement adoptées sont généralement les suivantes:

- Bâtiments	20 à 25 ans
- Equipements	
Tôlerie	7 ans
Peinture	10 à 15 ans
Sellerie	7 ans
Mécanique	7 ans
Annexes-servitudes	7 ans
Manutention	6 à 10 ans
- Outillage spécifique	3 ans
- Outillage non spécifique	5 ans

Par outillage spécifique on entend les outils utilisables pour un modèle de véhicule seulement; c'est le cas des "jigs" d'assemblage, de la caisse de contrôle, des machines à souder multipoints, etc.

Compte tenu de la concurrence très vive qui règne dans les pays industrialisés entre les différents constructeurs, ceux-ci sont obligés de présenter des nouveaux modèles de véhicule de plus en plus fréquemment (maintenant tous les trois ans dans beaucoup de cas). Du fait de la cadence de production de ces grands constructeurs, en général supérieure à 150 000 véhicules/an pour un modèle de grande diffusion, il est admis que les outillages spécifiques peuvent être amortis en trois ans, 450 000 unités d'un même véhicule étant fabriquées dans ce laps de temps à ce niveau de production; la charge d'amortissement par véhicule représente une part faible du coût de montage d'un véhicule. On a vu que cette charge ne décroît plus guère au-dessus de 150 000 véhicules/an. Pour un grand constructeur il est donc sans grand intérêt d'amortir les outillages spécifiques sur une durée plus /longue. Par

longue. Par contre cet amortissement rapide permet à un constructeur de se prémunir contre le risque de mévente dans le cas de conditions économiques défavorables et surtout contre le risque d'obsolescence de son modèle par suite de l'apparition sur le marché de nouveaux modèles concurrents plus attirants pour le public.

ii) Intérêt du "gel" des modèles

Il faut souligner que les durées d'amortissement indiquées précédemment sont des durées comptables minimum. En fait un modèle est fabriqué pendant une durée beaucoup plus longue, de l'ordre de dix ans, les ventes devenant plus faibles à la fin de la vie du modèle.

S'il était possible de proposer à un constructeur un rythme de vente assuré sur une période de dix ans par exemple, sans risque de concurrence dû à l'apparition de modèles nouveaux, on pourrait dès le début décider d'amortir les équipements, les installations ainsi que tous les outillages sur la production de ces dix années, ce qui permettrait de bénéficier de charges d'amortissement réduites par véhicule, dès le début de la vente du modèle et donc de réduire le coût du montage par véhicule.

Cette possibilité correspondrait à une décision de "gel" du modèle pris par les autorités du pays, avec la contrepartie indispensable d'empêcher l'apparition, pendant ces dix années, de tout modèle concurrent. Bien entendu une telle décision n'est jamais populaire et c'est la raison pour laquelle elle doit être prise à l'échelon le plus élevé dans un pays, car il s'agit d'une décision politico-économique.

N.B. Cette éventualité peut présenter un intérêt pour les pays en voie de développement et l'on a tenté de chiffrer le bénéfice que l'on peut en attendre dans l'exemple présenté au paragraphe 242.

24. Examen global du coût de montage d'un véhicule

241. Variation du coût de montage en fonction du volume de production

On a étudié dans le paragraphe 232 la variation de chacun des facteurs qui constituent le coût de montage d'un véhicule, en fonction de la cadence de production.

L'ensemble de ces observations peut être maintenant rassemblé de façon à faire apparaître l'évolution du coût de montage d'un véhicule, selon le volume de la production annuelle. Cette variation est indiquée sur le graphique 9 sur lequel on a porté en ordonnées, le surcoût de montage en fonction de la cadence de production.

/Graphique 9

Figure 3
Graphique 3

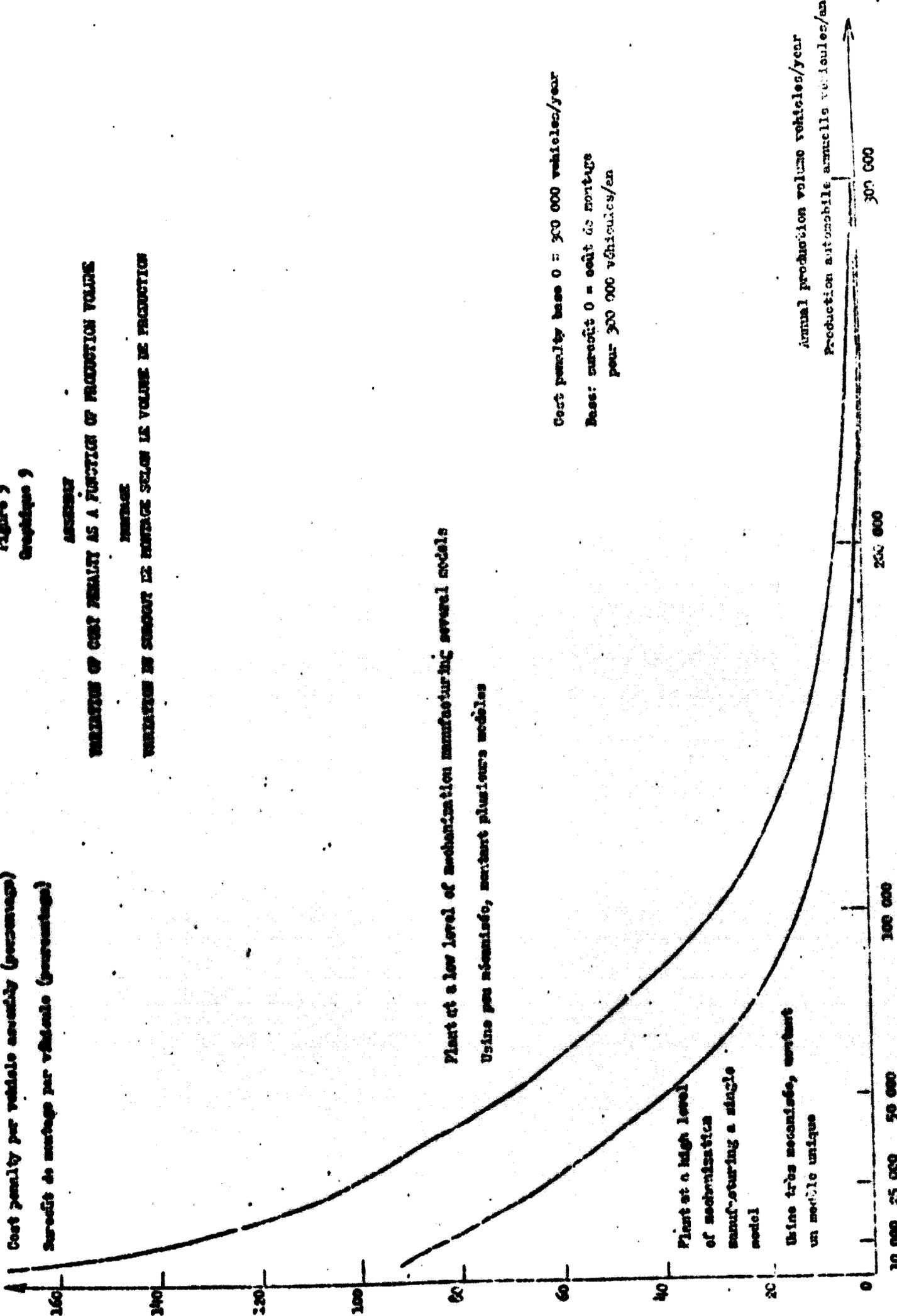
ANALYSE

RELATIONSHIP OF COST PENALTY AS A FUNCTION OF PRODUCTION VOLUME

RENDRE

RELATIONSHIP IN SHORT OF SHORTAGE SELON LE VOLUME DE PRODUCTION

Cost penalty per vehicle assembly (percentages)
Surcoût de montage par véhicule (pourcentages)



Plant at a low level of mechanization manufacturing several models
Usine peu mécanisée, montent plusieurs modèles

Plant at a high level of mechanization manufacturing a single model
Usine très mécanisée, montent un modèle unique

Cost penalty base 0 = 300 000 vehicles/year
Base: surcoût 0 = coût de montage pour 300 000 véhicules/an

Annual production volume vehicles/year
Production automobile annuelle véhicules/an

Pour chaque cadence le surcoût est estimé par rapport au coût de montage du même modèle fabriqué dans un pays industrialisé à une cadence de 300 000 unités par an. On a choisi dans ce cas un véhicule populaire de taille moyenne, correspondant à une cylindrée de 1 800 cm³. Le surcoût 0 correspond alors à la production de 300 000 unités par an.

Cette courbe indique que le surcoût de montage est très élevé pour les très faibles cadences de production et qu'il décroît rapidement dès que la cadence augmente. De 90 à 140% pour une production de 10 000 véhicules/an, ce surcoût décroît jusqu'à 70 à 100% pour une cadence de 25 000 véhicules/an et n'est plus que de 15 à 30% dès que la cadence atteint 100 000 véhicules/an.

Sur ce graphique, la courbe supérieure correspond à une usine de montage peu mécanisée montant plusieurs modèles de véhicules et la courbe inférieure correspond à une usine très mécanisée ne montant qu'un seul modèle de véhicule.

On remarque en particulier que la faible mécanisation d'une usine de montage et la multiplicité des modèles entraînent, pour une capacité donnée, un surcoût élevé. Ce surcoût est d'autant plus sensible que la production annuelle est plus faible.

242. Etude d'un exemple concret

Afin de préciser l'ensemble des observations contenues dans les chapitres qui précèdent, on a chiffré la variation des coûts de montage pour un véhicule particulier.

A. Hypothèses de calcul

Il s'agit d'un véhicule populaire, de taille moyenne. On considère que le montage est effectué dans un pays déjà relativement industrialisé, où le climat est tempéré. Par ailleurs on admet que l'usine est fortement mécanisée, même pour les faibles cadences. Enfin, il s'agit dans cet exemple, d'une usine montant un modèle unique.

Pour les cadences 10 000, 25 000, 100 000 et 300 000 véhicules/an on a reconstitué le coût du montage à partir des quatre facteurs principaux indiqués précédemment.

/- Le taux

- Le taux horaire de main-d'oeuvre a été fixé à 12 francs.
- Les durées minimum d'amortissement ont été prises de la façon suivante:

Bâtiments	20 ans
Equipements (sauf peinture)	7 ans
Equipement de peinture	10 ans
Annexes et servitudes	7 ans

Les outillages spécifiques ou non, représentant des investissements faibles par rapport à l'investissement total, n'ont pas été détaillés séparément dans cet exemple; ils sont inclus dans le poste "équipements" et sont donc amortis sur 7 ans.

N.B. Les terrains ne sont pas amortis.

Pour chaque cadence les investissements totaux ont été lus sur le graphique 1. La proportion des diverses catégories d'investissements dans l'investissement global a été choisie de la manière suivante:

	Pourcentage a/
Bâtiments	40
Equipements, sauf peinture y compris outillage	20
Equipement de peinture	15
Annexes et servitudes	15
Terrain	5

a/ Sujet à révision.

- Pour chaque cadence, on a calculé le coût de montage pour trois durées de vie du modèle correspondant à une décision du gel du modèle du véhicule monté pendant 7 ans, 10 ans, 15 ans.

B. Décomposition du coût de montage par véhicule

Afin de préciser la structure du coût de montage, on a indiqué sur le tableau 2, pour diverses cadences, la décomposition du coût de montage selon les quatre facteurs qui le composent. Ce tableau correspond au cas du modèle gelé 10 ans. On n'a pas jugé nécessaire d'indiquer les pourcentages correspondant à un modèle gelé 7 ans et 15 ans car les chiffres sont pratiquement identiques.

Il faut insister sur le fait que cette structure de coût de montage est celle d'un pays déjà industrialisé, où la main-d'oeuvre est chère. C'est pourquoi les frais de main-d'oeuvre représentent déjà 30% du coût de montage

à la cadence 10 000 véhicules/an et que ce pourcentage dépasse 50%, dans le cas très théorique il est vrai, de la cadence de 300 000 véhicules/an.

Tableau 2

DECOMPOSITION DU COUT DE MONTAGE UNITAIRE DANS UN PAYS
DEJA INDUSTRIALISE

(Valeur ajoutée - Pourcentage du coût unitaire total)

	Cadences: véhicules/an			
	10 000	25 000	100 000	300 000
Frais de main-d'oeuvre directe	34	37	43	51
Frais de fabrication	29	23	27	25
Frais généraux	24	23	19	16
Amortissements	13	12	11	8
<u>Coût total</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>

Ce tableau est illustré par le graphique 10.

C. Examen des résultats

Le tableau 3 indique le coût de montage par véhicule pour différentes cadences et pour différentes durées de vie du modèle de véhicule étudié. Les chiffres indiqués sont donnés en indice; la base 100 représentant le coût de montage minimum à la cadence de 300 000 véhicules/an, le modèle étant gelé pendant 15 ans.

Afin de mieux illustrer les résultats, on a indiqué sur le graphique 11 l'évolution du coût de montage par véhicule, selon la cadence. Sur ce graphique on trouve trois courbes semblables, correspondant aux trois durées de "gel" du modèle.

On observera que le "gel" du modèle entraîne une diminution du coût de montage d'autant plus sensible que le modèle est "gelé" plus longtemps. Par ailleurs ce gain est d'autant plus notable que la cadence de montage est faible.

Il faut noter cependant que le "gel" du modèle n'entraîne qu'une diminution faible du coût de montage car dans le cas d'une usine de montage les investissements en équipements sont peu importants par rapport à un atelier d'usinage ou d'emboutissage. Seuls les investissements en bâtiments sont élevés, mais comme la loi impose une durée d'amortissement minimum de 20 ans, ceci n'a pas d'effet sur le coût de montage puisque la durée de vie d'un modèle est toujours inférieure à 20 ans.

/Graphique 10

Figure 10

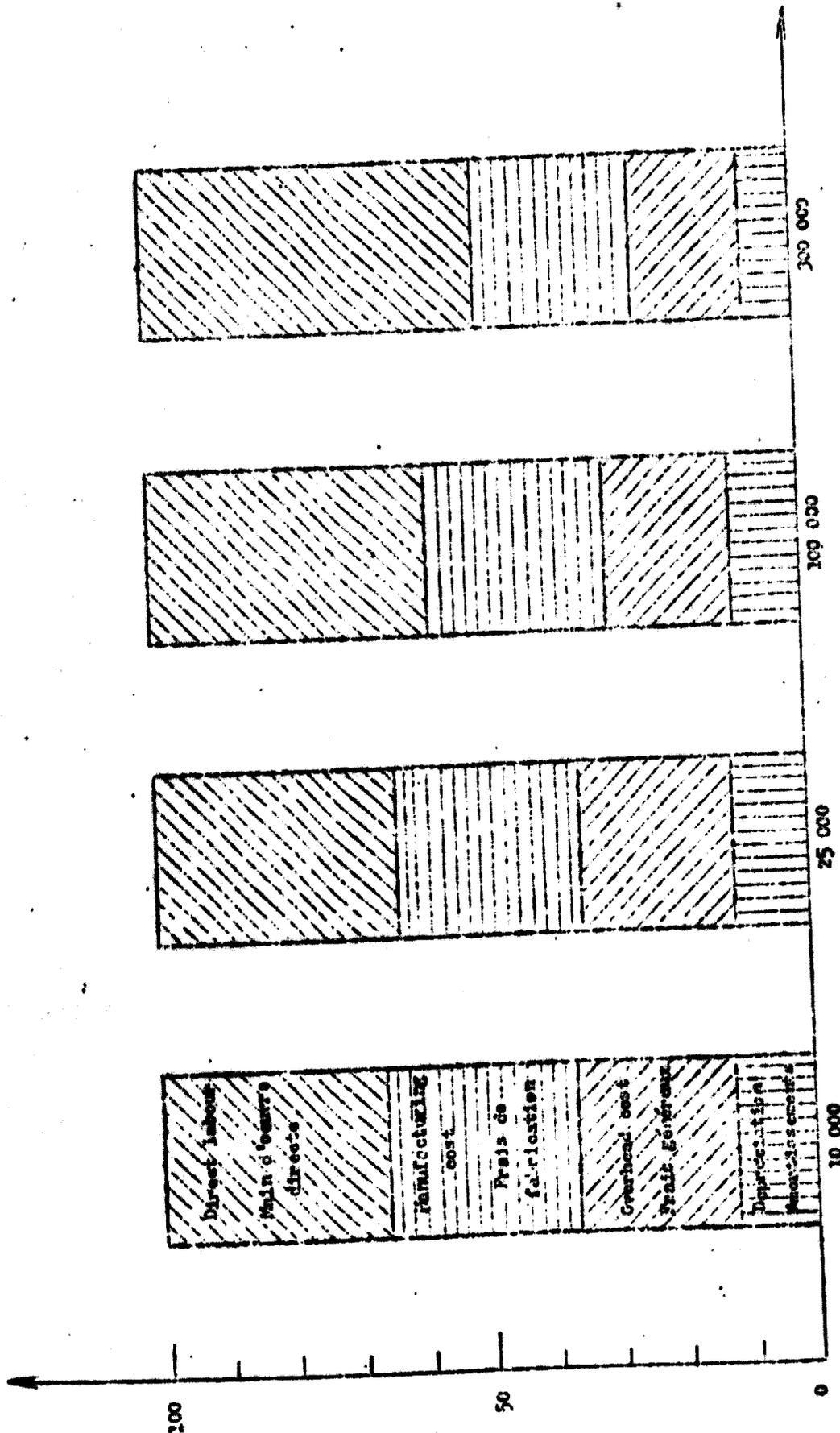
Graphique 10

PERCENTAGE OF UNIT ASSEMBLY COST

Percentage of unit
production cost

Pourcentage du coût
unitaire total

RECOMPOSITION DU COÛT UNITAIRE DE MONTAGE



Annual production
value vehicles/yr.
Production annuelle
véhicules/an.

Figure 11.
Graphique 11.

ANNUAL COST PER UNIT AS A FUNCTION OF PRODUCTION VOLUME

EFFECT OF INCREASING MODEL LIFE

RELATIONSHIP BETWEEN INCREASE IN PRODUCTION VOLUME AND PRODUCTION

INCREASE IN "COST" PER MODEL IN VEHICLE

Annual cost per unit
percentage
Increase in volume
percentage

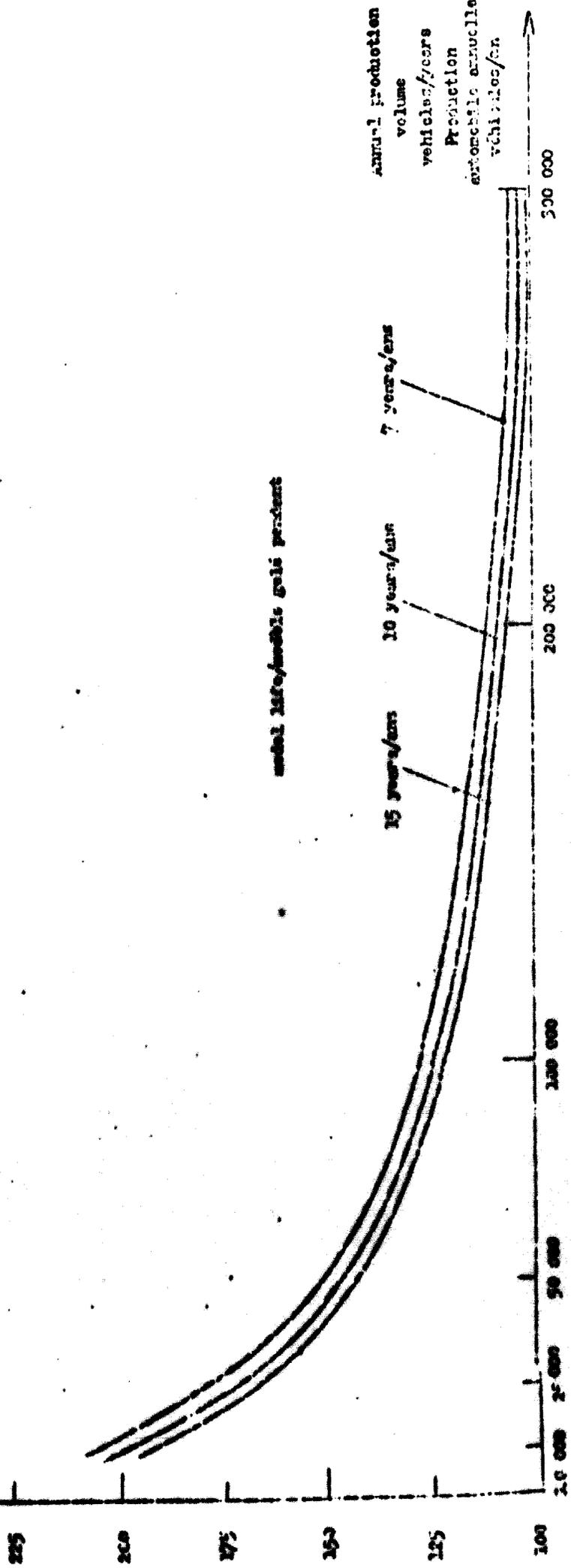


Tableau 3

EVOLUTION DU COUT DE MONTAGE EN FONCTION DES CADENCES
CAS D'UN PAYS INDUSTRIALISE

(En indice)

	Modèle gelé (ans)	Cadence de montage: véhicules/an			
		10 000	25 000	100 000	300 000
Coût de montage par véhicule (Indice)	7	203	176	128	105
	10	201	172	124	103
	15	197	168	121	100

Sur le graphique 11, la décroissance très rapide que l'on peut observer dès que la cadence augmente, au niveau de 10 000 véhicules par an, correspond au fait que le taux horaire de main-d'oeuvre directe utilisé pour les calculs est élevé. Dès que la cadence s'accroît, et du fait que l'usine choisie dans l'exemple est assez mécanisée, le temps de montage diminue rapidement et l'incidence sur les frais de main-d'oeuvre directe est d'autant plus sensible que le taux horaire est élevé.

Pour 100 000 véhicules/an, le surcoût de montage n'est plus que de 25% et il devient négligeable pour la cadence de 200 000 véhicules/an.

D. Conclusion

Cet exemple confirme les observations faites dans le paragraphe précédent et permet de mieux discerner l'intérêt du "gel" du modèle.

D'une manière générale, on peut dire que la relation coût-volume est très nette dans le cas de l'usine de montage. Le surcoût du montage est très élevé pour les cadences inférieures à 25 000 véhicules/an devient très faible dès que l'on atteint 100 000 véhicules/an, le surcoût ne devenant négligeable qu'à partir de 200 000 véhicules/an.

La mécanisation de l'atelier de montage permet de diminuer le surcoût de montage. Par ailleurs, la multiplicité des modèles entraîne une augmentation du coût de montage d'autant plus sensible que la cadence de production est faible.

/Toutefois, pour

Toutefois, pour des raisons que nous avons commentées plus haut, le "gel" des modèles n'a que relativement peu d'incidence sur les coûts de montage (3% de variation du coût de montage pour une production de 10 000 véhicules/an entre un modèle "gelé" 7 ans et un modèle "gelé" 15 ans; le montage représentant environ 10% du prix de revient d'un véhicule, l'incidence finale sur le prix sortie usine ressortirait ainsi à 0.3% seulement).

25. Cas des pays en voie de développement

251. Incidence du taux horaire de main-d'oeuvre et de la productivité

Dans l'exemple qui précède, on a considéré un taux horaire élevé pour la main-d'oeuvre directe, correspondant à celui d'un pays industrialisé.

Il faut remarquer que ce taux horaire peut être beaucoup plus faible dans d'autres pays, et c'est en particulier le cas des pays en voie de développement; on peut en déduire que le coût de main-d'oeuvre directe et donc le coût total de montage se trouvera fortement réduit dans le cas où l'usine de montage serait située dans un pays moins industrialisé.

Il faut cependant noter que la productivité de la main-d'oeuvre est souvent plus faible dans les pays moins industrialisés, en particulier dans les pays chauds. Ceci constitue un inconvénient qui ne permet pas de profiter pleinement de l'avantage que représente un taux horaire faible.

A. Hypothèses de calcul

Afin de préciser ces observations, on a repris l'exemple du calcul précédent, en retenant pour hypothèse un taux horaire de main-d'oeuvre de 6 francs et une productivité égale aux deux-tiers de la productivité d'un pays industrialisé. Les autres hypothèses retenues dans l'exemple du paragraphe 241 demeurent inchangées. En particulier, on a conservé l'hypothèse d'une usine fortement mécanisée, montant un modèle unique. L'investissement total pour une usine de cadence donnée est donc identique et la charge d'amortissement est alors la même. Par ailleurs, le niveau des frais généraux pour les différentes cadences a été conservé.

Dans ces conditions, on peut déterminer clairement l'influence du taux horaire de main-d'oeuvre directe sur le coût de montage.

B. Résultat des

B. Résultat des calculs

Le résultat des calculs est indiqué dans le tableau 4 sur lequel on a fait apparaître le coût de montage en indice, la base des coûts étant identique à celle de l'exemple précédent: la base 100 correspond donc au coût de montage chez un grand constructeur européen montant 300 000 véhicules/an d'un modèle unique, avec un taux horaire de main-d'oeuvre de 12 francs et une productivité de 100, pour une productivité de 66 dans un pays moins industrialisé.

Tableau 4

EVOLUTION DU COUT DE MONTAGE EN FONCTION DU VOLUME
CAS D'UN PAYS PEU INDUSTRIALISE

	Cadence véhicules/an	10 000	25 000	100 000
Coût de montage par véhicule (indice)	modèle gelé 7 ans	185	157	110
	modèle gelé 10 ans	182	154	108
	modèle gelé 15 ans	176	150	106

A l'examen de ce tableau on s'aperçoit que les coûts de montage sont à cadence égale nettement plus faibles que pour un pays industrialisé (tableau 3). En particulier, le surcoût de montage devient négligeable pour des cadences de l'ordre de 100 000 véhicules/an. On voit donc tout l'intérêt que présente pour le coût de montage un faible taux horaire de main-d'oeuvre, même si la productivité de cette main-d'oeuvre est nettement inférieure à celle d'un pays industrialisé.

C. Critique des résultats

On peut remarquer cependant, que le gain sur le coût de montage, peut être nettement réduit, si l'on choisit un degré de mécanisation plus faible, car dans ce cas le surtemps de montage devient plus élevé et peut annuler le gain en frais de main-d'oeuvre directe.

Par ailleurs il est intéressant de noter que le niveau des frais généraux utilisé pour nos calculs, pourrait être réduit dans le cas d'un pays peu industrialisé; ceci entraînerait une diminution du coût de montage, non négligeable, que l'on peut évaluer à 15% environ.

/D. Décomposition

D. Décomposition du coût de montage dans des pays peu industrialisés

Afin de mieux illustrer l'exemple qui précède on a indiqué dans le tableau 5 la décomposition du coût de montage pour différentes cadences, dans des pays peu industrialisés.

Ce tableau correspond à une structure réelle de coût.

A l'examen de ce tableau, on constate effectivement que les frais de main-d'oeuvre, représentent une part faible du coût de montage, puisque dans les pays examinés le taux horaire de main-d'oeuvre est peu élevé.

Par ailleurs, il faut noter que le niveau des frais généraux est relativement moins élevé que dans le premier exemple (voir tableau 2).

Enfin il faut remarquer la part très importante que constituent les frais de fabrication. Cette augmentation est due en particulier au coût de la main-d'oeuvre indirecte; en effet pour une usine située dans un pays peu industrialisé, on fera souvent appel à du personnel d'encadrement européen. Dans ces conditions les frais de déplacement, de logement et les salaires seront élevés, ce qui entraînera un accroissement de la part des frais de fabrication dans le coût de montage, par rapport à une usine située dans un pays industrialisé.

Tableau 5

DECOMPOSITION DU COUT DE MONTAGE DANS DES PAYS PEU INDUSTRIALISES

(Pourcentage du coût total)

	Cadences: véhicules/an		
	3 500	4 500	12 000
Frais de main-d'oeuvre directe	15	19	23
Frais de fabrication	52	48	45
Frais généraux	15	18.5	17
Amortissements	15	14.5	13
<u>Coût de montage par véhicule</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>

/252. Incidence

252. Incidences des coûts de montage sur les prix des véhicules

Il est important d'apprécier l'incidence des coûts de montage sur le prix de vente des véhicules, d'une part au niveau des prix de cession aux réseaux de distribution, d'autre part au niveau des prix de vente au public.

A. Prix de cession aux réseaux

Nous supposons ici qu'il n'y a aucune incorporation locale dans le pays où s'effectue le montage, afin de cerner plus clairement le problème du coût de montage proprement dit.

On peut établir alors la comparaison suivante, avec un véhicule built-up importé directement d'un même pays étranger: tableau 6

Dans ce tableau la collection CKD est supposée avoir une valeur 100.

Dans ce cas

- le built-up correspondant, chez un constructeur de taille internationale, vaut 110
- le CKD, compte tenu des coûts de collecte et de conditionnement des pièces et de la valeur des emballages, est vendu 112, soit 2 points de plus que le built-up. Ce résultat peut, a priori, paraître quelque peu paradoxal, mais il correspond effectivement à la réalité; ceci est dû au fait que les frais de collecte et d'emballage sont relativement importants, et que les caisses devant contenir les CKD doivent être de très bonne qualité pour éviter une détérioration des pièces (il s'agit presque toujours d'emballages perdus).

Tableau 6

DECOMPOSITION DU PRIX DE CESSION AU RESEAU DE DISTRIBUTION

	<u>Véhicule monté sur place</u>			Véhicule importé Built-up
	<u>Cadence de montage</u>			
	10 000	25 000	100 000	
Coût de la collection CKD	100	100	100	
Coût built-up				110
Conditionnement CKD	12	12	12	
Transport, assurance, commissions, affrètement, fret maritime	8	8	8	11
Droits de douane	p o u r m ê m e i r e			pour mémoire
Coût de montage local	20	17	12	
Prix de cession au réseau de distribution (prix de revient)	140	137	132	121
Surcoût par rapport au véhicule importé built up (pourcentage)	15	13	9	-

/L'avantage du

L'avantage du CKD apparaît au niveau des frais de transport; certes il est difficile de donner ici des chiffres qui aient une valeur absolument générale, car on sait que les frêts maritimes sont très variables, non pas tant selon les distances, mais selon l'intensité du trafic entre les deux pays considérés. Dans notre exemple nous nous sommes rapprochés de chiffres valables pour des frêts entre l'Europe et un grand pays d'Amérique latine (Mexique par exemple). Le transport des caisses CKD est certes moins onéreux que celui des built-up plus volumineux; l'avantage relatif cependant, n'est généralement pas aussi important qu'on pourrait l'imaginer a priori, puisqu'il ne ressort ici qu'à trois points environ, en sorte qu'un built-up et un CKD parviendront généralement au port de débarquement à des prix finalement très voisins. Toutefois, le véhicule livré en CKD aura été monté sur place, à un coût qui, nous l'avons vu dans ce chapitre, sera d'autant plus élevé que l'usine de montage opérera à de faibles cadences.

Le tableau ci-dessus envisage le cas d'un montage s'effectuant aux cadences suivantes:

- 10 000 véhicules par an
- 25 000 véhicules par an
- 100 000 véhicules par an

cadences pour lesquelles on peut considérer que les coûts de montage, par rapport à ce qu'ils sont chez un grand constructeur mondial, sont plus élevés, respectivement de:

- + 100% environ
- + 70% environ
- + 20% environ

On est ainsi conduit à des écarts qui, par rapport à un véhicule built-up, sont de l'ordre de

- 15% dans le cas d'une cadence de 10 000/an
- 13% dans le cas d'une cadence de 25 000/an
- 9% dans le cas d'une cadence de 100 000/an

Certes il s'agit là de chiffres moyens qui peuvent se trouver modifiés dans bien des cas et pour des raisons aussi diverses que des conditions de vente particulièrement avantageuses consenties à un pays en voie de développement

/(dumping fait

(dumping fait par un constructeur mondial) ou des avantages relatifs de coûts de transport entre CKD et built-up plus importants que ceux retenus ici. On voit donc que dans le cas d'une opération de montage réalisée en pays en voie de développement le véhicule monté localement sera livré aux réseaux, s'il s'agit comme c'est presque toujours le cas, de marchés étroits, à des prix supérieurs de 15 à 20% aux prix des véhicules importés; notons ici que par rapport au prix sortie usine du pays d'origine, le surcoût est bien supérieur puisque dans le cas d'une usine de montage de 10 000 véhicules/an on doit comparer l'indice 140 à l'indice 110, ce qui représente une différence de l'ordre de 27 à 28%.

Or on sait que fréquemment dans les pays en voie de développement le montage s'effectue à des cadences très inférieures à 10 000/an.

Le graphique 11 suggère que pour des cadences inférieures à 10 000/an les coûts de montage tendent à s'élever très rapidement; on peut donc très aisément parvenir à des écarts de l'ordre de 80% par rapport aux prix obtenus par les pays les plus développés dans le cas d'usines de montage travaillant à très faibles cadences.

B. Prix au consommateur

La marge de distribution des "dealers" qui selon les pays varie entre 12 à 15% et 30%, modifie légèrement l'incidence des frais de montage sur les prix au consommateur.

En supposant que la marge de distribution soit de 25% on aurait les chiffres suivants:

Tableau 7

DECOMPOSITION DU PRIX AU PUBLIC

	<u>Véhicule monté sur place</u>			<u>Built-up</u> importé
	Cadence par an			
	10 000	25 000	100 000	
Prix de cession au distributeur	140	137	132	121
Marge de distribution	46	45	43	40
Prix au public	186	182	175	161
Surcoût/Built-up (pourcentage)	16	13	8	-

/26. Conclusion

26. Conclusion sur les relations coût-volume pour une usine de montage

L'ensemble des observations qui ont été faites au cours des chapitres qui précèdent permet de dégager les conclusions suivantes:

261. Investissements nécessaires

Le niveau des investissements dans une usine de montage croît avec le volume de la production. Les investissements augmentent rapidement pour les cadences faibles (facteur d'échelle 0.75), mais l'accroissement devient plus faible quand on atteint les grandes cadences de montage de l'ordre de 100 000 véhicules par an (facteur d'échelle 0.4).

Les investissements peuvent être plus ou moins élevés suivant le degré de mécanisation choisi pour l'usine; cette incidence ne peut se faire sentir que pour les faibles cadences de montage car pour les fortes productions, l'usine est nécessairement très mécanisée.

Par ailleurs, la multiplicité des modèles montés, entraîne une augmentation des investissements d'autant plus sensible que l'usine est plus mécanisée, puisqu'on utilise alors des équipements coûteux spécifiques à chaque modèle.

262. Coût de montage d'un véhicule

En ce qui concerne le coût de montage d'un véhicule on peut résumer les observations de la manière suivante:

- Le coût unitaire de montage est très sensible au volume de production et décroît quand la cadence de montage augmente (voir tableau 8). Cette décroissance est très rapide dans le domaine des faibles cadences, jusqu'à une production de 50 000 véhicules par an. Pour les productions supérieures, le gain sur le coût de montage devient plus faible et il est négligeable pour des cadences de l'ordre de 200 000 véhicules par an. A cadence égale, et dans le domaine des faibles productions, une mécanisation poussée permet de réduire fortement le coût de montage. Ce gain peut être de l'ordre de 30% pour une cadence de 10 000 véhicules par an. Compte tenu du fait qu'une usine produisant plus de 50 000 véhicules par an doit être de toute façon très mécanisée, à ce niveau, la différence sur le coût de montage entre une usine relativement peu mécanisée et une usine mécanisée au maximum est insensible. Dans ces conditions le surcoût de montage devient négligeable dès que l'on atteint une production de 150 000 véhicules par an.

/Tableau 8

Tableau 2

VARIATION MOYENNE DU SURCOUT UNITAIRE DE MONTAGE SELON LE VOLUME DE PRODUCTION:

(Base: Surcoût 0 pour 300 000 véhicules/an)

	3 500	5 000	10 000	25 000	50 000	100 000	300 000
Cadences de production véhicules/an							
Surcoût par rapport à la base 300 000 véhicules/an	200 extra- polation	145 (115 à 175)	115 (90 à 140)	85 (70 à 105)	55 (40 à 70)	22 (15 à 30)	3

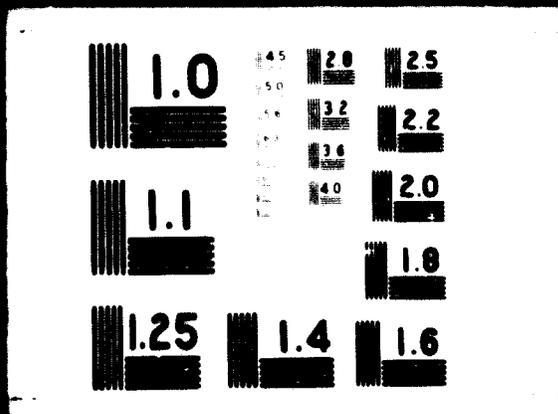


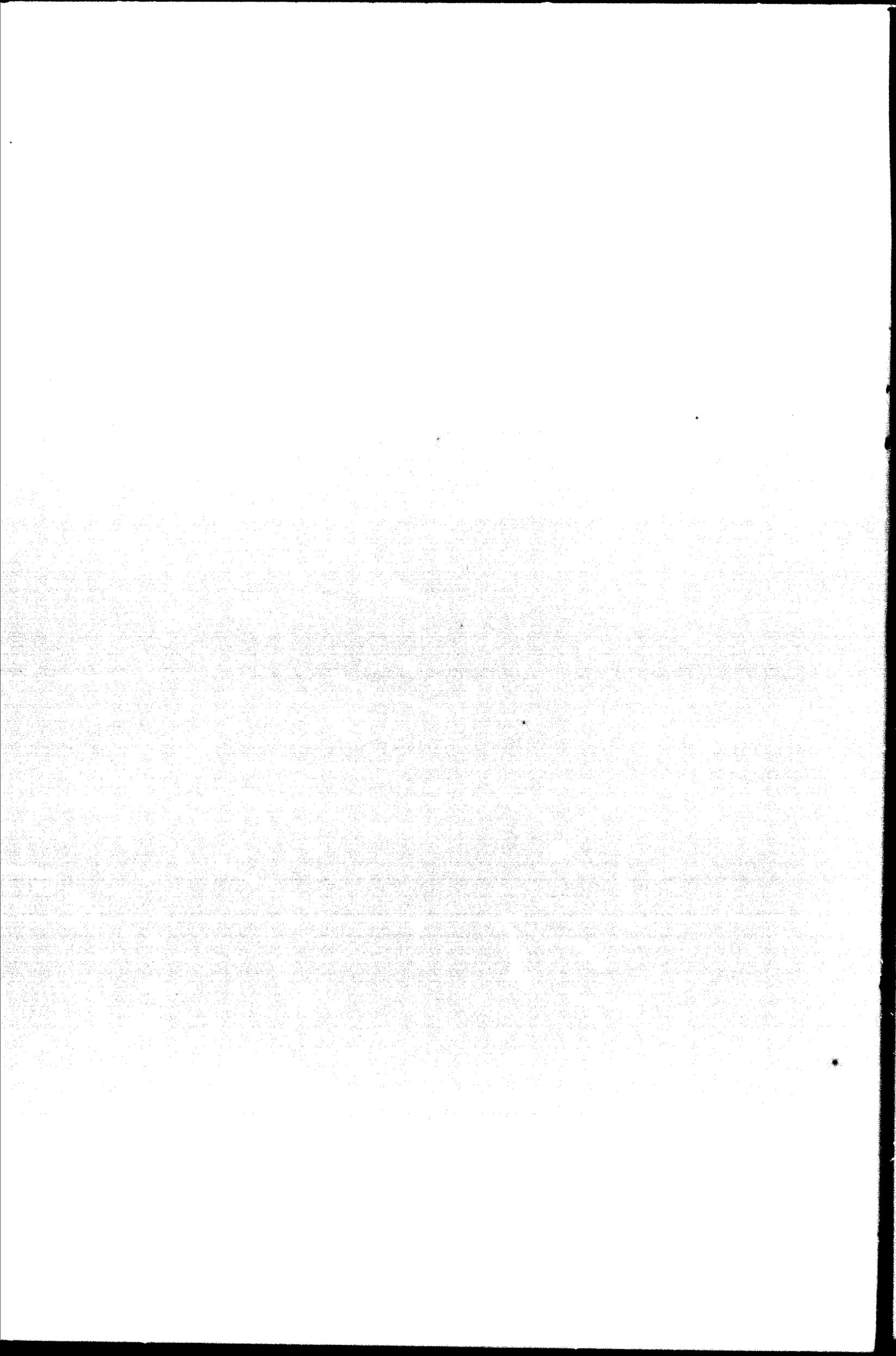
10. 2. 72

2 OF 2

DO

2788





- La décision de monter plusieurs modèles de véhicules entraîne à cadence égale, une augmentation assez sensible du coût de montage et le surcoût dû à la multiplicité des modèles est particulièrement notable dans le cas des cadences faibles ou moyennes de l'ordre de 25 000 à 50 000 véhicules par an.

En ce qui concerne le "gol" des modèles permettant d'amortir les équipements spécifiques sur de longues cadences, il n'entraîne pas dans les opérations de montage, une diminution de coût véritablement importante, ceci étant dû à la proportion existant dans la structure des coûts entre le poste main-d'oeuvre et le poste amortissement.

Enfin, en ce qui concerne les pays en voie de développement où normalement la main d'oeuvre est moins chère que dans les pays industrialisés, l'économie réalisée sur les coûts de main d'oeuvre permet de réduire assez sensiblement les coûts de montage; nous avons calculé que dans le cas d'une production de 10 000 véhicules/an les coûts de montage seraient normalement le double de ce qu'ils sont dans une usine produisant en très grande série; dans un pays en voie de développement, en admettant même que la productivité de la main-d'oeuvre soit très inférieure à ce qu'elle est dans les pays les plus développés, la distorsion des coûts peut être ramenée à 85%, au lieu de 100% normalement.

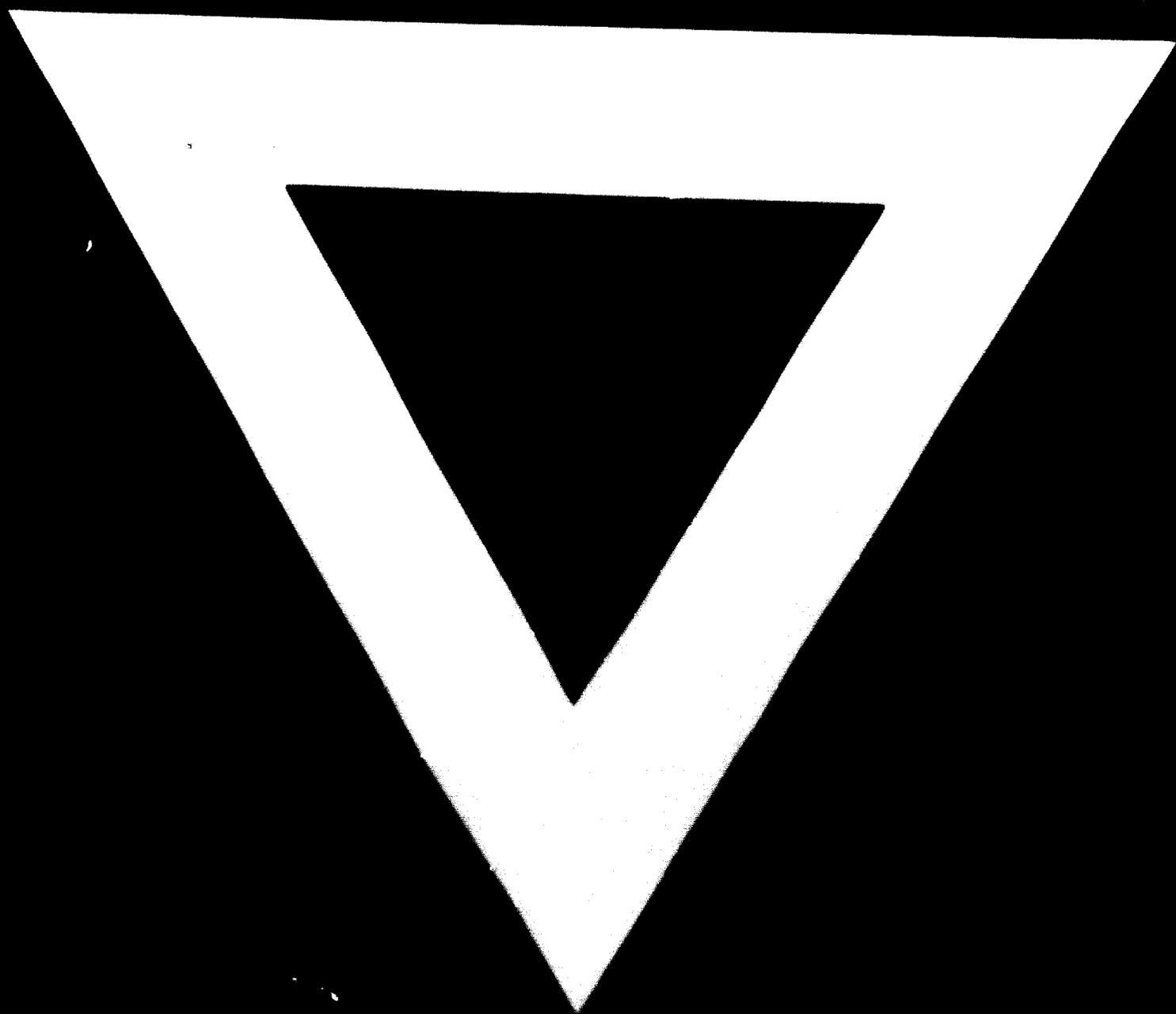
Quoiqu'il en soit les coûts de montage ne représentent que 10 à 12% du prix de revient d'un véhicule; aussi le doublement des coûts de montage ne devrait-il avoir pour incidence que d'augmenter le prix de vente des véhicules de 10% environ. Cependant la faible différence de prix qui existe entre un CVD complètement conditionné et un "built-up" ne permet pas d'espérer, sauf dans des cas particuliers où les gains réalisés sur les coûts de transport des CVD pourraient être très importants, que l'on puisse limiter la différence de prix à moins de 15% entre un véhicule monté localement dans un pays en voie de développement et le même véhicule importé tout monté.

Cependant, du point de vue d'un pays en voie de développement cet écart de prix se justifie généralement:

/d'une

- d'une part, dans le cadre de l'évaluation "sociale" de tels projets apportant une valeur ajoutée importante aux pays;
- d'autre part, en raison des effets indirects à en attendre; le montage étant une étape nécessaire ouvrant la voie à une industrialisation ultérieure.





10. 2. 72