

L'ATELIER FLEXIBLE, UNE ÉTAPE VERS L'USINE INTÉGRÉE

par C. J. EMERY
LAND ROVER LTD

et

J. PATAILLOT
INGERSOLL ENGINEERS FRANCE

1 - Le thème "d'usine intégrée du futur" n'est pas nouveau, mais les progrès très importants des technologies de production font que ce futur est de plus en plus proche.

Les développements récents des techniques rendent bien souvent les usines actuelles obsolètes et nécessitent une autre approche dans la conception des unités de fabrication où l'ordinateur et la micro-électronique jouent naturellement un rôle fondamental. Mais il ne faut pas dans cette démarche, négliger les hommes : leur attitude et la "philosophie" avec lesquelles ils abordent ces évolutions conditionnent leur succès.

Dans l'usine intégrée de demain, l'atelier flexible n'en sera qu'une des pièces, et l'informatique aura un rôle prédominant et sera le lien entre tous les systèmes.

L'usine intégrée regroupera l'ensemble des activités de production, c'est-à-dire : la conception, les méthodes et programmation machines, les manutentions, le contrôle de production, la qualité, les achats de pièces finies, de matières et d'outils, le suivi des coûts, les ventes et la formation du personnel.

Ces différentes activités peuvent se partager en trois dominantes :

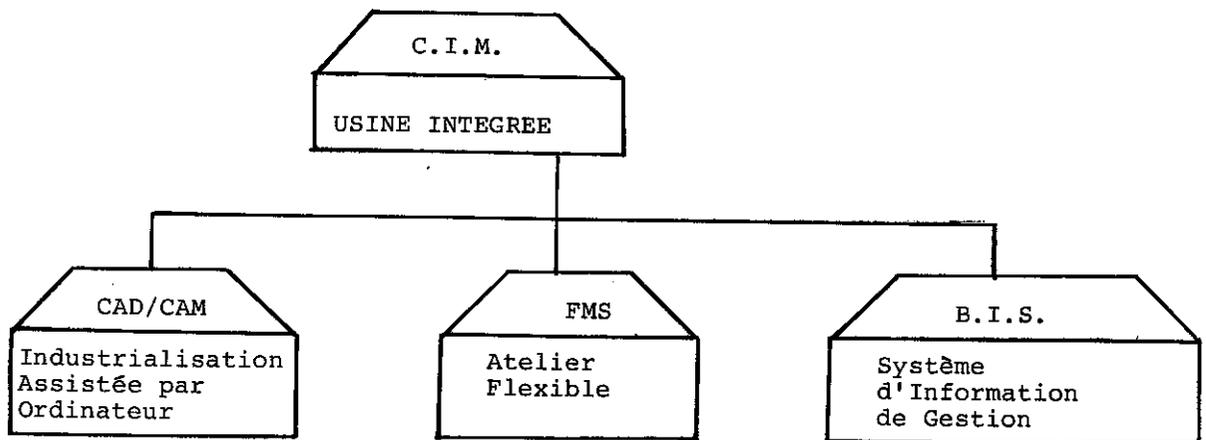
- l'Industrialisation Assistée par Ordinateur (IAO). Cela concerne les tâches de Conception et de Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO).

C'est concevoir un produit sur un écran en tenant compte des contraintes de matière et des disponibilités d'équipement. Le logiciel de l'ordinateur traduit le produit conçu en une liste de pièces. Les ingénieurs de production établissent la gamme de fabrication à l'aide de l'ordinateur, en utilisant les mêmes données que l'ingénieur de conception. Les programmes de pièces sont ensuite générés pour piloter les machines-outils à commande numérique (NC ou DNC).

- Le Système d'Information de Gestion, qui utilise l'ordinateur non seulement au jour le jour pour des activités administratives et financières, mais aussi pour coordonner les opérations de contrôle à travers les systèmes d'approvisionnement, de production et de suivi des stocks. Lorsque le système d'Information de Gestion est relié au système CAO/FAO, une commande client, par exemple, peut être simulée sur ordinateur pour déterminer son coût et sa rentabilité avant d'être acceptée ou non.

- Les Ateliers Flexibles enfin. Les commandes seront transmises à l'ordinateur de contrôle des systèmes, ainsi que les programmes de pièces. Alors, les pièces seront automatiquement fabriquées selon les besoins, avec l'aide de micro-ordinateurs contrôlant la manutention, les opérations de production, l'assemblage, les essais, et le conditionnement. De même, un système assurera la programmation en temps réel de l'atelier.

L'usine intégrée (Computer Integrated Manufacturing) est ainsi composée :



2 - L'EXPERIENCE DE BRITISH LEYLAND

Des sociétés, naturellement, se sont engagées dans la voie de l'usine intégrée. La difficulté réside dans l'intégration des différents systèmes acquis à des moments différents, et pas toujours cohérents entre eux. Un planning de compatibilité requiert une "architecture" pour l'ensemble des systèmes de la société, qui permet une mise en place de modules qui pourront fonctionner isolément avant d'être intégrés dans le système global. Cette approche est essentielle pour assurer à l'atelier flexible tout le succès et les profits que l'on est en droit d'escompter.

BRITISH LEYLAND fait partie de ces sociétés qui se sont lancées dans l'installation d'Ateliers Flexibles, avec un volonté d'intégration des différentes fonctions de l'usine.

C'est particulièrement le cas pour son usine d'assemblage moteurs Land Rover à Solihull, en Angleterre.

En exploitation depuis 1980, cette usine fait partie des unités d'assemblage les plus modernes en Europe.

Dans la réalisation de cette usine automatisée et informatisée, les techniques et les technologies les plus récentes ont été utilisées pour le magasinage automatique, les manutentions, les essais moteurs, la programmation, l'ordonnancement et le suivi de production. Plus de 70 mini-ordinateurs et micro-processeurs contrôlent les installations et les fonctions opérationnelles de l'usine, par l'intermédiaire de plus de 100 terminaux installés dans les ateliers. Ils sont un des éléments importants du système de gestion des informations totalement intégré, constitué de modules individuels et autonomes.

2.1 - La production et les objectifs de LAND ROVER

C'est en prévision des nouveaux besoins du marché (variétés, coûts et qualité) que des efforts ont été envisagés par British Leyland pour améliorer la productivité des ateliers existants et investir dans des usines de production du futur.

Pour ce faire, Land Rover a entrepris de transformer son usine de North Works à Solihull, en une unité de production de moteurs moderne et sophistiquée.

Cette usine produit des moteurs, essence ou Diesel, à 5 paliers de 2,25 litres de cylindrée en 9 versions de base et 62 variantes courantes et 300 autres potentielles, soit 400 pièces différentes.

Sa capacité de production est de 2 000 moteurs par semaine (en 2 équipes).

La réalisation de cette nouvelle unité de production devrait répondre à un certain nombre d'objectifs. Parmi ceux-ci :

- assurer les améliorations du produit, pour satisfaire la future législation et rester techniquement compétitif;
- augmenter la capacité de production pour permettre à Land Rover de conserver sa première place de fabricant de véhicules 4 x 4;
- introduire des méthodes de production et des moyens basés sur "l'état de l'art" technologique pour améliorer l'efficacité de l'usine et la qualité du produit;
- contenir l'investissement à l'intérieur d'une enveloppe strictement contrôlée sans sacrifier la qualité du produit ou la flexibilité de la production;
- améliorer l'espace, l'éclairage et les conditions de travail;

Mais l'objectif principal était de développer une usine qui dépendrait à peu près entièrement des ordinateurs et de l'électronique mais qui, en plus devrait continuer à produire si l'un ou l'autre de ces éléments tombait en panne.

Aussi les systèmes informatiques furent-ils développés en trois modes-maintenance, manuel et automatique. C'était non seulement satisfaire les exigences opérationnelles de l'usine par une fiabilité maximum, mais c'était aussi se donner la possibilité d'implanter les logiciels indépendamment les uns des autres et de les utiliser de façon autonome avant de les intégrer dans l'ensemble.

2.2 - Description des moyens

L'usine comprend :

- Un atelier d'usinage pour les pièces principales (blocs, chapeaux de palier, culasses, vilebrequins et bielles);
- Un magasin automatique (matières brutes, pièces finies d'usinage ou achetées);
- Des lignes d'assemblage moteurs,

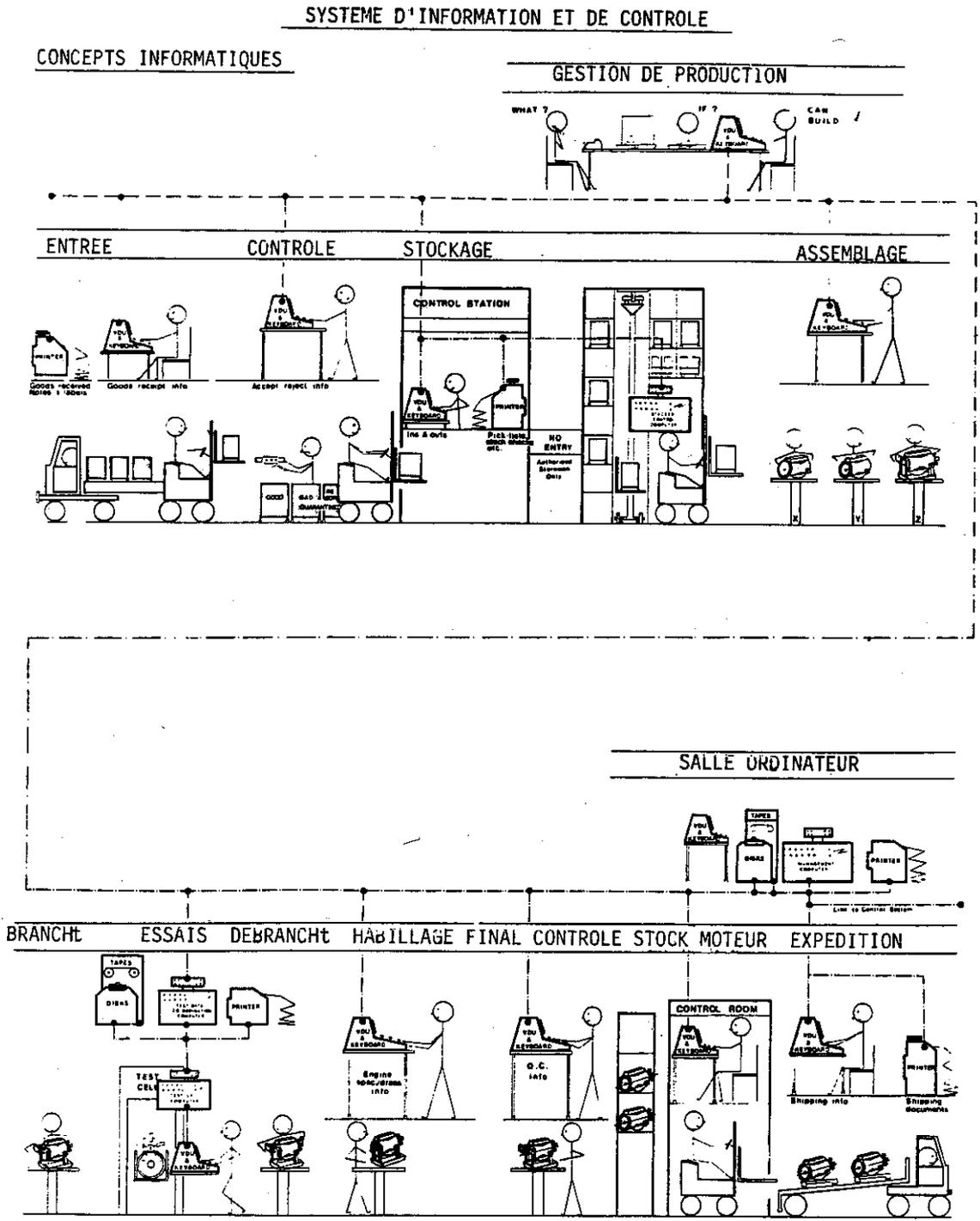


Fig. 1. — Moyens/intégration et hiérarchie du système.

Au niveau des spécifications, une grande attention a été apportée, non seulement pour déterminer les interfaces avec les systèmes existants, les besoins de contrôle opérationnel du magasin et de l'usine, mais aussi sur les procédures de rechange en cas de défaillance pour ne pas interrompre la production.

C'est le cas dans l'adoption d'une technique informatique sophistiquée dans l'atelier, qui permet, par exemple, d'utiliser le magasin automatique pour alimenter la production, même si des ordinateurs tombent en panne; la ventilation des pièces individuelles dans plusieurs secteurs - la multiplication des circuits à travers le système de convoyage - la possibilité d'isoler les défauts au niveau élémentaire, signifient moins de problèmes de livraison des pièces et de délai lors d'incidents.

En résumé, le magasin procure un maximum de sécurité pour les pièces, un suivi des stocks en qualité et quantité, concourant à faciliter les activités d'assemblage.

2.2.b Assemblage des moteurs

L'assemblage moteurs est lié aux enregistrements des stocks, via un programme "Can Build" qui est fait journallement pour identifier les besoins nécessaires des 24 heures suivantes.

Les programmes journaliers, multipliés par la liste des pièces par type de moteurs à assembler, permettent de vérifier que toutes les pièces nécessaires sont disponibles, et de les réserver. Dans le cas où des ruptures de stock sont décelées, des programmes de montage révisés sont générés pour éviter l'assemblage des moteurs incomplets. Ces pièces sont alors sorties du magasin en procédure spéciale et livrée aux zones de montage.

Des crayons cathodiques sont utilisés dans l'ensemble de la zone d'assemblage pour enregistrer en direct les besoins, ce qui permet de fixer les priorités aux magasins et de réapprovisionner auprès des fournisseurs.

L'implantation de l'aire d'assemblage est fortement influencée par la nécessité de gérer la grande variété de moteurs, et d'avoir un délai de montage très court grâce à un pré-assemblage maximum. Un autre point important est la qualité d'assemblage des moteurs. Dans ce but, les pièces finies sont livrées sur des zones précises le long de la ligne, via des machines à laver et avec des moyens de manutention appropriés pour éviter les dommages.

Le contrôle en assemblage et sous-assemblage est complété par l'utilisation d'équipements dynamométriques et d'étanchéité permettant de déceler très tôt les problèmes, évitant ainsi d'ajouter de la valeur à des moteurs incorrects.

L'aire d'assemblage moteurs comprend trois zones principales. La première est une ligne de 150 m. avec convoyeur au sol (à écailles), qui assure une grande accessibilité et permet l'utilisation d'outillages multiples. Tous les moteurs, Diesel et essence, passent par cette ligne qui se trouve en ambiance propre pour assurer la qualité du montage. Les 2^e et 3^e zones, d'une trentaine de mètres - spécialisées essence ou Diesel, mais avec la possibilité de les doubler si nécessaire - utilisent un convoyeur aérien qui évacue ensuite les moteurs vers les zones d'essais et de finition.

La configuration finale de la zone d'assemblage fut déterminée après considération de plusieurs options, parmi lesquelles des systèmes non synchronisés.

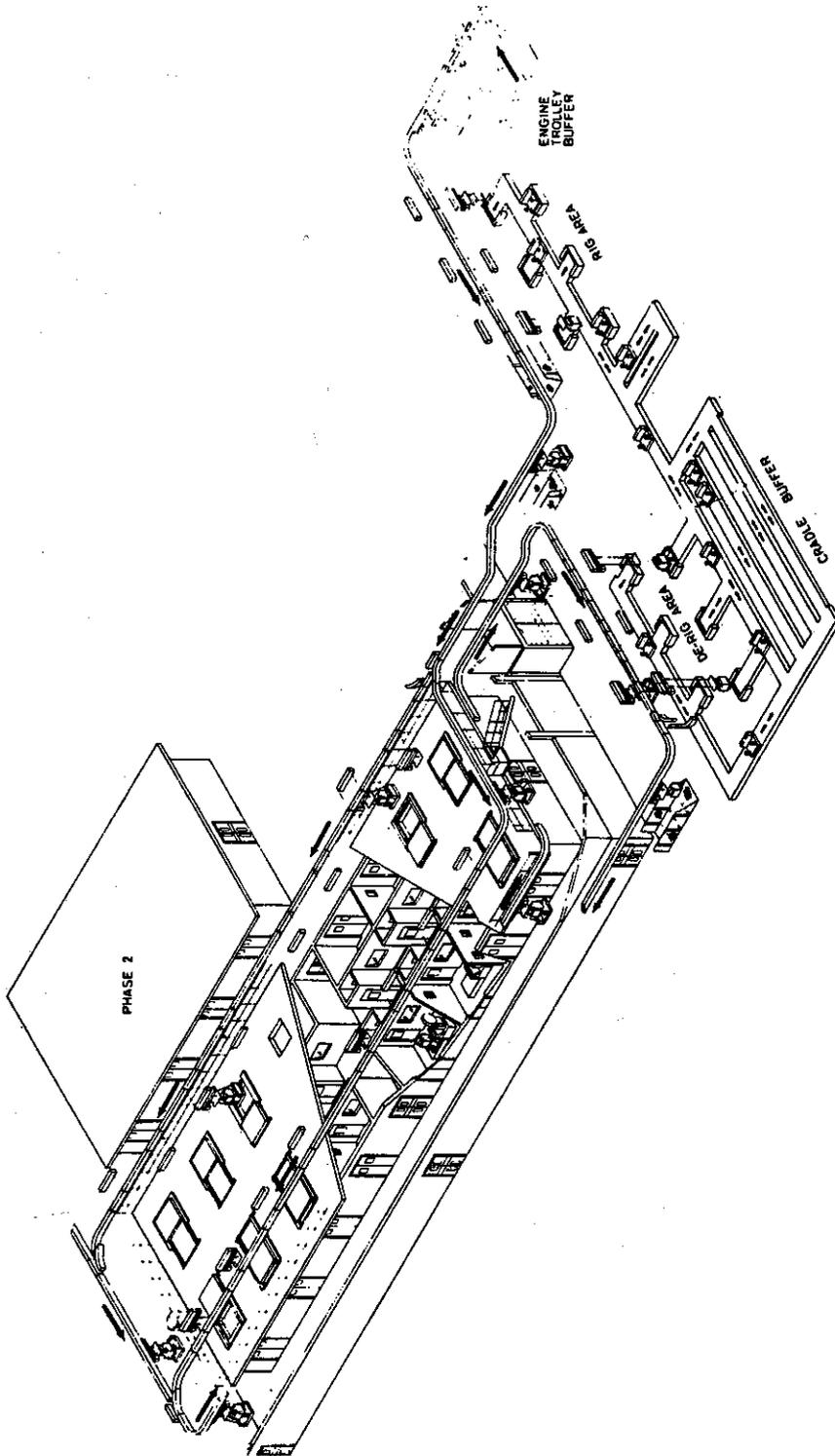


Fig. 3. — Système de manutention et atelier des essais.

La solution retenue permet :

- un bon contrôle de production dans une relative grande variété;
- une bonne utilisation de la main-d'oeuvre;
- une grande flexibilité encaissant les fluctuations de la production (essence/Diesel et CKD/built-up);
- une intégration avec les autres moyens de production, améliorant ainsi le niveau de qualité des produits.

2.2.c Manutention des moteurs

Le système de manutention des moteurs est l'élément clé dans l'intégration des opérations d'assemblage et des essais. (voir figure 3).

C'est un système évolué de monorail aérien et de trolleys motorisés qui transporte les moteurs au travers des installations, sous contrôle total de l'ordinateur, de la première opération d'assemblage à l'opération de protection avant expédition.

Le monorail est long de plus d'un kilomètre, et il existe 200 trolleys chacun équipé de son propre palan pour procurer le maximum de flexibilité à l'ensemble, une grande stabilité, et pour limiter les investissements en ascenseurs/descenseurs, toujours coûteux.

L'utilisation des sections de transfert latéral donne à la zone de montage une efficacité maximum en limitant les interférences durant les activités hors ligne. Vouloir atteindre moins de 1% de perte d'efficacité a nécessité une simulation détaillée lors des étapes de conception.

Tous les trolleys sont identifiés et suivis à travers l'atelier par l'ordinateur qui enregistre en temps réel :

- le type de moteur, sa position et son état,
- les valeurs de performance;
- la maintenance et les pertes de temps.

Les informations de gestion du système sont disponibles sur des unités (écrans standard, en couleur) donnant les circuits du produit et le système de manutention complet, fournissant ainsi rapidement toute information sur un problème éventuel et permettant des actions correctives immédiates.

Dans l'éventualité d'une défaillance de l'ordinateur, le système de manutention peut être mis en mode semi-automatique, par l'introduction d'un nombre limité d'informations à des points de décision stratégiques.

La logique de contrôle de la zone locale permet la poursuite de la production.

Le système de manutention des moteurs utilisés (trolleys motorisés) donne un haut niveau de flexibilité opérationnelle et de contrôle, et permet d'obtenir un délai court de production.

2.2.d Essais moteurs

Le moteur, après assemblage, est dirigé (après attente dans une zone de stockage d'une capacité d'environ 100 moteurs) vers une aire de préparation avant essais, où il est chargé sur un berceau pour minimiser son temps d'immobilisation en cellule. Ce temps est encore réduit par la réalisation d'autres opérations à ce poste de préparation (remplissage d'huile chaude par exemple) ainsi que par un bon niveau de qualité à l'assemblage.

Les cellules, au nombre de 20 pour la production, et de 4 pour les tests spéciaux, sont capables d'accepter chaque type de moteur, essence ou Diesel, au hasard.

Le moteur et son berceau sont amenés par le système de manutention à une station de chargement/déchargement au dessus de chaque cellule via des transferts latéraux qui les déplacent hors ligne.

Le moteur est descendu dans la cellule au travers d'une trappe dans le plafond, et est déposé sur le banc. L'arrimage final, commencé par l'opérateur, est fait sous contrôle, au moyen d'un plateau de connexion (eau, essence ou fuel, puissance et échappement).

Tous les moteurs sont alors soumis à un cycle de tests automatiquement séquencés qui ne requiert que peu d'interventions manuelles. Ce cycle permet de contrôler la performance des moteurs selon des paramètres prédéterminés. Ces paramètres sont visualisés sur des écrans, et des ajustements sont alors possibles pour atteindre les spécifications.

Le système informatique hiérarchisé comporte un microprocesseur pour 2 bancs d'essais (1 par banc pour les 4 bancs spéciaux) fournissant un grand nombre de valeurs et paramètres.

L'ordinateur de gestion communique à l'atelier des bancs d'essais des informations sur les moteurs à tester. Il fournit par ailleurs des analyses statistiques, des rapports d'essais et des informations de gestion.

L'atelier des essais a fait appel aux techniques modernes disponibles, pour tester des moteurs en production. De plus, tous les bancs incorporent des possibilités de diagnostics très évolués, qui non seulement améliorent le flux et la qualité des informations, mais sont un investissement pour le futur, face aux changements techniques très rapides dans le monde. Ils permettront des améliorations ultérieures au niveau des performances comme par exemple les tests de chaleur - amélioration que les moyens actuels permettront de prendre en compte.

2.2.e Finition moteurs

Après les tests, les moteurs sont conduits vers une zone où ils sont séparés de leur berceau. Pour l'exportation, les moteurs sont vidangés et reçoivent une application interne de produit neutralisant.

Tous les moteurs sont ensuite envoyés vers l'habillage final où ils sont équipés en fonction de leur destination et usage : assemblés directement sur les véhicules ou pour le marché CKD.

Les moteurs à retoucher sont envoyés vers une zone spéciale. Les informations et instructions ont été acheminées directement par les ordinateurs des tests.

Les moteurs destinés au montage des véhicules sont finalement repris du système de manutention aérien avant l'opération de protection et sont expédiés.

2.3. L'intégration des systèmes

Nous avons vu que l'ensemble des équipements d'assemblage, stockage et de tests étaient interdépendants, grâce à l'informatique. Les logiciels principaux développés sont les suivants :

AUTOSTORE : Les moyens de stockage automatique sont gérés et contrôlés par ordinateurs et combinés avec un système de convoyeurs et de transport très sophistiqué, permettant de sortir et d'acheminer les pièces au moment où l'on en a besoin. C'est un moyen hautement efficace capable de faire des évaluations très rapides et de choisir de stocker une pièce sur une palette ou de l'expédier immédiatement au poste de travail. Le système gère également l'inventaire du magasin.

AUTOROUTE : Un système qui combine les ordinateurs, le contrôle des moyens de production et de transport pour véhiculer les matières et les pièces vers la ligne d'assemblage et déclencher les décisions d'AUTOSTORE.

INSPECTOR : Un système qui permet aux contrôleurs d'entrer les valeurs des défauts en utilisant des crayons cathodiques. En réponse à cette information, INSPECTOR utilisera AUTOROUTE pour diriger le moteur vers les opérations suivantes ou vers la zone de retouches.

CANBUILD : Un système qui établit, sur la base d'un jour, le meilleur programme de production à exécuter. La décision finale reste du ressort du gestionnaire, mais l'ordinateur, automatiquement "dévisse" une proposition de programme au niveau des composants, fait un contrôle de la disponibilité de chaque pièce en interrogeant AUTOSTORE et répond, en donnant les informations suffisantes au gestionnaire, pour établir un programme qui donnera le maximum de capacité de construction de moteurs.

TARDIS : Un système d'enregistrement des temps opératoires et des attentes, qui, en plus de fournir un support essentiel aux systèmes "personnel" et "paie", procure instantanément des informations sur l'engagement de main-d'oeuvre aux responsables de l'usine, leur permettant de réagir rapidement en fonction des programmes et objectifs de production.

Chaque système implanté chez Land Rover est affecté à une fonction spécifique, et comprend deux unités, l'une étant en attente, en cas de défaillance de la première. Et si les deux devaient tomber en panne, cas extrêmement rare, il y a deux niveaux d'opérations pour sauvegarder les informations avant que le système ne s'arrête totalement.

2.4. Conclusion sur cet atelier flexible

Depuis son démarrage, les installations de cet atelier ont permis l'assemblage de familles de moteurs de nombreux types, à l'unité ou en petites séries.

Mais actuellement, Land Rover en est à la deuxième étape d'utilisation de son atelier flexible, car de nouveaux moteurs d'une famille très différente de celles retenues à l'origine, viennent d'y être introduits.

C'est l'illustration que ce type d'installation, conçu avec une démarche et une philosophie de "flexibilité", autorise la réalisation aisée de produits futurs non identifiables à l'origine.

Land Rover Ltd a pu mesurer cet avantage.

