

Ecole Centrale des Arts et Manufactures
de Paris
Mastère spécialisé en Génie Industriel et
Management de l'Innovation
Technologique
1992 - 1993

Mémoire de stage
Soutenu le 21 septembre 1993

**Etude prévisionnelle des coûts
Evaluation financière des choix
techniques**

Rémi BACHELET

Régie Nationale des Usines Renault
Usine du Mans

Note: Les annexes 3 et 4 de ce rapport sont confidentielles.

Mémoire présenté sous la direction de Mr Yvon PESQUEUX

Résumé

80% des coûts d'un produit sont déterminés dès sa conception.

*C'est autour de ce constat qu'est construit ce mémoire. La démarche que nous adoptons est avant tout celle du fabricant : à partir des données de gestion d'un centre de production nous recherchons les inducteurs de coûts, en particulier ceux liés à l'utilisation d'une technologie (ici soudure par résistance ou soudure à l'arc). Notre évaluation est conduite grâce à un outil de traitement de l'information : **DESI**.*

Notre fil conducteur est celui de la détermination des coûts par une démarche prospective, soit à travers l'examen d'une méthodologie de gestion prévisionnelle d'une ligne de fabrication, soit à travers la construction de DESI et l'exploitation des évaluations qu'elle permet.

Notre étude s'articule en trois temps:

- Rappel du contexte : situation économique de Renault et organisation interne de la Régie. Evaluation des ressources technologiques mises en oeuvre, en particulier dans le domaine de la soudure.*
- Examen des systèmes de gestion actuels et positionnement des problématiques : Objectifs de la gestion prévisionnelle et méthodologie d'étude des coûts liés aux technologies.*
- Application à la post-évaluation d'une gestion prévisionnelle réalisée en 1990 pour la fabrication de berceaux avants et arrières de Safrane et analyse des coûts pertinents liés aux technologies de soudure mises en oeuvre sur la ligne.*

À l'attention des personnes consultant ce mémoire à partir de sa copie sur Internet :

- La page 15 du mémoire est une illustration dont la communication peut être obtenue auprès du secrétariat du Mastère de Génie Industriel de l'école Centrale, sous réserve de l'acceptation de son responsable, Mr Dejax (standard de l'ECP 01 41 13 10 00).
- Les annexes confidentielles de ce mémoire, ainsi que les applications Excel correspondantes peuvent être obtenues auprès du département de contrôle de gestion de Renault Le Mans, sous réserve d'acceptation par celui-ci. Elles contiennent en effet entre autres, les plans des lignes de production avec la décomposition des coûts par îlots, les comparaisons des coûts du point de soudure selon la technologie mise en oeuvre, ainsi que la comparaison des gestions prévisionnelles de la ligne et des coûts actuels.

Remerciements

Ce rapport n'existerait pas sans l'attention et les conseils que m'ont apporté les employés, les agents de maîtrise et les cadres des départements Gestion, Méthodes et Soudure/emboutissage.

Au service gestion

Mr Dolbeau est à la source de mes deux sujets d'étude: la gestion prévisionnelle et l'étude des coûts en relation avec les techniques de production. Responsable de mon stage au Mans, il a bien voulu me consacrer une part importante de son temps et m'a soutenu dans mes efforts pour rassembler les informations regroupées dans ce rapport. De nombreux paragraphes de ce mémoire lui doivent beaucoup.

Hervé Lerochereuil est à la source de l'idée directrice de DESI: utiliser la base de données du chantier 10. Je dois également des remerciements à Alain Bigot, responsable de la gestion prévisionnelle pour m'avoir expliqué les bases de la GP... et pour m'avoir prêté son portable. Jean-Claude Demessence m'a expliqué les différentes méthodes de calcul des coûts, Frédéric Paulin, responsable des Dossiers Prévisionnels d'Investissement m'a également apporté une aide substantielle.

Au service méthodes décentralisées

Christian Jaunay, correspondant méthodes pour la ligne berceaux X54 a consacré un temps important pour valider les données de gestion technique de la ligne. Il a également renseigné la "base de données technique" de DESI.

Au département soudure/emboutissage

Merci tout d'abord à Mr Bréant, chef du département pour son intérêt et son accueil. Merci également à André Hecq, contrôleur de gestion pour les nombreuses heures qu'il m'a consacré; elles ont été très productives grâce à sa connaissance approfondie du système de gestion et à sa gentillesse.

C'est enfin les fabricants des berceaux de la Safrane qu'il me faut citer: Joël Gillet, chef d'atelier; Stéphane Magdelaine et Christian Dasgosneau, chefs d'unité pour avoir bien voulu m'accueillir dans leur équipe. Merci aussi aux agents techniques de la ligne, Patrick Béchet et Germain Nuyts.

L'amitié et l'accueil des agents de production de la ligne ont également été très importants pour moi.

Table des matières

I. Introduction.....	1
A. Le groupe RENAULT	2
1. Historique de Renault Automobiles.....	2
2. Contexte économique et stratégique	2
a) L'alliance avec Volvo	2
b) La privatisation	3
c) Evolution des marché en Europe	4
d) Résultats du 1er trimestre 93.....	4
B. L'usine du Mans.....	4
1. Présentation générale de l'usine.....	4
a) Le site	4
b) L'organisation	4
c) Relations avec Billancourt.....	5
2. Le contrôle de gestion	7
3. Le département 79	7
a) Organisation et produits	7
b) Les lignes de production des berceaux X54.....	8
C. Techniques de soudure	9
1. Soudage par résistance.....	9
2. Soudage à l'arc.....	10
3. Comparaison des deux techniques	10
II. Présentation de la problématique	12
A. Elements du système de gestion	13
1. L'évolution de la place de la gestion à l'usine.....	13
a) Un nouveau découpage de l'entreprise.....	13
b) Une gestion simplifiée et basée sur des indicateurs concrets.....	13
c) La pratique de la reprévision et la gestion par programmes d'action.....	13
2. Typologie et méthodes de calcul des coûts.....	14
a) Le prix de revient standard	14
b) Le prix de revient budget et réel.....	16
c) Détermination et utilité d'un prix de revient économique	16
d) Comparaisons des trois systèmes de calcul	16
B. La gestion prévisionnelle	17
1. Principes de la GP.....	17
a) Définition.....	17
b) Genèse d'une GP	17
c) Finalités de la gestion prévisionnelle	18
C. Etude des coûts du processus de fabrication.....	19
1. Finalité	19
2. Méthode	20
a) Notions de coûts pertinents.....	20
b) Deux approches possibles: le processus ou les coûts.....	21
III. Application	22
A. Post-évaluation de la gestion prévisionnelle 1990	23
1. Le montage du dossier GP à l'époque.....	23

2. Démarche d'analyse a posteriori.....	23
a) Collecte des résultats et hypothèses.....	23
b) Analyse des écarts: Taux, volumes, indicateurs physiques	25
c) Analyse des résultats.....	25
3. Propositions d'améliorations	27
B. Démarche d'analyse des coût liés aux technologies de soudure.....	29
1. Conception d'un système de traitement des données comptables.....	29
a) Choix de la démarche	29
b) Principes de DESI.....	29
c) Cahier des charges.....	30
2. Résultats de l'étude	31
a) Validité des résultats obtenus	31
b) Commentaires des résultats	32
IV. Conclusions	34
A. Gestion prévisionnelle	35
B. Autres utilisations possibles de DESI	35
1. Approfondir l'étude des coûts.....	35
2. DESI en tant que tableau de bord.....	36
a) Tableau de bord et coûts contrôlables.....	36
b) Utilisation effective de DESI en tant que tableau de bord.....	37
C. Remarques finales.....	37
a) La méthode de calcul des coûts par les taux est-elle encore pertinente ?.....	37
b) Complémentarité des approche DESI et Gestion prévisionnelle.....	37
c) L'importance de la gestion de l'information.....	38

Lexique

Références

Bibliographie

Annexes

1) DESI, mode d'emploi

2) Extrait des différents documents de gestion utilisés

- Chantier 10
- Base d'état des investissements
- Gammes

3) Les gestions prévisionnelles

4) Synthèse des résultats obtenus par DESI

- Principe de fonctionnement de DESI
- Transactions affectées/non affectées - provenance, valeur
- DESI. Application: Répartition des coûts de la ligne de production (moyenne journalière par nature)
- DESI. Application: Comparaison de la structure et de la valeur absolue des coûts de différentes lignes.
- DESI. Application: Générateurs de coût par îlots de production
- DESI. Application: Etude de l'impact économique d'un choix technique. Comparaison de la soudure par points: pince embarquée et pince au sol et de la soudure MAG.

- DESI. Application: Coût d'un point de soudure suivant la technologie utilisée.

I. Introduction

Ce chapitre présente le contexte économique et historique du mémoire.

Il aborde les deux principales questions qui se posent à la Régie pour l'avenir: L'alliance avec Volvo et la privatisation. Le contexte économique actuel et l'évolution actuelle des marchés en Europe sont également exposés.

L'usine du Mans, premier acteur industriel de la région est replacée dans son cadre; ses produits et les techniques qu'elle met en oeuvre, ainsi que son organisation - mais quelle est sa marge de manoeuvre stratégique ?

Le chapitre s'achève sur l'exposé des missions des départements où l'étude à été conduite - la gestion et le département soudure-emboutissage et sur un examen comparatif des techniques de la soudure automatisée à l'arc et par résistance.

A. Le groupe RENAULT

1. Historique de Renault Automobiles

En **1899** Renault Frères est créée par Fernand, Marcel et Louis Renault. L'année précédente, Louis avait mis au point deux innovations: une boîte de vitesse à prise directe et la transmission aux roues arrières par arbre rigide. La société connaît une expansion rapide et élargi la gamme de ses produits: nouveaux modèles d'automobiles, mais aussi moteurs d'avions, tracteurs et locomotives. En **1913**, les usines produisent plus de dix mille véhicules par an. La société se développe beaucoup durant la première guerre mondiale, qui marque l'avènement définitif du moteur à explosion (taxis de la Marne, tanks). En **1922**, Renault Frères, devient Renault SA.

Par contre, la deuxième guerre mondiale ne laissera pas Renault indemne, la société sera contrainte de produire pour l'occupant, ses usines seront bombardées (Billancourt sera détruite à 50%). De plus, l'attitude de Louis Renault pendant l'occupation conduira le gouvernement provisoire de la République, à nationaliser l'entreprise, puis à créer début **1945** la Régie Nationale des Usines Renault. Le dernier des frères Renault, Louis, mourra quelques jours après la nationalisation.

Pour Pierre Dreyfus, à la tête de la Régie de 1955 à 1975 l'objectif de Renault est "non le profit pour lui-même mais l'enrichissement de la nation"¹. La Régie doit servir de banc d'essai à toute initiative en matière de progrès social...être à l'avant garde de la condition ouvrière française. De plus, la Régie connaît durant les trente glorieuses un essor international important (Espagne, Portugal, Mexique).

Toutefois les années **1980** voient apparaître d'importantes difficultés: le déficit se creuse, pour atteindre un maximum de 12.5 milliards de francs en 1984. L'arrivée de Georges Besse en 1985, puis de Raymond Levy marquent le début d'un redressement de la Régie qui dégage un bénéfice à partir de 1988.

Il semble que l'avenir de Renault se construira d'abord à travers la fusion avec Volvo... et probablement dans le régime du droit commun des entreprises.

2. Contexte économique et stratégique

L'activité de Renault ne se limite pas à l'automobile, bien que la conception, la production et la vente d'automobiles constituent 83.6% du CA 1992 (179 milliard de francs). Renault Véhicules Industriels (RVI), qui représente 13.7% du CA, produit et commercialise des camions, autobus et autocars. Les autres entreprises industrielles du groupe (2.7% du CA) sont dans les secteurs du machinisme agricole (Renault Agriculture), des produits industriels, des biens d'équipement (Renault Automation et Chausson outillage) et de la logistique (Compagnie d'Affrètement et de Transport). enfin, le groupe possède par le biais d'un holding des sociétés de financement (Renault Crédit International), de gestion de trésorerie (Renault Finances..), d'informatique et de commerce international.

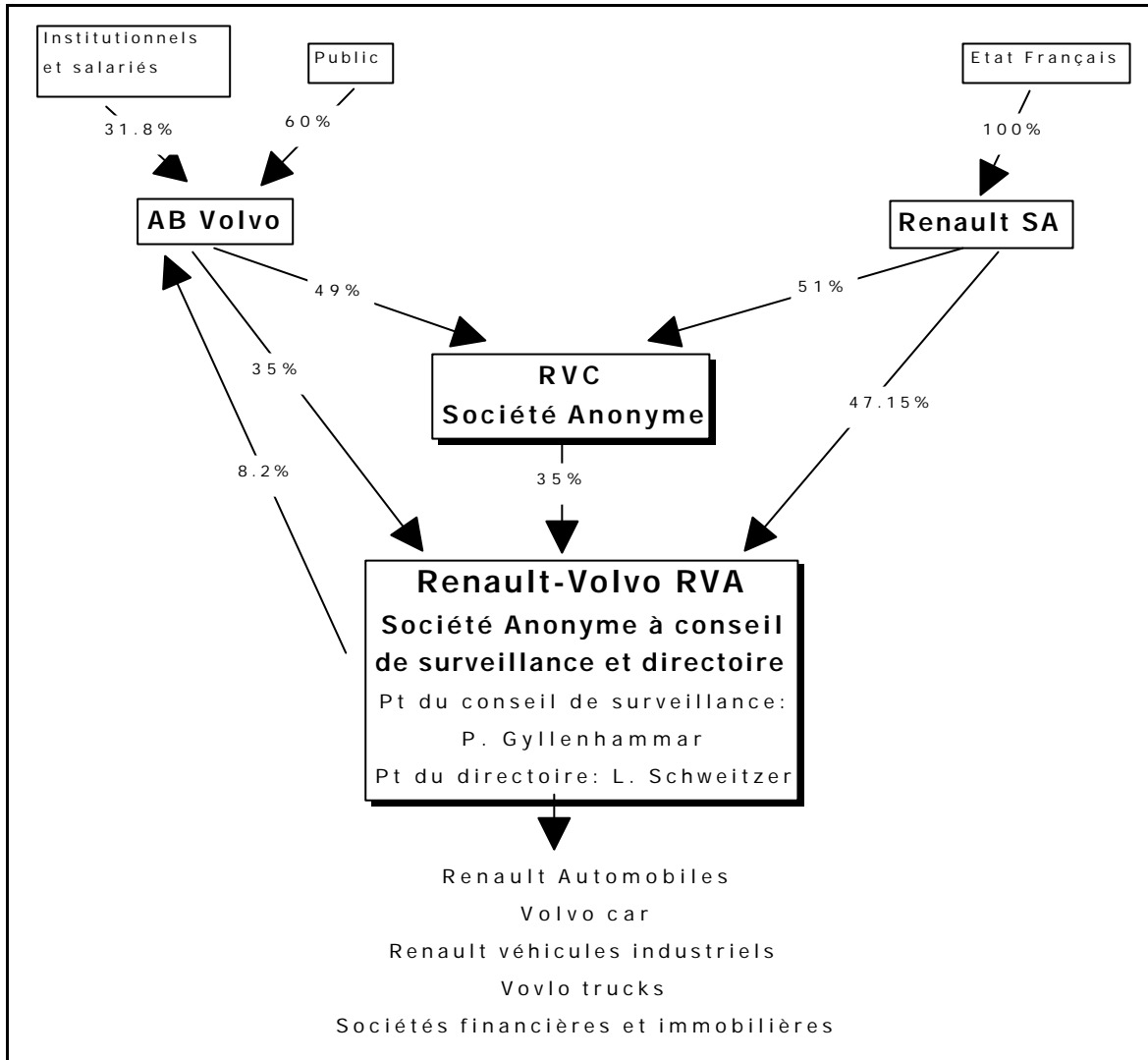
a) L'alliance avec Volvo

Renault et Volvo offrent de nombreuses complémentarités notamment sur le plan des gammes (Volvo est spécialiste alors que Renault est généraliste) et des réseaux commerciaux (Renault est très présent en Europe alors que Volvo a des implantations en Asie et en Amérique du nord). Parmi les six principaux constructeurs européens, Renault était le plus petit. L'alliance Renault Volvo est

¹ Voir les références en fin de rapport page 43

en 92 le deuxième ensemble automobile en Europe, avec tous les avantages y afférant : Ainsi les achats sont opérés par un groupement d'intérêt économique («Renault and Volvo car purchasing», créé en janvier 93), une société commune de recherche a été fondée en 90 («Advanced Research Partners») et un groupement d'intérêt économique définit la politique qualité des deux entreprises (depuis janvier 93). Par contre, le positionnement spécifique des deux gammes est conservé, les deux réseaux de ventes restant distincts avec quelques exceptions dans le domaine de la logistique.

La fusion Renault-Volvo s'est opérée lundi 6 septembre, le nouvel ensemble est baptisé RVA. La structure de son actionnariat est la suivante²:



Vu la position dominante de Renault dans la fusion, on pourrait parler d'une absorption plutôt que d'une fusion.

b) La privatisation

L'alliance avec Volvo en 90 été la première brèche dans le statut d'entreprise publique de Renault. L'annonce de la loi sur les privatisations fin mai 93 n'a pas provoqué de réaction forte parmi les salariés de Renault. Comment la Régie, entreprise nationale par excellence en est elle arrivée là ? Si dans la période de l'après-guerre Renault se devait d'être la locomotive de l'industrie française et sa vitrine sociale, aucun des arguments autrefois avancés ne peut justifier son maintien dans le secteur nationalisé: A la différence de Thomson, l'Aérospatiale ou Elf-Aquitaine, nationales au nom

² D'après «Le Monde» du 7 septembre 93

de la défense du territoire, de la maîtrise de technologie vitales ou de l'indépendance énergétique, Renault n'est plus une entreprise stratégique. Ensuite, la "vitrine" sociale a volé en éclat depuis les réductions d'effectifs et les reconversions de 84. La proportion du personnel ouvrier a atteint le seuil symbolique de 49% du personnel. La vitrine sociale est devenue une vitrine en matière de productivité et de produits innovants. "Il n'y a aucune espèce de raison pour que Renault reste perpétuellement nationalisée" déclarait De Gaulle en 1947. Il semble que les faits lui donneront raison d'ici six mois à trois ans.

A noter que Matra-Hachette s'est porté candidat pour former un "noyau dur" stable parmi l'actionnariat.

c) Evolution des marchés en Europe

Sur les cinq premiers mois 93 et par rapport à la même période l'année dernière, les marchés s'établissent en forte baisse presque partout.

	Evolution 5 premiers mois 93/92	Ventes prévues pour 93	Evolution prévisions 93/1992
France	-19%	1840000	-13%
Allemagne	-20%	N.C.	-19%
Italie	-21%	N.C.	-20%
Grande-Bretagne	+9%	1700000	+7%
Espagne	-32%	750000	-24%

Les prévisions du directeur commercial de Renault France sont plus pessimistes: le marché français tomberait à 1,8 millions de véhicules soit 15% de moins que l'année dernière.

Du point de vue de la pénétration des marchés européens, Renault se maintient, tandis que les marques japonaises et américaines progressent (+0.9% pour les japonais, +0.3% pour GM, +0.1% pour Opel). Volvo (-0.2%), PSA (-0.3%), Fiat (-0.6%) et surtout VAG (-0.7%) reculent.

A noter que la Safrane détient actuellement plus de 40% du marché des berlines haut de gamme en France, une belle percée.

d) Résultats du 1er trimestre 93

Le CA de Renault est actuellement en baisse de 8%, le résultat net avant impôt est divisé par 10 (240 MF comparé à 2357 MF au 1er trimestre 92).

Un résultat proche de "zéro bénéfice" est probable pour 93.

B. L'usine du Mans

1. Présentation générale de l'usine

a) Le site

Le projet de création d'une deuxième usine Renault remonte à 1919, époque à laquelle Renault SA se porte acquéreur d'un terrain de 132 hectares dans la banlieue sud du Mans.

Les premiers bâtiments industriels seront construits en 1936, date à laquelle la production de tracteurs est transférée au Mans.

Le site de Renault Agriculture, assurant l'usinage, le montage, le stockage de pièces de rechanges, ainsi que la direction de l'après-vente des tracteurs Renault est désormais filialisé.

b) L'organisation

Renault Le Mans Automobile emploie 4673 personnes, dont 62% d'ouvriers; 36% d'ETAM et 2.3% de cadres. L'age moyen du personnel est actuellement légèrement inférieur à 45 ans. Le poids de la CGT est prépondérant au comité d'entreprise.

Le métier de l'usine pourrait être défini comme "la fabrication d'organes mécaniques de sécurité pour les véhicules de la gamme Renault"; trains avant et arrières, disques et tambours de freins, berceaux moteurs et trains, pédaliers, éléments de boites de vitesse et pièces de fonderie. Les techniques mises en oeuvres à l'usine sont variées: fonderie, usinage, emboutissage, assemblage-soudage, montage et traitement de surface.

Ces fabrications sont issues de l'activité de départements qui constituent de véritables "usines dans l'usine" avec leur propres contrôleurs de gestion, responsables qualité et méthodes, services de maintenance... Ces départements, ainsi que des départements centraux maintenance et production sont rattachés à une sous-direction industrielle.

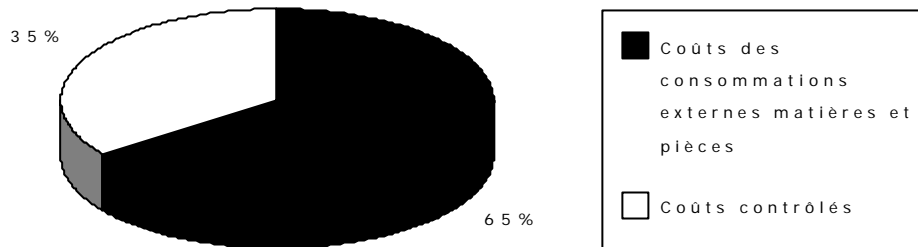
c) Relations avec Billancourt

L'usine du Mans est peu autonome, comme le montre l'analyse suivante³:

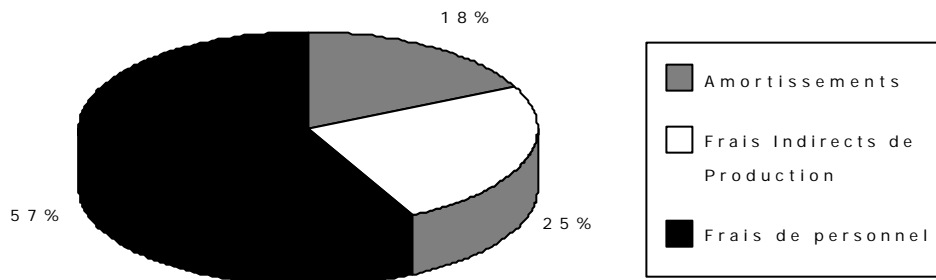
Stratégies	Centres de décision
Produit	Billancourt/Rueil: Bureau d'étude Le Mans: Intervient sur des modifications produit et surtout process en fonction des techniques mises en oeuvre
Investissements	Billancourt: Décide des investissements véhicules nouveaux "Gamme": pilotés par le directeur de projet validé par la Direction du Contrôle des Investissements. Le Mans: Responsable de la maintenance et de la modernisation des actifs industriels - investissements "Hors Gamme"
Ressources humaines	Billancourt: Détermine la politique d'embauche, de salaire, de retraites. Contrôle la mobilité inter-site Le Mans: Promotions et mobilité interne à l'usine. Formation, embauche d'intérimaires (à partir d'un quota fixé en central). Forte pression syndicale.
Qualité	Billancourt: Fixe les normes de qualité et d'acceptation des fournisseurs qui sont cotés par la direction de la qualité. Le Mans: Mise en oeuvre de la politique.
Production	Usines de montage (Flins, Sandouville): Clients de l'usine déterminent les flux à court terme Billancourt: La direction de la production décide de la répartition des volumes entre sites. Détermine les flux à moyen et long terme. Le Mans: Doit respecter les délais et les quantités en flux tendus.
Coûts de fabrication	Billancourt: Achats de matières et de produits ouvrés et semi-finis contrôlés par la direction des achats. Le Mans: Contrôle de la valeur ajoutés dans une certaine mesure - voir le graphique suivant (données 91)-

³ D'après S. Guittet - voir références

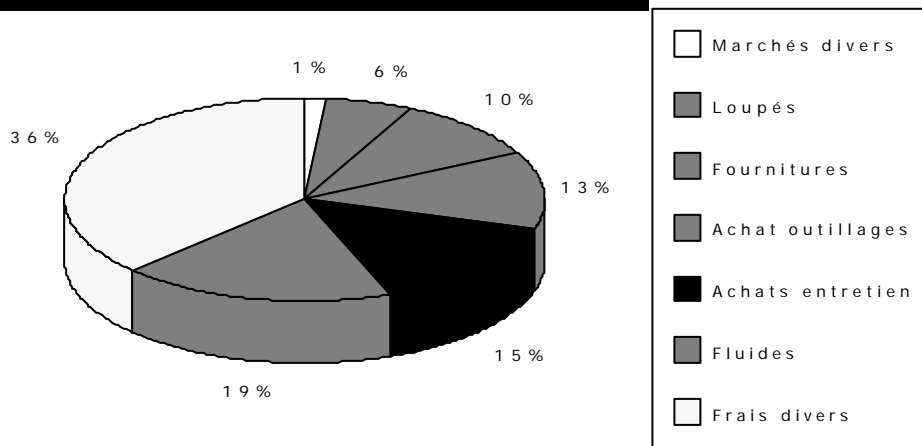
Décomposition du Chiffre d'Affaire usine



Décomposition des coûts contrôlés par l'usine



Ventilation des Frais indirects de production



2. Le contrôle de gestion

Le service 9550, qui assure le contrôle de gestion de l'usine du Mans comporte une section comptabilité (20 personnes) et une section gestion (9 personnes). Le contrôleur de gestion est placé sous l'autorité hiérarchique directe du directeur de l'usine.

La section gestion a cinq activités principales:

(1) Coordonner l'activité des sections de contrôle de gestion décentralisées

Depuis 89, un nouveau système de gestion a été mis en place: "Cible". la section gestion a pour mission de coordonner l'action des contrôleurs de gestion des différents départements (également appelés "hommes-cible")

(2) Elaboration des budgets

Ce secteur établit le budget annuel saisonnalisé (prévision des besoins de l'usine et des ressources qui permettront de les satisfaire), ainsi que le triennal (budget prévisionnel sur les trois années à venir) qui est réétudié chaque année.

Une réprévision est faite trois fois par an à partir de la variation de l'activité, elle permet la mesure des performances de l'usine .

(3) Edition du tableau de bord usine

Tous les mois, un tableau de bord des indicateurs physiques (effectifs, nombre des accidents, productivité..) et financiers (coûts d'exploitation, montant des amortissements..) est édité et transmis à la direction générale.

(4) Calcul des prix de revient et la gestion prévisionnelle

Ce secteur étudie en détail les prix de revient d'organes spécifiques. Les taux propres, auxiliaires et additionnels sont calculés tous les mois par la comptabilité.

(5) Gestion du Budget Annuel d'Investissements de l'usine

Ce secteur a pour mission de d'optimiser l'emploi de l'enveloppe d'investissement allouée à l'usine. 280 MF étaient prévus pour 93 pour améliorer l'existant ("Hors gamme") et 300 MF pour la mise en place de nouvelles lignes de production ("Gamme").

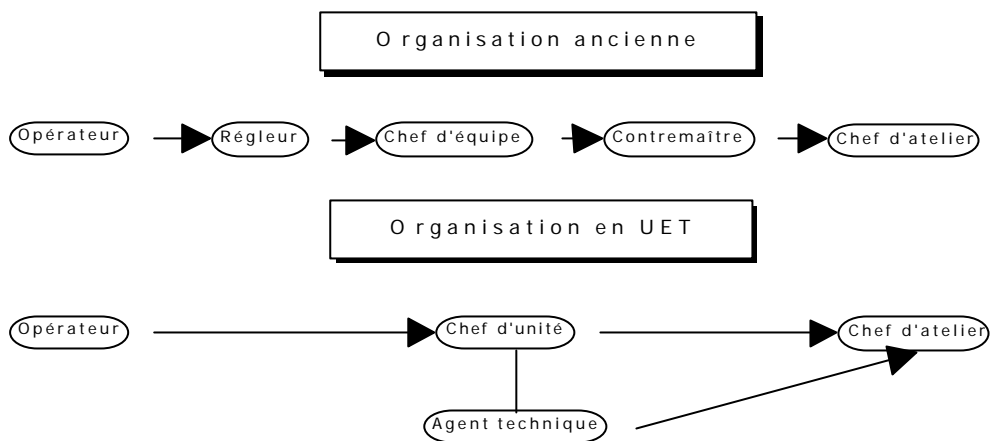
3. Le département 79

a) Organisation et produits

Composé de 640 personnes, le département emboutissage-soudure brasse un CA mensuel de 86 MF (moyenne 92). Les équipes sont progressivement organisées en Unités Élémentaires de Travail (UET).

La structure en UET a deux particularités principales:

- Une structure hiérarchique raccourcie
- Un mode de gestion plus proche de l'animation que du commandement.



Au département 79, la structure raccourcie est en place dans 25% des équipes en soudure et de 85% en emboutissage/montage.

Le nouveau mode de fonctionnement des UET est basé sur l'animation; le chef d'UET a pour rôle de conduire la résolution des problèmes, mais aussi d'écouter les ouvriers afin de faire remonter leurs opinions et leur suggestions d'améliorations dans la hiérarchie.

L'information produite à l'occasion du comité directeur d'usine, le vendredi est diffusée aux principaux responsables du département le vendredi après-midi. Enfin, une feuille d'information hebdomadaire est diffusée chaque lundi dans les équipes par les chefs d'unité. Elle reprend les principaux événements de la semaine.

Le département 79 est en charge de la production de:

Berceaux

- Moteurs, par exemple R21
- Trains, par exemple X54, Twingo et X56.

Bras inférieurs (R21, Twingo..)

Pédaliers (tous les véhicules bas de gamme)

Il fabrique également des éléments pour transmissions (bols, capots..), pour trains arrières (éléments de liaisons..) et des pièces diverses (fourchettes d'embrayage, tambour voile tôle).

Un plan d'action qualité est mis en place chaque année: développement de l'autocontrôle, de cartes de contrôle statistique des processus et actions de progrès (par exemple pour améliorer la qualité des points de soudure).

Le département évolue d'une organisation structurée autour de la fabrication des pièces vers une organisation "orientée produit". Le département gère actuellement 900 couples clients-produits.

Les deux principales techniques mises en oeuvre dans le département sont l'emboutissage, qui consiste à mettre en forme des tôles en les pressant et la soudure. 27 presses, de 160 à 1500 tonnes sont en activité. Le nombre de références produites est en hausse rapide: 324 en 93 contre 230 en 91. La capacité de production (900000 pièces/jours) est déterminée par le nombre de coups par jour (650000).

b) Les lignes de production des berceaux X54

Les chaînes de production sur lesquelles portent notre étude sont celles des berceaux train avant et arrière de Safrane (également désignée sous le nom de X54).

Les berceaux ont pour fonction technique d'assurer la liaison entre les roues et la structure de la voiture. Ils ne sont pas solidaires du moteur, d'ou leur nom de "berceaux trains".

Les berceaux arrière sont produits en deux versions; 2X4 (berline traction avant) et 4X4. Ces derniers passent sur la chaîne de production des berceaux 2X4, mais subissent des opérations préliminaires, effectuées manuellement.

Les techniques mises en oeuvre sont notamment:

- La soudure de boulons et de goujons tuckers (par un procédé proche de la soudure à l'arc).
- La soudure par résistance (pince au sol ou embarquée)
- Le poinçonnage

Les berceaux avant sont les plus complexes à produire: leur ligne de fabrication est plus longue. les techniques utilisées sont celles de la ligne arrière, mais aussi:

- Le sertissage
- La soudure à l'arc MAG.

Les deux lignes sont sous la responsabilité d'un chef d'atelier, qui en supervise quatre au total.

Le chef d'atelier coordonne le travail d'un agent technique et de une à trois équipes de production.

- Le suivi technique de la ligne est effectué par l'agent technique, en liaison avec un technicien des méthodes affecté à la ligne.
- Les UET sont composées de sept à dix ouvriers qualifiés (P2) et d'un P3. Elles sont placées sous la responsabilité d'un chef d'unité qui a la charge d'animer son équipe. Il y a trois équipes: matin, soir et nuit.

C. Techniques de soudure

La soudure a pour fonction de créer une liaison permanente entre deux tôles. Les paragraphes qui suivent conduisent une étude comparative des deux principales techniques de soudure utilisées au Mans : la soudure par résistance et la soudure par points. Il faut cependant garder à l'esprit qu'il existe d'autres technologies pour satisfaire cette fonction. Ces dernières appartiennent soit au domaine de la soudure (par exemple la soudure par faisceau d'électrons, qui est mise en oeuvre au Mans), soit à une autre famille technologique (par exemple le collage). Ces technologies "alternatives" seront probablement appelées à rivaliser avec les techniques "classiques" de soudure dans les années à venir.

1. Soudage par résistance

Le procédé de soudage par résistance a été découvert en 1867.

La soudure par point est une application de cette technique mise en oeuvre à partir de 1920. Il fonctionne sur le principe de l'effet Joule: Un courant de forte intensité traverse les pièces à assembler et provoque un échauffement local.

Un **cycle de soudage** comporte les opérations suivantes:

- L'accostage. Deux électrodes se rapprochent et viennent se serrer sur les pièces à réunir.
- Le soudage: le courant passe et un point de soudure se forme.
- Le forgeage: les électrodes exercent une pression sur les tôles pour les réunir. Le métal en fusion se refroidit et se cristallise, en réalisant la liaison des deux tôles.

Les paramètres du soudage par points sont principalement:

- La **taille** des électrodes: le diamètre de leur partie sphérique entrant en contact avec la tôle est fonction de l'épaisseur des tôles.
- **L'effort** exercé par les électrodes avant le passage du courant (pour maintenir les tôles en position) et lorsque la chauffe est terminée.
- Le **courant** est déterminé en fonction de la nature des matériaux, de leur épaisseur et de l'effort. On le fixe souvent au dessous de la limite où des projections de métal apparaissent. Comme

toujours en soudure, il s'agit de basses tensions avec des ampérages importants (de l'ordre du millier d'ampères). Pour les tôles les plus épaisses, on applique le courant en rafales.

Un poste de soudage automatique se compose

- D'une pince à souder qui peut être située sur le bras du robot (pince embarquée) dans le cas où les points sont difficiles d'accès ou d'une pince au sol.
- D'un robot pour manipuler la pièce ou la pince.
- D'un montage pour immobiliser la pièce si la pince est embarquée.
- D'un poste transformateur.
- D'un coffret de commande de cycle et de réglage des paramètres de soudage.

Une opération d'assemblage est définie par le nombre de points de soudure à réaliser, leur disposition dans l'espace (définie par les trois cotes et la direction d'accostage qui doit être normale à la surface de la tôle) et enfin le temps imparti pour chaque point.

La morphologie des pièces à assembler permet de déterminer s'il faut utiliser une pince embarquée ou une pince au sol et le trajet optimal à programmer sur le robot manipulateur.

Dans le processus, on distingue les phases utiles (soudage et forgeage) des phases opératoires (déplacements, temps d'ouverture et de fermeture de la pince) et des phases intermédiaires (transferts de pièces). Chacune de ces phases est optimisée séparément en tenant compte de l'insertion du robot dans la chaîne.

2. Soudage à l'arc

Le soudage à l'arc a été inventé par Weld (d'où son nom anglais: "welding") en 1860, mais la mise en place effective de la soudure par fil n'a pu se faire qu'avec l'invention du dévideur de fil de soudure en 1935.

Deux phénomènes sont mis en oeuvre:

- **L'effet thermique** qui a pour origine la formation d'un arc électrique entre une électrode et les pièces à souder.
- Le **transfert de métal**, par lequel le métal en fusion de l'électrode se propulse à grande vitesse sur la pièce elle-même.

Le procédé consiste à déplacer l'arc de soudure le long du joint entre les deux pièces à réunir en déposant un cordon de soudure. Le métal en fusion doit être protégé des effets de l'oxygène et de l'azote. Dans la soudure MAG, cela est réalisé par un mélange d'argon (80% en volume) et de gaz carbonique. Le gaz, qui intervient de façon appréciable dans les coûts, joue également un rôle dans le contrôle de la tension d'arc et donc dans celui du transfert de métal.

L'outil de soudage est une torche (ou porte-électrodes) qui amène à la fois le fil (qui joue le rôle d'électrode et se dévide au fur et à mesure de la formation du cordon) et le gaz qui doit accompagner la réaction.

La soudure par cordon demande des surfaces propres et surtout de la précision dans l'accostage et le suivi de la trajectoire. La chaleur dégagée par l'opération déforme souvent les pièces qui peuvent elle-même avoir des caractéristiques dimensionnelles légèrement différentes d'une pièce à l'autre. L'opération de soudage doit donc être précédée d'une prise de coordonnées par un palpeur et doit être guidée par un système suiveur.

Un poste de soudage comprend:

- Une torche
- Une alimentation en fil
- Un générateur de courant

-
- Une alimentation en gaz de protection
 - Un robot muni de détecteurs.

La qualité d'une soudure dépend

- De la qualité de l'accostage des pièces
- Des paramètres de soudage (voltage et intensité du courant, vitesse d'amenée du fil)
- De la position du cordon, qui doit recouvrir le joint entre les deux pièces. Le suivi de joint est une opération particulièrement délicate

3. Comparaison des deux techniques

Tout d'abord, la soudure par point et la soudure par cordon ne s'appliquent pas aux mêmes types d'opérations; La soudure par points permet de réaliser des assemblages discontinus de pièces qui sont en contact par des **surfaces planes**. La soudure par cordons est surtout continue (bien qu'elle permette désormais aussi de faire des points) et permet de lier deux pièces en contact par leur **joint commun**, même si ce joint est, par exemple, circulaire.

Conclusion: Le choix de la technique de soudure qui devra être utilisée est fait dans une large mesure **dès le bureau d'études**.

Du point de vue de la précision requise, la soudure par points demande un accostage suivant la normale à la surface, alors que la formation du cordon ne dépend pas de l'angle d'approche; mais demande des prises de cotes et un suivi de joint difficile.

La soudure par résistance a connu un succès accru du fait de sa facilité d'automatisation. De plus, les cadences de soudure automatisées sont assez rapides. Par contre, cette technique semble avoir atteint la maturité, alors que les technologies de soudure par cordon connaissent encore des progrès.

Notons enfin que l'installation de soudure par points est très dépendante de la pièce à réaliser (il faut que les électrodes puissent accéder aux surfaces planes à traiter, d'où le choix d'une pince au sol ou d'une pince embarquée de forme et donc de poids approprié). A contrario, la caractéristique universelle de la torche, sa faible masse et l'accessibilité aisée des joints font qu'un poste de soudure MAG est presque universel (dans la limite de son volume utile).

II. Présentation de la problématique

Après avoir donné les trois enjeux principaux de la gestion à l'usine, ce chapitre présente les méthodes de calcul des coûts qui y sont utilisées: les concepts de prix de revient standard, budget et économique sont exposés.

Les deux problématiques du mémoire sont ensuite abordées:

- Le processus de gestion prévisionnelle est défini et replacé dans le contexte d'un projet de véhicule nouveau. Les finalités que se fixe la gestion prévisionnelle sont passées en revue.*
- La méthodologie d'étude des générateurs de coûts relatifs à une technique donnée est ensuite abordée par le biais du concept de coûts concentriques.*

A. Elements du système de gestion

1. L'évolution de la place de la gestion à l'usine

Pour le service gestion, l'enjeu majeur de ces dix dernières années a été la diffusion de "l'esprit de gestion" dans les départements. Cette démarche appelée "Cible" et basée sur une application implantée sur micro-ordinateur a été mise en place à partir de 1988. Le passage d'une gestion centralisée à un mode de fonctionnement plus proche des fabricants s'est opéré à travers trois évolutions:

a) Un nouveau découpage de l'entreprise

Le découpage de l'entreprise conditionne la façon dont on la représente et dont on la gère. D'un découpage uniquement axé sur la hiérarchie verticale, on est passé à un mode de segmentation prenant en compte les flux et les "lignes de produits".

A une organisation par ateliers de techniques homogènes organisés en centres de frais, succède un découpage comptable des unités de gestions en "Centres de gestion". A chaque centre de gestion sont affectés les frais dont il a la maîtrise directe.

b) Une gestion simplifiée et basée sur des indicateurs concrets

La valorisation des performances est basé sur des facteurs physiques, tels que le ratio (nombres d'organes produits/nombre d'employés MOD, le nombre de jours de stocks, les loupés, le taux d'absentéisme...)

Lorsque les indicateurs correspondent à des consommations (d'outils, par exemple), le suivi se fait sur la masse globale grâce à une approche 80%/20%. On établit ainsi directement le lien avec les charges.

La complexité des procédures de gestion et des tableaux de bord s'en trouve réduite d'autant.

c) La pratique de la réprévision et la gestion par programmes d'action

La nouvelle gestion généralise la pratique de la réprévision. L'analyse comptable de la performance voit son rôle diminuer - elle devient un outil de vérification de la prévision -. Les objectifs sont fixés par ceux qui en ont le contrôle, le rôle des gestionnaires est de les conseiller et de les aider à se fixer des objectifs.

Les indicateurs n'ont plus pour seule vocation de constater les performances passées; ils constituent surtout la base d'un processus d'amélioration. En effet, le langage traditionnel des écarts n'est pas celui des variables d'actions des responsables opérationnels, il conduit plutôt à rechercher des excuses. Au lieu de privilégier le passé sur lequel on ne peut plus agir, on met l'accent sur l'anticipation et le choix des actions que l'on va entreprendre.

Notons que l'élément pivot de ces changements est **l'implication des opérationnels dans la gestion**: Dans un contexte de décentralisation des moyens et des objectifs, ce sont ceux qui sont les plus proches des sources de valeur ajoutée. On renverse donc la démarche traditionnelle "top-down" en un processus "bottom-up".

Par exemple, le budget qui était mis au point en central n'impliquait absolument pas les opérationnels. Aujourd'hui, le contrôle de gestion est descendu dans les départements: le rôle du contrôleur de gestion, ou "homme-Cible" du département est d'être l'animateur qui "traduit" la gestion dans le langage des opérationnels. Ce sont eux qui se fixent des objectifs, que le contrôleur de gestion traduira en résultats financiers. La mise en place des UET est le maillon final de ce processus, puisqu'il permet d'impliquer les ouvriers eux-mêmes.

Quant au service budget central, il consolide désormais les données issues des départements et en assure la cohérence.

2. Typologie et méthodes de calcul des coûts

Le coût est une opinion qui doit être étayée, c'est pourquoi il importe de comparer les méthodes utilisées chez Renault pour valoriser les organes produits aux différents stades de leur fabrication. Le coût est défini comme "Une somme de charges relatives à un élément défini au sein du réseau comptable⁴". Les sous-chapitres suivants décrivent les trois modes de valorisation des prix de revient et leur périmètres d'utilisation.

a) Le prix de revient standard

(1) Utilité

Le prix de revient standard est employé pour:

- Déterminer les prix de cession inter-usines
- Valoriser les stocks et les en-cours
- Valoriser les loupés, essais destructifs...

(2) Méthode de calcul: les taux

De par les utilisations qui en sont faites, la valorisation doit être en "coûts complets", c'est-à-dire que toutes les charges de l'usine doivent être affectées.

Un schéma de la méthode de calcul est présenté sur la page suivante.

- Les pièces POI (Pièces Ouvrées Internes et POE (Pièces Ouvrées Externes), elles-mêmes valorisées en coûts complets, sont additionnées par le biais de la nomenclature de l'organe.
- Les coûts de la matière ajoutée (métal des cordons de soudure, peinture...) sont déterminés à partir des quantités allouées des gammes et valorisées à prix constant sur l'année.

Ces deux premières parties constituent **l'inventaire des composants**.

- Ensuite, les charges relatives au **centre de production** sont sommées et divisées par le nombre d'unités d'oeuvre du centre. Chaque nature de coût est divisé par les unités d'oeuvre les plus représentatives (par exemple, la nature comptable "matière entretien" est divisée par l'unité d'oeuvre "heures machine) pour obtenir un taux.

- Les **Centres Auxiliaires Techniques**, qui ne rentrent pas directement dans la genèse des coûts sont ensuite traités et ventilés par des clés techniques (par exemple, les coûts d'entretien-nettoyage sont répartis au prorata de la surface). Les frais qui ne peuvent être ventilés techniquement le sont en fonction de la Valeur Totale Usine (la VTU est obtenue en retirant le coût des composants du coût complet de l'organe).

Les taux finaux obtenus à partir des charges du centre de production (taux propres) et ceux qui proviennent des centres auxiliaires (taux auxiliaires et additionnels suivant leur mode de ventilation).

Les gammes des organes produits donnent les unités d'oeuvres nécessaire à leur fabrication; en les multipliant par les taux on trouve la VTU, qui constitue le coût de transformation et qui, additionné aux coûts provenant de l'inventaire des composants donne le coût complet.

⁴ "Le coût, mesure ou évaluation", Pesqueux - voir références

Le coût complet est calculé sur un mois de l'année et il est actualisé tous les douze mois.

Schéma illustrant le mécanisme de calcul des coûts standards

b) Le prix de revient budget et réel

(1) Utilité

Un prix de revient prévisionnel des pièces est calculé à chaque budget, il est comparé chaque mois au prix réel calculé sur les quantités produites et les charges du mois.

Il traduit sur la pièce l'évolution des performances économiques du Centre de Gestion concerné.

(2) Méthode de calcul: les taux

La méthodologie de calcul est identique à celle de la VTU du coût standard. Les taux obtenus sont, bien entendu, différents. Le prix de revient réel est un indicateur destiné aux fabricants et au contrôle de gestion, c'est pourquoi les coûts provenant de l'inventaire des composants ne lui sont pas incorporés.

c) Détermination et utilité d'un prix de revient économique

(1) Utilité

Comme on l'a vu, le calcul des prix de revient précédents repose sur des hypothèses comptables (unités comptables, modes de calcul...). Lorsque l'on veut faire des comparaisons d'ordre économique sur un processus donné ou lorsqu'il s'agit de prévoir les coûts de fabrication sur une ligne de production qui n'existe pas encore, les méthodes de calcul précédentes sont insuffisantes.

(2) Méthode de calcul: la valeur ajoutée

L'évaluation ne peut alors que s'organiser autour des générateurs de coûts que sont les opérations effectuées sur la pièce qui lui "ajoutent de la valeur". C'est le cheminement de la pièce qui permet de faire cette analyse.

Quant à la détermination d'un coût complet par une gestion prévisionnelle, elle se fera en utilisant les deux approches: les coûts relatifs à la chaîne de production seront calculés à partir d'une approche "valeur ajoutée" et les autres seront extrapolés à partir d'une ligne semblable.

d) Comparaisons des trois systèmes de calcul

	Charges retenues	Période de référence	Utilisation
Coût standard	Toutes les charges de l'usine	Calcul sur la base d'un mois de l'année	Comptabilité générale et coûts de cession
Coût budget	Charges relatives à la valeur de transformation	Valeur recalculée chaque mois et régulièrement reprévue	Tableau de bord
Coût "économique"	Charges relatives à la ligne de production (amortissements, outils..)	Calcul par rapport à l'historique d'une période "représentative" (vision "ex-post") ou d'après le budget (vision "ex-ante")	Prévision, "make or buy"...

B. La gestion prévisionnelle

1. Principes de la GP

a) Définition

"On désigne par gestion prévisionnelle⁵ (GP) l'activité de recueil et de traitement d'informations qui a pour objet la détermination de la Valeur de Transformation (VT) d'un produit donné, sur un site donné, au cours des différentes phases de la vie d'un projet"

La GP est intégrée à la démarche itérative de gestion économique des projets (élaboration de données relatives au projet et valorisation de ces données) qui vise à optimiser le couple investissement/Prix de Revient Final, dont la VT est un élément.

Les informations nécessaires à la détermination de la VT sont:

- la définition du produit
- les volumes prévus
- les conditions d'industrialisation (le process) et le périmètre d'activité
- la performance réelle et prévue de l'usine
- les conditions économiques"

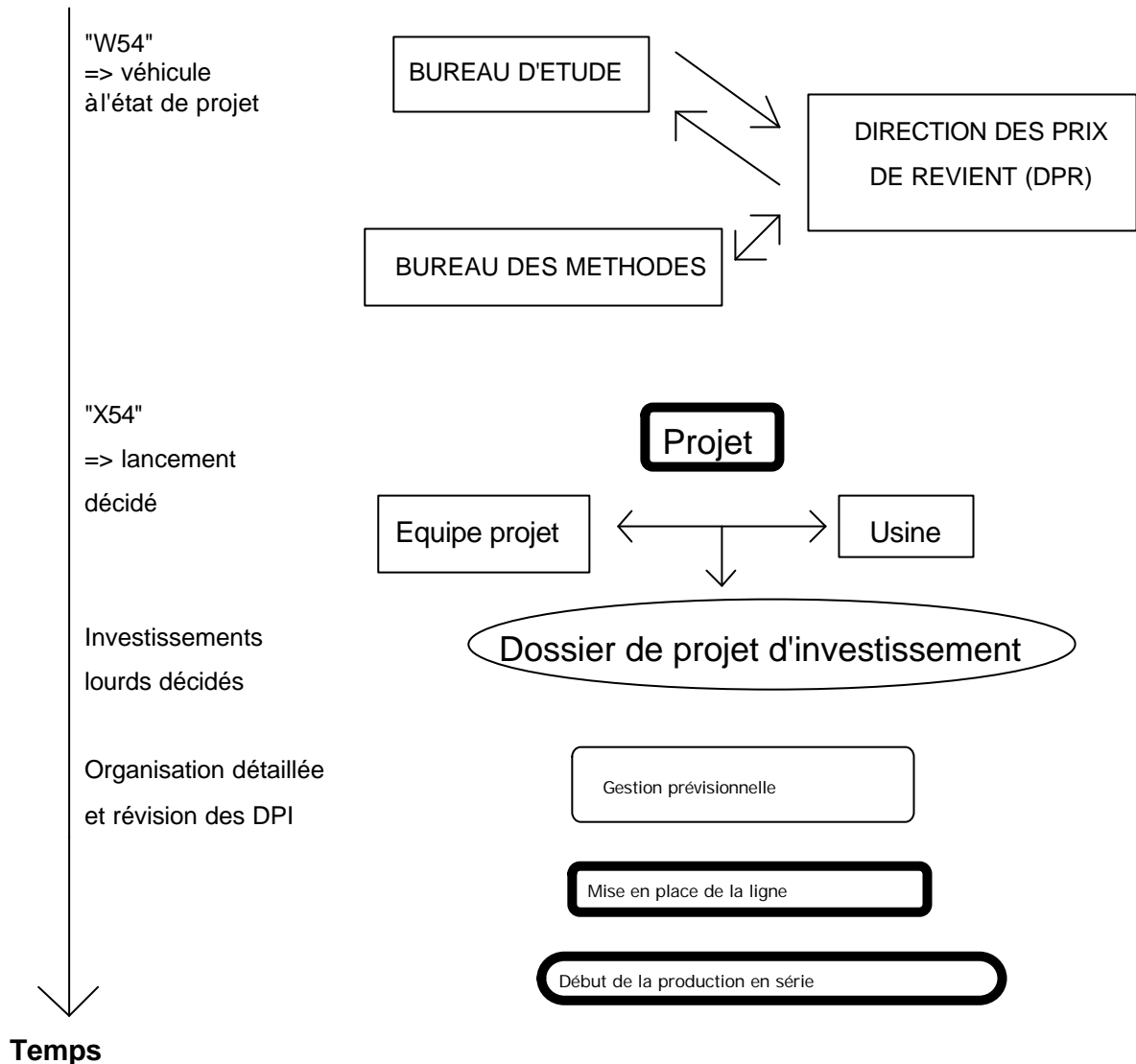
b) Genèse d'une GP

On ne peut étudier la gestion prévisionnelle que si on la replace dans son cadre, le projet de lancement d'un véhicule nouveau.

- A partir d'un projet couché sur le papier par le bureau d'études, la direction des prix de revient détermine un prix et une rentabilité prévisionnelle. Un va-et-vient entre le BE et la DPR s'instaure.
- Une fois que le produit est suffisamment figé, le bureau des méthodes intervient pour apporter des précisions quant au processus de fabrication. Ce qui donne lieu à une nouvelle évaluation financière.
- Lorsque le lancement du projet est décidé, une équipe projet pluridisciplinaire est constituée. La X54 est le premier véhicule pour lequel cette structure projet a été utilisée.
- Un dossier prévisionnel d'investissement (ou DPI) est établi pour chacun des sites de fabrication. Les futurs exploitants et le chef de projet produisent un avis et prennent des engagements. L'approbation du projet est donnée par la direction générale (c'est la consolidation des DPI qui donne le "ticket d'entrée du projet").
- Dans le cas de la X54, la gestion prévisionnelle intervient afin de faire un chiffrage plus détaillé après que les décisions détaillées aient été prises.

⁵ Memo DPR - voir références

Lancement de produits nouveaux: Circuit de prise de décision



c) Finalités de la gestion prévisionnelle

Si le Dossier Prévisionnel d'Investissement (appelée DPI "gamme" lorsqu'il s'agit de lancer un nouveau produit) implique les principaux acteurs de l'investissement et s'appuie souvent sur des simulations, il se cantonne au niveau "macro".

La Gestion Prévisionnelle (ou GP) permet de mener cette démarche d'anticipation à un niveau de détail qui permet une comparaison avec les tableaux de bord de gestion utilisés dans Cible. De ce fait, le futur fabricant est directement impliqué et un processus d'amélioration peut être engagé alors que les marges de manoeuvre sont encore importantes.

Les finalités de la GP sont les suivantes:

(1) Aider à la fixation d'objectifs

Le lancement d'un produit est décidé à partir de critères de rentabilité. La détermination précise du prix de revient "usine" des composants permet de revenir sur les objectifs de rentabilité et sur les évaluations de coûts de la Direction des Prix de Revient (obtenus très rapidement par la méthode des taux, mais qui demandent à être vérifiés). Les objectifs de qualité et de réactivité peuvent également être comparés aux prévisions, puisque l'établissement d'une GP se base sur des indicateurs physiques.

(2) Eclairer en amont les décisions

A partir de ces nouvelles données, il est possible de discerner les conséquences des choix techniques et d'organisation. La GP permet de revenir sur ces choix et de tester des hypothèses, par exemple la modification de l'intensité capitalistique⁶ des moyens engagés. Les choix peuvent aussi fait par rapport à des scénarii alternatifs sur la localisation de la production, la sous-traitance etc..

(3) Mettre au point et optimiser les moyens existants

Une fois "l'enveloppe" du projet et les moyens industriels lourds fixés, il reste une marge de manoeuvre pour optimiser la ligne. Typiquement, cette marge se situe à l'interface entre les grosses machines ou entre les lignes elle-même.

(4) Formaliser un contrat

Le futur fabricant et le fournisseur de la ligne (les méthodes) établissent des indicateurs physiques:

- Cadence de production de la ligne, taux de loupés etc. de la part des méthodes
- Organisation de la Main d'Oeuvre Directe (MOD) de la part du fabricant

A partir de ces indications, un prix de revient prévisionnel est établi par la gestion.

L'engagement est formalisé par un contrat qui fixe les hypothèses (référence du produit, volume) et récapitule la genèse du prix de revient final.

Bien entendu, l'engagement ne peut porter que sur les coûts "à plat" c'est à dire contrôlables par le fabricant.

Il faut signaler que l'établissement de ce contrat permet un engagement des opérationnels à un niveau beaucoup plus en amont dans le projet.

(5) Suivre dans le temps les évolutions produit/process et mesurer la performance

Une évolution importante au niveau du produit ou du processus de production doit donner lieu à une révision de la GP. De même, l'origine d'un dépassement important sur les coûts de production peut être retrouvée à partir de la ventilation des coûts.

De plus, la prévision sera ensuite comparée avec le réel afin de juger la performance de la ligne.

(6) Etablir une référence pour le suivi du produit en série

La gestion prévisionnelle constitue une référence pour l'établissement des budgets.

Enfin, le suivi de la GP de produits en cours de production doit permettre d'emmagasiner de l'expérience est d'être à même d'établir à l'avenir des gestions prévisionnelles plus précises et intervenant plus en amont dans le processus de lancement.

C. Etude des coûts du processus de fabrication

1. Finalité

Comme on l'a vu dans la comparaison des techniques de soudure par résistances et à l'arc, le choix de la technique de production qui devra être mise en oeuvre pour fabriquer un produit donné se fait

⁶ Voir lexique

dans une large mesure dès le bureau d'étude. Il apparaît donc utile, dans une optique "d'ingénierie simultanée" d'avoir des données permettant d'évaluer l'impact économique des techniques. Cette évaluation, qui est faite d'une façon ou d'une autre lors de l'élaboration d'une gestion prévisionnelle, peut également être faite "ex post". C'est l'objet de cette étude.

2. Méthode

a) Notions de coûts pertinents

Comment fixer le périmètre de notre étude ? Nos deux contraintes seront

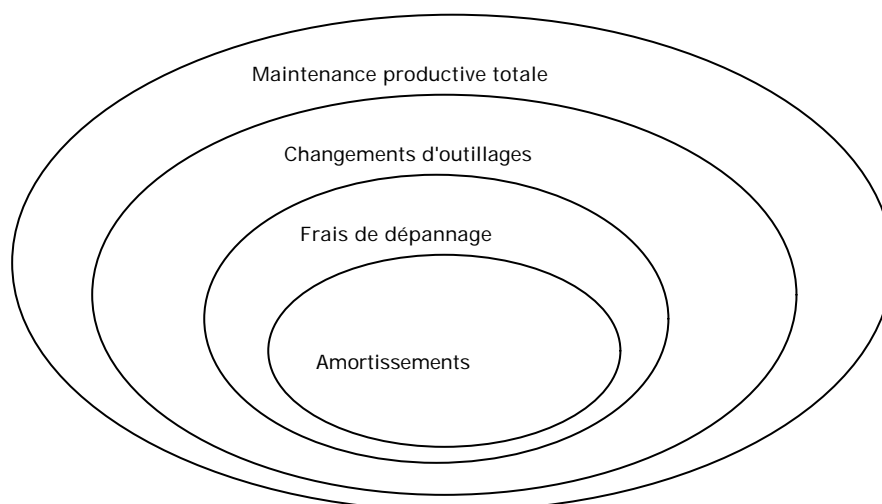
- De considérer un périmètre aussi large que possible dans le temps et du point de vue des charges considérées pour obtenir des résultats significatifs: c'est la notion de coûts pertinents.
- La faisabilité de la démarche par rapport au système comptable en place et en particulier par rapport aux informations qu'il permet d'exploiter.

Les coûts pertinents à une technique donnée doivent avant tout être directs, c'est à dire rattachables sans ambiguïté au processus comme générateur de coût. Par processus, on entend à la fois la technique utilisée et la façon dont elle est mise en oeuvre: dans son aspect intensif (solution technique choisie), comme dans son aspect extensif (volume traité ou nombre de liaisons-soudure réalisées).

Le concept le plus utile dans l'analyse est alors celui de coûts concentriques: on classe les éléments du coût qui expliquent la constitution du prix de revient **du moins arbitrairement rattachable au plus arbitrairement rattachable**.

Puisqu'on étudie un processus de soudure, les coûts matière, pourtant directs, ne sont pas pris en compte. Quant aux coûts de main d'oeuvre directe, ils sont plus difficilement rattachables puisque le processus est fortement automatisé. On leur préférera donc les coûts de main d'oeuvre dépannage, entretien etc..

Les coûts concentriques



On peut remarquer que ce classement des coûts coïncide avec celui du rapport entre moment où ils sont engagés et celui où ils deviennent utiles.

- Les amortissements sont le reflet de l'actif industriel investi lors du démarrage de la ligne. Ils sont dans une très large mesure irréversibles. Ils constituent une grande part des coûts.
- Les coûts de dépannage correspondent à une prestation effectuée et facturée "en temps réel".
- Les coûts d'outillage sont engendrés par l'usure des outils, qui se réalise sur une période donnée.

- Enfin, la maintenance productive totale correspond à une dépense engagée en prévision d'une panne et pour y remédier, soit préventivement, soit le plus rapidement possible. A l'usine du Mans, ces coûts sont les plus durs à affecter, car certaines pièces de rechange sont déjà facturées alors que l'on ne sait pas sur quelle machine elles seront montées.

D'autres coûts, comme l'énergie et les fluides, devraient être considérés mais le système de gestion en place ne permet pas pour l'instant de les distinguer; De plus leur poids est moyennement important (à l'exception du gaz de soudure MAG qui ne peut être ignoré vu son poids dans la soudure à l'arc).

b) Deux approches possibles: le processus ou les coûts

Dès lors deux approches sont possibles pour trouver le lien entre les coûts et ce qui les engendre:

- Partir du processus et observer ses performances: consommation en outils, pièces de rechange, rendement opérationnel... Cette approche "bottom-up" peut se fonder sur les informations de la base de données de la ligne. Le Système d'Aide à la Production (SAP) sert à la fois au contrôle des automatismes et à la collecte d'information quand à leur fonctionnement:

- temps d'activité (arrêts propres et arrêts induits)
- flux de pièces ouvrées
- renseignement des motifs d'arrêt (pièces changées..).

- Partir des coûts et essayer de les affecter aux machines qui les induisent pour faire ensuite la liaison avec les technologies. Une telle approche impliquerait d'utiliser la base de données comptable où sont recensées les transactions et de trouver un moyen de les affecter.

III. Application

Ce chapitre met en application les principes et méthodologies énoncées dans le chapitre précédent sur les lignes de production des berceaux avants et arrières de la Safrane (ou X54).

La procédure de gestion prévisionnelle à été appliquée pour la première fois au Mans sur cette ligne. La première partie de ce chapitre en fait la post-évaluation en la comparant aux coûts estimés à partir du réel de 1993. La démarche de calcul, puis celle d'analyse des résultats sont explicitées, puis quelque voies de progression pour les GP à venir sont proposées.

L'analyse des coûts pertinents relatifs aux technologies de soudure utilisées sur la ligne est réalisée grâce à un système de traitement des données de la comptabilité d'enregistrement: DESI.

Après un exposé du cahier des charges de cette application écrite sur Excel et d'une évaluation de la validité des estimations obtenues, les résultats de l'enquête sont présentés.

A. Post-évaluation de la gestion prévisionnelle 1990

La décision de faire passer la W54 à l'état de projet X54 a été prise en 1988. La Safrane représentait pour Renault un bond en avant dans le créneau des berlines haut de gamme massivement occupé par les constructeurs allemands. De ce fait, les exigences de qualité étaient placées à un niveau très élevé.

1. Le montage du dossier GP à l'époque

La gestion prévisionnelle des berceaux trains avants et arrières de la X54 est la première qui ait été mise en oeuvre à l'usine du Mans. Les principaux acteurs de son montage furent les méthodes (centrales et décentralisées et les futurs fabricants). La X54 était également le premier véhicule lancé dans le cadre d'une organisation en équipe projet pluridisciplinaire.

La méthodologie GP a été revue et développée depuis 1990 c'est pourquoi la compréhension de l'évolution du système de gestion entre ces deux époques a été un préalable indispensable à la réflexion. Un soin particulier a été apporté à la "traduction" des données 90 en données 93 pour pouvoir fonder la comparaison.

2. Démarche d'analyse a posteriori

a) Collecte des résultats et hypothèses

Notre comparaison de la Gestion prévisionnelle et des coûts actuels a été établie

- d'une part à partir de la gestion prévisionnelle 90 transposée dans le format présent (qui prend la forme d'une série de feuilles de calcul Excel⁷).
- d'autre part sur la base du réel.

Les méthodes de valorisation sont différentes d'une nature de coût à l'autre. Il est nécessaire de les évoquer en détail. Notons que les catégories (ou nature) de coûts considérées sont celles utilisées dans Cible.

Les indicateurs physiques ou financiers sont explicités, mais il nous a aussi fallu:

- Tenir compte de la montée en cadence de la ligne nécessaire pour produire le même volume que celui de la gestion prévisionnelle 90. On ne peut opérer de comparaison qu'à volume égal. Le mode de compensation a été mis au point par les responsables compétents (chef d'atelier, responsable de l'entretien et contrôleur de gestion du département).
- Retirer la ligne de production des berceaux arrières pour version 4X4 qui n'était pas prise en compte dans la GP 90.

(1) La masse salariale Main d'Oeuvre Directe/Structure

Ces montants représentent d'une part les ouvriers travaillant sur la ligne, d'autre part la structure hiérarchique directe (chef d'unité, d'atelier, agent d'entretien).

On part des indicateurs physiques qui sont les effectifs présents sur la ligne. Ce chiffre est estimé pour un volume de 490 véhicules/jours, ce qui impliquerait l'ouverture d'une équipe de nuit. Notons qu'un salarié peut intervenir sur plusieurs lignes (par exemple, le chef d'atelier est responsable d'autres lignes), d'où les "fractions de personnes".

Le coût annuel est obtenu grâce au coût total annuel d'un salarié (salaires + taxes diverses) suivant le niveau de qualification et les horaires de travail.

On retire le temps de main d'oeuvre consacré à la ligne 4X4 au prorata du temps MOD gamme.

⁷ Cf. appendice 2

(2) Les fournitures (vêtements + huiles et graisses)

Les consommations huiles et graisse sont reprises à partir des chiffres DESI⁸ cumulés de janvier à mai 93 et extrapolés à l'année au prorata des jours ouvrés.

On retire les frais 4X4 au prorata des heures machine gamme.

Les fournitures sont calculées sur la base de 2000 F par employé par an.

(3) Le Gaz ATAL, utilisé en soudure MAG

La consommation est estimée à partir du volume utilisé pour un berceau et multiplié par le volume produit.

(4) Les achats de pièces d'entretien

Il sont estimés à partir de DESI ou du tableau de bord cible. La ligne 4X4 est retirée proportionnellement aux frais de maintenance qui lui sont affectés.

On estime que les frais d'entretien sont semi-proportionnels à la montée en volume.

(5) Les outillages (pièces d'usure)

Ils doivent obligatoirement être repris à partir de DESI et de classements ABC (20%/80%) car ils contiennent de nombreuses erreurs d'affectation (près de 15% des montants sont improprement affectés !).

Le coefficient d'augmentation avec la montée en volume lui est directement proportionnelle.

(6) Les frais dûs aux essais destructifs

Les indicateurs physiques sont repris sur DESI. Les berceaux détruits sont valorisés au coût standard.

Le taux d'essais destructifs reste stable si l'on monte en volume.

(7) Les amortissements

Ils sont évalués à partir de la base d'état des investissements. On retrouve les investissements 4X4 grâce au numéro de regroupement qui accompagne le matricule de la machine.

Bien entendu, leur montant ne varie pas avec le volume.

(8) Les loupés

Ils sont valorisés au coût standard (qui est celui des pièces en entrée de chaîne). Les indicateurs physiques viennent de déclarations de loupés et des retours de Sandouville, qui est l'usine cliente.

On estime que le taux de loupés resterait le même si on montait en volume.

(9) La taxe professionnelle sur les actifs et les cotisations salariales.

Elle suit le montant de ces derniers.

Notons enfin que par rapport à une approche "coût complet" du produit, cette analyse prend en compte environ 30% du coût standard actuel. Ce pourcentage est calculé par rapport au prix de valorisation des essais destructifs. Il est faible et cela provient sans doute d'une survalorisation du coût standard.

Par rapport au coût "réel" (valeur de transformation usine de janvier 93), cette proportion est de 45%. Les coûts qui échappent à cette analyse sont ceux dûs aux pièces semi-finies en entrée de la ligne (provenant de l'emboutissage), et ceux imputés à travers les centres auxiliaires techniques.

⁸ Le principe de fonctionnement de DESI est expliqué plus loin

Des coûts qui sont pourtant directs, comme l'air comprimé, l'électricité, et les prestations de main d'oeuvre entretien et qui sont imputés par facturation interne (redébites) ne sont pas pris en compte dans la partie de la GP sur laquelle nous sommes revenus (ils sont considérés comme des centres auxiliaires techniques et sont pris en compte par le biais de clés d'imputation).

(10) Quelle est la validité de notre chiffrage ?

On peut être tenté de diviser les coûts totaux donnés par notre estimation par le nombre de berceaux produits pour le comparer avec les coûts unitaires "réels".

Cette comparaison de notre estimation avec la somme des charges du prix de revient "réel" auquel elle devrait correspondre (c'est-à-dire celle prise en compte pour le calcul des taux complets: le centre de production) donne un ratio de 102%.

L'ordre de grandeur est donc juste. C'est tout ce que l'on peut se permettre de vérifier vu le nombre d'hypothèses par lesquelles nous sommes passés.

b) Analyse des écarts: Taux, volumes, indicateurs physiques

On distingue trois sources d'écart en coût entre la gestion prévisionnelle 90 et notre estimation à posteriori.

- La différence entre le nombre d'organes produits et ce qui était prévu initialement (plan de production PF 24)
- L'augmentation des prix (inflation), à l'actualisation des actifs et aux augmentations de salaires.
- Dérive des indicateurs physiques (taux de loupés, consommation de gaz) et mauvaise méthode de calcul.

En somme, on considère le prix de revient d'un organe comme fonction des trois paramètres que sont le volume V, les prix des achats externes P, et les indicateurs physiques R (rendements, taux de loupés)

Si on désigne par Cp le coût prévu et par Cr le coût réel calculé:

$$C_p = f(V_p, P_p, R_p)$$

$$C_r = f(V_r, P_r, R_r)$$

On passe de Cp à Cr par une série de trois écarts.

$$P_p/P_r$$

$$V_p/V_r$$

$$R_p/R_r$$

Les deux premières sources de déviation ont été compensées. La première en actualisant les taux et les salaires 90⁹, la deuxième à partir de scénarii de variation des coûts mis au point par les responsables compétents (responsable entretien, chef d'atelier..). Il est à noter que les volumes prévus (490 véhicules/jour) sont bien en deçà des volumes actuels (moyenne des cinq premiers mois: 370 véhicules/jour).

La troisième dérive est celle sur laquelle porte notre analyse.

c) Analyse des résultats

De prime abord, un point positif apparaît.

⁹ Le mode d'actualisation est précisé à côté de chaque évaluation, par exemple le coefficient d'actualisation des fournitures et des actifs ne sont pas les mêmes.

- La comparaison entre la GP 90 et notre GP à posteriori donne un écart de 0% sur les coûts totaux.
La précision de la GP 90 est donc satisfaisante.

L'étude plus détaillée des écart donne les résultats suivants:

(1) Etude des écarts en données physiques¹⁰

Ecart MOD

- On a un écart sur le personnel prévu (90=31.5, 93= 26 personnes)

L'écart est de - 19 %

- L'écart a été accentué par une survalorisation des qualifications. Soit - 5% d'écart.

MOS

On a plus d'effectifs, mais ils ont des coefficients plus bas => faible écart

Fournitures

Le ratio 90 fournitures/personne de 4500 F environ. L'estimation 93 est de 2000 F / personne

Les huiles et graisses ont été surestimées.

Gaz Atal

On a à la fois surestimation de la consommation par berceau et du prix de revient du gaz:

- En renversant le raisonnement de 90, on arrive à 160 l/Berceau au lieu de 25 l actuellement.

- La valorisation du m3 de gaz est au prix du gaz acheté en bouteille (11 F) alors qu'il est acheté en gros et mélangé à l'usine (4.77 F / m3)

Entretien

L'écart est dû

- D'une part à la sous estimation des actifs (voir aussi Immobilisations et Taxes)

- D'autre part, le rapport Achats/Actifs est de 1% au lieu de 0.8% prévu.

La part entretien marché n'était pas documentée dans la GP 90

Outillages

Même en corrigeant 93 des erreurs d'imputation, on a un doublement.

Il faudrait encore revoir les dépenses de la rubrique "outillage divers" en régime de croisière, en effet on a eut des dépenses non renouvelables sur des matrices suite à des mises au point (de l'ordre de 20 %).

Essais destructifs

On a prévu 0,64 % d'essais, on en a 0,5 %.

Ecart: -20 %. Le reste étant dû à la valorisation des berceaux.

Amortissements

Le montant des actifs a été sous-estimé.

20 + 33 MF 90 = 58.9 MF 93

Au lieu de 64 MF 93

La différence est importante quantitativement vu les montants concernés.

Elle a également un impact sur l'entretien et les Taxes.

A noter la durée technique moyenne des équipements qui est de 7.4 ans.

Loupés

Même en tenant compte des retour organes, les loupés sont surestimés 2% au lieu de 0.62 %

Taxe professionnelles

Les erreurs dues à la MOD et aux actifs se compensent.

(2) Synthèse des résultats

On observe que les déséquilibres les plus importants en volume viennent d'une hausse de l'investissement initial et d'une baisse des effectifs MOD. Cela s'explique par des modifications

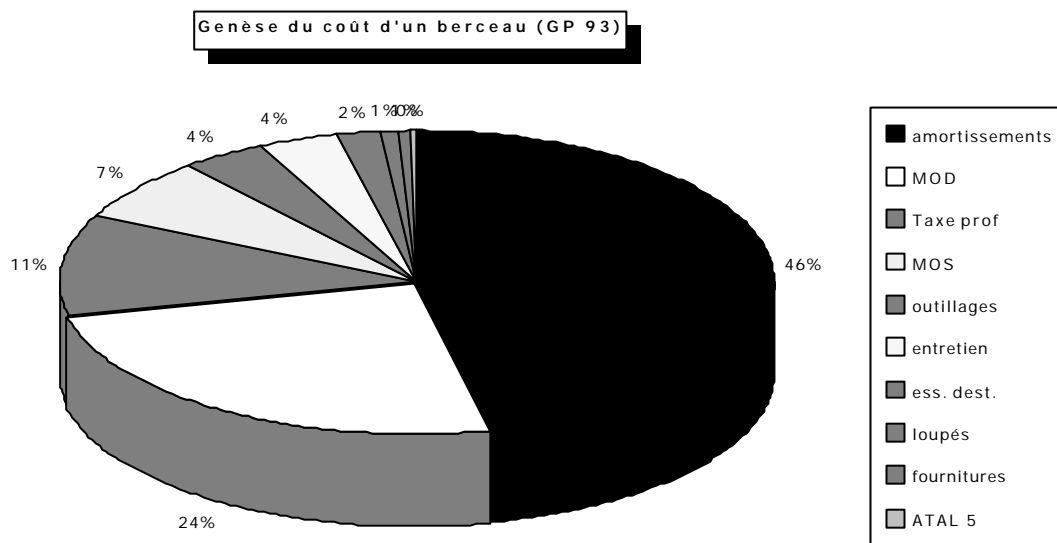
¹⁰ Pour des raison de confidentialité, la feuille de calcul qui récapitule les résultats obtenus est en annexe 3.

effectuées à la suite de la GP et qui n'ont pas donné lieu à une nouvelle version. Ces modifications ont toutefois eut l'effet recherché: une augmentation de l'intensité capitalistique de la chaîne. Les deux mouvements (majoration des amortissements et baisse de la masse salariale directe) se compensent.

En pourcentage c'est l'écart sur le gaz ATAL qui est le plus important, mais il ne prête pas à conséquence.

Quant aux hausses des coûts d'entretien et d'outillage, elles n'avaient pas été pleinement anticipées. Ces données devront être prises en compte dans les GP à venir. L'étude des coûts pertinents au processus qui forme la matière de la suite du rapport pourra y aider.

Remarquons finalement que la structure des coûts est typique d'une chaîne de production fortement automatisée (forte présence des frais dûs à l'investissement initial):



Du fait de ce que la ligne est automatisée de façon relativement rigide, cette structure de coûts n'est pas un atout dans les cas où les ventes sont plus faibles que prévu.

Les seuls frais qui varient fortement (et par paliers) sont les frais de MOD lors de la suppression d'un équipe (en juillet, la ligne tournait sur une seule équipe).

3. Propositions d'améliorations

(1) Une mise au point de la GP plus en amont de façon à intervenir à la signature du DPI

Il est indéniable que plus la GP intervient en amont et avant que les enveloppes ne soient figées, plus elle est efficace.

Cette amélioration peut être obtenue à travers

- l'existence d'une méthodologie GP faisant l'unanimité (pas de discussion sur la démarche)
- la mise en oeuvre rapide de cette méthodologie (feuilles de calcul appropriées)
- Un plein usage de l'effet d'expérience des GP précédentes.

Beaucoup de progrès ont été faits dans ce domaine depuis 1990; lorsqu'un projet comportant des innovations importantes, comme la X65 est lancé, la GP peut être bouclée 4 ans avant le démarrage de la production. Elle intervient alors en même temps que le DPI.

(2) Prise en compte des fluctuations du marché

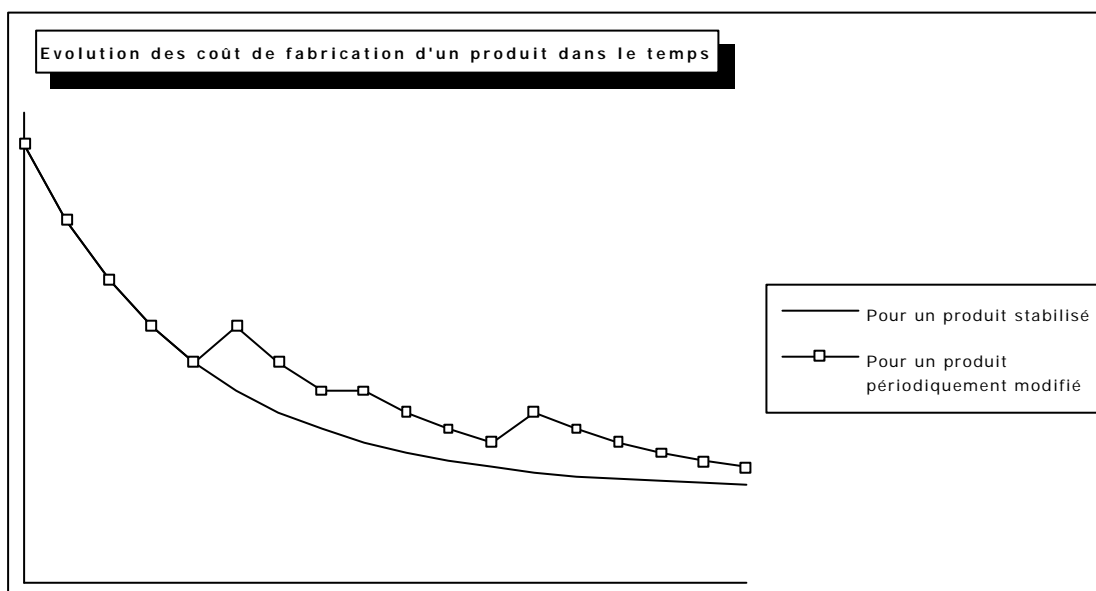
L'étude de la sensibilité de la ligne par rapport à différentes hypothèses d'évolution des marchés semble être l'amélioration la plus fructueuse à apporter aux gestions prévisionnelles à venir. En effet, dans un environnement de plus en plus incertain cette forme de flexibilité est appelée à jouer un rôle de plus en plus important. Face à un dimensionnement par rapport à des plans de production à moyen et long terme trop précis (et n'incluant pas de marge d'erreur), la capacité d'adaptation doit s'affirmer comme une qualité majeure. L'organisation de la production en "zéro stocks" renforce encore cet impératif.

Les gestions prévisionnelles actuelles comportent d'ores et déjà plusieurs hypothèses et utilisent la simulation pour évaluer l'engagement des équipes.

(3) Prise en compte de l'évolution produit/process et de l'apprentissage

Au contraire des fluctuations du marché, qui ne sont pas maîtrisables en interne, l'évolution des coûts de fabrication est due des facteurs internes: les modifications que l'entreprise apporte à ses produits.

La prise en compte de la capacité à absorber ces évolutions peut jouer un rôle. En effet, le cycle de vie de plus en plus court des produits, l'importance croissante des modifications qui entraînent des changements sur le processus (du fait de la mise en vente de variantes, mais aussi du raccourcissement des délais de lancement d'un produit nouveau) font que la ligne est en permanence en état d'innovation et jamais réellement en "régime de croisière".



L'incertitude ne porte donc pas seulement sur les volumes vendus, mais aussi sur l'évolution du processus lui-même, et sur la capacité d'adaptation de la ligne à ces mutations.

En conséquence, il devient important de maîtriser l'évolution des coûts dans le temps, les économies d'échelles faisant place aux économies d'apprentissage.

Ces coûts varieront également suivant le périmètre considéré (inclusion du bureau d'études, des méthodes...). Où situer les coûts qui font partie du "ticket d'entrée" d'un véhicule ?

(4) Des contrats GP basés sur des objectifs plus physiques

La signature du "contrat GP" pourrait être exprimé plus en données physiques. Ces données sont déjà présentes puisqu'elle servent à mettre au point la GP, mais elles pourraient adopter plus directement le langage des tableaux de bord. Citons notamment le ratio:

(nombre de berceaux fabriqués)/MOD

Des chiffres relatifs à la gestion en flux tendus pourraient également être pris en compte puisque le zéro stock est une contrainte majeure dans la conception et le fonctionnement des chaînes.

Le coût de production n'est-il pas avant tout la conséquence d'une performance physique ?

B. Démarche d'analyse des coûts liés aux technologies de soudure

1. Conception d'un système de traitement des données comptables

a) Choix de la démarche

On a vu dans le chapitre III que deux approches des coûts relatifs aux technologies étaient possibles, l'une "top-down", en partant des coûts du centre de gestion et en les affectant à l'unité de production qui les engendré; l'autre "bottom-up", en exploitant la base de données de la ligne.

La deuxième approche est potentiellement la plus précise, puisqu'un arrêt de la ligne est forcément documenté, que ce soit pour changer une électrode ou pour faire un dépannage. De plus des données non prises en compte par le système de gestion comptable sont exploitables, par exemple l'impact des temps d'arrêts d'une machine sur le reste de la chaîne.

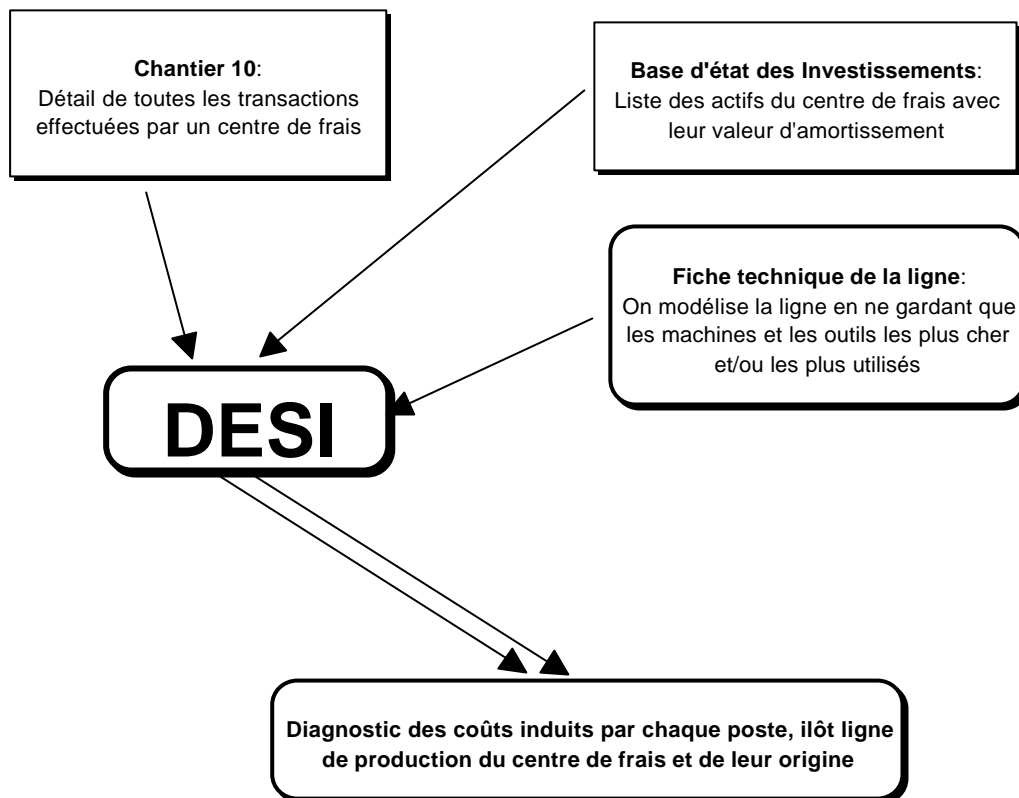
Cependant deux obstacles à cette approche se présentent:

- Des informations relatives aux opérations de maintenance de la chaîne pendant son désengagement sont ignorées, puisque le Système d'Aide à la Production (SAP) est alors désactivé.
- Le SAP des lignes de production a été mis en place dès leur démarrage, mais demandait encore des réglages pour être pleinement fonctionnel en juin 93. Les fonctions de suivi des performances de la ligne n'étaient pas exploitées et de ce fait le système n'était pas maintenu dans de bonnes conditions de fonctionnement. Cet état de fait s'expliquait par le fait que la ligne étant en période de démarrage, l'optimisation de la ligne cédait le pas à sa mise au point. Le temps des équipes était plutôt consacré à la "mise en route" de la chaîne.

b) Principes de DESI

Une fois le mode d'étude choisi, reste à voir quel sont les moyens de sa mise en oeuvre. Notre démarche sera de reprendre les données de la comptabilité d'enregistrement et de les «croiser» avec les données relatives au fonctionnement de la ligne.

Les informations en entrée et en sortie de DESI sont les suivantes:



Les deux premiers fichiers sont issus de la comptabilité générale:

- Le fichier Presta (ou chantier 10), recense tous les événements comptables d'un mois donné, qu'ils soient externes (prestation ou achat provenant directement de l'extérieur de l'usine), internes (sortie de matériel en magasin) ou induits par une prestation interne (prestation du service entretien facturée à la ligne).
- La Base d'Etat des Investissements est une base de données tenue par la Direction Centrale des Investissements qui reprend les immatriculations des actifs et le montant de leurs amortissements. On utilise le montant des amortissements analytiques.

Pour affecter les transactions et les amortissements que nous donnent ces deux bases de données, il nous faut établir un système dont le rôle est analogue à une clé d'imputation.

Une base de données techniques, constituant une forme de modèle de la ligne jouera ce rôle. La base de données sera établie à partir des fiches techniques de la ligne gérées par les méthodes.

La mise au point de cette modélisation est particulièrement délicate; En effet le volume de données à traiter est important vu par exemple la multiplicité des pièces de rechange utilisées. Il faudra tenir compte de cette contrainte dans le cahier des charges.

c) Cahier des charges

Il ne peut être question d'exposer ici en détail le cahier des charges de DESI et son fonctionnement. Le livret prévu à cet effet est inclus en annexe 1.

Les paragraphes qui suivent donnent, dans leur grandes lignes les principales fonctions que DESI doit satisfaire.

(1) Conditions d'utilisation et convivialité

Le système adopté doit être à la fois simple d'utilisation, donc automatisé, et laisser à l'utilisateur une certaine liberté; Pour rectifier les fichiers en entrée, mais aussi pour faire la synthèse des données en sortie de la façon qui lui convient.

L'application se présentera sous la forme d'une application semi-automatique. Les différents sous-programmes (ou macros) seront accessibles par des menus déroulant.

Les données obtenues aux différentes étapes doivent être sauvegardées dans des fichiers indépendants pour réduire les conséquences d'un "plantage"

(2) Décodage du fichier brut

L'application doit être capable de "ponter" les données de l'ordinateur central IBM du site et de les traduire en un format directement exploitable par Excel..

(3) Elimination des redondances

Les fichiers bruts comportent des milliers de lignes pour chaque mois. Il est donc nécessaire de consolider les données avant de les traiter.

(4) Extraction des résultats par machine

L'extraction des résultats se fera de façon à réduire au maximum la perte d'information. Il est par exemple souhaitable de pouvoir revenir des résultats finaux aux transactions qui sont à l'origine des coûts.

(5) Itération et amélioration de la modélisation de la ligne

La modélisation que constitue la base de données techniques ne peut être optimale dès le premier essai. Le système doit donc être capable de distinguer les transactions qui n'ont pas pu être affectées afin de revoir et d'améliorer itérativement cette base de données.

(6) Synthèse des résultats

La présentation des résultats se fera manuellement et permettra d'exprimer les résultats selon la terminologie suivante:

DESI: Terminologie

Un Produit est la somme de la Valeur Ajoutée de plusieurs lignes

Une ligne est composée de plusieurs îlots

Un îlot regroupe un ou plusieurs postes
La notion d'îlot (ou de zone, station, section) doit être prise en considération du fait :
- que les machines d'une zone travaillent en interaction rapprochée
- il ne peut y avoir de stocks tampon à l'intérieur d'une zone

Un poste regroupe plusieurs machines indissociables
Les machines sont groupées lorsqu'il n'est pas possible de les considérer séparément les unes des autres. Dans la plupart des cas cependant un poste correspond à une seule machine - et donc à un seul matricule -.

Une machine induit des coûts

- Amortissements
- Outils - pièces d'usure
- Entretien préventif - pièces de rechange et MOP
- Dépannages
- du Gaz ATAL
- Entretien des outils

On doit pouvoir connaître le coût à la machine, au produit... Attention ! On n'a pas un système de type "poupées russes" (une ligne peut traiter des produits différents)

D'autre part, une machine exécute plusieurs opérations
La finalité de l'étude est de connaître le prix à l'opération (ici opération de soudure)

Le nom de l'application: DESI s'inspire des fonctionnalités que nous venons de décrire.

D écodage
E xtraction
S ynthèse
I térative
des coûts machine

2. Résultats de l'étude

a) Validité des résultats obtenus

Constatons d'abord que DESI permet d'affecter plus de 95% des coûts de la ligne. Ce pourcentage est fonction de la qualité de la base de données techniques. Dans cette étude, nous avons essayé d'affecter une proportion importante des coûts vérifier la validité de notre méthode (de ce fait nous avons ajouté la ligne 4X4 dans notre modélisation bien que les données de cette ligne ne soient pas

exploitées). Cependant, il n'est pas exclu d'utiliser DESI en se concentrant sur un aspect particulier des coûts.

Les coûts calculés ont été estimés en partant de la consommation de la chaîne durant les cinq premiers mois de l'année. La validité de cette estimation est affectée de plusieurs façons.

- D'un point de vue strictement statistique, la taille de l'échantillonnage influe sur "l'intervalle de confiance" que l'on peut donner aux résultats. On peut élargir l'échantillonnage dans le temps (inclure plus de mois dans le fichier de départ), mais aussi dans l'espace (prendre en compte dans notre évaluation des machines similaires installées sur d'autres lignes de fabrication).

- Le remplacement des pièces peut poser un problème dans notre échantillon. Une pièce remplacée une fois l'an peut soit voir son poids augmenter si elle la transaction a été effectuée dans les cinq mois considérés, soit être ignorée si elle n'y est pas. Les travaux de maintenance effectués en août ne sont, par exemple, pas inclus dans le périmètre de notre étude.

- Le poids des frais "non récurrents", qui correspondent à la résolution de problèmes ponctuels est important - comment les traiter ? Suivant que l'on cherche à déterminer les coûts en régime stable ou leur évolution au fur et à mesure de la mise au point de la chaîne, on décidera de les prendre ou non en compte.

- Enfin les données du fichier-source (le chantier 10) peuvent être erronées du fait d'une erreur de saisie. Cette source d'erreur est loin d'être négligeable (voir par exemple les erreurs dans les outillages p.24). Le proverbe "Garbage In, Garbage Out¹¹" doit plus que jamais s'imposer à l'esprit de celui qui utilise DESI.

b) Commentaires des résultats

(1) Soudure par points vs. soudure MAG

L'étude citée en annexe 4 examine les coûts ramenés au robot, il est en effet difficile d'employer une unité d'équivalence pertinente entre un point de soudure et un cordon. Par contre, dans l'étude comparative entre la soudure par résistance opérée par un robot à pince embarquée et un système utilisant des pinces au sol, nous ramènerons les résultats au point de soudure.

Le total des coûts pris en compte est largement supérieur dans le cas de la soudure par résistance, quelle que soit la technique employée. +76% dans le cas d'une pince embarquée et +40% dans le cas d'une pince au sol.

Quand à la structure des coûts on observe :

- Une baisse des frais de dépannage (8% contre 32% dans le cas de la pince embarquée). Cette hausse est beaucoup plus prononcée en valeur absolue.

- Des coûts de fiabilisation importants (7%) qui n'apparaissent pas dans les autres techniques - cela est sans doute dû au problème du réglage du suivi de joint¹².

- Le gaz ATAL prend un poids non négligeable, mais non excessif (4%).

- Pour ce qui est du poids des amortissements, l'approche en valeur absolue montre que la soudure à l'arc reste la technique la moins chère, en particulier par rapport à la technique de la pince au sol.

En conclusion, les coûts plus réduits de la soudure à l'arc paraissent surtout trouver leur origine dans la fiabilité de cette technique. L'avantage est d'autant plus net que les frais consécutifs à une panne (arrêt de la ligne, conséquences sur le "Juste-à-temps") ne sont pas comptabilisés.

Cette différence de coût ne se joue donc pas sur les amortissements, mais surtout sur la fiabilité de la technique, le gain se fait essentiellement sur les frais variables. De ce fait, l'avantage s'accroît avec la montée en volume.

¹¹ Un calcul à base de données fausses ne peut que fournir des résultats erronés.

¹² Voir le chapitre "techniques de soudure" Chap I, C

(2) Robots ACMA - Pincés au sol vs. pincés embarquées

Le calcul a été fait en pondérant les coûts de chaque robot par le nombre de points qu'il réalise. On a ensuite ramené ce chiffre à un point de soudure.

On voit que la structure coûts fixes/coûts variables est très différenciée : les amortissements étant fixes par nature, tandis que les frais d'outillage et d'entretien sont largement variables. La partie "fixe" est plus importante pour la technique "pince au sol", mais tous les frais variables sont moindres, ce qui fait qu'elle apparaît moins chère. Les frais d'outillage sont particulièrement importants dans le cas de la pince embarquée. Cela s'explique par la sophistication accrue (par exemple, les circuits électriques et de refroidissement doivent aller sur le bras du robot).

Du point de vue de la fiabilité, les frais totaux de dépannage sont nettement plus élevés pour la pince au sol (32% contre 8%), avec toutes les conséquences qui s'ensuivent dans la régularité de la fabrication.

Par ailleurs, les conclusions de l'étude sont les mêmes si l'on considère les coûts par robot.

La technologie de la pince au sol est donc la plus gourmande en capital immobilisé, mais la plus rentable à l'exploitation. On peut toutefois lui reprocher une flexibilité moindre dans le cas où l'on désire utiliser la même ligne pour usiner différentes pièces (poids des amortissements et adaptabilité dans le cas où la forme des pièces change).

IV. Conclusions

Ce dernier chapitre donne des pistes de réflexion et d'élargissement de la problématique. Nous revenons d'abord la place croissante que la gestion prévisionnelle est appelée à jouer dans l'avenir, mais aussi sur l'impact qu'elle peut avoir dans d'autres domaines, comme la gestion des carrières.

*Par ailleurs, les utilisations possibles de DESI ne se limitent pas à l'analyse des coûts liés aux technologies. En effet, DESI peut être utilisée en tant que **tableau de bord des coûts**. Le périmètre des coûts pris en compte pose problème. Est-il approprié d'englober les redébites (prestations entre services de l'usine) dans notre estimation et quelles sont les conséquences d'un tel choix ?*

Nous passons ensuite en revue les destinataires de l'information produite par DESI : bureau d'études, méthodes et enfin responsables opérationnels de la ligne. Pour finir, nous insistons sur l'importance de la gestion de l'information dans l'entreprise.

A. Gestion prévisionnelle

La gestion prévisionnelle a connu un succès rapide car elle permet d'assoir les études "make or buy" qui sont conduites sur les organes des véhicules en projet (et donc de décider de leur site de fabrication, un enjeu important pour l'usine de Mans). Du point de vue de la démarche "Performance" d'amélioration de la productivité, la gestion prévisionnelle est également un instrument précieux et d'autant plus efficace qu'il intervient en amont de l'installation de la ligne de fabrication.

Notons également que la gestion prévisionnelle se situe au coeur de la nouvelle démarche de gestion de Renault.

- Par sa méthode d'élaboration, qui implique une démarche concertée de différentes fonctions de l'entreprise (forme d'"ingénierie simultanée"), elle vise à impliquer tous les acteurs.
- Par le travail d'anticipation et de fixation d'objectifs qu'elle implique.

Mais la GP peut également contribuer à d'autres développements : Une nouvelle vision de la gestion des carrières, par exemple. Dans le cas des berceaux X54, le technicien méthodes qui a participé à la conception de la ligne en est devenu le chef d'atelier (Il est donc d'autant plus concerné par les objectifs de la Gestion prévisionnelle qu'il a contribué à les établir). On a donc une évolution de carrière "orientée produit" - c'est une innovation importante dans laquelle la GP a indiscutablement joué un rôle..

La GP a également contribué à détruire le mythe de la ligne "clés en main" et avec elle l'idée que les fabricants ne sont capables que d'exploiter une ligne. L'apport du futur fabricant dont la charge sera de "faire tourner" une ligne de production est désormais reconnu - ne serait-ce que parce qu'on lui demande de signer le "contrat GP".

Ce processus d'implication du fabricant dès la conception de la ligne a entraîné des évolutions spectaculaires. Par exemple le refus par les ouvriers (d'une ligne qui n'existait encore que sur le papier) d'un poste de haute pénibilité, refus qui contraignit les méthodes à "revoir leur copie".

B. Autres utilisations possibles de DESI

1. Approfondir l'étude des coûts

Nous avons discuté la validité des données obtenues dans le chapitre précédent. Il nous faut ici noter que l'étude peut être élargie : En comparant les coûts de robots similaires sur des lignes différentes, il est possible de dégager des résultats mettant en évidence l'efficacité d'une méthode de maintenance ou d'un modèle de robot par rapport à un autre.

Une étude d'analyse de la variance de type "Taguchi" peut permettre de pousser les conclusions de l'étude plus loin : à partir d'une table «croisant» les fréquences de remplacement de certaines pièces et certaines conditions de fonctionnement des machines, il est possible de faire une étude poussée des inducteurs de coûts. Par exemple, un robot opérant répétitivement un mouvement donné peut occasionner une usure accélérée du câble coaxial d'alimentation de sa pince. L'inducteur de coût "ultime" est donc le mouvement incriminé.. et non le robot ou la technologie en elle-même. La technologie est alors en quelque sorte un inducteur "transitif".

Il est donc possible de compléter l'étude des coûts liés aux technologies sur les bases suivantes.

- + Cibler l'étude sur les principaux postes de frais grâce à DESI (par exemple la consommation répétée de telle ou telle pièce de rechange).

-
- + Conduire l'étude sur la base de
 - Fiches de maintenance (date et motif d'un changement de pièce) ou de données obtenues par une base de données de type SAP¹³.
 - L'observation du robot ou de son environnement opératoire (soit le type des pièces de rechange utilisé, soit les mouvements du robot etc..).
 - + Traiter les données et éventuellement monter un plan d'expérience pour confirmer les résultats.

Une étude de la sensibilité des coûts par rapport au volume serait également très utile, puisque l'on travaille dans un environnement où l'adaptabilité devient une qualité primordiale. Cette sensibilité devrait donc entrer également en compte dans une étude future des coûts liés aux technologies. La conduite de cette étude devrait par contre donner lieu à une prudence accrue (en tenant compte du décalage entre l'enregistrement des transactions et de la mise en place des pièces de rechange sur la machine, ou de la période d'échantillonnage, pour ne citer que quelques-uns des facteurs à considérer).

2. DESI en tant que tableau de bord

a) Tableau de bord et coûts contrôlables

Si DESI permet de conduire une étude des coûts précise, elle permet également d'obtenir des données que ne produisent pas les instruments de gestion actuels : On peut par exemple distinguer les coûts des lignes une à une, alors que le système de gestion actuel a pour unité minimale le centre de frais (ou le groupe moyen, suivant les systèmes). L'annexe 4 montre de nombreux exemples des indicateurs qu'il est possible de suivre.

On met ainsi en évidence l'importance des frais de maintenance journaliers. Il est vrai que DESI innove dans ce domaine, puisque les frais de prestations main-d'oeuvre (MOP entretien), qui sont actuellement considérés comme des "redébites" et donc ne sont pas comptabilisés dans les coûts "à plat"¹⁴ placés sous la responsabilité du chef d'atelier .

Dès lors que l'importance de ces coûts est mise en avant, le problème se pose de savoir qui en est responsable. Serait-il par exemple possible de placer la responsabilité de la totalité des frais maintenance sous l'autorité du chef d'atelier ? C'est le mouvement qui semble se dessiner. Un tel changement impliquerait bien entendu une organisation différente, comme une relation "client-fournisseur" entre le fabricant et l'entretien, la maintenance ne pouvant plus intervenir sur la ligne sans l'autorisation du chef d'atelier.

Le problème des zones de responsabilité et donc des mécanismes d'imputation des coûts se pose d'autant plus que c'est dans les fonctions périphériques à la production (maintenances, méthodes..) que se trouvent les sources d'amélioration de la productivité à venir :

- D'une part parce que leur poids va croissant¹⁵.
- D'autre part parce que l'on arrive à un plafond dans les gains de productivité réalisables sur les lignes de fabrications elle-mêmes.

Plus : On ne peut ignorer que la modification du découpage de l'entreprise en zones de responsabilités a un impact profond sur son organisation. La transformation de coûts "indirects" en coûts rattachables à la ligne est le signe d'un bouleversement profond des hiérarchies dans

¹³ Cf lexique

¹⁴ Voir définition des coûts "à plat" dans le lexique en fin de mémoire

¹⁵ Voir par exemple l'article de Michel Lebas dans le cours cité en Bibliographie et la notion de coûts directs/indirects. Cette «montée des indirects» est aussi un des phénomènes qui font ressentir le besoin d'une nouvelle forme de comptabilité. La comptabilité par activités est une réponse à ce problème

l'entreprise - par exemple, les méthodes peuvent être amenées à travailler comme prestataires de la ligne et être "rétribuées" sur la base du service rendu. C'est la ligne de production qui est reconnue comme le point focal de la valeur ajoutée ; De ce fait elle est placée "au centre de l'entreprise".

Arrivera-t-on chez Renault à l'organisation de certaines usines japonaises¹⁶ où les bureaux sont installés dans l'atelier le long des lignes de fabrication ? Probablement pas. Mais un mouvement de migration de certains services méthodes du central vers les usines, puis à l'intérieur même des usines, des bâtiments administratifs vers les ateliers est en cours chez Renault.

b) Utilisation effective de DESI en tant que tableau de bord

Quant à l'utilisation de DESI pour la production d'indicateurs de tableau de bord, elle pose problème principalement :

- A cause du temps de mise en place d'un tel système, en particulier en tenant compte des limitations de la fiabilité de DESI.
- A cause du fonctionnement même de DESI, qui ne prend en compte que les coûts passés et ne permet pas la prévision.

Par contre, d'autres éléments sont intéressants, en particulier le mode de présentation graphique des indicateurs ; La présentation des résultats sous forme de cheminée est particulièrement " parlante " et permet de diffuser les résultats de gestion à un public plus large.

Une version "réduite" de DESI, ne donnant que les coûts par ligne pourrait se révéler à la fois utile et rigoureuse, à condition de travailler sur la base d'un budget annuel détaillé par mois (éventuellement révisé régulièrement).

Il nous faut également préciser qu'il existe en projet un système qui remplacerait Cible et permettrait l'édition de tableaux de bord de type DESI : INFOGEST. Ce système pourrait éventuellement reprendre certains des principes de DESI, notamment la détermination des coûts par «croisement» entre une base de données comptables et une base de données techniques.

C. Remarques finales

a) La méthode de calcul des coûts par les taux est-elle encore pertinente ?

Le fil directeur de ce mémoire est une approche des coûts différentes des approches comptables usuelles : l'approche par la valeur ajoutée. De toutes les évaluations de coûts que nous avons conduites, pas une ne repose sur une clé d'imputation de type "Taux", tels qu'ils sont utilisés dans les calculs de coûts complets (taux calculés sur la base de temps gamme). Nous pensons que les temps gammes tels qu'ils sont exprimés (temps machine ou temps MOD) sont insuffisants pour répartir les coûts. Rappelons par exemple que l'on calcule le prix des berceaux avants et arrières uniquement sur la base de ces temps, sans aucunement tenir compte de la nature des opérations effectuées sur eux. Quelle est alors la pertinence des chiffres obtenus ? Le seul atout que l'on puisse reconnaître à la méthode des taux est sa rapidité de mise en oeuvre.

Notre avis est que les instruments actuels de traitement de l'information permettent désormais d'autres approches de l'évaluation des coûts et que celles-ci devraient supplanter l'approche traditionnelle.

b) Complémentarité des approches DESI et Gestion prévisionnelle

Les demandeurs des informations produites par DESI sont différents suivant l'usage qu'on en fait, ou plutôt suivant "l'échelle" à laquelle DESI est utilisée.

¹⁶ par exemple l'usine Yamazaki dans la région de Bristol

A l'échelle du point de soudure

Les coûts liés aux technologies intéressent le Bureau d'étude. En effet, la conscience de ce que «le prix de revient d'un organe est déterminé par le "coup de crayon" de l'ingénieur d'étude» conduit à chercher le montant de ces coûts. La prise en compte des résultats exprimés "au point de soudure" est donc avant tout utile au bureau d'études.

Elle peut conduire à un chiffrage plus réaliste des coûts d'un projet de véhicule.

A la machine ou à l'îlot

Les données des coûts machines ou îlots peuvent être utiles aux méthodes, lors de l'établissement de la gestion prévisionnelle. D'ailleurs l'approche des coûts est la même dans les deux cas (approche par la valeur ajoutée).

La gestion prévisionnelle peut alors être étayée et les modèles de simulation de lignes utilisées pour tester différentes hypothèses sont susceptibles être enrichis de données économiques.

Dans ce sens l'étude des coûts process est en mesure d'apporter une valeur ajoutée non négligeable à la Gestion Prévisionnelle - d'ou l'intérêt d'avoir mené en parallèle ces deux études.

A la ligne

Comme nous l'avons vu, les indicateurs des coûts consolidés sur le périmètre d'une ligne de production peuvent entrer dans des tableaux de bords.

Les coûts par îlot ou machine peuvent également être pertinents, mais il est délicat de descendre au dessous d'une unité de temps de plusieurs mois pour un tel périmètre.

c) L'importance de la gestion de l'information

L'enseignement principal que nous tirons de notre travail sur DESI est l'importance de la collecte, du stockage et de l'utilisation de l'information : une usine ne produit pas seulement des organes mécaniques, elle fabrique aussi de l'information. C'est elle qui est à la source de la productivité de l'entreprise, qu'elle soit sous forme de cartes de contrôle-qualité, de fichier informatiques ou de tableaux de bord de gestion. Sa mise en valeur et son exploitation doivent clairement être affirmées comme des priorités - la qualité, c'est aussi la gestion de l'information.

Lexique

Coût "a plat"

Ce concept a été introduit avec le système Cible. Il désigne les coûts qui font partie du périmètre de responsabilité d'un acteur de l'entreprise. Par exemple, les coûts "Matière Entretien" (pièces et organes d'entretien préventif...) font partie des coûts à plat, mais pas la "MOP entretien" qui comptabilise la prestation du service entretien pour changer ces mêmes pièces.

DPI:

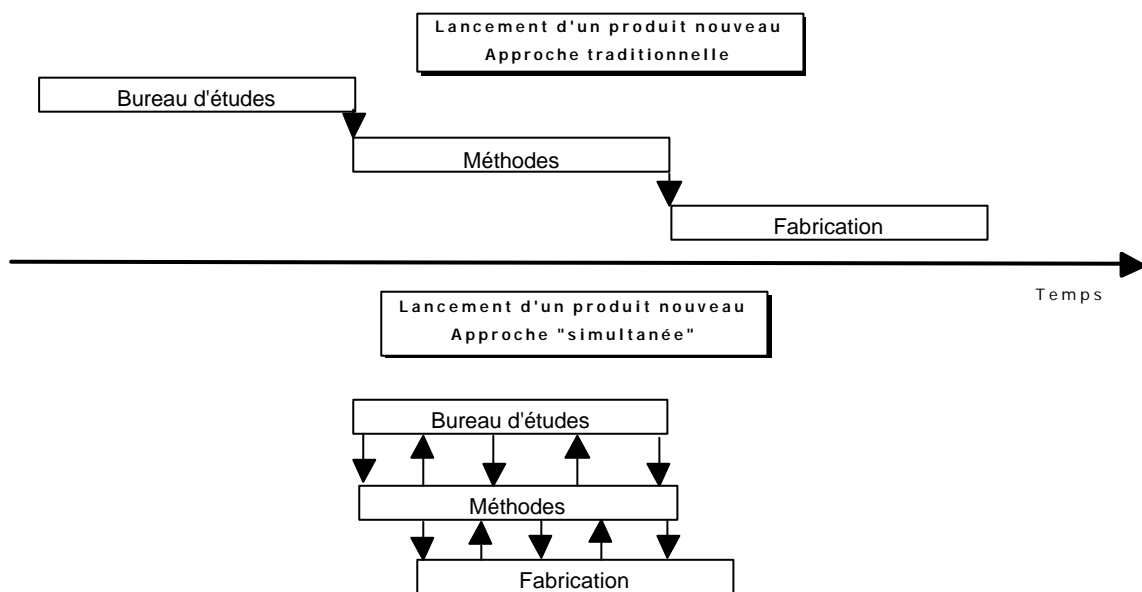
Dossier Prévisionnel d'Investissement. Le DPI est un document d'une dizaine de pages qui comporte les informations nécessaires à l'approbation d'un projet. Description, variantes, étude de rentabilité. On parle de DPI "gamme" lorsque l'investissement correspond au lancement d'un véhicule nouveau et de DPI "hors gamme" dans le cas d'investissements de modernisation, sociaux...

DESI

Application de Décodage, Extraction et Synthèse Itérative de bases de données en vue d'évaluer avec une précision accrue les inducteurs de coûts d'un organe fabriqué dans l'usine.

Ingénierie simultanée ("Concurrent Engineering" ou "Simultaneous Engineering")

Démarche de conception d'un produit qui consiste à faire intervenir les différentes fonctions de l'entreprise "en parallèle" au lieu de la méthode traditionnelle "en série".



Cette approche, vise notamment à améliorer la qualité par la prise en compte de toutes les contraintes dès la conception ("design to cost" ou "design to manufacture") et à comprimer les délais de lancement d'un produit.

Le "travail en équipe projet" ou "en plateau" est une forme d'ingénierie simultanée.

Intensité capitalistique

Ratio : Amortissements / charges de MOD. Pour une ligne de production donnée l'intensité capitalistique croît avec l'automatisation. La structure des coûts devient aussi très différente (plus de coûts fixes, montée des coûts de maintenance etc..).

Point bouchon

C'est l'îlot le plus lent d'une ligne de production qui détermine le débit de pièces fabriquées. Cet îlot est donc le "bouchon". Une ligne bien équilibrée est constituée d'îlots ayant la même cadence de fonctionnement.

Temps gamme

Une gamme est la suite des opérations nécessaires pour réaliser une pièce donnée. Deux types de temps sont pris en compte: le temps Main d'Oeuvre Directe et le temps machine. Ils sont utilisés pour calculer les taux.

Terminologie

La signification de ligne, îlot, poste et des autres termes utilisés par DESI pour établir des unités comptables est donnée p. 31.

SAP

Système d'Aide à la Production. Il s'agit à la fois d'unités de contrôle et de surveillance de la marche de chaque îlot de production et d'une application Excel qui centralise les paramètres de fonctionnement d'une ligne donnée. Toutes les deux semaines, un opérateur sauve sur une disquette les données correspondant à chaque îlot et les transfère dans l'ordinateur de la ligne. L'application Excel est capable de sortir sous forme de graphiques :

- Les temps d'arrêt des machines (durée, nombre, raison de l'arrêt)
- Les flux de pièces ouvrées.

Les SAP ne sont malheureusement pas tous en état de produire des données fiables. D'une part parce qu'ils ne sont pas tous convenablement réglés (les informations qu'ils collectent ne sont pas les celles qui permettraient l'étude des machines "critiques"), d'autre part parce que l'entretien d'un tel système demande du travail (les motifs des arrêts doivent tous être convenablement documentés, le système doit être convenablement désactivé en cas d'arrêt de la ligne, les sauvegardes doivent être faites régulièrement...). Enfin, la période de démarrage d'une ligne ne laisse pas souvent le temps de s'intéresser aux réglages fins du "point bouchon".

Cela est regrettable, vu les potentialités énormes que recèlent de telles informations pour l'amélioration de la productivité.

Ticket d'entrée:

Il représente la somme des dépenses nécessaires pour lancer un nouveau véhicule:

- Frais de bureau d'étude (heures ingénieur, fabrication de prototypes..)
- Frais études méthodes
- Investissements en actifs immobilisés (machines nouvelles, modernisation..)
- Frais de démarrage (préséries, formation des opérateurs)

Le ticket d'entrée de Safrane s'est élevé à 8 milliards de francs (dont 3 milliards en frais d'études)

Références

Chapitre I

Historique de Renault: Renault de 1898 à nos jours, plaquette d'information
"Renault, une nationalisation réussie", P. Dreyfus, Fayard 81

Données sur le groupe: Renault en bref, édition 93

Contexte économique: Information à la maîtrise, flash du 22 juillet 93
Tract CFDT "débat et réflexion ETAM et cadres", juillet 93
Le Monde du 11 juin, du 7 juillet et du 7 septembre 93.

Site du Mans: "Renault Le Mans en chiffres", septembre 92
"Atlas industriel des régions", L'usine Nouvelle, 93

Relations avec Billancourt "Le contrôle de gestion décentralisé, maux et remèdes"
Stéphane GUITTET, Mémoire ESSEC sous la direction de Mr
Bonneault

Département 79: "Le département 79 en chiffres", plaquette d'information

Soudure: Techniques de l'ingénieur, R. CAZES
- Les robots de soudage (p. B615)
- Soudage par résistance (p. B5200)
- Soudage à l'arc: généralités (p. B616)
- Soudage à l'arc: soudages automatique et semi-automatiques (p. B616,3)

Chapitre II

Système de gestion: "Les nouvelles règles du contrôle de gestion industrielle"
L. Laverty, R. Demeestère
Dunod 90
- "La nouvelle Gestion économique industrielle"
plaquette de la direction des fabrications

Coûts: Elaboration d'un prix de revient actualisé
F. DESNOS, Rapport de stage IUT GEA Le Mans, 1992

Gestion prévisionnelle: "Renforcement et amélioration du processus de gestion prévisionnelle"
Renault - Norme DPR n° 45

Chapitre IV

Tableaux de bord: "Les évolutions actuelles des systèmes de tableau de bord"
Gray, Pesqueux
"Evaluer les processus de production" Cours de Mastère Génie industriel
Ecole Centrale Paris, 1993

Plans d'expérience: "The design of experiments" (et d'autres ouvrages)
Genichi Taguchi

Bibliographie

"Evaluer les processus de production"
Ecole Centrale Paris, 1993
- "Le coût, mesure ou évaluation". Y. Pesqueux

- "Les évolutions actuelles des systèmes de tableau de bord", Gray, Pesqueux

À la suite de cette étude, une communication a été présentée au congrès de l'association française de comptabilité de juillet 1994. Elle est intitulée '*DESI méthode d'évaluation économique des choix techniques*'.

DESI Mode d'emploi

Annexe 1:

Voir livret ci-joint

Extrait des différents documents de gestion

Annexe 2:

- Chantier 10
- Base d'état des investissements
- Mise à jour des gammes

Les gestions prévisionnelles

Annexe 3:

- Synthèse des résultats
- Gestion Prévisionnelle établie sur le base des coûts actuels
- Gestion Prévisionnelle "Berceaux avants" établie en 1990, actualisée.

Voir livret ci-joint

DESI: Synthèse des résultats

Annexe 4:

- Principe de fonctionnement de DESI
- Transactions affectées/non affectées - provenance, valeur
- DESI. Application: Répartition des coûts de la ligne de production (moyenne journalière par nature)
- DESI. Application: Comparaison de la structure et de la valeur absolue des coûts de différentes lignes.
- DESI. Application: Générateurs de coût par îlots de production
- DESI. Application: Etude de l'impact économique d'un choix technique. Comparaison de la soudure par points: pince embarquée et pince au sol et de la soudure MAG.
- DESI. Application: Coût d'un point de soudure suivant la technologie utilisée.

Voir livret ci-joint
