

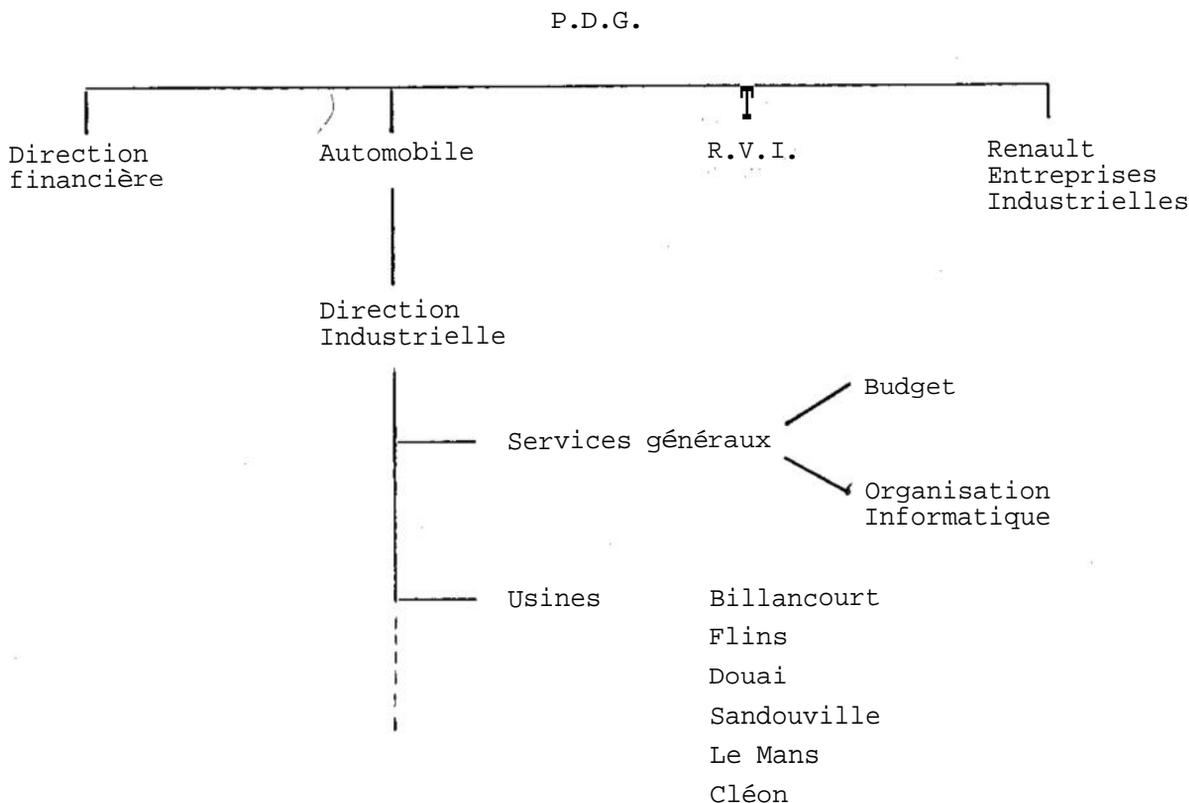
LANCEMENT ET ORDONNANCEMENT DE VÉHICULES (RENAULT — Usine de Douai)

par J. M. LE GUERNIC
Régie Nationale des Usines Renault

INTRODUCTION

Les travaux exposés(1) ici ont été réalisés au sein du Service Organisation-Informatique de la Direction Industrielle de la Régie RENAULT.

L'organigramme ci-dessous montre de façon simplifiée la place de ce service à l'intérieur du Groupe RENAULT.



Ce service assure la responsabilité fonctionnelle des services Organisation-Informatique de la Direction Industrielle.

(1) Compte-rendu d'un exposé réalisé par Monsieur le Guernic au cours d'un séminaire organisé par l'AFGI le 14 juin 1983.

1 - RENAULT DOUAI

1.1 - Présentation générale

Renault-Douai est une usine de carrosserie-montage. C'est la seconde usine de montage, après celle de Flins, du Groupe Renault,

Elle est implantée sur un terrain de 350 ha. Les ateliers représentent une surface au sol d'environ 24 ha.

Entrée en activité en 1970, l'Usine de Douai assemble 300 000 véhicules/an grâce à une capacité théorique de 1 500 véhicules/jour.

Les Renault 9 et Renault 11 y sont traitées depuis l'emboutissage de leurs composants jusqu'à la livraison des véhicules au service commercial, en passant par l'assemblage, l'habillage, le montage mécanique et la finition.

L'Usine de Douai emploie aujourd'hui environ 8 000 personnes dont l'âge moyen est de 33 ans.

1.2 - Etapes de la fabrication d'un véhicule

Le montage d'un véhicule peut se décomposer grossièrement en 5 étapes ;

- Carrosserie
- Peinture
- Sellerie
- Mécanique
- Finition

1.2.1 - Carrosserie

La tôle est emboutie pour former les premiers éléments de tôlerie. Ces éléments sont ensuite assemblés sous forme d'units de tôlerie (sous-ensemble de carrosserie).

En fin de carrosserie on obtient la "caisse en blanc" Le véhicule entre alors en chaîne de peinture.

1.2.2 - Peinture

Le travail en chaîne de peinture a quatre objectifs :

- assurer l'étanchéité du véhicule
- construire une protection efficace contre la corrosion
- contribuer à l'insonorisation du véhicule
- donner au véhicule un aspect esthétique

La "peinture" se déroule en 4 étapes :

Traitement de surface

- On regroupe ici les opérations de préparation de la caisse aux étapes suivantes.

Trempé par cataphorèse

- C'est une protection très efficace contre la corrosion.

Apprêt

- C'est la pose du mastic et des protections antigravillons et d'une couche de peinture d'apprêt.

Le véhicule passe ensuite en étuve.

Laques

- C'est la phase finale. Le véhicule est recouvert de deux couches de peinture de sa couleur définitive. Il y a une couche supplémentaire si la peinture est métallisée.

1.2.3 - Sellerie

La carrosserie reçoit tous les éléments qui lui sont propres : pare-brise, serrures, etc.

Plusieurs milliers de pièces sont fixées sur le véhicule.

1.2.4 - Mécanique

Phase finale du montage. On monte les éléments sous plancher, le réservoir, le moteur, etc.

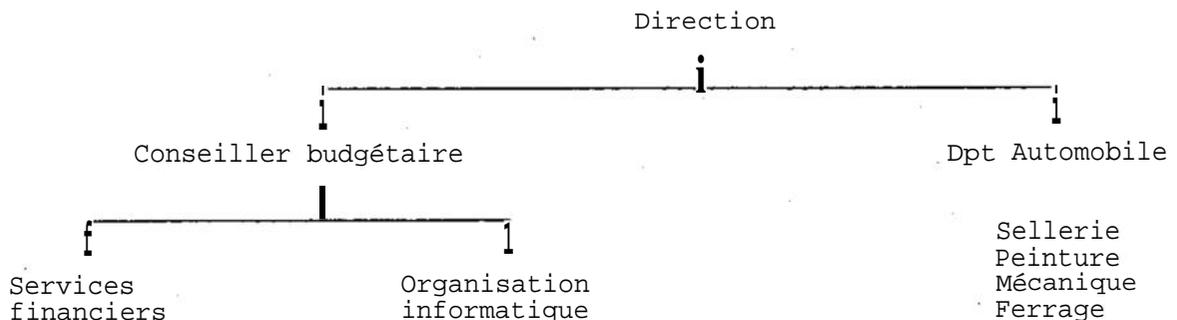
En tombée de chaîne mécanique le véhicule est en principe prêt à l'utilisation.

1.2.5 - Finition

Le véhicule est essayé et les éventuels retouches sont effectuées avant la livraison au commercial.

2 - COMMENT EST NEE LA DEMANDE

2.1 - L'organigramme ci-après montre les liaisons hiérarchiques entre l'informatique et les fabricants.



2.2 - Le service organisation-informatique comporte environ 45 personnes.

Il utilise du matériel IBM dont les caractéristiques techniques sont les suivantes :

- 2 x 4341-2 Modèle 8 Méga
- 8 milliards d'Octets en ligne
- 2 contrôleurs Télécom. 3705
- 200 terminaux 3278 (écran) et 3287 (imprimante)

Il y a 1 machine DOS natif et 1 machine VM/CMS qui gère APL.

Le service dispose en outre d'autres matériels non IBM qui gèrent par exemple :

- le suivi véhicule,
- l'édition des étiquettes d'ailes.

2.3 - Le département automobile regroupe environ la moitié de l'usine. Il assure l'ensemble des opérations de montage depuis l'assemblage général ferrage jusqu'à la mécanique.

La production théorique du département est de 1 500 véhicules/jour, son stock tampon est de 150 véhicules, le travail s'effectue en deux équipes.

Le département automobile doit faire face aujourd'hui à plusieurs problèmes.

Complexité de la gamme produit

- 2 véhicules en fabrication R 9 et R 11 ; des quantités importantes de versions dans chaque modèle.

Variations fortes et rapides des programmes

- Le marché oscille fortement, sa saisonnalité est importante et l'usine doit s'adapter.

Utilisation optimale de moyens techniques puissants et coûteux

- L'usine a une technologie avancée ; mais cette technologie exige d'être gérée de façon très précise pour être efficace au mieux.

Contraintes économiques

- La concurrence est très rude, les approvisionnements doivent être faits au plus court.

Coordination parfois difficile de métiers aux exigences contradictoires : Peintre - Sellier - Mécanicien - Tôlier.

Le département a été ainsi conduit à se doter d'un système d'information évolutif, cohérent, directement utilisable par les fabricants.

Le département a défini un schéma directeur des actions à entreprendre et s'est tout naturellement tourné vers le service Organisation - Informatique de l'Usine.

Ce dernier constatant la spécificité de la demande des fabricants et n'ayant pas par ailleurs de personnel disponible, à ce moment, a demandé la collaboration du service central Organisation et Informatique.

Cet article traite d'un projet réalisé dans le cadre de ce travail : la mise en place d'un système d'aide à la décision en matière de lancement et d'ordonnancement des véhicules.

3 - LANCEMENT - ORDONNANCEMENT

3.1 - Lancement

C'est l'opération qui consiste à sélectionner la production d'une journée parmi les N véhicules du portefeuille de l'usine.

Cette opération est quotidienne.

Le portefeuille de l'usine, ou précarnet, contient la description d'environ 10 000 véhicules à fabriquer.

Exemple :

- R 9 : Rouge, diesel, sièges cuir, ...
- R 11 : Bleu, essence, toit ouvrant, boîte 4, ...

La sélection, environ 1 500 véhicules, se fait en tenant compte des contraintes du moment ; ce sera par exemple :

- Etat des stocks {excès de boîte automatique ou manque de moteur diesel}.
- Effectif disponible sur chaîne (si il y a beaucoup d'absent les véhicules complexes ne peuvent être montés correctement).
- Etat des installations (il faut éviter les peintures foncées en début de semaine).
- Climat social

Ces contraintes sont exprimées par les divers services impliqués dans la fabrication et sont centralisées par le responsable du lancement.

Voici un exemple d'une série de contraintes de lancement

EPI 35 = il faut que le lancement du jour contienne 35 voitures EPI

Piste 15 = il faut que le lancement du jour contienne 15 voitures Piste

Le système va alors, après calcul, proposer une solution au chef du lancement.

Ce dernier analyse la solution proposée, éventuellement modifie des contraintes et refait une simulation de lancement, ou valide la solution proposée qui devient le lancement du jour.

Une opération de sélection dure environ 1 minute. L'opérateur peut donc se livrer en 1 journée à une très grande quantité de simulations de lancement.

3.2 - Ordonnancement

Le lancement du jour étant fait, il faut maintenant placer les véhicules dans la journée en lissant au mieux les charges de fabrication.

Supposons par exemple que les 1 500 véhicules du lancement contiennent 40 toits ouvrants, 200 diesel et 50 BVA (boîte automatique).

Les contraintes de fabrication peuvent être :

- faire 15 lots de 100 voitures
- répartir les BVA sur les 2 premiers lots
- répartir, à l'intérieur de chaque lot, les véhicules de façon homogène

L'opération d'ordonnement va trier les 1 500 véhicules, ordonner les 1 500 véhicules en fonction de ces contraintes.

3.3 - Exemple de simulation de lancement

La page suivante montre un écran de fin de simulation pour le lancement 83075 (mercredi 16 mars 1983).

La première ligne de l'écran se lit ainsi :

Pour les véhicules EPI (R 11 TSE Electronic) il y a :

- 306 véhicules pouvant être lancés dans le précarnet
- 35 véhicules demandés par l'utilisateur
- 35 véhicules effectivement sélectionnés par le système

Quand ces deux dernières valeurs sont différentes le système affiche une étoile en regard de la ligne. C'est le cas de la ligne 2 où l'utilisateur demande 15 véhicules ayant l'équipement "piste" quand le système ne peut en sélectionner que 2.

3.4 - Exemple d'un lot de fabrication

La page suivante représente un écran de visualisation des lots de fabrication après ordonnancement.

C'est le lot n° 1 qui est visualisé.

La seconde ligne de l'écran se lit ainsi :

- Pour la famille de fabrication définie par R 11 5 et E1 (R11, 5 portes, Equipement E1) il y a 18 véhicules dans le premier lot répartis en :

- 2 ayant le moteur M1
- 10 ayant le moteur M2
- 6 ayant le moteur M3
- 0 ayant le moteur M4

R.N.U.R. DOUAI LANCEMENT POUR QUANTIEME : 83075

	DISPO.	DEMANDES	LANCES	
EPI	306	35	35	
PISTE	2	15	2	*
ECOLE	102	30	30	
R9&BVA	227	40	40	
MAUBEUGE	130	120	120	
RI1 3&M1	509	22	22	
R11 3&M2	851	68	68	
R11 5&M1	383	30	30	
R11 5&M2&E1	285	30	30	
R11 5&M2&E2	1716	130	130	
R11 5&M3&E2	241	70	70	
R11 5&M3&E4&SABLE	19	40	19	*
R11 5&M3&E4	838	60	60	
R9&M1	182	100	100	
R9&M2	313	290	241	*
R9&M3	506	360	309	*
R9&M4	448	110	110	

NOMBRE DE VEHICULES SELECTIONNES POUR QUANTIEME 83075 : 1170

VALIDATION = PI, ABANDON = P12

EXEMPLE DE LANCEMENT

MIXAGE DES VEHICULES DU LANCEMENT 83075 LOT 1/12					
	M1	M2	M3	M4	TOTAL
R11 5&E1 = 1	0	3	0	0	3
R11 5&E2 = 2	2	10	6	0	18
R11 5&E4 = 3	0	a	5	0	5
EPI = 4	0	0	0	0	0
R11 3&E1 = 5	2	0	0	0	2
R11 3&E2 = 6	0	6	0	0	6
R11 = 7	0	0	0	0	0
MAUBEUGE = 103	0	0	10	0	10
TO = 105	0	0	0	0	0
PISTE < 110	0	0	0	0	0
CA = 120	0	0	0	0	0
GFR = 130	0	0	0	0	0
BVA = 140	0	0	3	0	3
ECOLE = 150	0	3	0	0	3
DD = 160	0	12	1	0	13
ITALIE = 170	9	0	0	4	13
ALLEMAGNE = 180	0	2	0	2	4
HDGP, HDGT, HDGU,	0	0	11	1	12
AUTRES = 191	0	4	1	3	8
TOTAL	13	40	37	10	100

LOT PRECEDENT = P1, LOT SUIVANT = P2, ABANDON = 12

EXEMPLE D'UN LOT DE FABRICATION

4 - RESULTATS

4.1 - Lancement et ordonnancement

Avant :

Chaque véhicule est représenté dans l'ancienne configuration par une carte perforée. Le précarnet est de ce fait un paquet d'environ 10 000 cartes.

Chaque véhicule est décrit sur la carte selon une codification complexe ; par exemple : L42M4 = R 9 Diesel.

Lé lancement est fait par 2 personnes qui extraient 1 500 cartes du précarnet. Ces agents ne prennent en compte que 3 ou 4 contraintes élémentaires. Par exemple, on veut :

- 40 toit ouvrant,
- 20 diesel.

L'ordonnancement est réduit au minimum. On répartit les véhicules selon le code moteur.

Ces opérations ne sont faites qu'une fois. Il n'y a ni possibilité de simulation, ni d'analyse détaillée.

Elles durent une journée.

Après :

Le responsable du lancement simule un lancement selon un nombre quelconque de contraintes complexes (voir l'exemple de lancement au paragraphe 3).

Chaque simulation dure 1 minute.

L'ordonnancement prend en compte toutes les contraintes des fabricants. Sa durée est d'environ 2 minutes.

4.2 - Connaissance du précarnet et des lancements

Avant :

On ne peut avoir qu'une connaissance rudimentaire du précarnet. Il est pratiquement impossible de faire la moindre analyse de détail, comme par exemple d'analyser la répartition des voitures selon :

- les teintes carrosserie en lignes,
- les moteurs en colonnes.

Ces remarques sont valables pour toute population de véhicules (lancement, lot de fabrication, ...).

Après :

Toute analyse peut être satisfaite. Une analyse croisée moteur x peinture ne prendra guère plus de 10 secondes.

L'exemple suivant montre une analyse croisée où l'opérateur a défini lui-même ses critères d'analyse.

La première ligne se lit ainsi :

Il y a 632 R9 à moteur diesel, dont :

- 3 sont TO (toit ouvrant) ou BVA (boîte automatique)
- 632 sont BR (bonne route) ou DG et TEMP (direction gauche et tempéré)
- 389 ont une peinture vernie
- 365 sont CPEM (condamnation électromagnétique des portes).

4.3 - Coûts et gains

Voici très brièvement les coûts et les gains :

Coûts

Développement : 4 mois/homme

Exploitation : 14* CPU/jour
6 % TP

Gains

2 postes supprimés

Lissage des fabrications (exemple suppression des ruptures intempestives de teintes en atelier de peinture).

Précision et fiabilité très grandes du lancement.

Connaissance totale de la fabrication d'une journée.

Les fabricants connaissent en détail les véhicules qu'ils vont devoir fabriquer avec un délai supérieur à 2 journées.

R.N.U.R. DOUAI ANALYSES CROISEES PAR CRITERES, NOMBRE DE VEHICULES : 8823					
		TO ,BVA	DG&TEMP ,BR	VERNI	CPEM
DIESEL&R9	: 632	3	632	389	365
ESSENCE&R9	: 1162	266	1054	671	494
RI1 3	: 2119	1	2116	1040	0
R11 5	: 4900	88	4895	2841	1188
		358	8707	4943	2047
ABANDON = PI2					

5 - METHODES EMPLOYEES

5.1 - Principes de travail

L'élaboration de ce système a fait appel à des méthodes originales.

Nous avons voulu promouvoir une nouvelle informatique en réaction contre une informatique classique plus lourde et plus procédurière.

Les principes suivants ont guidé le travail de conception et d'élaboration du produit.

- Ne pas perturber les habitudes de travail de l'usine

On peut ainsi intégrer en douceur le système. Il ne sera pas ressenti comme dérangeant. Le rejet est réduit.

- Rester cohérent avec les systèmes actuels

Le système ne doit pas être "perturbant" du point de vue technique. Il doit s'insérer sans problème dans les traitements courants.

- Conduire l'évolution vers les méthodes futures de travail

Le système doit s'intégrer en douceur, mais il ne faut pas se limiter à une automatisation de procédures *existantes* il faut profiter de l'occasion pour orienter les procédures vers les méthodes futures de travail.

5.2 - Moyens utilisés

Le choix des moyens dans une telle démarche n'est pas du tout indifférent.

Les moyens doivent permettre au mieux l'application des principes 5.1.

Nous avons programmé la majeure partie de l'application en APL sous VM/CMS.

Cette programmation a été faite dans le cadre d'un environnement de programmation APL qui contient :

- des bibliothèques d'outils de développement,
- des règles méthodologiques de structuration des programmes.

Le développement a demandé 4 mois/homme.

Après avoir vu les principes qui ont guidé une telle réalisation et les moyens utilisés nous étudions maintenant les méthodes mises en oeuvre :

- Méthode de développement
- Méthode de programmation

5.3 - Méthode de développement

Cette méthode tient en 4 points :

- Dialogue constant avec l'utilisateur
- Réalisation par approximations successives (maquettage)
- Application construite sous les yeux de l'utilisateur
- Temps de réalisation très court

On procède par maquettes successives. Chaque maquette correspond à une étape ou à une fonction du projet et est proposée à l'utilisateur.

La maquette est éventuellement modifiée suivant les directives de l'utilisateur. Sinon la maquette est validée par l'utilisateur. Ce dernier voit donc l'application se construire sous ses yeux. Il participe au design ; il est présent à tous les stades de la réalisation.

Enfin, l'utilisation d'APL et de méthodes rigoureuses de programmation conduit à des temps de réalisation très courts (cf. 5.4).

On obtient un produit "sur mesure", un produit qui colle au besoin et à l'utilisateur et est donc accepté sans difficulté.

Cette méthode permet de vendre un système sur pièces et non sur plan, comme dans une démarche plus classique.

5.4 - Méthode de programmation

Elle a été développée au sein de la Direction Industrielle.

Le programmeur dispose d'outils de développement :

- Modules de gestions de fichiers ou d'écran
- Modules de saisies sur écran

et de règles de programmation qui le guident dans son utilisation de ces outils.

On obtient un système qui est :

- modulaire et paramétré, d'une évolution très facile, capable de s'adapter à de nouvelles exigences des utilisateurs,
- programmé avec des fonctions outils usuelles et selon des normes écrites et officielles. La maintenance est aisée,
- autodocumenté.

Le système ainsi développé est portable d'une usine à l'autre, assure une certaine diffusion des techniques entre les usines. Il pourra en outre conduire les évolutions vers les méthodes futures de travail.