

LE SI DE L'ENTREPRISE DE TRANSPORT AERIEN

PLAN

1. L'entreprise de transport aérien
 - 1.1. Les caractéristiques du transport aérien
 - 1.2. Une courte histoire riche en péripéties
 - 1.3. Nature et fonction de l'Entreprise de Transport Aérien
 - 1.4. Le Système d'Information de l'Entreprise de Transport Aérien

2. Le Système de Gestion "Prévision - Programmation"
 - 2.1. Objectifs du Système de Gestion
 - 2.1.1. Un premier objectif : Prévoir
 - 2.1.2. Un second objectif : Programmer
 - 2.2. Les contraintes : celles du marché du transport aérien
 - 2.3. Les ressources pour le choix d'une stratégie
 - 2.4. Les résultats attendus
 - 2.4.1. Les prévisions de trafic
 - 2.4.2. Le Programme
 - 2.5. Les entrées
 - 2.6. Processus
 - 2.7. Les outils du Système de Gestion
 - 2.7.1. Le sous-Système de Gestion de la prévision
 - 2.7.2. Le sous-Système de Gestion de la programmation

3. Le Système de Gestion des "Ressources Humaines"
 - 3.1. Champ d'application de la Gestion des Ressources Humaines : Objectifs du Système de Gestion
 - 3.2. Les contraintes
 - 3.2.1. Les différents aspects de la gestion des Ressources Humaines
 - 3.2.2. Les techniques de la gestion des ressources humaines
 - 3.2.3. Contraintes liées à la rémunération
 - 3.2.4. Contraintes liées à la manipulation d'informations sur des personnes physiques
 - 3.2.5. Les contraintes liées à certaines catégories de personnel
 - 3.3. Les ressources
 - 3.4. Les résultats attendus
 - 3.5. Les entrées
 - 3.6. Processus
 - 3.7. Les outils du Système de Gestion

4. Le Système de Gestion du "Matériel"
 - 4.1. Objectifs du Système de Gestion
 - 4.2. Les contraintes
 - 4.2.1. L'avion : de la machine au système
 - 4.2.2. Les étapes de l'évolution
 - 4.2.3. Acquérir le statut de système
 - 4.2.4. Un tableau de bord pour la gestion d'un système
 - 4.2.5. Généralisation de l'approche systémique
 - 4.2.6. Impact de l'évolution technologique sur les métiers de la maintenance :

l'exemple de l'avionique

- 4.2.6.1. Les premières générations d'équipements
- 4.2.6.2. La troisième génération : la numérisation
- 4.2.6.3. La quatrième génération : vers une intégration progressive

4.2.6.3.1. La première étape de cette intégration. L'Airbus A320.

4.2.6.3.2. La seconde étape de cette intégration. L'Airbus A330.

4.2.6.3.3. La troisième étape de cette intégration. Le B 777.

4.6.2.4. La nouvelle importance du logiciel

4.2.7. L'évolution des doctrines d'entretien

4.2.8. Bilan des contraintes

4.3. Les ressources

4.4. Les résultats attendus

4.5. Les entrées

4.6. Processus

4.6.1. Que faire ? La phase d'analyse des produits maintenus.

4.6.2. Comment le faire ? La phase d'analyse du processus d'entretien.

4.6.3. Quand le faire ? L'ordonnancement.

4.6.4. Avec quoi le faire ? L'approvisionnement.

4.6.5. Où le faire et qui va le faire ? Lancement et suivi d'avancement.

4.6.6. Le suivi des équipements révisables.

4.7. Les outils du Système de Gestion

5. Le Système de Gestion "Vente et Distribution"

5.1. Objectifs du Système de Gestion

5.2. Les contraintes

5.2.1. La motivation de l'acheteur

5.2.2. L'adéquation du produit au client

5.3. Les ressources

5.3.1. Un réseau de distribution

5.3.2. Ressources pour l'information et la réservation

5.3.3. Ressources pour la billetterie

5.3.4. La Base de Données du Système de Gestion "Ventes-Distribution"

5.4. Les résultats attendus

5.5. Les entrées

5.6. Processus

5.7. Les outils du Système de Gestion

6. Le Système de Gestion "Exploitation Jour J"

6.1. Objectifs du Système de Gestion

6.1.1. Les trois phases du jour J : Préparer, exécuter, mesurer

6.1.2. La préparation

6.1.3. L'exécution

6.1.4. L'évaluation

6.2. Les contraintes

6.2.1. L'embarquement de la charge marchande

- 6.2.2. La planification des ressources humaines
- 6.2.3. L'irrégularité des vols
- 6.2.4. Bilan des contraintes
- 6.3. Les ressources
- 6.4. Les résultats attendus
 - 6.6.1. Les résultats pour la préparation du Jour J
 - 6.6.2. Les résultats en temps réel
 - 6.6.3. Le bilan de la journée
- 6.5. Les entrées
- 6.6. Processus
- 6.7. Les outils du Système de Gestion
- 7. Le Système de Gestion des "Flux Financiers"
 - 7.1. Objectifs du Système de Gestion
 - 7.1.1. Comptabilités générale et auxiliaires
 - 7.1.2. Comptabilité analytique
 - 7.1.3. Comptabilité budgétaire
 - 7.1.4. Gestion des immobilisations
 - 7.1.5. Gestion de la Trésorerie
 - 7.1.6. L'analyse de la rentabilité
 - 7.1.6.1. La rentabilité économique
 - 7.1.6.2. La rentabilité financière
 - 7.1.7. La surveillance des équilibres
 - 6.1.5. Analyse de la rentabilité : Rentabilité économique et rentabilité financière
 - 7.2. Les contraintes
 - 7.2.1. Rigueur vis à vis des bailleurs de fonds
 - 7.2.2. Rigueur vis à vis des bailleurs de droits
 - 7.3. Les ressources
 - 7.4. Les résultats attendus
 - 7.5. Les entrées
 - 7.6. Processus
 - 7.7. Les outils du Système de Gestion
- 8. Les évolutions : une vision transversale, le recours aux ERP, l'externalisation
 - 8.1. Une nouvelle attention portée aux processus transversaux
 - 8.2. Le recours aux ERP
 - 8.2.1. Principes d'intégration
 - 8.2.2. La solution ERP
 - 8.2.3. L'exemple JDE
 - 8.2.4. L'exemple SAP
 - 8.2.5. Modèle d'entreprise
 - 8.2.6. Avantages des ERP
 - 8.2.7. Inconvénients des ERP
 - 8.2.8. Les acteurs du marché
 - 8.2.9. ERP et entreprises de transport aérien

8.3 Externalisation

- 8.3.1 Le concept Infogérance
- 8.3.2 Avantages et risques de l'infogérance
- 8.3.3 Evolution de l'offre infogérance
- 8.3.4. Offshoring. Nearshoring et Inshoring
- 8.3.5. Externalisation dans le monde du transport aérien

1. L'ENTREPRISE DE TRANSPORT AERIEN

1.1. Les caractéristiques du transport aérien

Aborder le problème de l'entreprise de transport aérien conduit à envisager deux approches possibles :

- Soit insister sur le caractère novateur, dynamique du transport aérien, en courant le risque de rechercher des solutions par trop particulières.
- Soit considérer qu'il s'agit d'un mode de transport banal, ayant la même nature et les mêmes problèmes que les autres modes, avec le risque de laisser échapper ce qui fait son originalité.

Il est vrai que le transport aérien est un mode de transport comme les autres :

- C'est un moyen de déplacer d'un point à un autre des biens et des personnes, en offrant certaines caractéristiques de délai et de coût d'acheminement.
- Il est soumis à des variations continues au niveau de la demande : horaires, journalières, mensuelles, saisonnières.
- Il se caractérise par l'existence de productions non stockables, et, par conséquent, par la perte irrémédiable des excès de capacité mis en oeuvre.
- Enfin, il est très étroitement lié à l'activité économique générale dont il est à la fois une condition et une conséquence.

Mais, le transport aérien est caractérisé par de multiples facteurs originaux :

- La jeunesse : le transport aérien sous sa forme industrielle est né voici soixante-cinq ans, juste après le second conflit mondial.
- La rapidité de l'évolution :
 - de 1950 à 1975, la technologie a permis de passer du transport de 50 passagers, à 350 km/h, sur des distances de 1500 km, aux "jumbo jets" et au transport supersonique ;
 - de 1975 à 2000, une nouvelle approche économique a permis et va continuer à permettre le passage d'un transport élitiste (représenté par Concorde) à un transport de masse (représenté par Airbus).
 - de 2000 à nos jours, le transport aérien est marqué par des crises graves (11 septembre 2001, crise économique de 2008), la montée en puissance des compagnies *low-cost* (Easyjet, RyanAir, etc.) et celle des compagnies des pays émergents.
- Le caractère ponctuel de l'infrastructure qu'il utilise (à l'image du transport maritime) et la possibilité considérable de souplesse qui en résulte sur le développement des réseaux.

Nous ne pouvons nous empêcher, à l'énoncé de ces critères, de songer à l'industrie informatique qui est la seule à subir une évolution comparable, en ce qui concerne la jeunesse, en ce qui concerne la "démocratisation" avec l'apparition des matériels et logiciels "Grand Public" et en ce qui concerne les crises (Eclatement de la bulle Internet, etc.)

Ces diverses caractéristiques, banales ou spécifiques, font du transport aérien un outil relativement fragile :

- Sa sensibilité à la conjoncture économique, que la clientèle soit d'affaires ou touristique.
- La difficulté de maîtriser les problèmes économiques en raison de luttes d'intérêts souvent contradictoires et d'implications au niveau politique.
- La complexité du réseau qui fait que la carence d'un maillon peut compromettre le bon fonctionnement de l'ensemble.

La maîtrise des technologies de pointe et la mise en oeuvre, au sol ou en vol, de moyens très sophistiqués côtoient des méthodes stratégiques et commerciales qui demeurent empiriques, marquées par des effets de mode dont la technique du "Hub" est un bon exemple.

Les investissements se mesurent en dizaines de milliards de dollars alors que les résultats nets sont dérisoires. L'inertie est considérable : plusieurs années s'écoulent entre la signature de la commande d'avions nouveaux et leur livraison. Ils sont ensuite utilisés quinze, voire vingt cinq ans.

D'avantage que d'autres secteurs économiques, l'aviation a eu du mal à maîtriser ses prix de revient. Tous les efforts de rationalisation et de productivité ont eu des effets minimes jusqu'à ce que la crise et la dérégulation conduisent à des solutions extrêmes, souvent très douloureuses sur le plan social.

Les deux principaux fournisseurs sur la gamme des avions à plus de 100 places (Boeing, Airbus) bénéficient des avantages propres à un duopole. Les salaires sont restés longtemps élevés. Les compagnies n'ont pas de maîtrise sur les postes pétrole et taxes. L'accès au marché est resté pendant longtemps extrêmement réglementé.

Pour toutes ces raisons, le transport aérien, depuis sa création, a navigué de crise en crise, si l'on excepte les quelques courtes périodes de rémission qui ont, à chaque fois, coïncidé avec une expansion très brillante.

En revanche, chaque fois que l'expansion a fait défaut, les situations de surcapacité même temporaires, ont engendré des difficultés considérables, allant même jusqu'à compromettre l'existence de certaines compagnies parmi les plus prestigieuses (Pan Am, Eastern Airlines, TWA, Swissair,...).

1.2. Une courte histoire riche en péripéties

En 1944 la convention de Chicago établissait que les états demeuraient propriétaires des droits de trafic et les distribuaient à leurs compagnies nationales.

L' IATA (Association du Transport Aérien International) a joué le rôle d'un cartel. La croissance s'est faite à l'abri de la vraie concurrence.

La réaction devait être brutale, déclenchée par la déréglementation avec le célèbre Airline Deregulation Act de 1978 et l'émergence du concept d' "Open Skies".

Les années 60 ont connu un taux de croissance de 15 % par an. L'activité a enregistré sa première crise avec le choc pétrolier de 1973. Une reprise enregistrée en 1978-1979 (croissance de 12/13 %) a été suivie d'une crise plus complexe, due au second choc pétrolier bien sûr, mais aussi à des problèmes spécifiques à la profession (impact de l'Airline Deregulation Act).

La période 80 à 82 est marquée par un taux de croissance de 2 à 3 %. La rupture entre l'offre et la demande a été considérable du fait de l'inertie des prévisions. La surcapacité a entraîné la tentation de baisser la recette unitaire.

Dans un premier temps le trafic s'est développé, de nouvelles compagnies se sont créées et les tarifs ont baissé.

Ces nouvelles compagnies ont réussi à contrôler le système de distribution et le mécanisme d'apport sur les grands centres de distribution de trafic : aéroports de rabattement alimentés par des compagnies régionales. Ces grands centres formaient le centre d'une roue "hub and spokes" (roue et rayon).

La dérégulation a engendré la concentration par le biais de fusions et d'acquisitions d'entreprises et le développement d'exploitants régionaux. Mais le système a rapidement trouvé ses limites : concentration sur les lignes les plus rentables au détriment des dessertes régionales, baisse de la qualité, licenciements, et faillites. Il a eu par ailleurs des effets pervers sur la saturation de l'espace aérien de ces grands centres.

La concentration des moyens commerciaux entre les mains d'un petit nombre de compagnies géantes a été à l'inverse des objectifs poursuivis. Alors que le nombre de compagnies avait évolué de 36 en 78 à 96 en 86, seules 30 survivent en 1990 et 8 compagnies assurent 94 % du trafic, et ce avec une structure du secteur d'activités totalement différente.

Mais la dérégulation n'a pas eu que des effets négatifs. Elle a permis des innovations en matière de planification de réseau, de méthodes d'exploitation, de définition du produit et de tarification.

L'année 1984 marque une timide reprise (4,5 % pour les passagers, 9 % pour le fret).

La seconde moitié de la décennie 80 est brillante. Le cap du milliard de passagers transportés en franchi en 87 (1,11 milliard en 89) et malgré la crise des premières années le trafic aura presque doublé en dix ans. Dans le même intervalle les investissements annuels des compagnies ont augmenté de 50 % et leur endettement de 100 %.

D'autres difficultés se sont ajoutées au cours de cette période : plus grande sensibilité aux nuisances, engorgement des aéroports et des voies aériennes, terrorisme.

En fait, à partir de 1990, le monde du transport aérien se scinde en deux espaces différents : celui où des compagnies assurent, sans obligation statutaire, une sorte de service public, n'ayant de compte à rendre qu'à leurs investisseurs (USA, Extrême Orient). De l'autre un régime de contrôle gouvernemental, imposant un service public avec des garanties, une réglementation et des obligations (Europe).

Ces différences vont imposer à chaque type de compagnie des contraintes différentes. De ce fait, certaines vont mieux être mieux armées que d'autres pour faire face aux grandes crises qui s'annoncent pour les années 1990-2010. La période 2010-2015 s'annonce plus faste, mais seulement pour ceux qui auront su s'adapter.

Le bilan mondial du transport aérien publié par l'IATA est éloquent :

- 2,7 Md de \$ de pertes en 1990
- 4 Md de \$ de pertes en 1991
- 4,8 Md de \$ de pertes en 1992
- 4,1 Md de \$ de pertes en 1993.
- 4,6 Md de \$ de pertes en 2009
- 8,4 Md de bénéfices en 2011
- 7,6 Md de bénéfices en 2012
- 10,6 Md de bénéfices en 2013 (Estimation IATA)

Malgré toutes ces vicissitudes (la profession n'a pas gagné d'argent en soixante ans d'activités), le transport aérien est devenu, en quelques décennies, une partie tellement évidente de l'ensemble des activités économiques du monde moderne et ses potentialités sont à ce point considérables qu'il demeure de solides raisons d'être optimiste.

Les consommateurs ont bénéficié du mouvement de déréglementation. Aux USA les tarifs ont dans l'ensemble baissé de 33 % en termes réels, même s'ils ont fortement augmenté sur les courtes distances. L'émergence de compagnies à faible coût a contraint les compagnies traditionnelles à une profonde remise en question.

Deux milliards de passagers citoyens des 183 pays membres de l'OACI ont pris l'avion en l'an 2000, soit deux fois plus qu'en 1982 au rythme annuel moyen de croissance de 5 %.

La croissance du trafic fret a été plus forte encore.

Crises économiques, menaces terroristes, menaces sanitaires, guerres, explosion du prix du pétrole... rien n'enraye sur la longue durée la croissance du trafic aérien mondial. Selon une prévision de l'Iata, l'association internationale du transport aérien, il y aura 3,6 milliards de passagers aériens en 2016 contre 2,6 milliards en 2011, soit plus de 800 millions de plus en cinq ans. Pour 2012, l'Iata table sur 2,974 milliards. Pour rappel, il y a bientôt dix ans, en 2003, les compagnies aériennes ont transporté 1,7 milliard de passagers. Au cours de ces dix dernières années, seule l'année 2009, au pire moment de la crise financière, a été marquée par un recul du trafic. Et encore cette baisse était si faible (-6 millions de passagers, l'équivalent d'un mois de trafic chez Lufthansa) qu'il s'agit plutôt d'une stagnation du trafic.

Malgré ces crises le secteur est tiré par la croissance mondiale, elle-même tirée par les pays émergents. Le trafic est en effet liée à celle de l'économie. De 2012 à 2016, l'Iata table sur une croissance de 5,3% par an de 2012 à 2016, avec environ 500 millions de passagers supplémentaires sur les vols intérieurs et quelques 331 millions en plus sur les vols internationaux.

C'est le marché Asie Pacifique (+6,7%) qui connaîtra la plus forte croissance avec 380 millions de passagers en plus (domestique et international) dont 193 millions pour la Chine.

Les Etats-Unis resteront le premier marché mondial, aussi bien sur le plan domestique (710 millions de passagers) qu'à l'international (223 millions de passagers) mais sa croissance va ralentir (+2,6% par an pour les vols domestiques, +4,3% pour les vols internationaux). Pour le trafic international, les quatre premiers pays après les Etats-Unis seront la Grande-Bretagne avec 200,8 millions de passagers, l'Allemagne (172,9 millions), l'Espagne (134,6 millions) et la France (123,1 millions soit plus 23,4 millions).

Pour le fret, une croissance annuelle de 3% en volume est prévue, soit un total transporté de 34,5 millions de tonnes en 2016, contre 29,6 en 2011.

1.3. Nature et fonction de l'Entreprise de Transport Aérien

L'entreprise de transport aérien est une société commerciale responsable de son exploitation, ce qui signifie qu'elle gère son fonctionnement et qu'elle fixe les tarifs du service qu'elle fournit.

Elle possède donc une large autonomie de fonctionnement, limitée cependant par l'impact de la concurrence, voire de la dérégulation, et les incidences encore fortes de la notion de service public.

- Si les compagnies sont égales en droit, et sur le plan des principes, la réalité économique et la tendance naturelle du transport aérien à la surcapacité restreignent l'autonomie de l'entreprise vis à vis du marché.

- Le caractère de service public du transport aérien vient de l'intérêt général qui s'attache aux activités aériennes, de leur rôle dans l'économie nationale et internationale, ainsi que de l'étroite relation existante entre aviation commerciale et politique nationale.

Elle est soumise à nombre de facteurs exogènes et endogènes.

Parmi les facteurs exogènes, nous pouvons citer :

- L'environnement (lutte contre bruit, engorgement des aéroports et des voies aériennes).
- La sécurité.
- La spéculation financière.
- La concurrence intermodale (avec le développement des trains à grande vitesse, qui pourrait devenir une complémentarité).
- L'évolution réglementaire avec la modification du statut des entreprises et l'assouplissement des procédures de concurrence.
- L'état de l'économie mondiale.

Parmi les facteurs endogènes

- La stratégie d'entreprise.
- La concentration des moyens.
- La transformation des centres de frais en centres de profits.
- Le choix des équipements (renouvellement de flotte, vente du matériel ancien ou conservation pour renforcer la présence sur le marché) et de la politique de maintenance.
- L'approche du marché aérien (quantitatif ou qualitatif).
- Et, "last but not least", la bonne utilisation des ressources humaines.

La formation et la motivation des personnels sont des préalables indispensables à l'obtention des gains de productivité qui constituent, avec la maîtrise des coûts et l'imagination commerciale, la meilleure réponse à la concurrence internationale.

Le **programme d'exploitation** d'une compagnie aérienne est le creuset d'où sort le "produit" mis en vente, offert à la clientèle par le truchement d'indicateurs horaires aux éditions successives.

L'établissement de ce programme implique une série de décisions qui ont toutes pour objectif de tirer le parti maximum du potentiel de matériel et de personnel disponible. Chaque programme annuel s'inscrit dans le champ d'une planification à long terme, généralement quinquennale, indispensable à la levée d'options dont découleront les plans d'investissement, de recrutement et de formation d'un personnel très spécialisé.

C'est de la "finesse" du programme annuel que dépendra, pour une large part, de "saison" en "saison", le succès commercial et financier de l'entreprise.

D'un côté les avions doivent voler, car leur immobilisation au sol est fort coûteuse. Le coefficient de rotation (nombre d'heures de vol par type et par jour) se situe ordinairement entre 7 et 10 heures. Pour l'optimiser, certaines grandes compagnies ont confié à la recherche opérationnelle le soin de définir, compte tenu de certaines probabilités, la flotte minimale de réserve.

Mais, d'un autre côté, il ne faut pas que les avions volent à vide. Le seuil de rentabilité correspond à un chargement oscillant entre 60 et 70 % de la capacité de l'avion. Si le coefficient d'occupation au moment de la clôture dépasse 70 %, le service est inadéquat, car un pourcentage trop élevé de passagers risque de ne pas pouvoir prendre le vol de son choix. Les "last minute" sont des passagers à très forte contribution.

L'équation idéale est :

Passagers réservés OK + "Last Minute" - "No Show *" = 100 %

(* No show : les passagers réservés qui ne se sont pas présentés à l'enregistrement)

Pour atteindre, et ne pas dépasser, le coefficient optimum d'occupation, il faut que le service offert soit adapté aux besoins d'une clientèle aux yeux de qui le critère de commodité, à égalité de prix, est déterminant.

Une fréquence élevée d'exploitation peut faire le succès d'une ligne, mais exige un trafic suffisant pour être rentable. Mais cette fréquence élevée augmente les risques d'irrégularité et complique singulièrement la programmation des correspondances.

Si l'on ajoute à ces impératifs les sujétions propres aux machines, aux équipages, au personnel d'escale, au personnel de piste, à la nature du transport à effectuer, aux règles de navigation et aux conditions techniques de l'exploitation, on prend conscience de la différence qui sépare un tel programme d'un programme industriel classique de fabrication : il n'est possible ni d'envisager une adaptation de dernière minute pour satisfaire un besoin particulier, ni de réguler le système grâce à un stockage.

Réalité à la fois technique et économique, le programme d'exploitation aérienne apparaît donc comme le fruit d'un arbitrage permanent entre des exigences contradictoires : caractéristiques intrinsèques et besoins de machines, disponibilités en personnel qualifié, nécessités de la navigation aérienne, impératifs commerciaux, ..etc.

1.4. Le Système d'Information de l'Entreprise de Transport Aérien

Les considérations du paragraphe précédent vont nous permettre de bâtir un schéma très général du Système d'Information.

Rappelons que le Système d'Information est un Système d'Aide au Pilotage de l'entreprise qui s'appuie sur un vaste réseau de saisie, de transmission, de stockage et de traitement de toutes les informations nécessaires pour conduire les activités.

Ce Système d'Information doit être considéré indépendamment des outils informatiques mis en place pour assurer son automatisation et ne doit en aucun cas être confondu avec le Système Informatique.

Nous attachons une importance particulière à ce concept de Système car il fédère les règles d'organisation, de fonctionnement et d'évolution de l'entreprise et constitue à ce titre la meilleure source pour l'établissement des plans de formation.

Ce concept présente un autre intérêt, directement lié à notre réflexion sur les besoins de formation.

Un cours "tronc commun", valable pour toutes les catégories de personnel et préliminaire à toutes les autres formations, basé sur la présentation des différents composants du Système d'Information (les Systèmes de Gestion) est généralement très bien reçu car les employés et les cadres d'une compagnie n'ont le plus souvent qu'une vision très partielle de l'activité de leur entreprise. L'action menée par Trigger auprès d'Air Inter de 1991 à 1993 a été très significative à cet égard.

Le Système d'Information s'articule autour du Programme d'Exploitation, qui constitue le point de passage obligé.

Ce programme est bâti en plusieurs étapes par **le Système de Gestion de Prévision et de Programmation**, à partir des données issues des prévisions d'évolution du marché du transport aérien, ainsi que des données de planification stratégique issues des objectifs fixés par la Direction Générale.

Ce programme alimente plusieurs autres Systèmes de Gestion :

- **Le Système de Gestion des Ressources Humaines** : il s'agit de mettre en place les moyens humains (Personnel d'escale, Personnel technique au sol, Personnel Navigant Technique et Commercial) nécessaires à la bonne marche du programme;
- **Le Système de Gestion du Matériel** : il s'agit cette fois de mettre en place les moyens matériels (Avions, moyens logistiques autour de l'avion, moyens logistiques de réserve en cas de panne)
- **Le Système de Gestion "Ventes et Distribution"** : Tout est prêt pour accueillir les passagers. Faut-il encore qu'il y en ait. Tout un Système de Gestion doit donc être bâti pour promouvoir les vols, enregistrer les réservations, délivrer les billets.
- Tous les facteurs sont réunis pour que le vol se déroule dans les meilleures conditions. Un cinquième Système de Gestion va alors permettre de suivre ce déroulement, de collecter les informations associées (ponctualité, remplissage, consommations, ...) et d'aider à la prise de décisions face à une irrégularité (retard, déroutement, incident) : C'est le **Système de Gestion de l'Exploitation Jour J**.
- Toutes ces opérations nécessitent des investissements (bâtiments, avions, matériels de servitude, pièces de rechange, ..) et engendrent des coûts (Personnel, Energie, carburants, ..). La vente de billets et de services divers engendre des produits. **Le Système de Gestion des Flux Financiers** recueille les données relatives à ces investissements, à ses produits et à ses charges. Il va permettre de mesurer des résultats, et d'analyser finement ces résultats en fonction des lignes, des horaires, des dates. Cette analyse va permettre à la Direction Générale de modifier sa planification stratégique. L'analyse des données commerciale va permettre d'affiner les prévisions. La boucle est ainsi bouclée.

La Figure # 1 montre l'architecture des différents Systèmes de Gestion que nous avons recensé, au sein du Système d'Information de l'Entreprise de Transport Aérien.

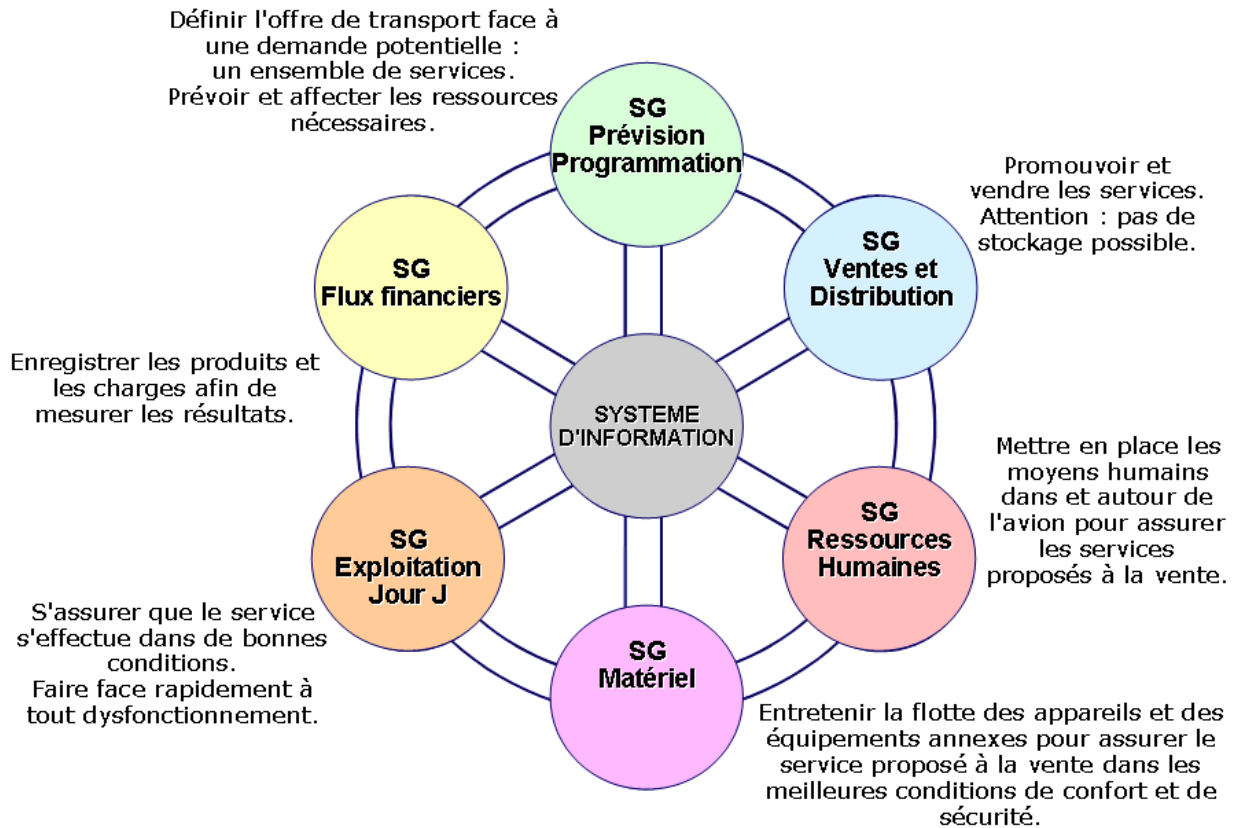


Figure # 1 : Les Systèmes de Gestion de l'Entreprise de Transport Aérien

La Figure # 2 montre comment s'opèrent les principaux échanges entre ces Systèmes de Gestion.

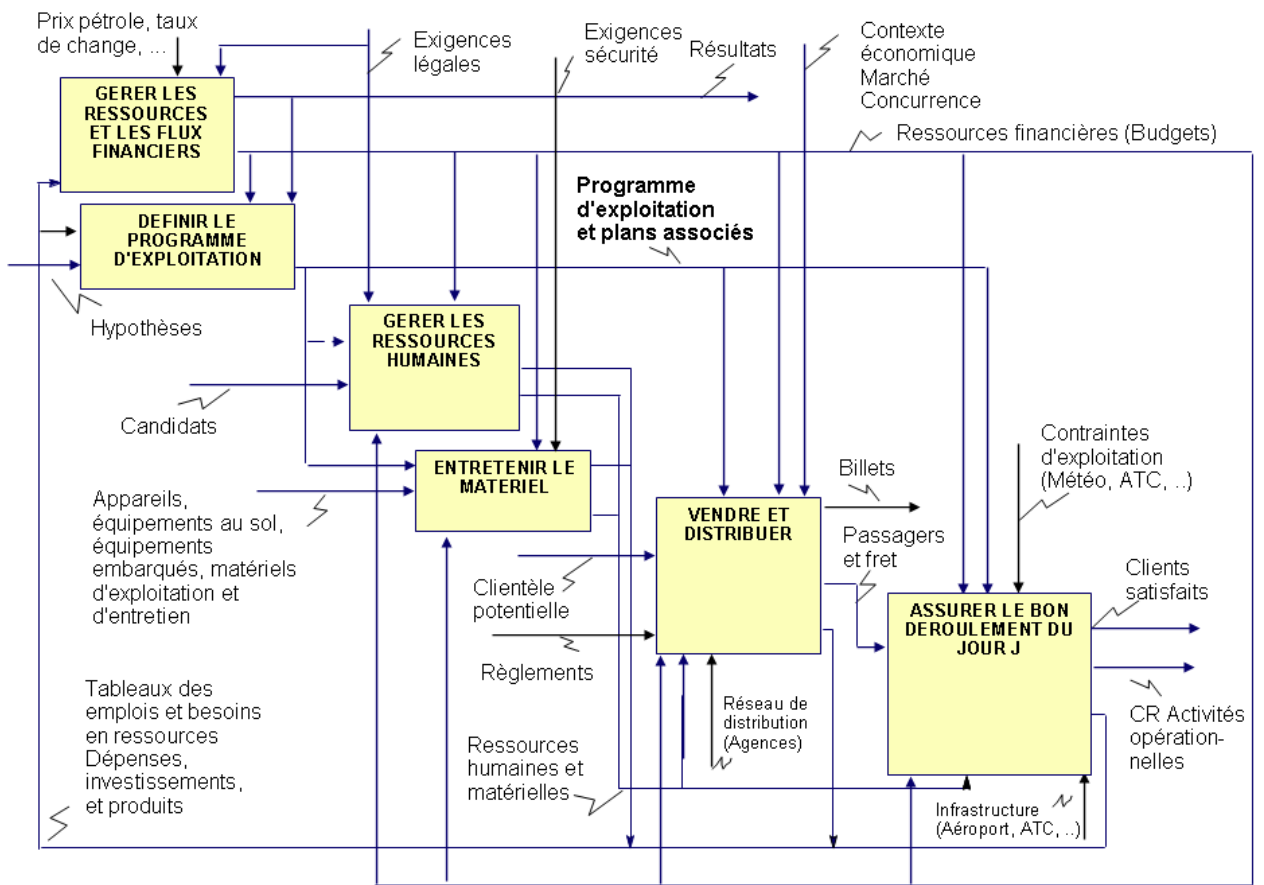


Figure # 2 : Echanges entre les Systèmes de Gestion

Nous allons étudier plus précisément chacun de ces Systèmes de Gestion.

2. LE SYSTEME DE GESTION "PREVISION -PROGRAMMATION"

2.1. Objectifs du Système de Gestion

2.1.1. Un premier objectif : Prévoir

Prévoir c'est considérer un évènement futur comme probable.

Prévoir implique :

- Une phase de description : définir les variables économiques, les décomposer et les comparer.
- Une phase d'explication : rechercher l'enchaînement des causes et des effets.
- Une phase de prévision proprement dite : modéliser en se fondant sur des hypothèses vraisemblables.

2.1.2. Un second objectif : Programmer

Programmer c'est faire en sorte qu'un futur proche soit certain.

Les prévisions ayant permis la définition d'un cadre, il est alors possible de passer à la phase de programmation.

Programmer, c'est organiser selon un plan, c'est à dire selon une suite ordonnée d'opérations, destinée à atteindre un objectif fixé.

Cette programmation a pour objectifs :

- L'optimisation de la répartition des ressources disponibles entre les diverses activités possibles en fonction de l'évolution prévue de l'environnement et des résultats susceptibles d'être atteints dans chaque cas;
- La recherche de la meilleure utilisation des moyens ainsi affectés à un programme donné.

Les méthodes utilisées font donc appel à des techniques rationnelles de prise de décision.

Ce système correspond au Système de Gestion "Orientations Stratégiques" d'une entreprise classique.

2.2. Les contraintes : celles du marché du transport aérien

La gestion d'une entreprise de transport aérien vise à la recherche d'un résultat dans le cadre du maintien des équilibres et financiers.

Les compagnies aériennes ne pourront répondre à la demande qui prévoit 3,6 milliards de passagers aériens en 2016 que si elles renouent avec les bénéfices d'une manière régulière. Selon Brian Pearce, l'économiste en chef de l'Iata, le transport aérien devrait encore augmenter sa rentabilité d'environ 70 % pour offrir aux investisseurs un niveau de retour sur investissement acceptable. Or les compagnies aériennes auront besoin de lever quelque 4.500 milliards de dollars pour financer leurs achats d'avions sur les vingt prochaines années (2013-2033). Sans un retour à la rentabilité, les compagnies ne pourront pas assurer leur part de financement. Les gouvernements engagés dans la réduction de leurs déficits publics ne le feront pas à leur place et la contribution des constructeurs soucieux de trouver des débouchés à leurs produits ne pourra être que partielle.

La gestion d'une entreprise de transport aérien se fait donc dans le cadre d'objectifs stratégiques qui obligent l'entreprise à se situer :

- vis à vis d'elle-même,
- vis à vis de l'environnement politique, économique et social,
- vis à vis du marché,
- vis à vis de la concurrence.

Les contraintes du marché et de la concurrence sont particulièrement importantes pour la détermination des objectifs commerciaux.

Pour situer l'entreprise vis à vis du marché, il faut en premier lieu caractériser les tendances de celui-ci (extension, stabilité, régression) ainsi que la rapidité de l'évolution.

Ensuite, il faut évaluer la part de marché détenue par la compagnie, quoique ce pourcentage n'ait pas grande signification si le produit n'est pas très spécifique des besoins qui alimentent le dit marché : réaliser 80 % du trafic régulier sur une ligne ne donne aucun avantage par rapport aux compagnies charters qui viennent prendre la clientèle en haute saison dans un contexte de dérégulation.

Il est, par contre, essentiel de déterminer l'adéquation plus ou moins grande du produit aux tendances perceptibles du marché à travers l'analyse des besoins réels (affaires) et ceux engendrés par des phénomènes de mode (Week-ends à Londres pour le shopping, week-ends de ski, vacances d'hiver aux Antilles, ..)

Enfin, il faut procéder à l'analyse de la perception de l'image de marque, sachant que celle-ci est, dans l'acte d'achat, le point de rencontre de l'expression psychologique instantanée des besoins plus ou moins objectifs de l'acheteur avec les significations symboliques du produit.

Pour situer l'entreprise vis à vis de la concurrence il faut :

- Evaluer les similitudes ou les différences vis à vis des produits proposés.
- Evaluer la nature réelle de la concurrence en fonction du créneau choisi : même marché, marché voisin, marché artificiellement captif.

Dans un contexte de régulation, en raison des règles qui régissent l'attribution des droits de trafic, c'est au rail et à la route, mais aussi à certaines possibilités de dialoguer et de transmettre des informations à distance (télématique, audio et visioconférences) qu'il faut s'intéresser.

Cette concurrence s'exerce à travers la pondération, variables selon les types de clientèles, des trois critères :

- Prix,
- Temps d'acheminement (horaire, fréquence, correspondance) et sa garantie (ponctualité),
- Service (confort, prestations en vol et prestations complémentaires).

2.3. Les ressources pour le choix d'une stratégie

L'entreprise de transport aérien cherche d'une part à accentuer sa position sur un marché défini, d'autre part à étendre son chiffre d'affaires sur d'autres marchés.

Une première approche, dans une optique orientée "marketing", consiste à observer que le produit, dans l'ensemble des ses composantes, connaît à un moment donné une clientèle dont l'analyse commerciale révèle une ou plusieurs segments de marché homogènes.

Caractériser ceux-ci avec précision (les identifier, s'assurer de leur accessibilité et mesurer leur rentabilité) fournit une mesure qualitative du marché qui permet de mieux adapter l'action commerciale. Les options stratégiques sont alors au nombre de trois :

- Ne pas se spécialiser (chiffre d'affaires maximum et division des risques)
- Se spécialiser dans un segment (production dominante et production maximale)
- Se spécialiser par segment (rentabilité maximale, qui conduit à la création de filiales (Filiale fret express, filiale charter)).

Une seconde approche, dans une optique plus orientée "management" que "marketing", consiste à rechercher le plus large champ d'activité correspondant à un point fort envisagé en tant que centre de gravité, en étendant la gamme de services et de types de clientèle.

Cette optique peut conduire à l'acquisition ou à la prise de contrôle d'entreprises possédant des points forts directement complémentaires :

- Soit par intégration verticale (acquisition d'hôtels ou de sociétés de location de voiture, à l'image de ce qu'avait fait TWA avec Hilton, Air France avec Méridien, ..).
- Soit par intégration horizontale (reprise d'UTA, donc d'Air Inter par Air France, d'Air Alpes et d'Air Alsace par T.A.T., de T.A.T. par British Airways, fusion Air-France-KLM, projet de fusion American Airlines - US Airways...).

Ces deux approches se regroupent dans une option stratégique de diversification pure, qui procède d'une recherche systématique de la rentabilisation de la structure dans l'exercice d'activités complémentaires de l'activité principale (négoce d'appareils, entretien d'équipements).

Notons que les crises successives ont conduit nombre de compagnies à se recentrer sur leur métier de base et à abandonner le processus de développement vertical.

Les éléments qui vont permettre le choix de la bonne stratégie sont contenus dans l'analyse du marché et sa segmentation.

Le taux d'expansion du transport aérien est une confirmation des besoins potentiels de transport tels que les estiment les modèles de trafic, par nature automatisables, dont il existe un certain nombre de complexité variable.

Les modèles sont cependant limités, car ils sont incapables de déterminer les limites du domaine d'évolution du trafic.

Une première segmentation du marché des passagers aériens résulte du motif du voyage (C'est le problème de la répartition entre motifs personnels et motifs professionnels) et de l'impact relatif de critères comme :

- prix,
- garantie d'acheminement (réservation, ponctualité, régularité),
- variété de la desserte (densité du maillage et fréquence des liaisons),
- gain de temps,
- confort et services à bord.

C'est à partir d'une telle segmentation, qui peut, bien sûr, être beaucoup plus poussée (typologie en fonction des régions, des catégories socio-professionnelles, de l'âge, ..) que peuvent être évalués les marchés solvables, qui préfigurent le marché potentiel.

L'examen de la concurrence réduit alors ce marché potentiel à un marché solvable.

Ce marché solvable va être satisfait par la réalisation d'actions de transport sur un réseau.

Le modèle que l'on va construire va donc s'appuyer sur une description des entités géographiques du réseau potentiel : terrains et liaisons.

La Base de Données construite va permettre la définition d'un mode d'exploitation de ce réseau, c'est à dire la définition d'une série d'hypothèses qui vont transformer des terrains en escales, des liaisons en lignes, dessertes et rotations capable de satisfaire les besoins de voyage de la clientèle potentielle.

cf. Figure # 3

2.4. Les résultats attendus

2.4.1. Les prévisions de trafic

Le métier de transporteur aérien consiste à adapter le mieux possible l'offre à la demande, puisque la production ne peut pas être stockée. Toute modification de paramètres de l'offre est susceptible d'entraîner une modification du volume de la demande, soit par variation de la répartition inter-modes, soit par induction d'une demande nouvelle. Il a donc fallu mettre au point des méthodes permettant de mesurer la sensibilité du trafic à certaines variations de l'offre, méthodes ensuite utilisées pour la prévision.

Toutefois, cette prévision globale, qui peut permettre à l'entreprise de fixer ses objectifs fondamentaux en termes de parts de marché total à conquérir ou à conserver, est tout à fait insuffisante pour l'élaboration d'un plan détaillé qui nécessite une prévision des activités de l'entreprise de plus en plus fine. Ce besoin de précision, ainsi que les progrès technologiques, ont conduit au perfectionnement des méthodes de prévision.

L'adaptation entre l'offre et la demande doit se faire plusieurs années à l'avance, lorsqu'il s'agit de passer commande d'aéronefs, ou seulement quelques jours lorsqu'il s'agit de faire face à une pointe de la demande sur une ligne ou un réseau, par le biais d'un affrètement.

La prévision à court terme a un intérêt évident. A la limite, chaque vol peut faire l'objet d'une prévision de trafic : l'appareil présentant le coût d'exploitation optimum pour la quantité de passagers à transporter pourra ainsi être mis en ligne, à condition qu'il soit disponible et que l'organisation des rotations des appareils reste possible.

Les prévisions à moyen terme portent sur l'acquisition des appareils de la flotte (18 mois à 5 ans).

Les besoins de prévision à long terme sont moins nets (6 à 15 ans). Celle-ci n'est utilisée que pour la définition des objectifs fondamentaux ou des options stratégiques, quelquefois sous la poussée des avionneurs qui ont besoin d'une planification à portée plus lointaine.

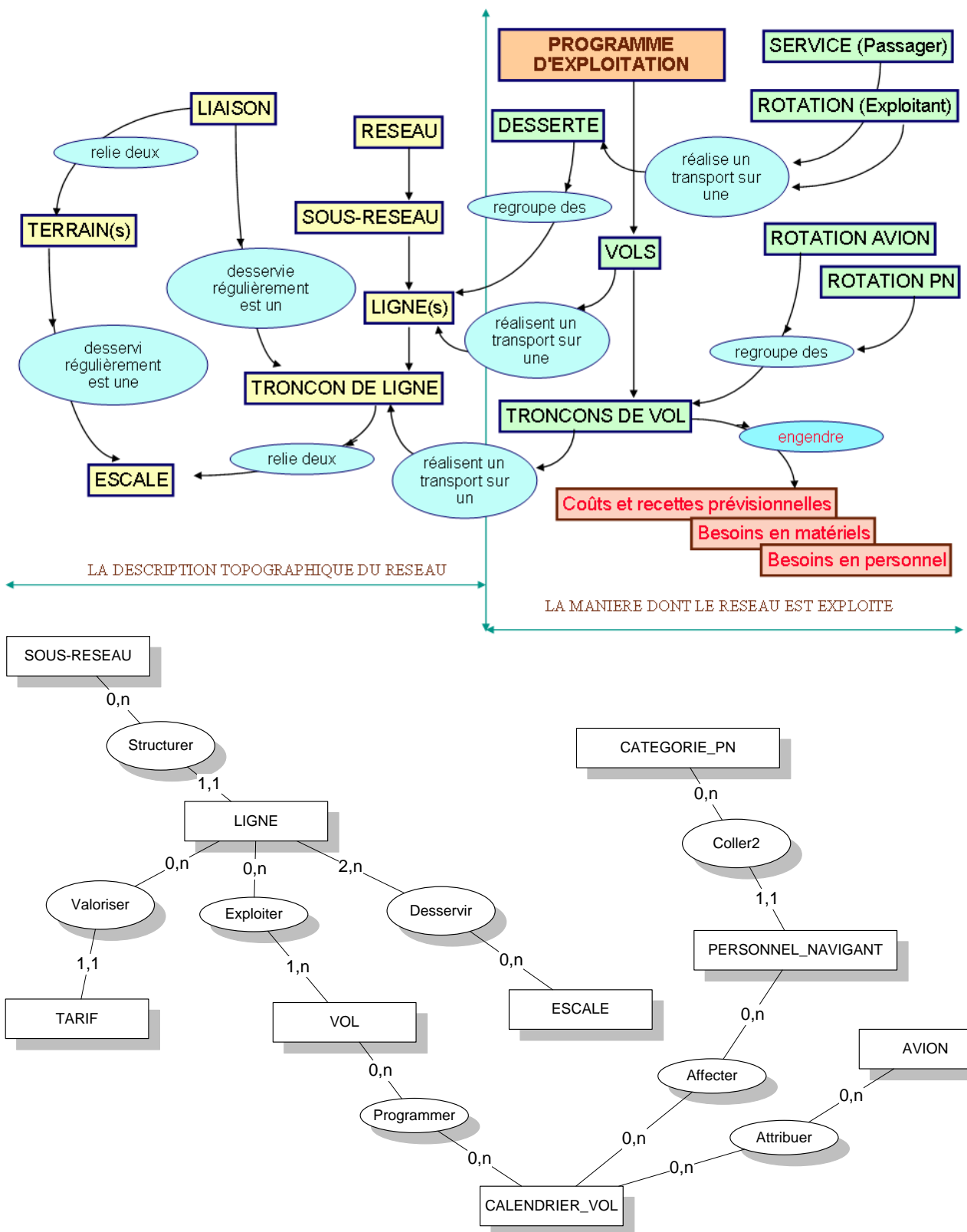


Figure # 3 : La Base de Données du Réseau, une ressource pour le S.G. "Prévision -Programmation" Deux exemples de modèles

2.4.2. Le Programme

La majorité des grandes compagnies aériennes travaille, en matière de programmation, sur des échéances de cinq années.

Les programmes ainsi établis sont réévalués annuellement (plan glissant).

Les résultats fournis concernent les moyens à affecter, les charges à envisager et les produits à attendre.

Les combinaisons d'hypothèses les moins intéressantes sont rejetées. Les combinaisons les plus intéressantes sont classées selon un arbre de décision élaboré par la Direction des Programmes et soumis à la Direction Générale.

C'est le domaine de la programmation stratégique.

Il s'agissait, il y a encore peu, de choisir le type d'appareil le mieux adapté à la ligne attribuée par l'organisme de tutelle (En France le Conseil Supérieur de l'Aviation Marchande).

Il s'agit aujourd'hui de déterminer quelles lignes du réseau potentiel on va exploiter face à la concurrence, puis de choisir le type d'appareil le mieux adapté.

Le choix effectué et diverses hypothèses complémentaires permettent le recensement très précis des ressources à mettre en ligne, donc l'établissement d'un compte d'exploitation prévisionnel.

Les critères de choix quant aux objectifs poursuivis devront être précisés et classés par ordre d'importance :

- Recherche du profit maximum, ou dépassement d'un seuil de rentabilité minimum;
- Volume ou taux de croissance du chiffre d'affaires;
- Qualité du service;
- Régularité des investissements;
- Homogénéité de la flotte,..etc.

C'est le domaine de la programmation opérationnelle qui est du ressort de la Direction du Transport. Elle est alors en mesure de bâtir un programme d'exploitation très précis.

Ce programme va vivre, s'affiner au fil des mois, jusqu'à la veille du jour J où il sera mis sous la responsabilité de la Direction de l'Exploitation.

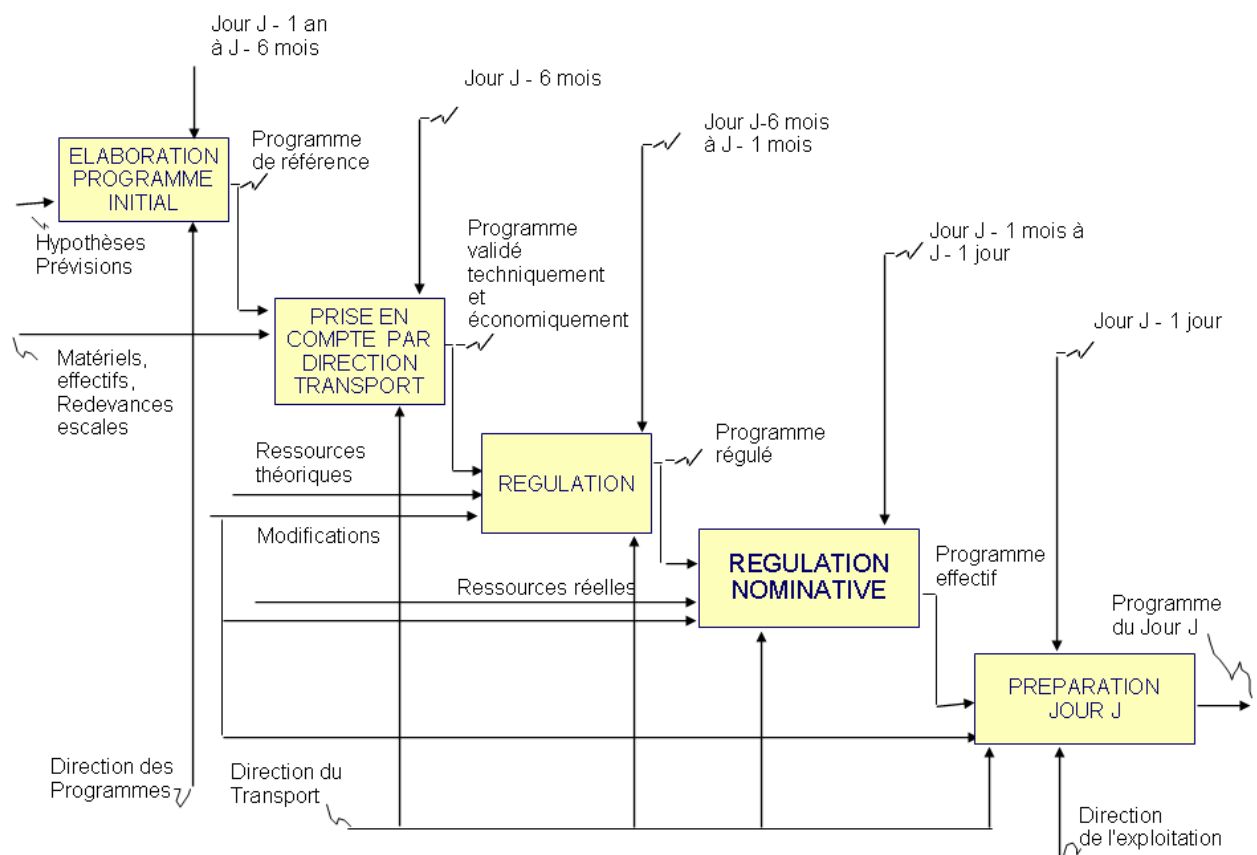


Figure # 4 : Le Cycle de Vie du Programme d'Exploitation

2.5. Les entrées

Compte tenu des résultats attendus et de la description du réseau formalisée dans la Base de Données, nous pouvons recenser les entrées nécessaires.

Il semble que, pour les études à long terme, il soit nécessaire d'examiner la demande de voyages pour motif professionnel et pour motif personnel.

En ce qui concerne les motifs professionnels, les données à prendre en compte sont les besoins de déplacement des entreprises, ainsi que les substitutions éventuelles (messagerie électronique, téléconférence).

En ce qui concerne les voyages pour motifs personnels, les données à prendre en considération sont les goûts, les modes et la structure des budgets familiaux.

Les modèles pour les prévisions à plus court terme ont pour paramètres :

- L'environnement économique général,
- La demande de transport,
- L'offre concurrente,
- Le niveau de satisfaction de la demande sur chaque tronçon (variations quotidiennes et saisonnières, évolution),
- Le nombre minimum de fréquences à assurer (qualité et compétitivité du service offert),
- Le nombre maximum de fréquences à assurer (marché potentiel et contraintes d'encombrement des créneaux de décollage et d'atterrissage),
- La flotte existante et son degré d'amortissement,
- Les acquisitions éventuelles (si et seulement si la différence actualisée des recettes et des coûts d'exploitation couvre à long terme le nouvel investissement),
- Les contraintes de financement (autofinancement possible, possibilités de crédit),
- Les contraintes de continuité,
- Les contraintes d'horaires.

Le programme part de l'estimation de la demande de transport par ligne, estimation fournie par les modèles de prévision et soumise à un modèle de composition et d'affectation de la flotte en intégrant diverses hypothèses concernant :

- Le type d'appareil, et le nombre de sièges offerts,
- Les escales sur la route,
- Les heures de départ et d'arrivée,
- Les heures de vol et la distance parcourue,
- Les nombres de passagers embarquant, débarquant, transitant, ..etc.

Outre ces diverses hypothèses attachées à chaque ligne, le modèle travaille sur plusieurs cas quant à la structure générale de la desserte et la composition de la ligne.

2.6. Les processus

Ayant identifié les objectifs, les contraintes, les résultats attendus et les entrées nécessaires, nous pouvons identifier les processus du Système de Gestion "Prévision - Programmation".

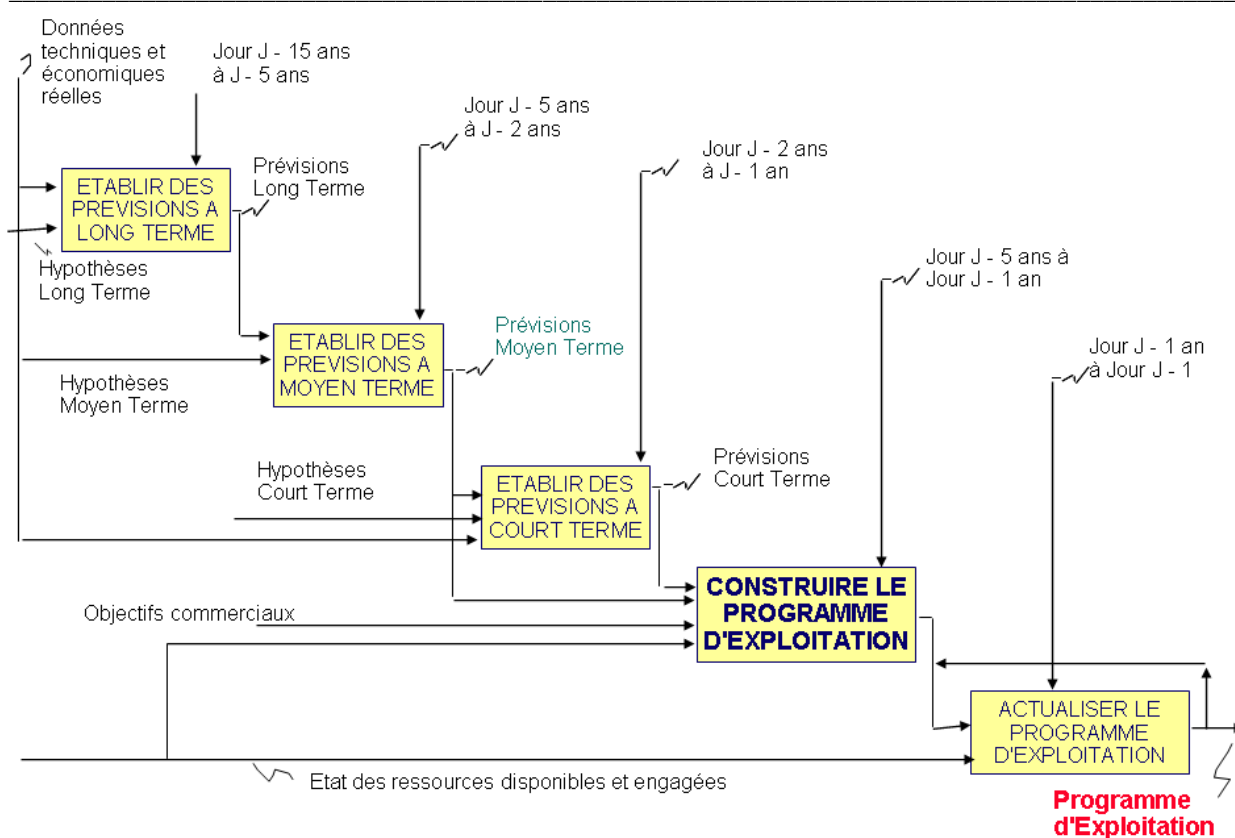


Figure # 5 : Processus du S.G. "Prévision - Programmation"

2.7. Les outils du Système de Gestion "Prévision et Programmation"

2.7.1. Le sous-Système de Gestion de la prévision

Rappelons que ce sous-système a pour objectifs :

- Des prévisions Long terme.
- Des prévisions Moyen Terme.
- Des prévisions Court terme.

Quel que soit l'horizon considéré, il s'agit de manipuler des tableaux de chiffres qui, depuis de nombreuses années, sont stockées dans les mémoires secondaires des ordinateurs des compagnies.

Si cette fonction utilise des données existantes dans le système d'information, la souplesse exigée par son traitement, la nécessité de multiples itérations et le fait qu'il n'ait pas de contraintes particulières de temps de réponse, la classent un petit peu à part de l'Informatique Structurale.

C'est typiquement un cas d'application de type "Infocentre", devenu "Datawarehouse", concept rattaché à l'Informatique Décisionnelle.

L'OACI a classé les modèles de prévision en trois familles:

- Les méthodes d'extrapolation de tendance (par régression).
- Les méthodes économétriques (dépendance du trafic en fonction de variables économiques).
- Les méthodes basées sur la récapitulation d'opinions d'experts (DELPHI).

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour analyser les données recueillies dans le cadre des prévisions Long Terme : celles basées sur la notion de valeur de temps des usagers et de coût généralisé du transport, ou celles du type "Abstract Mode Model" de Baumol et Quandt.

De telles études sont fort complexes, et il est souhaitable de les laisser aux bons soins d'organismes officiels qui disposent d'importantes ressources à affecter aux enquêtes et au traitement des données recueillies.

En ce qui concerne la demande globale de transport aérien pour les prévisions à Moyen Terme, les méthodes sont actuellement bien au point, quoique celles relatives au transport aérien intérieur soient venues plus tardivement :

- Méthodes basées sur la confrontation entre marchés et réseaux,
- Méthodes d'analyse de la clientèle potentielle par couches socio-professionnelles,
- Méthodes du taux de génération de trafic aérien par les agglomérations et les régions,
- Méthodes d'étude des courants touristiques.

D'autres prévisions à moyen terme interviennent à un niveau plus fin :

- soit dans l'espace (étude de ligne),
- soit dans le temps (problèmes des pointes).

Des méthodes existent pour traiter ces problèmes :

- Modèles économiques,
- Etudes de marché,
- Méthodes de régression multiple.

Les prévisions Court Terme sont essentiellement élaborées à partir d'extrapolations de tendances passées, en prenant soin d'éliminer les aléatoires pour ne garder que les effets de tendance, de saison ou de conjoncture. Des modèles mathématiques bien maîtrisés (extrapolation par lissage) permettent de mettre en oeuvre ces méthodes.

Les grandes compagnies utilisent généralement des outils statistiques et des modèles de simulation très sophistiqués sur des stations de travail puissantes sous UNIX.

Une petite compagnie régionale peut parfaitement aujourd'hui se contenter d'outils plus standards sur des micro-ordinateurs puissants.

2.7.2. Le sous-Système de Gestion de la programmation

Il peut s'appuyer sur des modèles qui vont recenser les diverses contraintes susceptibles d'influer sur le déroulement du programme.

Une première étape va permettre un dégrossissage sur une année de référence, sur un réseau schématisé hors contraintes financières et politiques, en négligeant l'influence des variations saisonnières de trafic.

Une seconde étape va affiner les résultats obtenus en prenant en compte les variations saisonnières, les contraintes d'exploitation (offre par ligne, coefficients de remplissage, ..) et les contraintes financières (résultats financiers par ligne).

Une troisième étape va rechercher les meilleures combinaisons entre services et réaliser l'affectation en fréquences entières.

Une dernière étape va extraire la solution optimale de l'ensemble des simulations.

Le résultat est sans cesse recompilé en fonction des dernières évènements. Il travaille jusqu'au dernier mois avec des avions et des P.N. virtuels. Les personnes physiques et les avions réels seront affectés lors de la phase de régulation.

3. LE SYSTEME DE GESTION DES "RESSOURCES HUMAINES"

3.1. Champ d'application de la gestion des Ressources Humaines : objectifs du Système de Gestion

La collectivité humaine d'une entreprise est un ensemble d'individus d'un caractère bien particulier. La plupart de ceux qui la constituent n'a intégré cet ensemble qu'en raison de facteurs très divers (opportunité d'embauche, voisinage, hasard, salaire, nature d'activité, site géographique, ..etc.). Et cependant, ils sont engagés vers un objectif unique, celui de la bonne marche de l'entreprise constituée. Ils constituent donc la première ressource de l'entreprise.

L'objet de la Gestion de ces Ressources Humaines est donc :

- d'une part d'assurer le meilleur emploi possible de ces hommes et de ces femmes, qui constituent le personnel de l'entreprise et une de ces ressources privilégiées,
- d'autre part d'assurer leur juste rémunération.

La gestion des ressources qui permet, en vue de l'emploi optimal, de contrôler et de prévoir, repose sur la connaissance du personnel. Il s'agit de connaître le personnel individuellement, quantitativement et qualitativement.

La rémunération exige de traiter quatre grandes familles de problèmes suivant qu'ils ont trait :

- à la structure interne des salaires,
- à l'adaptation du salaire à la valeur individuelle,
- à l'adaptation de la rémunération à la responsabilité et au travail fourni,
- au niveau général des salaires.

La connaissance individuelle repose sur le Dossier individuel. La connaissance quantitative repose sur l'usage de statistiques, établies en exploitant la collection des dossiers individuels. Connaissances individuelles et quantitatives ne suffisent pas. Il est impossible de bien gérer une collectivité sans porter un jugement de valeur sur le niveau des responsabilités et sur la qualité des hommes. Des techniques existent qui permettent d'écartier une grande part de l'arbitraire, en conciliant appréciation objective de l'individu et évaluation du poste qu'il occupe.

3.2. Les contraintes

3.2.1. Les différents aspects de la gestion des ressources humaines

La collectivité humaine d'une entreprise est un ensemble d'individus à qui il convient de trouver et d'appliquer des modalités de vie qui puissent concilier les aspects multiples aspects contradictoires du travail et de la vie collective avec les aspirations normales et légitimes de ses membres.

La gestion de cette collectivité est un des éléments de ces modalités. Cette gestion s'inscrit dans un cadre juridique -il faut réglementer- dans un cadre social -il s'agit d'une communauté humaine- et dans un cadre technique. Ce dernier est lié à l'action exigée pour assurer le respect de la réglementation et de la personnalité des membres de la communauté.

3.2.2. Les techniques de gestion des ressources humaines

Définir la gestion des ressources humaines en tant que technique présente un triple intérêt :

- L'existence même d'une technique fixe une fois pour toutes des règles du jeu, évite de réinventer mille fois la solution et engendre une économie de moyens;
- L'usage d'une technique garantit des résultats quantifiables, plus sûrs, obtenus d'une manière homogène, donc comparables.
- L'emploi d'une technique permet la formalisation de procédures et la définition d'étalons de mesure permettant une évaluation permanente de l'efficacité de ces procédures. Cette évaluation conduit à des propositions d'amélioration.

Les techniques de gestion des ressources humaines sont ensuite des techniques de gestion : elles en ont les caractères généraux. Elles sont caractérisées par des documents et des résultats chiffrés. Ces documents font l'objet d'un traitement, par analyses, combinaisons et synthèses successives. Les chiffres donnent lieu à une comptabilité ou à des études statistiques au sens le plus large des termes.

Le fait que ces techniques de gestion concernent le personnel d'une entreprise leur confère des caractères encore plus particuliers. Leur emploi impose à ceux qui les mettent en oeuvre une discrétion particulière. Cette confidentialité est liée, non à la défense d'intérêts commerciaux ou financiers, mais au respect des personnes.

La seconde caractéristique est celle de l'inévitable approximation relative à la soumission de certains éléments à un traitement rationnel en raison du caractère non quantifiable de certains faits sociaux ou de la personnalité humaine en général.

3.2.3. Contraintes liées à la rémunération

La rémunération des personnels impose des obligations :

- liées à la justification des paiements,
- liées aux garanties de paiement,
- liées à la structure des salaires,
- liées aux niveaux de salaire,
- liées aux charges sociales et fiscales.

4.2.4. Contraintes liées à la manipulation d'informations sur des personnes physiques

La Base de Données du personnel regroupe des informations sur des personnes physiques.

Certains pays ont établi des règles légales en terme de déclaration de fichiers de personnes physiques. C'est le cas de la France avec la Commission "Informatique et Liberté".

3.2.5. Les contraintes liées à certaines catégories de personnel

Certaines contraintes sont spécifiques à des catégories de personnel : personnel d'agence, personnel d'escale, personnel des centres industriels.

Au sein de la compagnie, le personnel navigant occupe une place à part. Il a la responsabilité de l'exécution du vol, objectif vers lequel convergent la majorité des activités du groupe. Cette responsabilité donne à ses décisions une importance toute particulière vis à vis :

- des relations humaines,
- de la sécurité des vols,
- des objectifs commerciaux à atteindre.

Le Système de Gestion mis en place doit donc apporter une attention toute particulière à la sociologie de ce groupe, et insister en particulier sur :

- les conditions de recrutement,
- les qualifications et les licences,
- la formation et l'entraînement,
- le suivi des heures de vol,
- l'attachement à la compagnie,
- la santé.

Tout un ensemble d'obligations réglementaires régissent la gestion du P.N. et les règles en matière de licences, qualifications et composition d'équipages.

Nous reviendrons plus longuement sur la formation des pilotes dans le chapitre consacré à l'exploitation du Jour J, après avoir vu, dans l'analyse du Système de Gestion du Matériel, que l'évolution de l'avion du statut de machine à celui de système a conduit à une restructuration des métiers techniques de la compagnie.

3.3. Les ressources

Nous avons vu que c'est le Dossier individuel qui constitue l'élément matériel de base de la connaissance de chaque individu. Avec le temps, les services du personnel, devenus Direction des Ressources Humaines, ont affiné la structure des fiches qui composent ce dossier.

La collection de ces fiches a permis la constitution de fichiers, puis d'une Base de Données.

La gestion du personnel implique divers modes d'accès à la Base :

- L'accès à un individu (Historique des affectations de JP MARTIN, actuellement agent d'escale à TOULOUSE).
- L'accès à l'ensemble des données d'une population particulière, pour le gestionnaire d'une filière.
- L'accès à une partie des données pour l'ensemble de la population (pour le responsable formation).

La diversité de ces vues sur un ensemble unique d'information n'a été possible qu'avec l'introduction des Systèmes de Gestion de Bases de Données. Les techniques actuelles (modèle relationnel) permettent une navigation aisée dans les bases et la création dynamique de liens qui permettent de formuler immédiatement n'importe quel type de requête.

Cette Base de Données doit présenter un haut niveau de confidentialité et de sécurité.

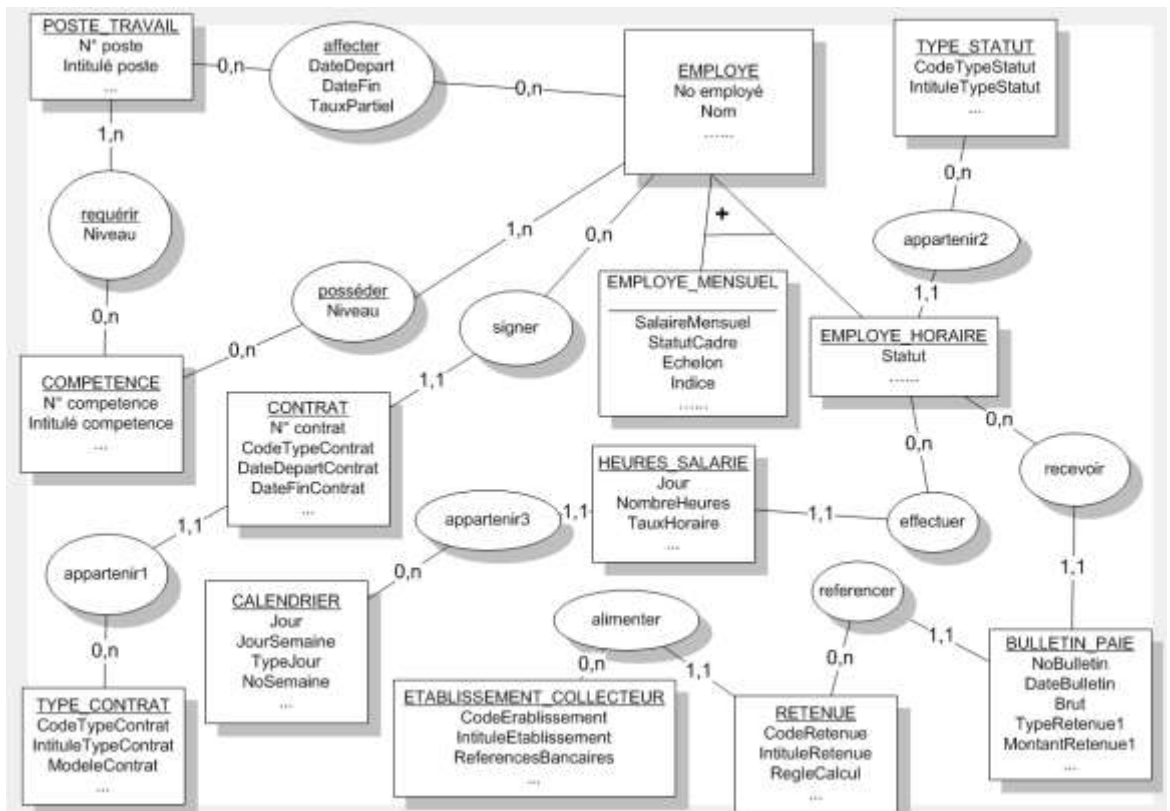
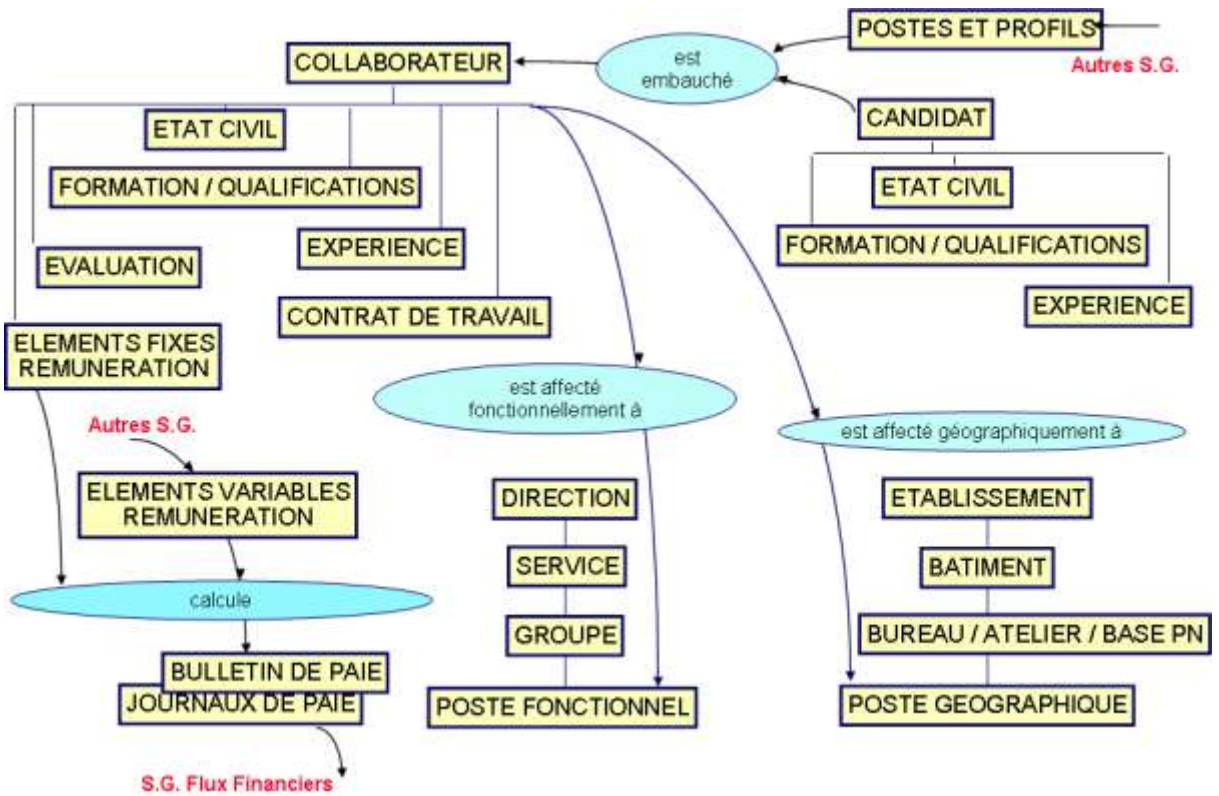


Figure # 6 : La Base de Données du Personnel, une ressource pour le S.G. "Ressources Humaines" Deux exemples de modèles

3.4. Les résultats attendus

L'exploitation des fiches de la Base de Données est la source de statistiques qui sont elles-mêmes la base de la connaissance quantitative. Nous pouvons rappeler les plus classiques :

- Démographie de l'organisation:
 - Pyramide des ages,
 - Situations personnelles et familiales,
 - Géographie des résidences,
 - Dossiers de trajets.

- Situation administrative :
 - Pyramide des anciennetés, professions, fonctions.

- Effectifs:
 - Mouvements par service,
 - Mouvements par activités.

- Durée de travail :
 - Heures de toute nature,
 - Horaires,
 - Absentéisme/présentéisme,
 - Congés.

- Formation:
 - Formation d'origine,
 - Formation et perfectionnement dans l'entreprise,
 - Promotion du travail,
 - Stages.

- Hygiène et sécurité :
 - Médecine du travail,
 - Accidents (nature, fréquence, gravité).

- Sociologie de l'organisation :
 - Motifs d'entrée,
 - Causes de départ,
 - Stabilité et fluidité de la main d'oeuvre,
 - Revendications, conflits,
 - Elections sociales.

3.5. Les entrées

Compte tenu des résultats attendus, nous pouvons recenser les entrées nécessaires :

- Les prévisions d'effectifs.
- Les embauches (Etat civil, Formation, Expérience, ..).
- Les mouvements de personnel (Promotions, affectations, départs, ...).
- Le changement des mécanismes de rémunération.
- Les éléments variables du mois (Activités, absentéisme, déplacements, ..).
- Données d'hygiène et de sécurité.
- Formations reçues.

3.6. Les processus

Ayant identifié les objectifs, les contraintes, les résultats attendus et les entrées nécessaires, nous pouvons identifier les processus du Système de Gestion des "Ressources Humaines".

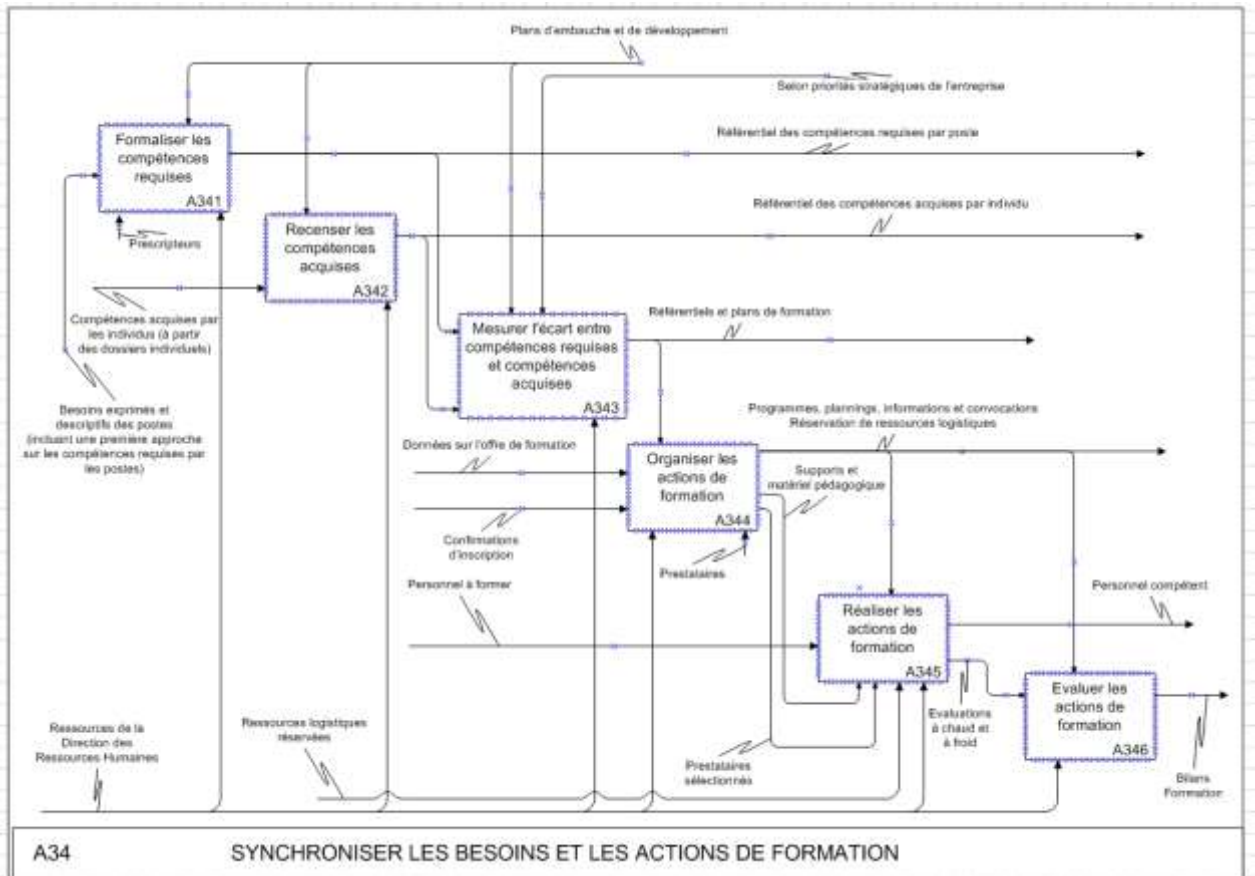
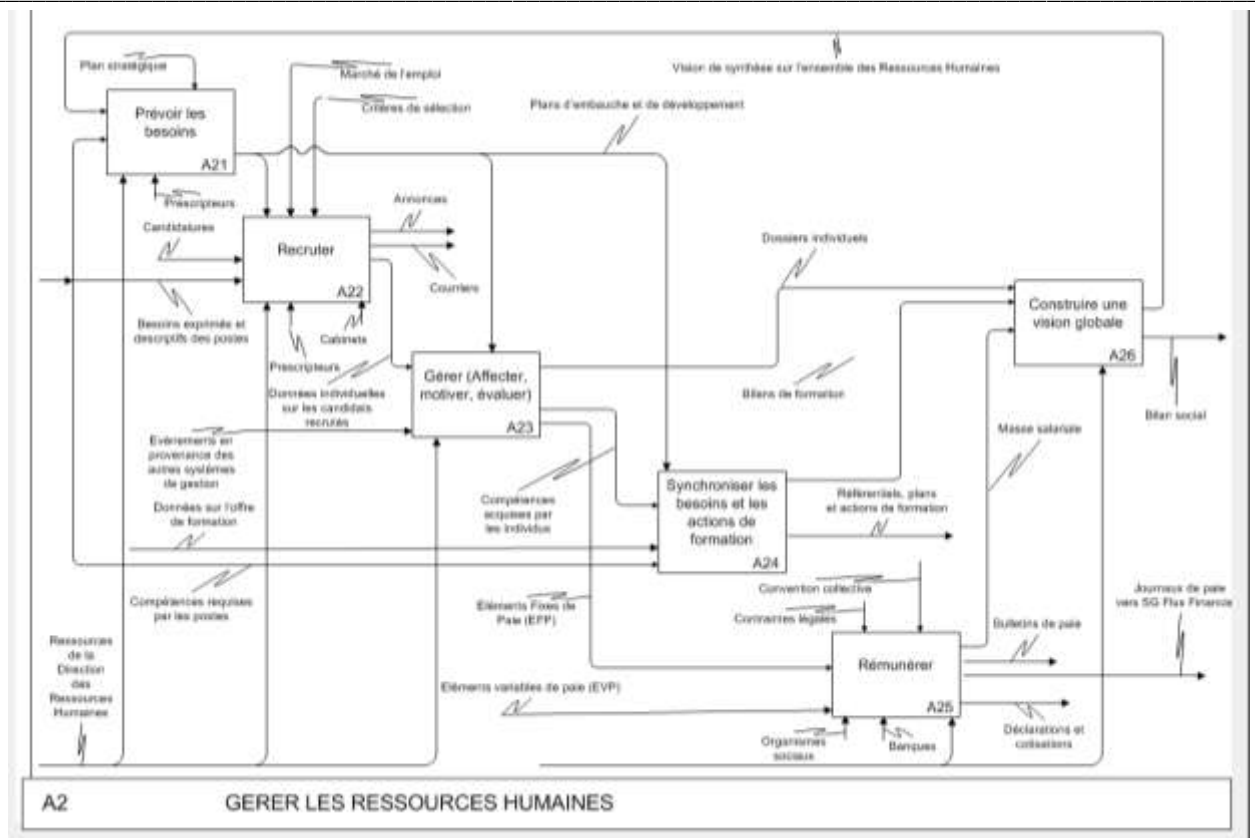


Figure # 7 : Processus du S.G. "Ressources Humaines"

3.7. Les outils du Système de Gestion

La gestion des ressources humaines a été un des premiers domaines pris en charge par l'informatique structurelle.

L'application en a été limitée dans un premier temps à la rémunération, du fait de la répétitivité des opérations et de la relative permanence des règles de gestion.

Ensuite, l'automatisation a concerné tous les autres aspects : gestion de la Base du Personnel, évaluations, formations, ...

L'introduction des techniques transactionnelles a permis une décentralisation de la saisie des données de base et des éléments variables de la paie. Ces techniques ont aussi permis la connexion de divers dispositifs de gestion du temps basés sur le contrôle en temps réel des badges d'accès.

Les outils de l'informatique personnelle ont été rapidement pris en compte par les gestionnaires du personnel. La disponibilité d'un outil "datawarehouse" peut s'avérer un atout important dans une négociation avec les partenaires sociaux, par exemple pour mesurer rapidement l'impact sur la masse salariale des trois années à venir d'une concession sur un taux d'augmentation ou l'impact d'un plan social.

L'accès à des Banques de données externes peut s'avérer utile (données juridiques).

Aujourd'hui, le module RH est un composant des ERP/PGI (cf. chapitre 9) qui équipent la majorité des entreprises du secteur.

4. LE SYSTEME DE GESTION DU MATERIEL

4.1. Objectifs du Système de Gestion

L'objectif fondamental de la Direction du Matériel d'une compagnie aérienne, maître d'ouvrage du Système de Gestion du Matériel, est de permettre une exploitation régulière, non perturbée par des pannes interdisant le décollage.

Bien sûr, au cas où une telle panne ("no go") interviendrait, les services dépendant de cette Direction doivent être en mesure de fournir immédiatement à l'escale concernée la couverture A.O.G. ("*Aircraft On Ground*", c'est à dire avion cloué au sol) et lui fournir en express, soit directement, soit en avertissant le fournisseur, la rechange nécessaire au décollage.

Mais cette procédure doit rester exceptionnelle, la norme étant d'essayer d'obtenir la probabilité la plus proche de 100 % pour que chaque élément remplisse sa fonction dans des conditions spécifiques, sans défaillance, pour une période de temps fixée.

Par ailleurs, s'il faut bien faire ce qui est nécessaire pour satisfaire un tel objectif, il faut essayer de ne faire que cela, afin de réduire au strict minimum les coûts d'entretien, et surtout les coûts d'immobilisation des appareils dans les hangars des centres industriels.

4.2. Les contraintes

Aborder le problème de la maintenance de la flotte implique une réflexion préalable sur l'avion.

4.2.1. L'avion : de la machine au système

L'avion a permis aux hommes de se déplacer d'un point du monde à l'autre, dans des conditions sans cesse améliorées de rapidité, de sécurité et de confort, et ceci à un coût accessible à une part toujours plus large de la population.

En ce qui concerne le transport des marchandises, l'avion était à l'origine considéré comme un moyen marginal, rapide mais coûteux, réservé aux produits périssables ou aux cas urgents.

Il occupe aujourd'hui une place importante dans le domaine du fret.

L'évolution de l'avion au cours de ce siècle démontre bien comment la progression des performances et l'amélioration de la sécurité ont conduit à plus de complexité et comment l'accroissement de complexité a conduit inéluctablement à considérer l'avion en tant que système.

Nous pouvons définir un système est un ensemble organisé d'éléments et de relations, caractérisé par un certain degré de complexité, associé à un objectif, pourvu d'un mécanisme de régulation, qui évolue dans le temps et dans un environnement donné.

L'avion est un Système puisqu'il constitue une structure complexe, regroupant une cellule, un ou plusieurs groupes motopropulseurs et des équipements variés (les éléments du système).

Ces éléments sont liés entre eux : une poussée sur la manette des gaz modifie l'assiette de la cellule (les relations du système).

Il emporte des passagers et du fret vers une destination prédéfinie (l'objectif du système), conduit par un équipage s'assurant en permanence du bon déroulement du vol (la régulation du système). Il subit sans cesse des opérations d'entretien et de maintenance (l'évolution dans le temps) et est soumis aux contraintes des règles de la circulation aérienne (l'environnement).

4.2.2. Les étapes de l'évolution

Considérons la démarche de conception d'un constructeur en 1955. Le choix de l'aile constitue la première étape. La forme de l'aile va jouer un rôle essentiel dans la mécanique de vol, parce qu'elle assure la portance qui soutient l'avion, engendre une certaine traînée qui va le freiner et contribue à sa stabilité sur la trajectoire.

Le profil et la forme de l'aile une fois définis, il faut concevoir le fuselage, puis les empennages et les gouvernes.

Le problème des Groupes Motopropulseurs est traité en parallèle : le même avion peut être motorisé de manière différente et un même moteur peut équiper plusieurs appareils.

Enfin, le constructeur adapte les équipements (génération électrique, radiocommunication, pressurisation, ... etc.).

Dès cette époque, les spécialistes pressentaient que les caractéristiques et les formes ne pouvaient être déterminées séparément. L'interdépendance naturelle des éléments impose ses lois, particulièrement dans le domaine des vitesses élevées.

Le choix est large et des formules dissemblables permettent de répondre à des programmes voisins.

Certains constructeurs de l'époque poussent à l'extrême le bénéfice d'un profil classique. D'autres choisissent des solutions plus audacieuses et plus prometteuses, mais, faute de moyens de calcul et d'essais suffisants, ils ne peuvent alors en tirer tout le parti.

Les systèmes amortis sont stables. Les systèmes réactifs sont instables. Performance et stabilité sont antinomiques.

Entre 1960 et 1990, les constructeurs aéronautiques ont cependant continué à poursuivre l'idéal d'un avion qui soit à la fois performant (les passagers aiment rejoindre rapidement leur lieu de destination) et stable (les passagers détestent être secoués pendant le vol).

Dissocier le centre de gravité de l'appareil du point d'application des diverses forces aérodynamiques qui s'exercent sur l'avion rend celui-ci instable, mais exige une force portante moindre, donc une aile plus petite. Une aile plus petite est une aile moins lourde, qui offre moins de résistance à l'avancement (traînée).

La recherche de meilleures performances a pour corollaire une plus grande instabilité. Ce principe est généralisable à bien des systèmes.

Pour conférer à l'appareil une stabilité artificielle, il convient de s'opposer à l'effet perturbateur par le braquage instantané de gouvernes appropriées.

Celles-ci vont pouvoir aussi modifier la répartition des effets qui s'exercent sur la voilure, créer des effets d'amortissement (au sens physique de la diminution progressive de l'amplitude d'un mouvement oscillatoire sous l'effet de résistances diverses) propres à éliminer les risques de résonance.

En créant instantanément des forces de portance ou latérales supplémentaires, elles vont même pouvoir conférer à l'appareil des degrés de liberté supplémentaires.

Pour permettre ces actions, de nouvelles gouvernes, mais aussi de nouveaux dispositifs de commande et de contrôle deviennent nécessaires : plans "canard" générateurs de forces verticales ou latérales, tuyères orientables, flaperons et volets de bord d'attaque, ...etc. Il faut provoquer des effets très rapides, dans des délais très brefs et décider de l'ampleur de ces effets en fonction d'un nombre considérable de paramètres.

On voit apparaître des actions de pilotage dont le pilote est exclus. L'avion est doté de réflexes électroniques, activés chaque fois qu'il est démontré que les automatismes sont en mesure d'avoir une réaction plus fiable ou plus rapide.

Les techniciens ont baptisé ce mode de fonctionnement Contrôle Automatique Généralisé. Les paramètres sont acquis par divers capteurs (centrales de cap et de verticale, centrales inertielles, gyromètres, accéléromètres) ou fournis par le pilote.

Ils sont traités par les calculateurs de bord et transformés en ordres à l'intention des servos hydro- électriques qui commandent les gouvernes.

Le Contrôle Automatique Généralisé implique que l'architecture de la cellule soit conditionnée par le mode de contrôle de l'avion, lui-même dépendant de l'ensemble constitué par les capteurs d'acquisition, les dispositifs de traitement des données acquises, les éléments d'élaboration et d'exécution des ordres issus du traitement.

5.2.3. Acquérir le statut de système

Qu'avons nous ressenti à l'examen de cette évolution qui va de 1955 à 1998 et qui va se poursuivre au-delà : de plus en plus d'éléments, de plus en plus d'inter-relations entre ces éléments, de plus en plus de complexité.

La conception du système d'ensemble détermine la structure des composants élémentaires et cette conception conditionne en retour l'organisation du système.

Cette tendance fournit une merveilleuse illustration de la formule de Blaise Pascal qui constitue encore aujourd'hui le premier commandement de l'analyste de systèmes: "*Toutes choses étant causées et causantes, aidés et aidantes, médiatees et immédiates, et toutes s'entretenant par un lien naturel et insensible qui lie les plus éloignées et les plus différentes, je tiens pour impossible de connaître les parties sans connaître le tout, non plus que de connaître le tout sans connaître particulièrement les parties.*"

Le système doit être très homogène sur le plan des performances et de la sécurité de fonctionnement. Face à une anisotropie brutale du milieu aérodynamique (effet de cisaillement du vent), tous les composants devront présenter le

même niveau de fiabilité : l'aile doit supporter sans rompre l'effet des contraintes aérodynamiques, et les circuits des servo-commandes doivent réagir dans la fraction de seconde qui suit.

L'avion est bien devenu un système, conformément à la définition que nous en avons donné.

4.2.4. Un tableau de bord pour la gestion d'un système

Le technicien de maintenance a désormais pour charge la maintenance d'un système.

Le pilote aux commandes devient le gestionnaire du système.

Cette mutation des métiers n'est pas sans poser de multiples problèmes. Des difficultés du même ordre sont rencontrées chaque fois que l'évolution d'une profession exige d'appréhender l'outil entretenu ou piloté avec un autre regard et de faire preuve d'une plus grande capacité d'abstraction.

L'évolution vers le concept de système va se traduire aussi au niveau du tableau de bord, et, de manière plus générale, au niveau de l'organisation du cockpit.

Dans les années 60, le cockpit d'une Caravelle ou d'un Boeing 707 laisse une impression de complexité due au fait que chaque paramètre fait l'objet d'une mesure brute, donc d'un indicateur.

La complexité des appareils impose la vérification de nombreux paramètres, donc la multiplication des indicateurs.

Le panneau avant offre au commandant de bord et à son officier pilote l'ensemble des paramètres liés au pilotage et à la navigation. Le panneau latéral arrière, qui regroupe les paramètres des moteurs, est le domaine de l'ingénieur mécanicien navigant.

L'électronique a d'abord aggravé la chose, en multipliant les possibilités de mesure : le cockpit d'un BOEING 737-300 offrait 42 instruments sur la planche de bord.

La tendance s'inverse avec la numérisation progressive des équipements et l'arrivée d'appareils comme les AIRBUS A310 et Boeing 757/767, suivis par les A320/330/340 et le Boeing 777. L'appareillage devient plus complexe dans sa structure pour aboutir à une plus grande simplicité dans son exploitation. Par numérisation nous entendons le fait de transformer l'information analogique du capteur (un signal électrique dont l'amplitude varie de manière continue) par une valeur numérique codée sous forme binaire.

Cette évolution est capitale. La surveillance de quatre moteurs par une chaîne analogique implique l'affichage permanent de quatre températures.

Cette même surveillance effectuée par une chaîne numérique peut se réduire à la comparaison des quatre valeurs mesurées avec une valeur de référence, et le seul affichage des valeurs jugées anormales (sauf demande du pilote pour un affichage effectif des quatre valeurs courantes).

Cette évolution technologique a conduit à une refonte complète des planches de bord, se traduisant par un plus grand niveau d'abstraction.

L'approche "système" et l'usage du couple (calculateur numérique, écran d'affichage) ont permis de construire un microscope ("*outil d'investigation de l'infiniment complexe*" J. de ROSNAY) pour faciliter la supervision du fonctionnement d'un ensemble complexe, en composant une vue synthétique de l'ensemble, répartie dans un triptyque dont les trois volets traitent du contrôle à court terme de la trajectoire, de la navigation et du contrôle des sous-systèmes.

Ces systèmes sont respectivement appelés PFD (*Primary Flight Display* pour l'attitude, la direction de vol, la vitesse et l'altitude), ND (*Navigation Display* pour la situation horizontale et la situation radar météo) et ECAM (*Electronic Centralized Aircraft Monitor*) pour la surveillance permanente des divers circuits et équipements. PFD et ND sont réunis dans l'EFIS (*Electronic Flight Instrument System*). Nous allons revenir en détail sur l'évolution technologique des instruments du tableau de bord et sur son impact sur les métiers, donc sur la formation à dispenser.

4.2.5. Généralisation de l'approche systémique

Grâce à cette approche systémique, les avions de la nouvelle génération comme l'A320 ont su intégrer de la meilleure manière possible un ensemble de techniques nouvelles parvenues aujourd'hui à maturité : profils d'ailes supercritiques, matériaux composites, avionique numérique, commandes de vol électriques, contrôle automatique généralisé, ...etc.

Pour la conception du 777, BOEING a mis en place un laboratoire spécialisé de 400 M\$ baptisé SIL (Systems Integration Laboratory).

4.2.6. Impact de l'évolution technologique sur les métiers de la maintenance : l'exemple de l'avionique

Détaillons les étapes techniques de la tendance identifiée dans l'avant-dernier paragraphe et analysons son impact sur la maintenance.

Cette évolution n'est pas sans rappeler celle enregistrée dans l'industrie informatique. En matière de technologie des ordinateurs, on a parlé de génération (ordinateurs de première, deuxième et troisième génération). La technologie des équipements embarqués suit aussi ce découpage en générations

4.2.6.1. Les premières générations d'équipements

La première génération est celle des instruments purement mécaniques.

La seconde génération est celle des instruments électromagnétiques.

Pour ces deux premières générations chaque instrument avait une fonction bien déterminée : anémo- machmètre pour la vitesse, altimètre pour l'altitude, variomètre pour la vitesse ascensionnelle, horizon artificiel pour indiquer l'attitude, ...

Cette spécialisation ne tenait pas compte de l'interdépendance des paramètres mesurés et la multiplication en rendait la lecture difficile. La maintenance en était relativement simple : du fait de son isolement l'instrument défectueux pouvait être facilement identifié et les causes de dysfonctionnement aisément diagnostiquées.

4.2.6.2. La troisième génération : la numérisation

L'évolution technologique de l'industrie aéronautique a fait sienne l'approche système.

Celle-ci implique de ne plus laisser les données à l'état brut mais de les agréger et des les traiter pour élaborer des données de synthèse.

La première étape de cette évolution a donc exigé la numérisation, nécessaire pour pouvoir assurer les fonctions de calcul de manière fiable.

Cette troisième génération d'équipements correspond à des appareils comme l'AIRBUS A310, les Boeing 757 et 767, le MD-11. Elle est caractérisée par l'utilisation de calculateurs embarqués et l'affichage d'informations de synthèse sur des écrans cathodiques.

Nous parlons de calculateurs car ils sont séparés et spécialisés à un domaine particulier (pilotage et navigation, surveillance des sous systèmes).

Parmi ces divers calculateurs, il y a le FMS (*Flight Management System*). Sa fonction de stockage lui permet de gérer une base de données des lignes aériennes (routes, balises, aéroports) et de conserver en mémoire les équations traduisant le comportement de l'avion en vol. Sa fonction d'acquisition de données lui permet de recevoir en permanence les informations issues de la centrale inertielle et des équipements de radionavigation (VOR/DME). Sa fonction de traitement lui permet d'aider le pilote à planifier et à gérer son vol :

- Sur le plan horizontal (suivi de la route, sélection des aides radio)
- Dans le plan vertical (gestion des évolutions, recherche de l'altitude économique, optimisation des régimes).

Le premier écran est consacré au contrôle à court terme de la trajectoire. C'est l'écran de pilotage (*Primary Flight Display*) qui regroupe :

- Une échelle verticale de vitesse
- L'horizon artificiel associé aux barres de tendance
- L'affichage des modes de fonctionnement pilote automatique/directeur de vol
- La matérialisation du domaine de vol en fonction de la masse et de la configuration
- La prévision de vitesse à très court terme

Le second écran est consacré à la navigation et à l'optimisation du vol

C'est l'écran de navigation (*Navigation Display*) qui Figure # la carte de la zone survolée en affichant :

- Le plan de vol théorique de balise en balises,
- La progression réelle de l'avion vis à vis de celui-ci,
- La rose des caps
- Le vent subi
- La vitesse par rapport au sol
- L'image du radar météo.

Le troisième écran est consacré à la gestion des sous-systèmes. C'est le système centralisé de surveillance avion (E.C.A.M. pour *Electronic Centralized Aircraft Monitor*).

Ce système évite à l'équipage de balayer en permanence une multitude de jauges et d'indicateurs. Des schémas synoptiques représentant l'ensemble des sous-systèmes, mettant en évidence les dysfonctionnements éventuels (entre temps corrigés par la mise en route du circuit de secours). L'inhabituel est privilégié. L'identification de la panne qui s'est produite distingue la cause des effets secondaires.

Cette troisième génération est numérisée mais non intégrée. Les calculateurs restent indépendants. Les instruments traditionnels complètent les écrans. Il n'y a pas de remise en cause fondamentale de l'architecture et les procédures d'exploitation et de maintenance ne sont guère bouleversées. La numérisation permet de mettre en oeuvre au sol des systèmes de tests automatiques (ATEC).

4.2.6.3. La quatrième génération : vers une intégration progressive

4.2.6.3.1. La première étape de cette intégration : l'Airbus A320

La première étape de cette intégration est représentée par l'A320 et le Boeing 747-400.

Outre l'introduction des commandes électriques de vol, cette génération est caractérisée par le démarrage du processus d'intégration des calculateurs. Le FMS laisse la place au FMGS (*Flight Management et Guidance System*), qui centralise l'ensemble des fonctions liées à la conduite du vol et prend en charge le suivi de la trajectoire réelle dans l'espace à trois dimensions par rapport à une trajectoire prédéterminée.

Ce calculateur central communique avec des calculateurs relais tels que l'E.L.A.C. (*Elevation and Aileron Central Computer*), le S.E.C.C. (*Spoiler and Elevator Control Computer*), et le F.A.D.E.C. (*Full Authority Digital Engine Control*). Il communique aussi avec l'E.C.A.M.

Ce niveau de responsabilité implique que l'équipage doive dialoguer. Aux fonctions de stockage, de traitement, d'acquisition, d'affichage s'ajoutent des fonctions de saisie.

Les trois organes d'entrée sont :

- Le clavier du M.C.D.U. (*Multifunction Control and Display Unit*) pour l'entrée des paramètres dans le système.
- Le F.C.U. (*Flight Control Unit*) pour modifier rapidement un ou plusieurs paramètres (vitesse, cap, pente, altitude) sans se priver du contrôle automatique des autres paramètres.
- La manette de poussée à cran pour les moteurs.

Au niveau affichage on dispose de six écrans :

- Les deux écrans de l'E.F.I.S. (*Electronic Flight Information System*) qui reprennent les fonctionnalités de l'écran de pilotage et de l'écran de navigation.
- Les deux écrans de l'E.C.A.M.
- Les écrans des M.C.D.U. pour le compte rendu du fonctionnement sur le plan opérationnel (situation instantanée, prochaine variation programmée) et sur le plan fonctionnel (centralisation des alarmes de défaillance des équipements composant l'A.F.C.S. et des senseurs qui lui sont associés).

Au niveau de l'architecture physique, on note une banalisation des écrans et des calculateurs, d'où possibilité de commutation en cas de panne.

Les modifications ne se font plus par des échanges de boîtes noires, mais par le chargement d'une nouvelle "release" du logiciel. A chaque fois 2 ou 3 chaînes de logiciel travaillent concurremment, basées sur un même cahier des charges mais réalisées par des équipes différentes.

L'évolution se traduit par une réduction du nombre d'éléments électroniques interchangeables en piste (L.R.U.: *Line Repleacable Unit*); l'A300 comptait 17 boîtes noires dédiées à la conduite et à la gestion du vol. L'A310 n'en comptait plus que 9. Ce nombre est réduit à 2 pour l'A320.

L'A320 a pu ainsi explorer la totalité de son domaine de vol dès le vol d'essai.

Les Groupe Moto Propulseurs n'échappent pas à cette tendance. Un système de régulation électronique numérique "pleine autorité" a pour mission de régler le débit en carburant pour assurer une bonne combustion et positionner les organes mécaniques réglables du moteur : tuyère d'éjection, calage d'aufrage variable, soupape de décharge, vanne de prélèvement d'air de refroidissement en fonction des paramètres externes affichés et des incidents internes : surchauffe, vibrations, ..

Ici encore des calculateurs numériques viennent s'interposer dans la chaîne.

En matière de contrôle en vol des équipements, l'A320 est doté d'un système d'assistance à la localisation de pannes : le C.F.D.S. (*Centralized Fault Data System*). L'organe d'interface, le C.F.D.I.U. (*Centralized Fault Data Interface Unit*) présente sur un écran, en langage clair, le résultat de l'analyse logique des informations élaborées par les B.I.T.E. ("built in equipment test") des dispositifs numérisés. Mémorisant, gérant, corrélant et suivant les messages de pannes, le C.F.D.I.U. tente d'associer l'identité des systèmes à certaines pannes, au moyen de règles de corrélation.

Cette première phase d'intégration a posé beaucoup de problèmes aux personnels en charge de la maintenance. Nous avons vu que cette génération avait introduit la notion de B.I.T.E. mais ces systèmes n'ont pas apporté dans un premier temps les avantages que l'on en espérait. Ils ont posé nombre de problèmes aux exploitants et ont été sources de déposes injustifiées. Le problème se situait non au niveau de la fiabilité des systèmes, mais au niveau de l'identification de la cause de la panne.

Le concept de système implique une boucle de rétroaction (*feed-back*). A partir du moment où la boucle est fermée, il est difficile de savoir où se trouve la panne dans la boucle si celle-ci ne fonctionne plus.

On cite le cas d'un calculateur A.F.C.S. (*Automatic Flight Control System*) qui fut déposé 18 fois en moins d'un an sur plainte du système de contrôle embarqué alors que les tests au banc le déclaraient OK.

John RILEY, directeur du marketing à l'Air Transport Division d'Honeywell avouait à l'époque : "*54 % des pannes détectées par les calculateurs des B747-400 sont des pannes fugitives. Ce sont des alarmes, déclenchées intempestivement par les ordinateurs de bord, qu'aucune recherche de panne faite en escale n'arrive à retrouver.*"

Le réseau interne de l'appareil commence à se constituer, mais à partir de briques hétérogènes. Le concept d'interopérabilité reste cantonné dans les discours marketing et les calculateurs embarqués échangent des informations dans des langages incompatibles, selon des cycles d'échantillonnage désynchronisés.

Ces difficultés ne sont pas sans rappeler celles rencontrées par les informaticiens dans leurs premières tentatives d'interconnexion des réseaux locaux et des réseaux "propriétaires" d'entreprise, avant que TCP/IP n'impose sa norme de fait.

Elles présentent un réel danger car elles peuvent entraîner une perte de confiance des équipages et des techniciens de maintenance envers les systèmes chargés de les avertir d'une défaillance de l'appareil.

4.2.6.3.2. La deuxième étape de cette intégration : l'Airbus A330/A340

L'intégration se poursuit avec le programme A330/A340.

Le Système Automatique de Vol A.F.S. (*Automatic Flight System*) remplace le FMGS et regroupe les fonctions de gestion de vol, de pilote automatique et de contrôle de la poussée des moteurs. Il intègre une notion nouvelle : la protection-enveloppe de vol qui fixe les limites (vitesse et incidence) à ne pas dépasser.

Cet A.F.S. regroupe deux calculateurs redondants qui assurent la fonction déjà identifiée de "*Flight Management and Guidance*", le poste de commande F.C.U. et trois boîtiers de dialogue M.C.D.U.

Celui-ci constitue toujours l'organe de dialogue avec les centrales de navigation et enrichit ses possibilités avec les systèmes de maintenance, les moyens de transmission de données V.H.F. A.C.A.R.S. et le système de gestion de carburant F.C.M.S. (*Fuel Control and Monitoring System*).

Les systèmes de maintenance sont regroupés au sein du concept WMS (*Warning and Maintenance System*). Deux calculateurs F.W.C. (*Flight Warning Computer*) et deux concentrateurs de données SDAC (*System Data Acquisition Concentrator*) auscultent les systèmes et affichent à l'équipage des messages d'alarmes sur les deux écrans E.C.A.M.

Deux calculateurs de maintenance C.M.C. (*Centralized Maintenance Computer*) sont reliés à tous les autres systèmes de l'avion qui leur transmettent les résultats de leurs auto-tests (B.I.T.E.). Ils analysent les pannes au sol et en vol, de manière à détecter les systèmes défaillants et à fournir les clefs du dysfonctionnement à l'opérateur, qu'il soit pilote ou technicien de maintenance.

La dernière grande innovation de l'A340, qui sera reprise sur le Boeing 777, est celle de l'E.L.S. (*Electronic Library System*). Ce système de documentation informatisé remplacera les dizaines de kilos de papier (documents d'exploitation et de maintenance de premier niveau, cartes, NOTAMs, procédures compagnie) embarqués par les pilotes à chaque vol.

4.2.6.3.3. La troisième étape de cette intégration : le Boeing 777

La toute dernière génération, celle du Boeing 777, marque l'étape la plus récente, qui vise une intégration encore plus poussée.

Cet appareil hérite des progrès introduits par ses prédécesseurs en termes de numérisation et de commandes de vol électriques. Il introduit une innovation : l'A.I.M.S. (Aircraft Information Management System) qui regroupe à lui seul les fonctions de gestion du vol, de gestion des écrans de la planche de bord, de navigation, de surveillance des systèmes et des moteurs, de la poussée et des Intercommunications.

Cet ordinateur, qui remplace des dizaines de calculateurs spécialisés, est dupliqué et tolérant aux pannes. Le surcroît de sécurité ainsi apporté a contribué à la certification ETOPS 180 de l'appareil.

La boucle est toujours fermée, mais la standardisation, la diminution du nombre des composants et d'échanges sans valeur réelle ajoutée rend la probabilité de panne plus faible et la maintenance plus aisée.

L'ensemble forme ainsi un véritable réseau local (*Lan Area Network*). Ce réseau local peut d'ailleurs être intégré dans le réseau de l'entreprise (*Wide Area Network*) grâce aux "data links" et aux moyens de communication de type ACARS / AIRCOM / INMARSAT (A.C.A.R.S. : *Aircraft Communications Addressing and Reporting System*).

Nous pouvons au passage souligner les points communs entre la terminologie des informaticiens et celle des équipementiers : dans les deux cas il est question d' "Information System" et de "Management System".

Ce réseau peut aussi être intégré dans le réseau du Système d'Information du Contrôle de l'espace aérien.

Le métier est donc bien difficile pour des techniciens de maintenance qui vont devoir s'y retrouver dans tous ces sigles et supporter simultanément des appareils de diverses générations, traduisant des philosophies de maintenance bien différentes.

La formation devra plus mettre l'accent sur la capacité à s'adapter à de perpétuels changements que sur une technologie particulière, si récente et si prometteuse soit-elle.

4.2.6.4. la nouvelle importance du logiciel

Elle doit aussi mettre l'accent sur le logiciel puisqu'un dysfonctionnement a de plus en plus de chances de provenir d'une erreur logicielle.

L'immense diversité des fonctions réalisables par les calculateurs numériques est un avantage mais cette diversité a pour corollaire une complexité peut avoir des effets négatifs sur la sécurité.

4.2.7. L'évolution des doctrines en matière d'entretien

Nous avons vu avec force détail comment le matériel avait évolué et comment cette évolution avait influencé les métiers de la maintenance.

Cette évolution a tout naturellement eu beaucoup d'influence sur les l'organisation des procédures d'entretien de ce matériel.

Avant 1950, l'aspect économique de l'entretien était secondaire par rapport à l'aspect technique. Les appareils dérivait des avions militaires, équipés de moteurs à piston à potentiel limité. Les travaux étaient caractérisés par :

- des visites périodiques,
- des grandes visites annuelles correspondant à un faible nombre d'heures de vol, entraînant une immobilisation de deux à trois semaines,
- des révisions générales, après quelques milliers d'heures de vol, immobilisant l'avion pour longtemps.

Les années 60 ont vu le découpage des révisions générales en tranches successives (4 tranches de 4000 heures) dans le cas du DOUGLAS DC6.

Avec les années 70 et 80 et l'introduction massive des appareils à turboréacteurs ("jets") -pour lesquels s'était établie, dès la phase de conception, une meilleure collaboration entre constructeurs et utilisateurs, on voit la maintenance progressive se développer, permettant une meilleure égalisation des charges d'atelier et une gestion plus facile des stocks de rechanges.

La répartition des opérations sur toute la flotte, de sorte qu'à partir d'un seuil, puis à chaque fréquence déterminée, tous les points soient examinés ("sampling" de structure) a permis d'obtenir rapidement des potentiels très élevés, une disponibilité maximale des avions, un meilleur suivi technique et une réduction des coûts. L'entretien des équipements et circuits par méthode à fiabilité contrôlée a permis de réduire le nombre de démontages injustifiés et prévoir certaines défaillances. Le développement de méthodes analogues pour un suivi permanent des paramètres moteurs a amélioré la sécurité et l'économie.

Les programmes de contrôle des appareils s'appuyant sur les taux de dépose prématurée, les taux de plainte des équipages, de maintenance, de retard et d'incident technique, ont certainement constitué une petite révolution dans ce domaine.

La notion de potentiel a été conservée pour les pièces de sécurité, mais la règle devient celle d'"entretien suivant état" (TARAN = *Test And Replace As Necessary*) et de suivi statistique.

Il est amusant de noter qu'alors même que le concept de dépose suite à potentiel commençait à être abandonné par les compagnies aériennes, il est découvert et adopté par des industries classiques au travers de l'adoption de logiciels de M.A.O. (Maintenance Assistée par Ordinateur), souvent issus de logiciels spécialisés pour le monde aéronautique.

Dès la phase de conception des appareils, des groupes de travail ("maintenance steering comitee") élaborent un programme d'entretien ("maintenance board report") acceptable pour l'ensemble des parties concernées (constructeurs et compagnies clientes). Ce comité établit un document définissant les principes, règles et procédures pour l'établissement d'un programme d'entretien efficace prévenant des détériorations des niveaux de sécurité et de fiabilité au coût minimal.

Le respect de telles consignes a été grandement facilité par :

- La poursuite de la politique de coopération entre compagnies, établie depuis les années 60 avec les Groupement ATLAS : Air France, Lufthansa, Alitalia , Sabena) et KSSU (KLM, Swissair, SAS, UTA).
- La modularité de la conception des systèmes.
- L'existence d'équipements de test automatique type ATEC, permettant de vérifier des modules complets pour isoler la carte ou le composant défectueux, dont l'architecture s'établit autour d'un mini-ordinateur programmable dans un langage spécialisé.
- La multiplication des orifices endoscopes.
- La mise en place d'installations de saisie de multiples paramètres en vol (selon le principe de l'Airborne Integrated Data System)
- Le développement des méthodes de contrôle non destructives (Rayons X, Mesure de courants de Foucault)

Les programmes d'entretien se stabilisent alors selon le modèle suivant :

- les visites prévol,
- les "checks" A toutes les 300 heures de vol (+/- 10 %),
- les checks C toutes les 4000 heures de vol (+/- 10 %) qui nécessitent 48 heures d'immobilisation, mais peuvent être répartis en trois fois 16 heures,
- les visites d'entretien lourd ("heavy maintenance visits") à 20 000 heures de vol selon le principe de la maintenance progressive.

Au cours des années 90, compte tenu de la croissance du trafic aérien qui implique une utilisation poussée des flottes, les compagnies aériennes investissent dans des systèmes d'aide à la maintenance : les ACMS.

L'investissement est plus que rentable puisqu'il représente entre 20 000 et 50 000 dollars à l'heure même où la dépose d'un moteur est estimée à 600 000 dollars. L'ACMS détecte et surveille en permanence l'ensemble des comportements de l'avion, d'où une mine de renseignements extrêmement précieuse pour l'entretien. Ces renseignements sont transmis soit en vol à travers un équipement ACARS (via le réseau AirCom de SITA), soit au sol par le biais d'un support papier ou magnétique quelconque.

La transmission en vol intéressante car elle permet de réagir tôt et d'être, en cas de dysfonctionnement, au pied de l'appareil dès son atterrissage avec la rechange et l'outillage nécessaires.

Nous avons vu qu'avec l'A340 était apparu le concept d'E.L.S. (Electronic System Library) est en voie de remplacer les dizaines de kilos de documentation papier embarqués à chaque vol. Connecté au calculateur de pilotage FMS (Flight Management System) et au calculateur de maintenance WMS, le dispositif ELS peut aider l'équipage dans sa recherche dans le cadre d'une procédure de vol ou d'analyse d'un dysfonctionnement.

Les avions de cette génération introduisent aussi la notion de "built in equipment test" (BITE) dont nous avons évoqué les défauts de jeunesse au paragraphe 4.2.6.3.2.

Les techniques issues des travaux menés dans le domaine de l'Intelligence Artificielle ont permis de réintroduire l'homme dans le processus de diagnostic alors que la génération des systèmes complètement automatiques l'excluait. Il faut que le système expert intégré dans le réseau de l'avion mobilise toutes les sources d'information : l'équipement de test, mais aussi le système source en panne, les systèmes en aval victimes du dysfonctionnement et l'équipage. Le Système Expert établit une synthèse et la présente au technicien de maintenance. Une telle approche présente l'intérêt d'enrichir constamment la

base de connaissances avec les résultats obtenus. Mieux encore, chaque compagnie pourra éduquer son système avec les progrès effectués dans la méthodologie de maintenance et les critères d'exploitation.

On s'achemine de plus en plus vers l'utilisation de ces techniques et des systèmes experts pour l'aide à la maintenance. La recherche de pannes s'effectuera selon le processus suivant :

- Introduction des faits observés, en reproduisant le rapport d'anomalie établi par le pilote.
- Analyse des faits observés par le Système Expert, en partant d'un domaine étroit et en l'élargissant
- Recherche du diagnostic.
- Assistance à la réparation et à la validation.

Ingénierie simultanée et maintenance intégrée caractérisent les premières années du nouveau millénaire.

La maintenance intégrée repose sur le principe de la vérification de l'intégrité de chacun des composants d'une chaîne fonctionnelle, de manière à simplifier la modélisation des équipements dans la base des connaissances d'une part, l'établissement de règles de déduction pour le raisonnement d'autre part.

Une nouvelle révolution s'annonce avec les réseaux : celle de l'ingénierie simultanée. Des expériences sont en cours au niveau des phases de conception et de fabrication (Dassault et ONERA dans le cadre du programme RACE). Cette technique permettra l'organisation de visioconférences avec les experts du constructeur ou de l'équipementier pendant la phase de maintenance.

Ce besoin de communication ira croissant du fait de la tendance à la spécialisation sur certains créneaux des entités de maintenance, révision et entretien (Eclatement de la maintenance Air France entre Air France Industrie et Air France Maintenance, éclatement de Sogerma entre une unité spécialisée dans les gros porteurs et une spécialisée dans les avions à fuselage étroit, Revima spécialisée dans les trains d'atterrissage et les turbines, Aerotec spécialisée dans les parties chaudes, ..) et les divers accords internationaux (Accords CIAS et LAB pour la création de LAB Asia Pacific, création d'AMECO par Lufthansa Technik et China Airlines, création de GMF par Garuda et KLM,..).

L'amélioration des techniques et de la productivité a ses limites. Au nom de la réduction des coûts d'exploitation, on peut craindre que la recherche d'économies aille jusqu'à remettre en cause la sécurité. Ceci est surtout valable dans un contexte de dérégulation. La FAA a multiplié les contrôles et nombre de compagnies U.S. ont dû payer d'importantes amendes.

4.2.8. Bilan des contraintes

De ces considérations on retiendra :

- Des exigences d'adaptation permanente à l'évolution des techniques (technologie des équipements à entretenir et technologie des équipements d'entretien).
- Des exigences d'adaptation à l'évolution des doctrines d'entretien.
- Des exigences d'évolution des organisations (partage des tâches entre coopérateurs, ingénierie simultanée)
- Des exigences de réactivité car les immobilisations d'appareil coûteront de plus en plus cher.
- La tendance à la centralisation des équipements et rechanges et à la répartition des sites d'intervention.
- La contrainte majeure qui fait les opérations urgentes de maintenance corrective viennent bouleverser le cycle des opérations programmées de maintenance préventive.

4.3. Les ressources

La structure des données associées à un Système de Gestion de ce type est probablement la plus complexe.

Elle implique :

- Un référentiel des pièces et équipements :
 - Identification,
 - Nomenclature (Composants / composés),
 - Caractéristiques techniques (démontage, entretien, montage, ..),
 - Caractéristiques logistiques (fournisseurs, brokers, circuit d'approvisionnement, niveaux critiques, ..),
 - Caractéristiques économiques.
- Un référentiel des moyens industriels :
 - Descriptif des postes de travail,
 - Outillages, appareils de mesure, banc de test.

- Un référentiel des opérations :
 - Programme d'entretien, cycle de visites,
 - Gammes d'opérations, modes opératoires.

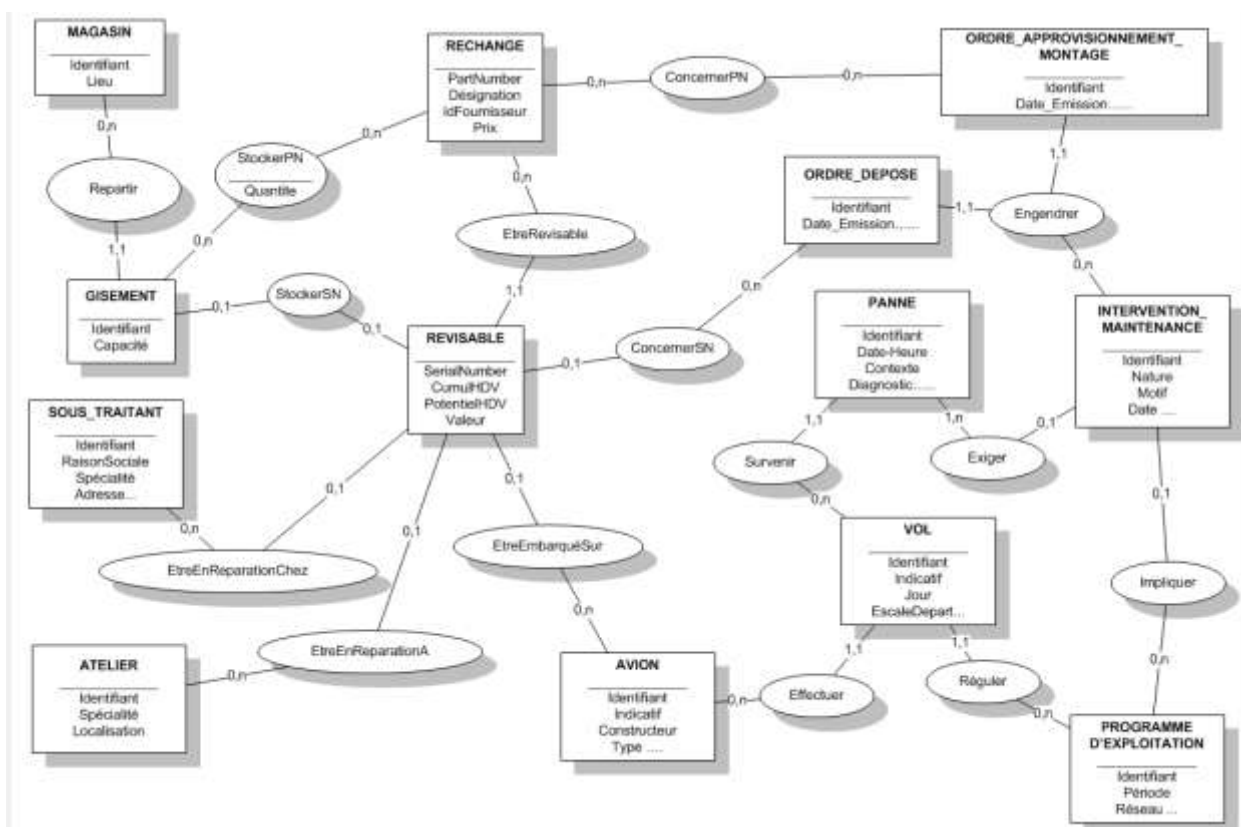


Figure # 9 : La Base de Données des équipements et rechanges, une ressource pour le S.G. du "Matériel"

4.4. Les résultats attendus

Les résultats que le Système de Gestion du Matériel doit fournir :

- Un planning des opérations.
- Un inventaire des équipements et des rechanges (Où ? Combien ?).
- Des documents associés aux approvisionnements :
 - Commandes,
 - Bons de livraisons,
 - Factures,
 - Bons de mouvement magasin (entrées, sorties, transfert),
 - Bons de mouvement avion (Montages, démontages).
- Des documents associés aux travaux effectués.
- Des documents associés aux équipements suivis.
- Des documents relatifs à la gestion des configurations des appareils de la flotte.
- Des études de fiabilité des équipements.
- Des données à l'intention du Système de Gestion des Flux Financiers (achats, ventes, locations, inventaires, suivi des heures passées, ..).
- Des données à l'intention du Système de Gestion Exploitation Jour J (disponibilité ou indisponibilité Jour J).

4.5. Les entrées

Compte tenu des résultats attendus, nous pouvons recenser les entrées nécessaires :

- Les mises à jour des référentiels.
- Les mouvements en entrée et sortie de magasin.
- Les mouvements en dépose et réinstallation sur avion.
- Les caractéristiques des opérations d'entretien sur les matériels révisables.
- Le temps passé sur les diverses opérations de maintenance.

4.6. Les processus

Ayant identifié les objectifs, les contraintes, les résultats attendus et les entrées nécessaires, nous pouvons identifier les processus du Système de Gestion du "Matériel".

L'analyse d'un système d'entretien et de maintenance industrielle implique la réponse à une série de questions :

- Que faire ?
- Comment le faire ?
- Quand le faire ?
- Où le faire ?
- Qui va le faire ?

4.6.1. Que faire ? La phase d'analyse des produits maintenus

Un avion est un produit d'une telle complexité qu'il exige une analyse par niveau : ce type d'analyse permet la description des différents composants dans l'ordre logique de disponibilité des constituants. Pour un Système de Gestion de la maintenance on privilégie l'ordre de démontage, alors qu'un Système de Gestion de production privilégiera l'ordre de montage.

Nous aurons dans ce cas des cheminements du type :

Avion --> compartiment avionique --> Récepteur VOR (système de navigation) --> Carte amplificateur Basse Fréquence avant filtrage --> Etage préamplificateur --> microcircuit

L'analyse par niveaux s'effectue à partir des documents d'étude remis par les constructeurs (plans, nomenclatures).

Si en matière de gestion de production cette phase prépare le calcul des besoins bruts, en matière de gestion de maintenance elle se contentera de préparer les besoins en rechanges et en outillages, et aidera aux deux phases suivantes d'analyse du processus d'entretien et d'ordonnancement des travaux d'entretien programmé.

Le rôle de la nomenclature est prépondérant. Celle-ci est constituée par la liste des composants élémentaires représentant un ensemble déterminé, identifiés par un numéro de code (Part Number).

L'identification des composants et sous-ensembles est régie par certaines règles de normalisation (code ATA).

4.6.2. Comment le faire ? La phase d'analyse du processus d'entretien

Cette analyse a pour but d'étudier et de définir les méthodes de travail qui régissent l'entretien de l'avion et de ses sous-systèmes (cellule, GMP, centrales d'énergie, instruments et avionique, ...), des sous-ensembles de divers ordres et de leurs composants primaires.

C'est l'objet de la fonction méthodes qui met en oeuvre les résultats de la phase d'analyse des produits maintenus.

Le résultat de ce travail fournira :

- La description des postes de travail (répartition des postes dans les ateliers et les laboratoires, équipements de mesure et de test, équipements permettant la mobilité des postes (passerelles, portiques, praticables, vérins, ..)
- Les modes opératoires à suivre (dépose, démontage, tests, interventions si nécessaire, remontage, installation).
- Le catalogue des temps élémentaires

Afin de pouvoir effectuer une préparation convenable, qui soit économiquement justifiée, il est nécessaire de mettre en évidence les analogies :

- de forme et de dimension (familles de produits, de sous-ensembles, de pièces qui peuvent être intéressants dans le cas d'appareils d'une même gamme ou d'un même constructeur),
- d'exécution (familles de gammes, phases et opérations).

4.6.3. Quand le faire ? L'ordonnancement

Le but de l'ordonnancement est de définir le programme d'utilisation optimum des moyens industriels pour satisfaire, de la façon la plus avantageuse (taux de disponibilité des appareils de la flotte), et dans les conditions exigées (respect du programme d'entretien défini, normes de sécurité, contrôles VERITAS) les fonctions d'entretien et de dépannage des avions.

Le résultat de cet ordonnancement doit mettre en évidence les dates d'exécution des tâches, en assurant, de la meilleure manière possible, la gestion :

- des exigences du programme d'exploitation ou des commandes des clients extérieurs (gestion des délais),
- des moyens (gestion des charges),
- des en-cours (gestion des stocks).

Le type d'activité propre aux centres industriels d'une compagnie aérienne concerne des processus de fabrication unitaires et discontinus. Ceux-ci restreignent le choix des méthodes d'ordonnancement et les solutions possibles restent :

- La méthode du râteau d'enchaînement, avec utilisation de la comptabilité des charges et du diagramme de GANTT.
- La méthode du chemin critique selon le diagramme des potentiels, qui apporte un supplément de clarté en mettant en évidence les instants au plus tôt et au plus tard et visualise clairement les tâches.
- La méthode du chemin critique selon le diagramme PERT, plus axée sur la visualisation des étapes.

Les conditions qui influent sur le choix de la méthode d'ordonnancement sont :

- La durée et la périodicité du cycle d'entretien.
- L'homogénéité de la flotte.
- La diversité des gammes (chaudronnerie, mécanique, hydraulique, électronique, ..)
- La part des commandes externes au cycle normal d'exploitation de la flotte (intervention de maintenance corrective, clients extérieurs).

4.6.4. Avec quoi le faire ? L'approvisionnement

Le but de la fonction "Approvisionnement" est d'assurer la disponibilité des consommables (visserie, rivets, joints, huiles, peintures, produits d'entretiens, ..), des pièces détachées et des révisables pour satisfaire les besoins en temps voulu et aux meilleures conditions.

La surveillance du stock exige :

- Une analyse physique qui porte sur le suivi des bons d'entrées, des bons de sorties, des inventaires et de la consommation. La gamme gérée recouvre souvent plusieurs dizaines de milliers de références.
- Une analyse économique qui porte sur la détermination des stocks vifs et de sécurité, à l'aide des données de l'analyse physique et de certains coûts significatifs (coûts d'acquisition, coûts de possession, coûts unitaires, coûts de rupture).

Des méthodes existent, aujourd'hui intégrées dans les logiciels de gestion de stock, pour permettre au gestionnaire du magasin, à partir du résultat de ces deux analyses, de savoir quand et combien commander.

4.6.5. Où le faire et qui va le faire ? Lancement et suivi d'avancement

L'objet de la fonction "Lancement" est de provoquer et de contrôler l'exécution du programme de travail établi par l'ordonnancement en apportant des solutions à très court terme aux problèmes posés par la bonne gestion des moyens et les aléas d'origines diverses.

Au sein du Sous-système de Gestion technique des centres industriels, le module "Lancement" dispose des données transmises par le module "Ordonnancement" et de celles saisies directement au sein des ateliers et des hangars (état d'avancement des travaux en cours, aléas de dernière heure).

Il doit :

- Vérifier la disponibilité :
 - des approvisionnements nécessaires (en liaison avec le module "Approvisionnement") ,
 - des outillages,
 - des postes de travail,
 - du personnel nécessaire,
- Distribuer le travail en tenant compte :
 - de l'urgence relative,
 - de l'enchaînement économique et technique des différents travaux confiés à un même poste,
 - de la charge admissible sur chaque poste,
- Intercaler les travaux présentant un caractère d'urgence (AOG, dépannages).
- Enregistrer les charges correspondantes qui seront transmises pour valorisation au Système de Gestion des flux financiers.

4.6.6. Le suivi des équipements révisables

Les équipements révisables, installés sur les avions, utilisés, démontés, passés en atelier puis remis en stock pour un nouveau cycle d'exploitation exigent un suivi particulier.

Ils impliquent un dernier sous-système dont les fonctions sont :

- Connaissance, à tout instant, des caractéristiques descriptives, de l'affectation et de l'historique des mouvements d'affectation.
- Edition de l'échéancier des visites et réépreuves à effectuer.
- Traçabilité complète des opérations de dépose, test, maintenance, contrôle et montage.
- Réalisation d'études statistiques de fiabilité.

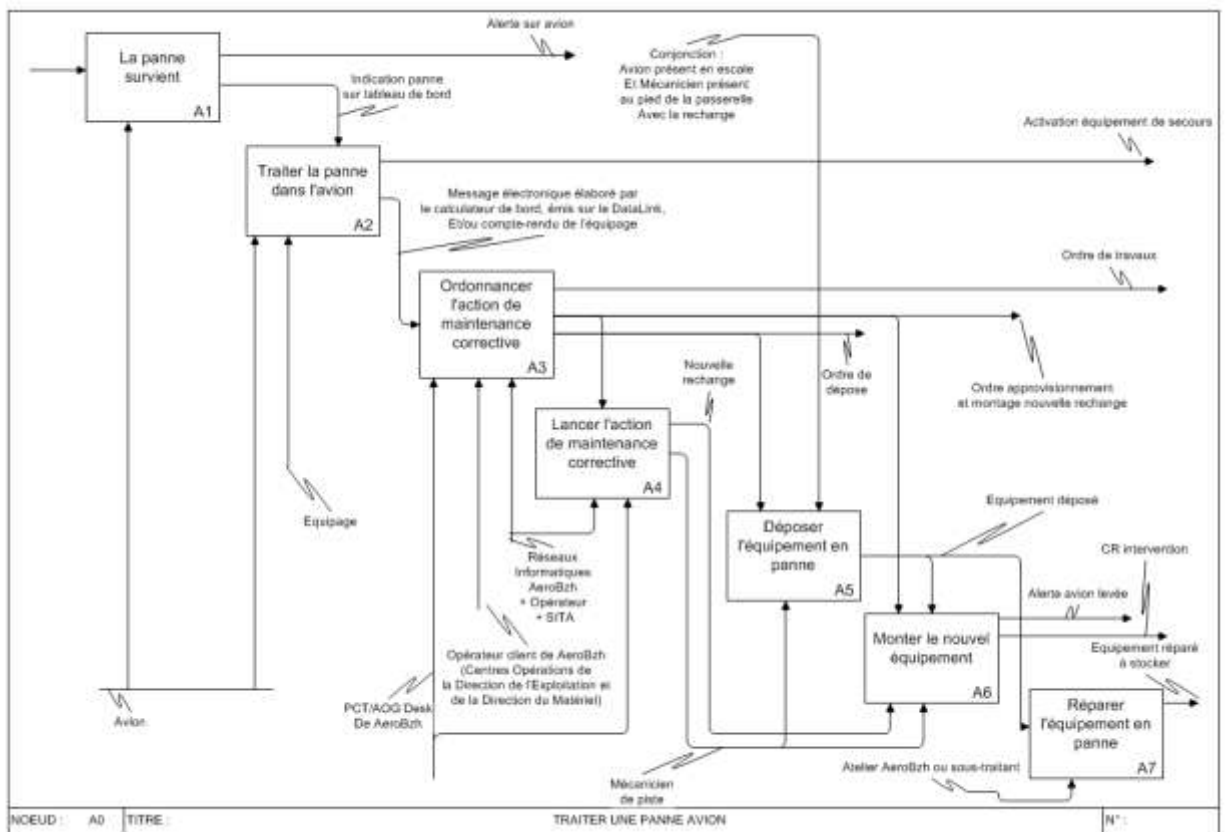
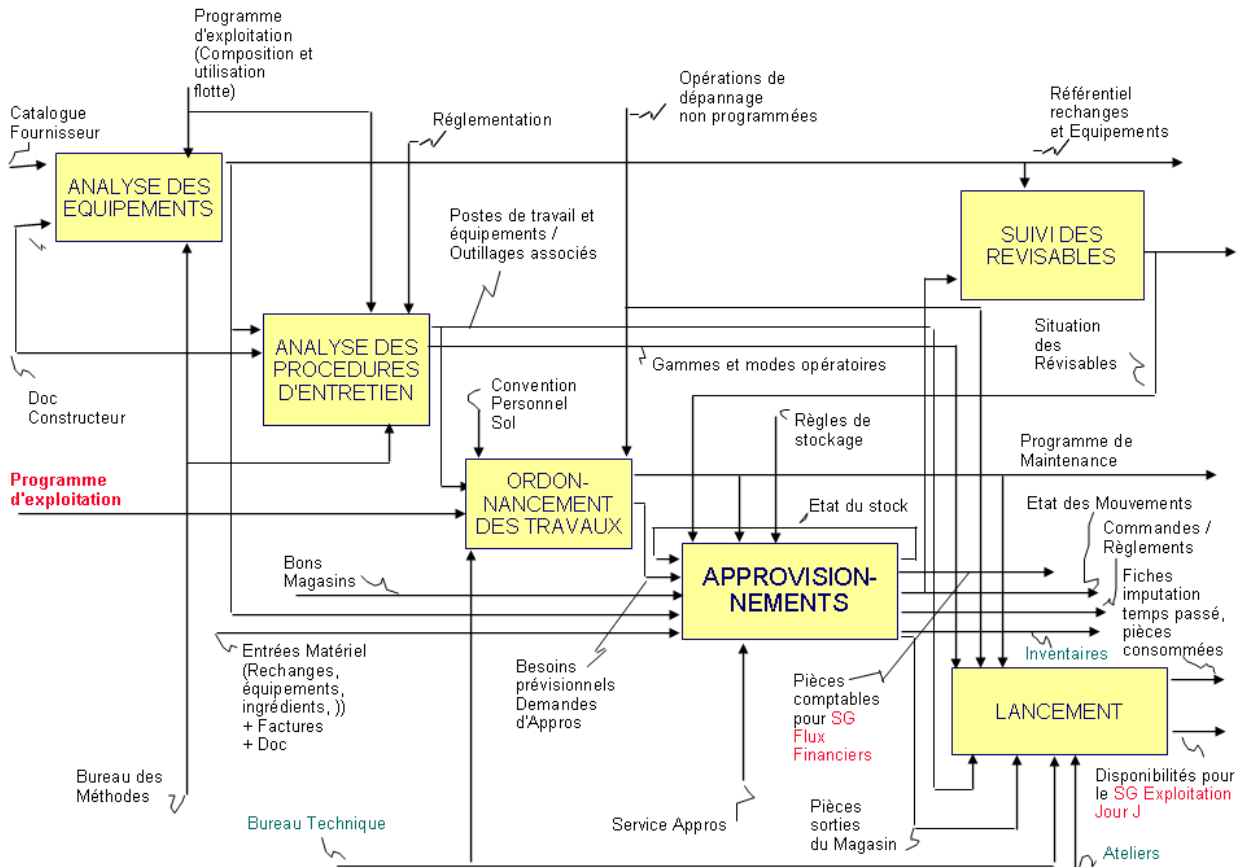


Figure # 11 : Processus du S.G. du "Matériel"

4.7. Les outils du Système de Gestion

A l'image de tout problème logistique et industriel, la gestion du matériel d'une entreprise de transport aérien est complexe et peut trouver avantage à utiliser toute la panoplie des outils mis à disposition par les technologies de l'information.

C'est une informatique structurelle de type classique avec un fort taux transactionnel pour l'ensemble du processus de maintenance et d'approvisionnement, ainsi que pour le suivi du stock de pièces de rechanges et des équipements révisables.

L'informatique de l'entreprise étendue (Internet, Messagerie, EDI, conférences) est intéressante pour les relations avec les constructeurs, les fournisseurs, les brokers, les sous-traitants et les autres compagnies.

L'Informatique de groupe de travail facilite les tâches au sein du bureau des méthodes, du bureau technique, du service achats, du service sous-traitance, des divers ateliers et laboratoires.

L'informatique personnelle peut offrir d'incalculables services pour les travaux bureautiques et des tâches complémentaires telles que :

- Les études de la rotation des stocks.
- L'analyse des paramètres de fiabilité d'une famille d'équipements.
- Les études sur la répartition des lots de rechange.

L'informatique de process concerne les systèmes de test automatiques.

Aujourd'hui, deux possibilités :

1. Soit le SG « Matériels » est construit à partir des modules « Achats - Stocks - Production » d'un ERP/PGI
2. Soit il tourne sur un logiciel construit spécifiquement pour satisfaire les besoins recensés.

La solution 2 (« Best of Breed ») est souvent celle retenue par les grandes compagnies.

La solution 1 n'est applicable que si l'ERP/PGI est suffisamment souple pour assurer les «fonction MRO (*Maintenance - Repair - Overhaul*) comme la gestion des révisables.

5. LE SYSTEME DE GESTION "VENTES ET DISTRIBUTION"

5.1. Objectifs du Système de Gestion

La demande de transport et de voyage implique la création d'un marché.

La compagnie aérienne a mis en place des ressources matérielles et humaines aptes à construire une offre déterminée dans le cadre d'un programme d'exploitation.

Le Système de Gestion "Ventes et Distribution" a donc pour objectif l'ajustement de cette offre à ce marché.

Cet ajustement implique :

- de bâtir une infrastructure commerciale,
- de gérer cette infrastructure commerciale,
- d'évaluer en permanence l'efficacité de cette infrastructure.

5.2. Les contraintes

5.2.1. La motivation de l'acheteur

Depuis la création du transport aérien, les compagnies s'interrogent sur la nature du service à fournir à ses clients : s'agit-il de voyage (avec une dimension mythique d'évasion) ou de simple transport.

L'analyse de la motivation de l'acheteur doit donc être poussée très loin. Celui-ci est-il simplement à la recherche de gains de temps objectifs, d'une ponctualité absolue, d'économie de fatigue, d'une plus grande sécurité vis à vis d'autres moyens de transports ou est-il plutôt sensible à des marques de prestige comme le verre de champagne, les repas fins et la limousine qui l'attend à l'arrivée.

5.2.2. L'adéquation du produit au client

Considérant les caractéristiques du produit et les besoins des clients potentiels, toute compagnie aérienne est conduite à s'interroger sur la nature de la prestation à donner et sur la logistique commerciale :

- S'agit-il d'un produit simple (le transport) ou complexe (à l'image des "inclusive tours" qui incorporent des prestations diverses) ?
- S'agit-il d'un produit unique ou multiforme (classe touriste, classe affaires, 1ere classe) ?
- Faut-il offrir le même service à des passagers payant des tarifs différents ?
- Comment permettre au passager de s'informer et d'acheter nos produits ?

5.3. Les ressources

Le passager potentiel va d'abord s'informer sur les escales desservies et les horaires de vol.

Il va ensuite effectuer sa réservation, puis acheter le billet correspondant à cette réservation.

Insistons sur l'indépendance entre réservation et billet. Il est possible de réserver une place sans acheter de billet. Il est possible d'acheter un billet en "open" sans avoir effectué de réservation.

Des systèmes sont adaptés pour chacun de ces services, qui devront être accessibles pour le plus grand nombre, en n'importe quel endroit, à n'importe quel moment.

5.3.1. Un réseau de distribution

Répondre à un objectif aussi vaste est impossible en mettant en oeuvre les seules ressources d'une compagnie. Il faut qu'elle passe par l'intermédiaire un réseau de distribution : celui des agents de voyage.

Elle doit établir des contacts avec ce réseau, lui fournir les informations sur ses produits et lui donner la possibilité de vendre ses billets.

Les nouveaux moyens de communication (Minitel, Internet) permettent d'envisager la vente directe, c'est à dire d'éviter le recours à un intermédiaire et d'atteindre directement le client final.

5.3.2. Ressources pour l'information et la réservation

La réussite d'une entreprise de transport aérien tient à sa productivité, à sa maîtrise des coûts, à son réseau vaste et bien articulé, à la fidélisation de sa clientèle par des avantages aux usagers réguliers.

Mais l'avantage fondamental est bien la maîtrise du réseau de distribution. American Airlines et United ont su prendre une position dominante sur le marché grâce à leurs **Système Informatisé de Réservation (S.I.R.)**.

Quelles sont les fonctions de base d'un Système Informatisé de Réservation ?

- Réservation de place :
 - Connaissance des possibilités de réservation,
 - Enregistrement, modification et annulation de réservation,
 - Accès à divers renseignements sur les horaires, les formalités de police et de santé, les services dans les escales,
 - Réservations de voiture et d'hôtel.
- Optimisation de l'offre :
 - Gestion du surbooking,
 - Harmonisation des réservations (escales, triangulaires),
 - Aides à la vente,
 - Détection des réservations multiples, retours.
- Information sur les vols supplémentaires.
- Information sur les correspondances.
- Interfaces avec le Système de Gestion "Exploitation Jour J" :
 - Devis de chargement,
 - Messages de chargement aux escales.
- Acheminement des messages télégraphiques entre compagnies et agents de voyages, entre escales.

Comment ces S.I.R. ont-ils évolué au cours des années ?

La réservation était d'abord manuelle. La réservation était acceptée sans contrainte jusqu'à la fermeture du vol, d'où de grands risques pour la compagnie et les clients.

A partir des années 50, les listes sont centralisées dans un centre en liaison téléphonique avec les agences.

Au début des années 60 apparaissent les premiers systèmes qui assurent la gestion des places de manière automatique, mais nécessitent la transmission en parallèle des données relatives au passager (Teleregister d'AIR FRANCE pour les vols Atlantique Nord au départ de PARIS)

En 1963 apparait le premier système complet mettant en oeuvre les moyens et les méthodes de la téléinformatique, permettant la réservation à distance et la constitution d'un dossier client : SABRE de la Compagnie American Airlines.

Les années 70 marquent le remplacement des téléimprimeurs par des consoles vidéo et la multiplication des systèmes (Alpha 3 d'Air France, Pars d'IBM et TWA, USAS d'Univac, ...).

A la fin des années 80, les compagnies veulent séparer deux fonctions :

- La gestion du stock des places offertes, qui reste naturellement sous la responsabilité de la Compagnie.
- La gestion du dossier client, qui peut être multi-compagnies, le client enchaînant plusieurs vols sous des pavillons différents au cours de son voyage.

La première fonction reste dans le champ des S.I.R., alors que la seconde est confiée à une nouvelle génération de systèmes : les "**Global Distribution System**" (G.D.S.).

Entre 1985 et 1990 les compagnies se regroupent pour créer des G.D.S. : AMADEUS (Air France, Lufthansa, Ibéria, SAS) et GALILEO (British Airways, KLM, Swissair, Alitalia avec le concours d'United Airlines) en Europe, SABRE et APOLLO aux Etats Unis, FANTASIA et ABASCUS en Extrême Orient). Notons que ces pôles de regroupement sont, à quelques exceptions près, ceux définis quelques années plus tôt dans le cadre de la maintenance.

Prenons le cas d'AMADEUS.

Les services offerts :

- Gestion du dossier clients avec l'ensemble des prestations,.
- Accès à 300 systèmes de réservation (ceux de toutes les compagnies qui ont rejoint les quatre compagnies fondatrices en tant que membres).
- Echanges avec les autres G.D.S.
- Extension TAMS (Travel Agency Management System) pour permettre aux agences de développer des fonctionnalités spécifiques back office au moyens d'outils informatiques dits de 4ème génération (INIS).
- Notion de "profil client" défini soit pour une société (consignes d'organisation des voyages), soit pour un individu abonné (habitudes personnelles en matière de déplacement).
- Intégration d'objets multimédias.

Les chiffres significatifs en 2000 :

- Connexion de 16 000 agents de voyages engendrant un flux de 100 millions de Passagers (PAX) par an.
- Un quinzaine d'ordinateurs très puissants permettant l'enregistrement de 136 millions de réservations par an, ce qui représente 1700 transactions et 20 000 accès aux Bases de Données par seconde.
- 600 millions de \$ d'investissements.

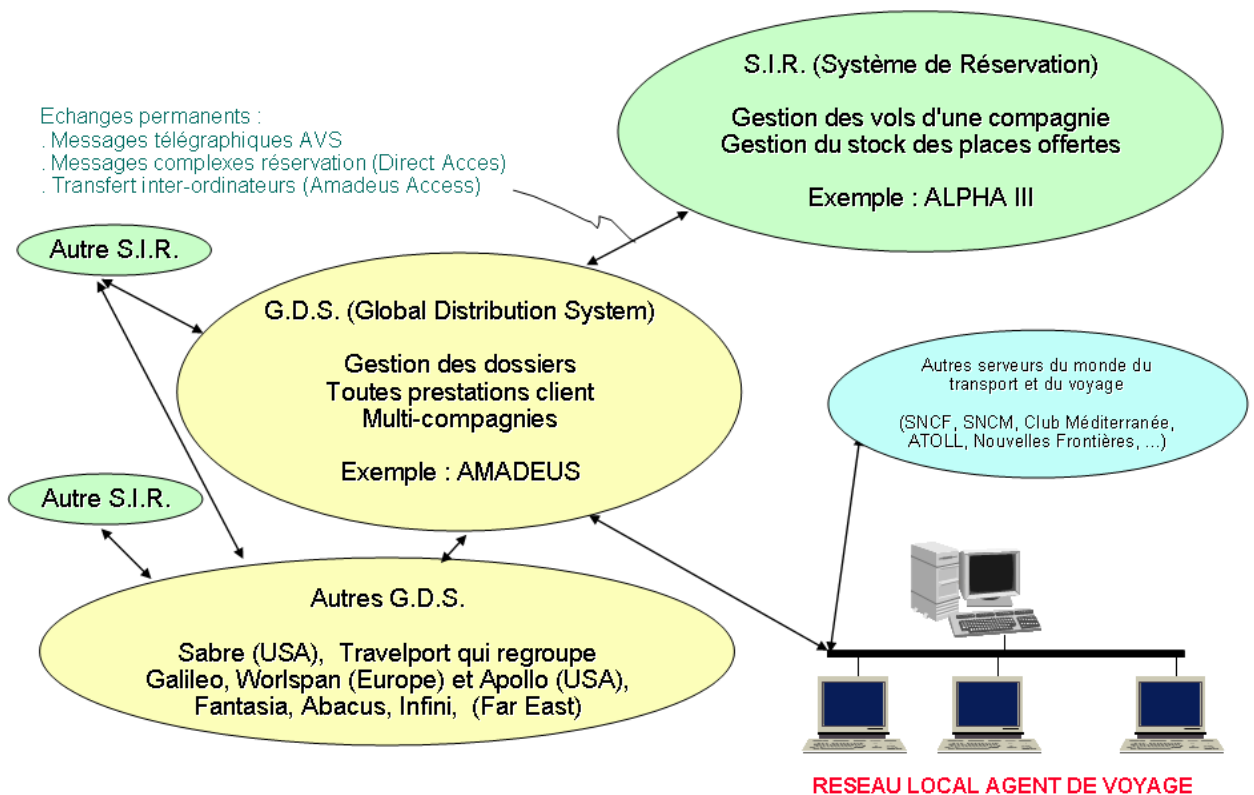


Figure # 12 : : Systèmes Informatisés de Réservation et "Global Distribution Systems"

En 2009, Amadeus a ainsi traité quelque 670 millions de transactions payantes dans le monde.

En 2012, Amadeus compte quelque 103 000 agences de voyages et points de vente connectés à plus de 720 compagnies aériennes et plus de 85000 hôtels.

Dans une logique d'évolution vers le statut de prestataire d'externalisation (cf. chapitre 9), Amadeus propose depuis 2005 d'autres systèmes informatiques pour les compagnies aériennes, regroupés sous la dénomination Altéa qui, outre la réservation et le "ticketing", proposent des solutions concernant l'inventaire ainsi que les contrôles de départ lors de l'enregistrement et de l'embarquement.

Les clients actuels d'Amadeus Altéa (Réservation) incluent :

- 9 des 12 compagnies aériennes de Oneworld
- 16 des 25 compagnies aériennes de Star Alliance
- 8 des 15 compagnies aériennes de SkyTeam

Employant aujourd'hui 3000 salariés à Sophia Antipolis, Amadeus fait également travailler 1800 employés en sous-traitance dans ses locaux.

L'arrivée des GDS a fait rapidement débat. Au moment de la création ces GDS, un dirigeant d'une grande compagnie a déclaré *que "confier l'affichage de ses vols et de sa réservation à un système géré par un concurrent consistait à abandonner sa destinée aux mains d'autrui"*.

Dans son rapport du 11 juin 87, la Commission des transports par air de la Chambre de Commerce Internationale notait *"que les compagnies aériennes propriétaires du système de réservation peuvent, dans certains cas, utiliser des critères d'affichage biaisés de façon à mettre leurs vols en évidence aux dépens de ceux de leurs concurrents"*.

En effet, les statistiques montrent que dans un contexte de concurrence :

- 90 % des places réservées le sont sur des vols affichés sur le premier écran.
- 80 % des places réservées le sont sur des vols affichés sur les deux premières lignes.

American Airlines avait donc beau jeu avec son Système SABRE, au début de l'exploitation de celui-ci, de déclarer que son système était impartial puisque basé sur la simple classification alphabétique (les vols American ont pour code AAxxxx).

Un code de bonne conduite s'est avéré nécessaire et ceci a conduit au concept de neutralité de l'affichage. Par affichage neutre on entend présentation des vols directs, non directs et des correspondances fondé sur des critères objectifs (ordre de départ, nombre d'étapes, ...).

Alors que les GDS sont dédiés aux agents de voyage, les **SBT** (*self booking tools*), mutualisés ou non, sont destinés aux entreprises. Ayant diversifié leurs activités dans les SBT, Amadeus et Sabre ont respectivement mis au point *Amadeus eTravel Management (AeTM)* et *GetThere*. Sur ce marché visant les sociétés soucieuses de maîtriser leurs dépenses de voyages, ils se trouvent en concurrence avec des éditeurs tels que KDS, Traveldoo ou Concur.

5.3.3. Ressources pour la billetterie

La distribution des billets aux agences et la facturation de celles-ci a toujours posé un problème difficile aux compagnies.

En effet les agences récupéraient la recette au moment de la vente alors que les compagnies ne connaissaient l'existence de celle-ci qu'au moment du traitement du coupon de vol, une fois celui-ci collecté lors de l'enregistrement.

D'où l'idée de permettre l'émission en "temps réel" du billet (Sytare chez Air France). La compagnie est informée de la recette dès le règlement du client et peut dès lors facturer l'agence. Par ailleurs ceci évitait l'épineux problème de la gestion des stocks de billets.

En contrepartie les agences gagnent un temps précieux pour la rédaction du billet et surtout pour la détermination du tarif.

Le billet électronique, généralisé dans le secteur aérien depuis fin 2008, réglait définitivement le problème. Le billet électronique (aussi appelé *e-ticket* pour *electronic ticket*) est un billet dématérialisé. Détenir un billet électronique permet au passager d'éviter le passage aux comptoirs d'enregistrement et de se rendre directement à l'embarquement s'il n'a pas de bagages à charger en soute. Le passager reçoit une confirmation par courrier électronique, puis il imprime celle-ci avant de se rendre à l'aéroport pour être en mesure de la présenter au comptoir de l'aéroport (enregistrement ou embarquement selon le cas) accompagné de sa carte d'identité.

5.3.4. La Base de Données du Système de Gestion "Ventes - Distribution"

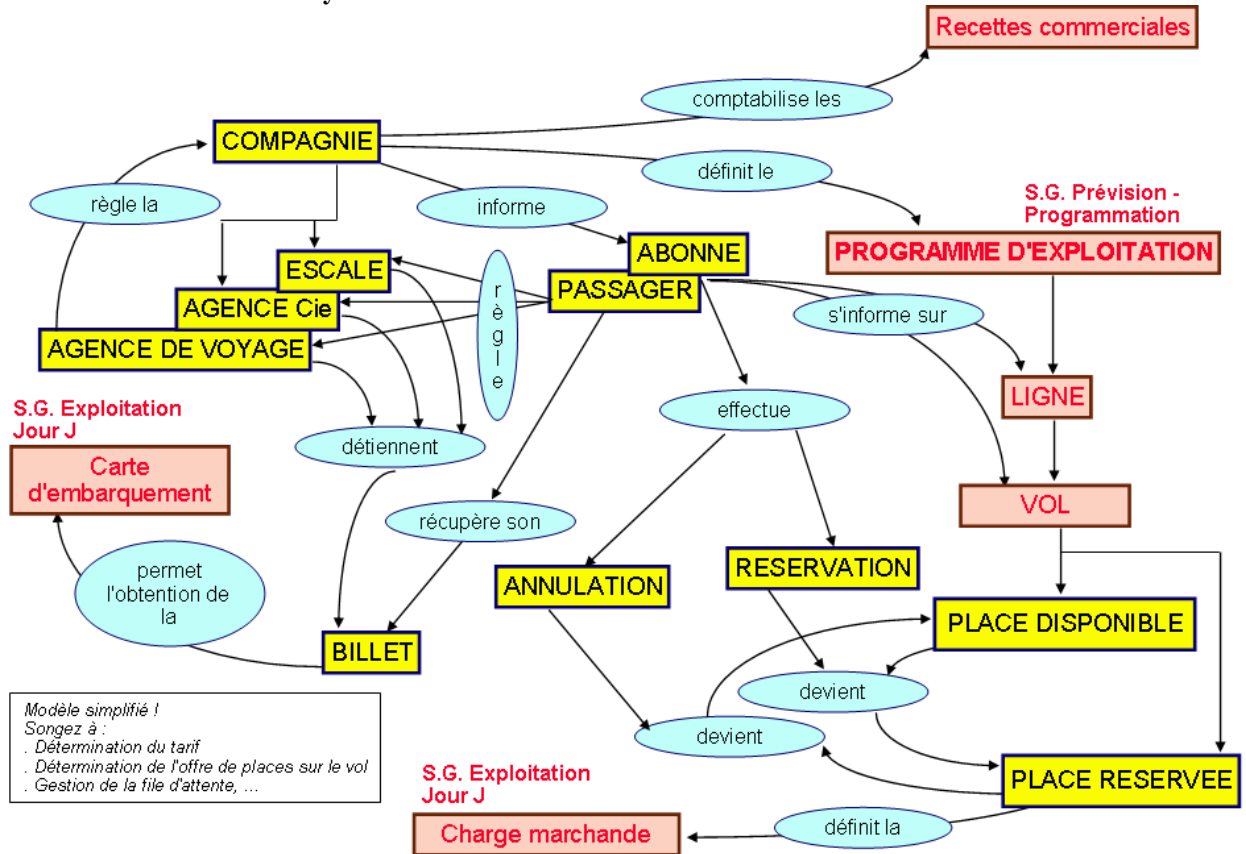


Figure # 13 : La Base de Données , une ressource pour le S.G. "Ventes - Distribution"

5.4. Les résultats attendus

Les résultats du S.G. sont :

- Les supports d'information pour les points de vente et les clients (Horaires, tarifs, ...).
- Les réponses aux sollicitations des clients :
 - Renseignements ponctuels,
 - Réservations,
 - Billets.
- Le point de la situation à la clôture pour le personnel d'escale dans le cadre du S.G. "Exploitation Jour J".
- Les cartes d'abonnement.
- Le bilan commercial pour permettre la réévaluation de l'offre dans le cadre du Système de Gestion "Préviation - Programmation".

5.5. Les entrées

Compte tenu des résultats attendus, nous pouvons recenser les entrées nécessaires :

- Les données relatives aux offres complémentaires.
- Les promotions particulières.
- L'évolution de la géographie du réseau (points de vente).
- Les sollicitations de la clientèle :
 - Demandes de renseignement,
 - Demandes de réservation,
 - Demandes de billets,
 - Annulations.
- L'instruction de clôture de vol.
- Les clients identifiés (abonnés).

5.6. Les processus

Ayant identifié les objectifs, les contraintes, les résultats attendus et les entrées nécessaires, nous pouvons identifier les processus du Système de Gestion "Ventes - Distribution".

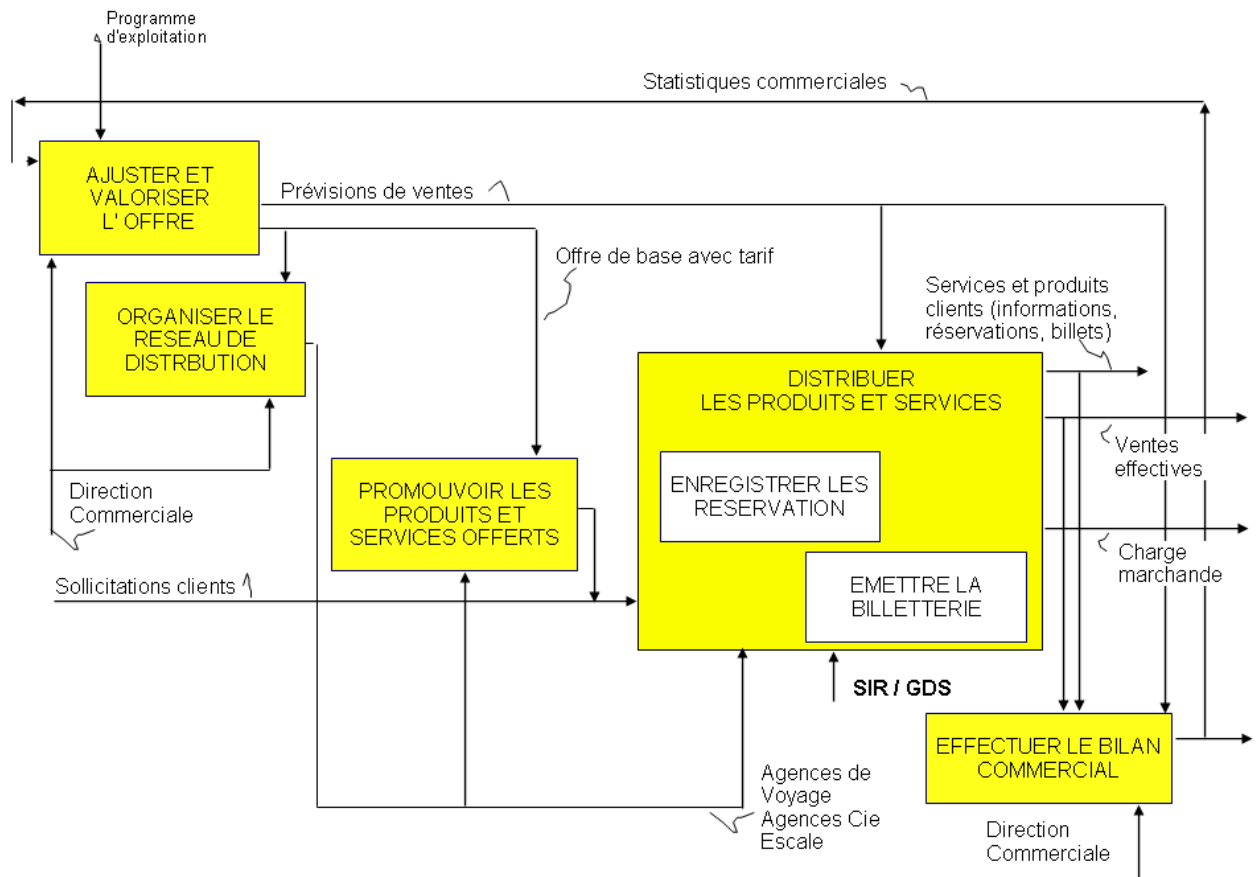


Figure # 14 : Processus du S.G. "Ventes - Distribution"

5.7. Les outils du Système de Gestion

Les outils de ce Système de Gestion sont ceux des grands systèmes transactionnels et des réseaux mondiaux de communication.

Les compagnies ont recherché à développer la vente directe pour éviter d'avoir à verser des commissions aux distributeurs et ont rapidement vu l'intérêt des outils télématiques (Minitel, Internet) qui permettent au client identifié (celui qui dispose d'une carte d'abonnement ou de fidélité) de procéder lui-même à sa réservation.

Il peut ensuite récupérer lui-même son billet à l'escale au moyen d'une borne interactive, où il règle à l'aide de sa carte de crédit.

Le document qui lui est livré sert alors à la fois de billet (trace comptable) et de carte d'embarquement. C'est le concept d'*e-ticket* (évoqué plus haut) ou d'A.T.B. (*Automated Ticket and Boarding pass*).

6. LE SYSTEME DE GESTION "EXPLOITATION JOUR J"

6.1. Objectifs du Système de Gestion

6.1.1. Les trois phases du jour J : Préparer, exécuter, mesurer

L'objectif du Système de Gestion de l'Exploitation du réseau est de saisir dans l'environnement de chaque ligne l'ensemble des données relatives à la préparation et à l'exécution des vols.

Ces données, une fois contrôlées et traitées, élaboreront une série de résultats qui permettront d'aider les responsables concernés (Directeur d'Exploitation, Commandants de bord, Chefs de "Quart Opérations", Chefs d'escapes, ..) à préparer leurs décisions.

Les vols une fois exécutés, le Système de Gestion doit être en mesure d'enregistrer divers paramètres significatifs sur la manière dont il s'est déroulé (ponctualité, chargement, consommation, incidents divers).

Des procédures systématiques permettront alors :

- de mesurer l'utilisation des machines (à l'intention du Système de Gestion des Moyens Techniques) pour lui permettre d'élaborer les plannings d'entretien),
- de mesurer l'activité du personnel (à l'intention du Système de Gestion des Ressources Humaines),
- de comparer le prévu et le réalisé, afin d'isoler certains résultats pertinents nécessaire au Système de Gestion de la Vente et de la Distribution.

Nous avons ainsi mis en évidence :

- La phase de préparation du jour J : la fonction "Régulation".
- La phase de réalisation du Jour J : la fonction "Opérations".
- La phase d'évaluation du jour J.

6.1.2. La préparation

Les diverses fonctions prises en charge lors de la préparation sont :

- La régulation des vols.
- La régulation de la flotte.
- La régulation P.N.
- La régulation commerciale (passagers et fret).

Par régulation des vols, nous entendons la définition du programme des vols prévus pour le jour J. Ce programme intègre les éléments du programme de référence, ainsi que les modifications à apporter à celui-ci en fonction d'impératifs récents (programmation d'un charter) ou de décision ultime (délestage suite à une indisponibilité ou à un mauvais remplissage).

Par régulation de la flotte, nous entendons la définition des affectations des avions physiques (par opposition aux avions "virtuels" pris en compte par la programmation) pour les vols prévus au jour J. cette régulation de flotte doit concilier les impératifs du programme ainsi que les disponibilités matérielles gérées par le Système de Gestion du "Matériel".

La régulation P.N. est issue de la programmation P.N. Cette dernière a pour rôle l'affectation des équipages aux avions virtuels. La régulation permet l'affectation des équipages aux avions physiques.

La régulation commerciale transmet les prévisions de remplissage pour les vols du jour J. Ces informations concernent les passagers et le fret.

Le Système de Gestion assurera divers services vis à vis de ces fonctions de régulation.

6.1.3. L'exécution

Tout au long du jour J, la réalisation du programme projeté est suivie par les agents du "Quart Opérations", grâce à la prise en compte d'un flot important de messages (Départ, arrivées, changements effectifs, ..) et grâce à l'affichage permanent de la situation réelle dans l'espace et dans le temps.

En situation normale (conditions météo favorables, trafic modéré, stabilité des moyens mis en oeuvre), le rôle du chef de quart est limité au suivi des vols et au contrôle de l'évolution du programme dans les heures à venir;

Mais les conditions d'exploitation peuvent se dégrader brutalement (retard ATC, fermeture d'aéroports, incidents techniques, ..). A cet instant, le responsable de quart doit trouver une solution qui ne risque pas, à terme, d'entraîner de nouvelles difficultés, et ce, dans le respect des ressources disponibles.

Pour faire face à ces éléments, la fonction "opérations" constitue le système de décision placé au centre du Système de Gestion. Elle devra assurer la responsabilité ultime des décisions prises, en fonction de la politique définie par la Direction Générale et les circonstances locales, dans le respect des impératifs de sécurité et de contraintes opérationnelles.

Un autre aspect de l'exécution de Jour J concerne le traitement du passager en escale.

Il faut assurer dans les meilleures conditions les tâches d'enregistrement et d'embarquement à l'escale de départ, les tâches de débarquement à l'escale d'arrivée.

6.1.4. L'évaluation

Les données d'exploitation consignées tout au long du Jour J sont exploitées pour constituer un ensemble de tableaux statistiques qui vont dresser un bilan opérationnel, commercial, technique et financier de la journée.

6.2. Les contraintes

La réalisation du Programme d'Exploitation dépend de nombreuses variables dont les plus importantes au plan économique sont :

- L'entretien,
- L'embarquement de la charge marchande,
- La planification des ressources humaines,
- L'irrégularité des vols.

Les trois premières variables sont endogènes alors que la dernière est exogène. Nous avons abordé les problèmes d'entretien dans le paragraphe consacré au Système de Gestion du Matériel.

6.2.1. L'embarquement de la charge marchande

Cette opération doit tenir compte de quatre limitations :

- Le poids limite au décollage en fonction des caractéristiques géographiques et morphologiques de la piste, ainsi que des conditions météo.
- Le poids de l'avion équipé, vide.
- Le poids maximum, sans carburant.
- Le poids à l'atterrissage.

Les relations qui lient ces quatre valeurs imposent :

- de ne pas pouvoir faire les pleins complets si on embarque la totalité de la charge marchande,
- de ne pas pouvoir embarquer la charge marchande au complet si on considère en priorité le rayon d'action.

Le choix doit donc être fait entre ces deux options extrêmes, en fonction de la route à suivre.

Si le choix est mal fait, on se heurte à certains risques :

- Carburant privilégié à tort.
- Manque à gagner (carburant inutile embarqué).
- Retard (attente pour consommer le carburant afin de respecter le poids à l'atterrissage).
- Charge marchande privilégiée à tort.
- Déroutement (pas assez de carburant pour atteindre le terrain prévu dans le plan de vol avec la marge de sécurité nécessaire).

6.2.2. La planification des ressources humaines

L'affectation des ressources humaines aux divers postes de travail du jour J constitue un problème particulièrement délicat car il s'agit de prendre en considération un grand nombre de contraintes :

- Base où est affecté l'agent considéré.
- Compétence (métier, langue, ...).
- Qualification de type d'appareil, de ligne ou de terrain.
- Exigences légales en matière d'horaires et de conditions de travail.

- Disponibilité (congés, formation, ..).
- Recherche d'un équilibre des charges.
- Recherche du coût minimum.

6.2.3. L'irrégularité des vols

La ponctualité se dégrade sous l'effet conjugué :

- des imperfections de la circulation aérienne.
- des mauvaises conditions météo.
- des insuffisances des infrastructures au sol.
- des carences dans les ressources humaines et matérielles disponibles.
- des impondérables.

La circulation aérienne englobe des mouvements d'avions extrêmement variés : aviation générale, aviation de transport, aviation militaire.

Cette circulation se fait selon des routes au tracé tortueux et à l'intérieur de zones d'approche fort encombrées. La présence de zones réservées aux militaires, aujourd'hui fort contestées, rend le problème épineux.

Le problème n'est pas nouveau puisqu'une étude de l'IATA parue à la fin des années 70 démontrait déjà que, chaque année, la consommation en pure perte, en Europe, représentait plus de 2200 millions de litres. Ceci correspondait à un allongement inutile des temps de vol de 240 000 heures, soit 15 % (contre 3 % aux USA). Image plus frappante encore, ceci équivalait à 86 avions moyen courriers, parfaitement vides, sillonnant l'espace aérien européen sans interruption, d'un bout de l'année à l'autre. Les problèmes de l'ATC (*Air Traffic Control*) représentaient en moyenne près de 60 % des causes d'irrégularité.

La prise en compte de ces difficultés a conduit à faire évoluer le strict concept d'ATC vers celui d'ATM (*Air Traffic Management*). L'ATM regroupe les processus, les procédures et les ressources qui entrent en jeu pour s'assurer que les avions sont guidés en toute sécurité dans les cieux et sur la terre.

L'ATM est composé d'un certain nombre de systèmes complémentaires :

- La gestion de l'espace aérien
- La gestion de la capacité et des flux de trafic (ATFCM pour *Air traffic flow and capacity management*)
- L'ATC tel que nous l'avons défini.

En Europe, la gestion du trafic aérien est de la responsabilité conjointe des États membres, de l'industrie aéronautique, des institutions européennes et de Eurocontrol (Organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne). Ils travaillent ensemble pour développer le système européen ATM de l'avenir.

Lorsque les avions volent dans le ciel, ils suivent des itinéraires planifiés à l'avance, un peu comme les voitures circulant sur les autoroutes. Puisque la circulation aérienne a doublé au cours de la dernière décennie, la conception et la modélisation de l'espace aérien doivent être constamment repensés, afin de fournir les itinéraires les plus courts et les plus sûrs pour un nombre croissant de vols. C'est le rôle du système ASM (*Air Space Management*) qui assure par exemple l'ouverture de routes de délestage dans un espace laissé temporairement libre par les militaires. Il est coordonné par le Network Manager d'Eurocontrol.

Une fois les routes aériennes définies, l'étape suivante est de faire correspondre les vols avec la capacité disponible. Il s'agit d'une étape importante car seul un nombre limité de vols peut être pris en charge, en toute sécurité, à un moment donné, par chaque contrôleur de la circulation aérienne.

Chaque équipage dépose un plan de vol. Ces plans de vol sont transmis à un référentiel central. Tous les plans pour les vols à destination, en provenance et à travers l'Europe sont analysés et traités, en fonction de la capacité disponible, afin de faire le meilleur usage de l'espace aérien. C'est le rôle de la gestion anticipée des flux et de la capacité du trafic ATFCM. Le système ATFCM (*Air Traffic Flow and Capacity Management*) permet de prévenir toute congestion et d'optimiser l'utilisation des secteurs de contrôle aérien en-route. Il est coordonné en Europe par le Network Manager, gestionnaire du réseau (ex-CFMU) d'Eurocontrol via le système ETFMS. Celui-ci met en relation les trajectoires requises avec la capacité disponible. Cette mise en relation est d'abord effectuée à l'avance, à des fins de planification, jusqu'au jour précédent le vol, et enfin, en temps réel, pendant le vol.

En vol, les avions sont séparés en toute sécurité dans les couloirs aériens qu'ils empruntent et autour des aéroports où ils atterrissent et décollent. En Europe, ce contrôle du trafic aérien (ATC) dans les niveaux inférieurs et sans les zones terminales d'aéroport est effectué par les centres nationaux de gestion du trafic aérien situés dans chaque pays. En France, c'est la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC), via sa Direction des services de la navigation aérienne (DSNA).

On voit donc que le système ATM actuel en Europe est fragmenté, ce qui réduit l'efficacité et augmente les coûts. Avec plus de 40.000 vols quotidiens par jour attendu pour 2020, le système ATM actuel ne peut pas faire face à ce volume de trafic d'une manière efficace. Des Blocs d'espace aérien fonctionnels (FAB) sont créés -qui rappellent les Blocs Fonctionnels que nous rencontrerons dans l'urbanisation des SI-, marquant une nouvelle étape vers la construction d'un ciel unique pour l'Europe.

Eurocontrol, la Commission européenne et les acteurs de l'ATM ont compris qu'un changement est nécessaire pour gérer la future charge du trafic aérien de manière efficace et en toute sécurité. La communauté ATM européenne a donc créé un partenariat public-privé, SESAR (*Single European Sky Air traffic management Research*), afin de développer et de gérer la définition du futur système de gestion du trafic aérien. SESAR est le volet technologique du Ciel Unique Européen lancé à l'initiative de la Commission européenne. Après les phases de définition et de développement, SESAR entre en phase de déploiement (2015-2025).

La météorologie a fait, depuis la fin du second conflit mondial, des progrès considérables, grâce à une meilleure connaissance de la physique du globe, à l'utilisation d'importants moyens de détection (stations automatiques, ballons sondes, satellites, avions d'observation, ..), de calcul (les plus gros ordinateurs accessibles sur le marché) et de transmission (réseaux mondiaux de communication).

Mais, même lorsqu'elles sont prévues, les mauvaises conditions météorologiques pénalisent le déroulement du vol, en obligeant le pilote à contourner météo et zones de turbulences, ou en réduisant le confort lorsque les perturbations sont traversées.

Par ailleurs, les conditions atmosphériques, mêmes satisfaisantes pour un vol commercial, influent les paramètres d'exploitation :

- sur la charge marchande : au décollage, la charge maximale diminue rapidement avec l'élévation des températures.
- sur le temps de vol : sur l'Atlantique Nord, le choix de la route la plus rapide, relativement à la plus courte, en fonction du régime des vents, peut conduire à des économies de 3%.

6.2.4. Bilan des contraintes

La recherche d'optimisation doit tout naturellement engendrer des économies dans les coûts d'exploitation. Ceci n'est possible qu'à la condition d'une efficacité accrue du contrôle aérien : utilisation de trajets directs, souplesse dans le choix des changements de niveaux, réduction des temps d'attente.

A contrario, le système pourra évaluer les coûts induits par une trop grande rigidité dans l'application des procédures de circulation aérienne, en mesurant l'écart entre la consommation optimale prévue, dans les conditions de trafic et d'atmosphère du jour J, et la consommation effective. Ces évaluations permettent de mieux plaider les dossiers auprès des autorités de tutelle.

L'ensemble des outils d'évaluation, ainsi que la banque des données d'exploitation ainsi constituée, peuvent servir de support à des études diverses (utilisation de l'infrastructure, coût de nouvelles lignes, sécurité) susceptibles d'améliorer les conditions générales de rentabilité de l'exploitation.

6.3. Les ressources

Pour mener à bien sa mission, Le Système de Gestion "Exploitation Réseau" dispose de moyens.

En premier lieu des moyens humains : dans le domaine considéré, l'intervention humaine est essentielle pour exercer une action de surveillance, détecter les seuils d'intervention et dégager les problèmes exceptionnels de la routine habituelle. Ces moyens humains sont répartis au sol (escales, Quart Opérations) et en vol.

En matière de ressources matérielles, les moyens de communication jouent un rôle capital. Avant même que les moyens fondés sur les nouvelles technologies se généralisent, les hommes du "quart opérations" disposaient de :

- liaisons VHF avec les appareils en vol,
- liaisons téléphoniques avec l'ensemble des services de l'entreprise et avec les tiers concernés (ATC, Pompiers, ..),
- liaisons télex spécialisées (SITA) avec les escales et organismes aéronautiques,
- liaisons télex et téléphonique PTT.

La convergence des techniques de traitement et de transmission de l'information a permis de bâtir de nouveaux outils pour faciliter la présentation de la situation à un instant donné et préparer les éléments de décision face à une irrégularité.

Outre les ressources matérielles et humaines mises en oeuvre, le Système de Gestion "Exploitation Réseau" exige des ressources de type "information" qui sont les données permanentes d'exploitation :

- Le programme d'exploitation, omniprésent.
- La morphologie du réseau :
 - Géographie,
 - Organisation des zones contrôlées,
 - Balisage et moyens radioélectriques,
 - Aérodomes de déroutement.
- La morphologie de la flotte :
 - Caractéristiques techniques et commerciales de chaque type d'appareil.
- Le personnel :
 - Qualifications,
 - Disponibilités,
 - Conventions.
- Les escales :
 - Ressources,
 - Horaires,
 - Services.

"Données permanentes" ne signifie pas bien entendu qu'elles soient immuables, mais elles ne sont pas quotidiennement renouvelées, comme le seront les éléments variables de l'exploitation.

La dernière ressource concerne l'enregistrement des passagers à l'escale :

- Enregistrement et attribution d'un siège,
- Emission de la carte d'embarquement,
- Calcul des excédents de bagages,
- Gestion des listes d'attentes en fonction des priorités.

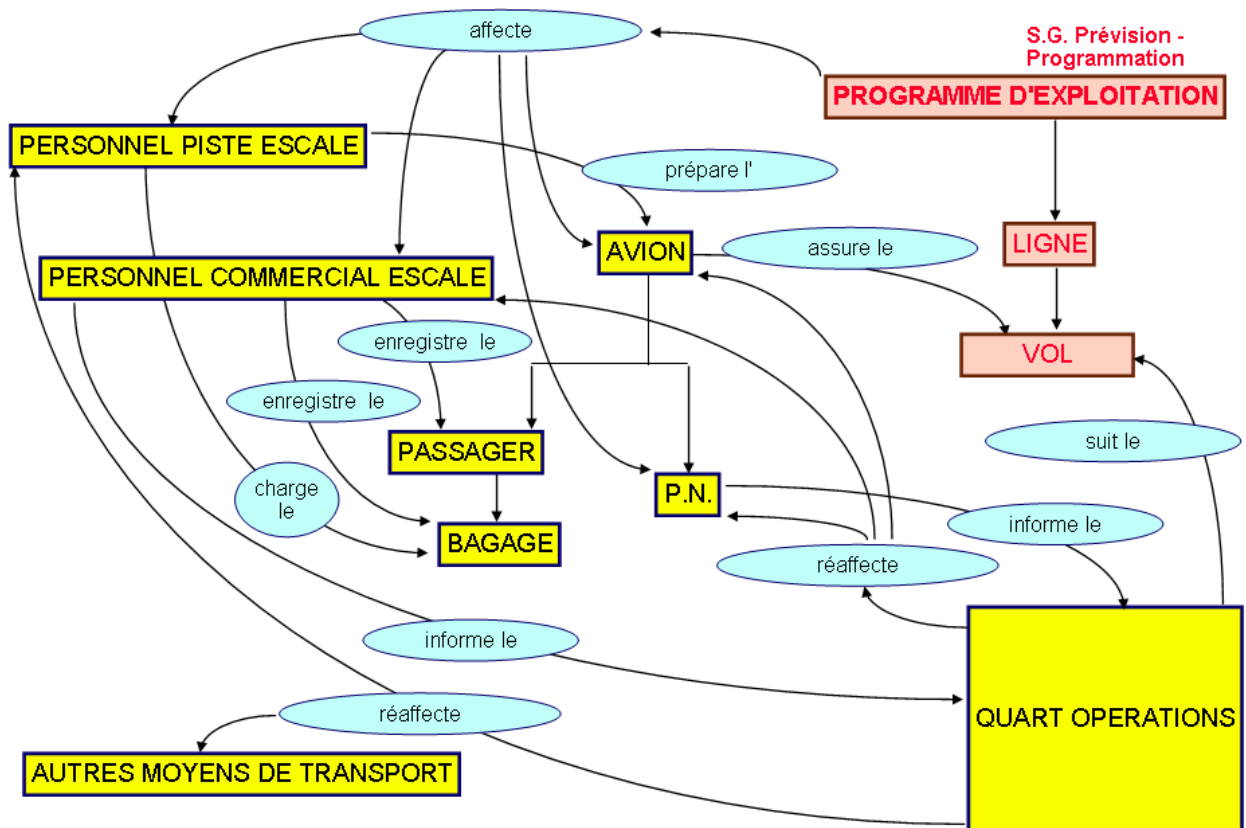


Figure # 15 : La Base de Données , une ressource pour le S.G. "Exploitation Jour J"

6.4. Les résultats attendus

6.4.1. Les résultats pour la préparation du Jour J

Le système doit quotidiennement fournir les documents de préparation relatifs à la bonne exécution du programme d'exploitation prévu :

- Ordres de travaux à l'armement,
- Bons de commande aux tiers assurant le commissariat,
- Ordres de travaux à l'assistance piste et aux escales,
- Etats d'affectation aux responsables P.N.T. et P.N.C.,
- Document d'opération,
- Plans de vol,
- Devis de poids et de centrage,
- Formulaire de trafic.

6.4.2. Les résultats en "temps réel"

Le Système de Gestion fournit les documents d'enregistrement passager et affiche une situation réactualisée en permanence au niveau du Quart Opérations.

6.4.3. Le bilan de la journée

Enfin, dès la clôture du jour J, les résultats quotidiens doivent tomber afin :

- de permettre la préparation du lendemain
- de permettre aux divers responsables de trouver sur leur bureau, le matin, un tableau de bord synthétique de la journée.

Par ailleurs, le système émet les sous-ensembles de données à l'intention des autres Systèmes de Gestion (en particulier les éléments de charge -taxes, prises de carburant, ...- pour le Système de Gestion des flux financiers et les temps de vol pour le Système de Gestion du matériel.

6.5. Les entrées

Les entrées du jour J sont les éléments variables de l'exploitation, mis à jour quotidiennement en début de journée.

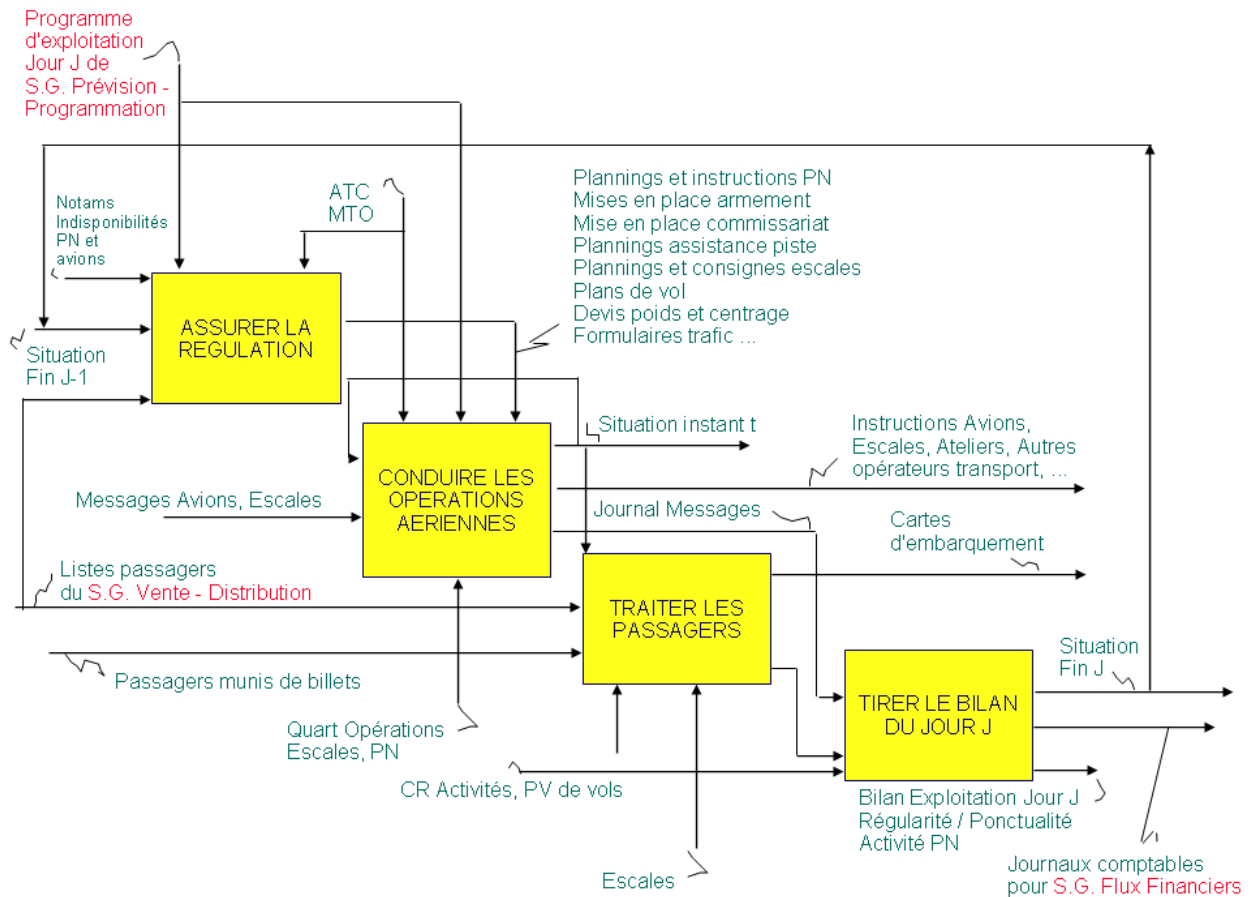
- Vols à la demande (charters).
- Indisponibilité P.N. :
 - Congés,
 - Maladie,
 - Formation.
- Notams intéressant le réseau (Notice to Air Men).
- Charge marchande prévue.
- Conditions météo.
- Indisponibilités du matériel.
- Situation avions et PN à la fin du jour J-1.

Ils sont saisis dans le cadre du Système de Gestion "Jour J" ou élaborés dans le cadre des autres Systèmes de Gestion ("Ressources Humaines" pour les indisponibilités PN, "Matériel" pour les indisponibilités du matériel, "Ventes - Distribution" pour la charge marchande). A ces entrées s'ajoutent les éléments "temps réel" introduits tout au long de la journée :

- Enregistrement d'un passager,
- Heure de Départ "Block",
- Heure de Décollage,
- Heure d'Atterrissage,
- Incident (AOG, ..).

6.6. Les processus

Ayant identifié les objectifs, les contraintes, les résultats attendus et les entrées nécessaires, nous pouvons identifier les processus du Système de Gestion "Exploitation Jour J".



Cf. Figure # 16 : Processus du S.G. "Exploitation Jour J"

6.7. Les outils du Système de Gestion

Les informations du jour J, qu'elles soient reçues (préparation, exécution) ou émises (exécution, évaluation) intéressent toutes les escales. Elles sont élaborées ou collectées, puis diffusées sur l'ensemble du réseau.

Nombre de ces informations intéressent aussi les avions et leur commandant de bord. Disposer d'informations numérisées ne servait à rien tant que l'électronique de bord (avionique) ne comportait pas d'instruments numériques.

A la fin des années 70, une grande mutation s'est opérée dans l'avionique : les équipements analogiques ont laissé la place aux équipements numériques.

Nous avons vu dans le chapitre 5 que ces équipements numériques ont été organisés autour d'un bus, sorte d'autoroute de données, et connectés à un ordinateur de bord. Il est possible d'introduire dans ce calculateur les données issues de la préparation de vol (fréquences, radiales, distances, ..) puisqu'elles sont de même nature. Ce même calculateur élabore des messages à l'intention des systèmes au sol. Les appareils de la flotte sont donc parfaitement intégrés au réseau de l'entreprise.

Les outils informatiques sont ceux de l'informatique structurale de type transactionnel.

Les techniques graphiques et celles de télécommunications prennent une importance particulière.

Les techniques graphiques permettent l'affichage des divers plannings au niveau du Quart Opérations :

- Prévu (objectifs de régularité et de ponctualité à atteindre, définis dans le cadre du programme d'exploitation)
- Réalisé effectif
- Nouveau prévu élaboré à partir de la situation réelle

Cet affichage d'une situation qui évolue chaque minute et les techniques d'aide à la décision associées pour intervenir en cas d'irrégularité ne sont pas sans évoquer les systèmes C3I (Command, Control, Communication and Intelligence) mis en place pour les besoins des militaires.

Les techniques des télécommunications permettent l'interfaçage des applications informatiques et des réseaux, le traitement automatique des messages reçus en provenance des escales et des avions, l'émission automatique de certains messages et des documents d'embarquement.

Toute la gamme des moyens de communication est mise en oeuvre :

- Réseaux mondiaux à intégration de services type SITA,
- Liaisons interphoniques,
- Liaisons télex, fax et téléphoniques,
- Liaisons radio VHF et HF avec les appareils,
- Liaisons d'échange de données avec les appareils en vol (ACARS/AIRCOM/IMMARSAT),
- Liaisons satellites, ...

L'ensemble des outils informatiques dédiés au traitement du passager en escale constitue ce qu'on appelle un "***Departure Control System***" (***DCS***).

7. LE SYSTEME DE GESTION DES "FLUX FINANCIERS"

7.1. Objectifs du Système de Gestion

Le secteur économique des transports aériens se caractérise par :

- l'importance des salaires dans les charges d'exploitation (30 %),
- la lourdeur des investissements qu'il met en oeuvre (les immobilisations nettes représentent souvent plus de 50 % du bilan,
- la relative étroitesse du marché,
- la faible rentabilité du chiffre d'affaires réalisé par rapport au capital investi.

Les objectifs du Système de Gestion des Flux Financiers de l'entreprise de transport aérien sont à la fois comptables, industriels et commerciaux.

L'objectif comptable implique la description aussi exacte que possible de la valeur du patrimoine de l'entreprise.

Le document essentiel à ce point de vue est le bilan, qui comprend tous les avoirs et toutes les dettes de l'entreprise.

Cet aspect statique de la comptabilité est nécessaire, mais non suffisant pour la bonne marche des affaires.

Le bilan se réfère essentiellement au passé. Le Système de Gestion des Flux Financiers doit renseigner quotidiennement sur la bonne marche des affaires, sur l'évolution des prix de ventes et des prix de revient.

Ce Système de Gestion n'a donc pas pour seul objet de résoudre des problèmes d'équilibre financier et de rentabilité dans l'emploi des fonds. Il lui revient la charge de la couverture de tous les risques entraînés par l'activité de l'entreprise, le maintien de son autonomie, la défense de son capital, la définition d'une politique de croissance et d'une politique de résultats.

C'est pour cela que nous parlons d'un Système de Gestion des Flux Financiers et non d'un simple Système de Gestion Comptable.

7.1.1. Comptabilités générale et auxiliaires

La Comptabilité Générale permet, à partir d'un Plan Comptable défini a priori et des écritures enregistrées au cours de l'exercice d'obtenir un Grand Livre et une Balance des Comptes.

La Comptabilité Générale assure la justification des transactions financières (achat, vente, salaire) auprès des diverses parties intéressées (tiers, salariés, état, ..).

Elle permet de déterminer le revenu (Résultat) de l'entreprise.

Elle détermine à intervalles réguliers la valeur patrimoniale de l'entreprise (Bilan), en définissant la forme actuelle de cette valeur (l'Actif) et son origine (le Passif).

Bilan et Compte de Résultat fournissent des éléments qui vont être agrégés et comparés pour fournir tableaux de structure et ratios.

Les Comptabilités Auxiliaires sont des sous-ensembles spécialisés de la Comptabilité Générale.

Les opérations sont enregistrées en détail sur des journaux spécialisés : journal des achats, journal des ventes, journal de paie, journal des effets à recevoir, ...

Ces journaux auxiliaires sont des démembrements du journal général imposé par la loi. Les écritures résumées sont périodiquement reportées dans le journal général.

7.1.2. Comptabilité Analytique

La Comptabilité Analytique vise à dégager des coûts et des produits par destination, par opposition à la Comptabilité Générale qui les classe par nature.

Le choix de ces destinations est infini, mais il est possible de les répartir en deux classes :

- a) L'enregistrement des charges par fonction ou par activité visant à mettre en valeur un coût de gestion.

Elle présente la seule exigence d'imputation.

Qu'il s'agisse de déterminer le coût d'une escale, d'un service de réservation, d'une agence de ventes, il est aisé de lui imputer le salaire des agents, le loyer des locaux et les charges afférentes, l'amortissement des mobiliers et matériels affectés à la fonction considérée : ce sont les frais directs d'exploitation en ce sens que les charges correspondantes enregistrées en comptabilité générale n'ont qu'un seul objet.

Ce n'est pas suffisant : telle ligne, qui se voit imputer en frais directs les coûts locaux, ne peut être correctement évaluée sans se voir imputer une quote part de la réservation centrale ou de la publicité : ce sont les frais indirects qui doivent se répartir.

b) L'enregistrement des charges par unité d'oeuvre ou de commercialisation, visant à dégager un prix de revient.

Outre l'exigence d'imputation, elle impose la proportionnalité des charges par rapport au nombre d'unités produites ou commercialisées.

Dans le prix de revient d'une heure de vol d'un certain type d'appareil, la consommation de carburant ou les frais d'assistance restent constants quel que soit le nombre d'heures effectuées dans l'année par ces appareils. Il s'agit de frais variables d'exploitation en ce sens que leur imputation peut se faire au fur et à mesure de la réalisation des unités, en l'occurrence les vols.

Il en va tout autrement des amortissements et des frais financiers qui correspondent à l'acquisition de ces avions.

Si l'entreprise a choisi d'amortir ceux-ci sur 12 ans, la somme annuelle qu'elle doit imputer au Compte de Résultat, comme les intérêts qui lui seront réclamés par les établissements financiers auxquels elle a emprunté une fraction du prix d'achat, sont indépendants du volume d'heures de vol.

Ainsi chaque heure de vol se verra imputer une charge d'autant plus grande que le volume annuel d'heures produites sera moindre.

Ces charges sont des frais fixes à diviser par le nombre d'unités produites ou commercialisées.

Cette notion est fondamentale pour déterminer le niveau de l'activité nécessaire en fonction des immobilisations.

Les frais fixes doivent être absorbés par un nombre suffisant d'unités commercialisées. A un niveau de prix donné, fixé par décret ou par la concurrence, il existe donc un seuil de rentabilité au niveau duquel les unités vendues absorbent les frais fixes, étant entendu qu'au-delà, seuls les frais variables entrent dans le prix de revient, qui devient largement couvert par le prix de vente supposé constant.

Les techniques de gestion qui permettent de telles opérations sont complexes en raison de la distorsion des lois de croissance. Si celle de la commercialisation est linéaire, celle du seuil de rentabilité ne l'est pas en fonction de l'influence d'effets parasites (heures supplémentaires, embauche d'intérimaires, affrètement d'un avion supplémentaire).

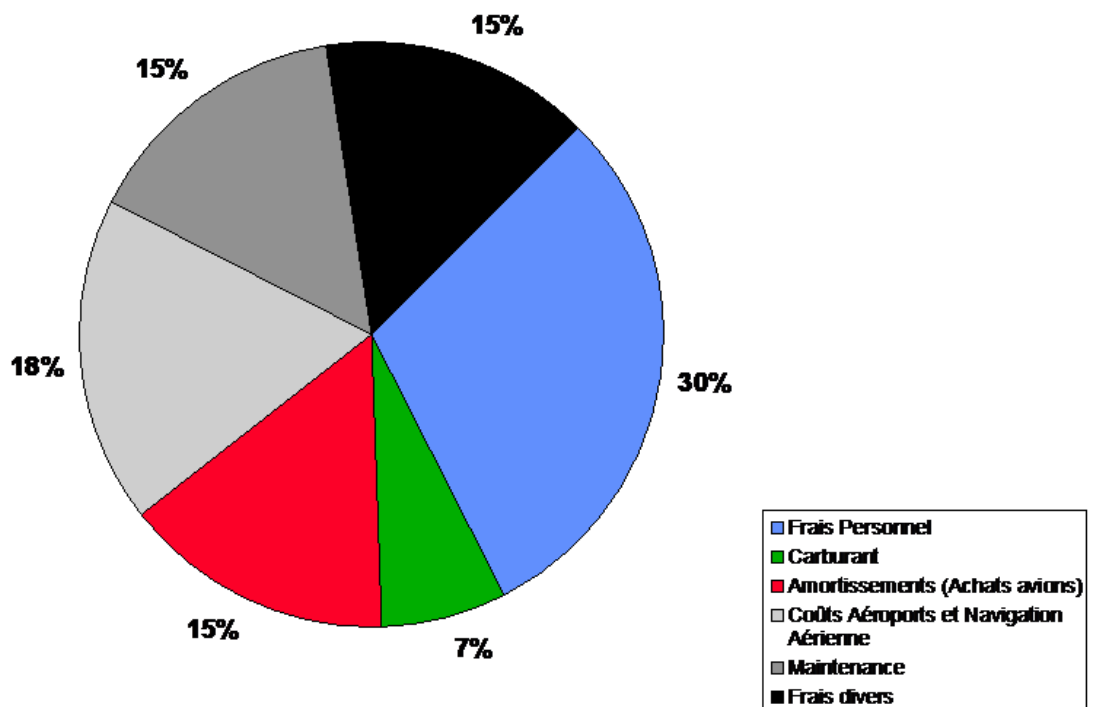


Schéma 17 : Un exemple classique de répartition des postes de dépenses

7.1.3. Comptabilité budgétaire

Il est difficile d'apprécier l'équilibre de chaque service ou de chaque produit en raison du fait que les dépenses sont engagées par fonction (production, commercialisation, administration).

Le processus budgétaire consiste à prévoir des masses de dépense par nature au niveau d'une fonction, et ceci par rapport à un objectif de production (nombre de billets vendus, passagers transportés, ..).

La comptabilité budgétaire consiste d'abord à mettre en place un cadre adéquat de prévisions. Ceci implique bien sur des liens étroits avec le Système de Gestion "Prévision et Programmation".

Le second objectif de la comptabilité budgétaire est d'analyser les écarts entre prévision et réalisation. Cette analyse doit nécessairement partir de l'écart sur unités d'oeuvres parce qu'il explique sans autre investigation l'écart sur frais variables. La proportion une fois opérée, l'écart coût devient significatif tant en ce qui concerne les frais fixes répartis que les frais variables.

Ainsi, partant de l'analyse de l'impact de l'augmentation du carburant ou des frais de personnel, à propos de la mise en oeuvre d'un nouveau type d'appareil, le directeur d'exploitation peut connaître l'incidence de ces deux éléments sur le budget de production et décider, en fonction de la situation générale prévisionnelle, de modifier la desserte du dit réseau dès la prochaine saison ou d'affecter un autre type d'appareil sur une desserte identique.

7.1.4. Gestion des immobilisations

Avec la gestion des immobilisations nous trouvons, paradoxalement dans le contexte d'une compagnie aérienne, le problème de l'acquisition d'avions nouveaux et du renouvellement des flottes.

Les conditions d'acquisition varieront selon qu'il y ait ou non déréglementation, si la compagnie a un statut privé ou public, si la législation fiscale en vigueur est favorable à l'acquisition.

Les années de crise ont diminuer la trésorerie des compagnies et croître l'endettement des états.

Les constructeurs se sont vu de plus en plus impliqués, soit en proposant des plans de financement, en s'engageant à la reprise des appareils en cas de difficultés ou en rachetant des appareils anciens, souvent construits par des concurrents.

On a ainsi constaté le démarrage d'une tendance à la diminution des ventes directes aux transporteurs, et à un déplacement de la responsabilité vers le constructeur, mais aussi vers de nouveaux intermédiaires. Ceux-ci sont généralement des institutions financières qui font le relais entre le vendeur et l'acheteur. Ils achètent les appareils, en conservent la propriété et les louent aux compagnies à court ou à long terme.

Ces sociétés deviennent de gros clients pour les constructeurs (cf. contrat récent d'Airbus Industrie avec International Lease finance Corp.)

Les techniques de financement deviennent très sophistiquées : financement sur les valeurs actives, contrats de location-exploitation, attestations de fournitures d'équipement à crédit, hypothèques assurant à leurs bénéficiaires un traitement préférentiel en cas de faillite du transporteur, ..

7.1.5. Gestion de trésorerie

C'est encore le déphasage entre naissance et extinction de la créance qui est à l'origine de cette préoccupation constante du gestionnaire.

Celui-ci est en effet pris entre le double souci de pouvoir faire face en permanence au besoin d'approvisionnement du cycle d'exploitation et à l'échéance des frais fixes d'une part, et le soin de ne pas alourdir le compte d'exploitation par des frais financiers d'autre part.

Une partie des flux monétaires est directement liée au cycle d'exploitation, même si elle n'est pas en phase avec lui (crédits fournisseurs, créances sur client). Leur échéancier sera fonction des prévisions commerciales liées au programme d'exploitation.

D'autres dépenses, toujours liées à l'exploitation, ont un caractère régulier (salaires) ou des échéances fixes (taxes) et sont faciles à situer sur le plan de la trésorerie. Il en va de même pour les annuités de remboursement des emprunts.

Il en va tout autrement des flux monétaires non directement liés à l'exploitation comme les indemnités d'assurance (casse d'un appareil), la libération des fonds issus d'une augmentation de capital ou la mise en place effective d'un financement externe.

Les aléas relatifs au décaissement effectif de tels crédits doivent conduire à inscrire dans le plan de trésorerie des marges de sécurité (crédit relais, chers mais moins onéreux que les découverts de caisse et moins catastrophiques que la menace de cessation de paiement) et faire la chasse aux caisses multiples.

La meilleure péréquation doit s'établir à tout instant entre les besoins et les ressources monétaires pour réduire les frais financiers et tirer le meilleur parti des éventuels excédents momentanés de trésorerie.

7.1.6. L'analyse de la rentabilité

7.1.6.1. La rentabilité économique

D'une portée plus générale que la comptabilité qui vise à mesurer la différence entre les emplois et les ressources au moyen d'un étalon monétaire, l'analyse de la rentabilité économique a pour objet de déterminer les rapports entre les réalisations et les prélèvements dans le circuit économique.

Le Compte de Résultats peut, à cet effet, recevoir une autre présentation qui permet de mettre en valeur les chiffres significatifs de la rentabilité économique :

- Au niveau de l'entreprise, en mettant en valeur la productivité des facteurs de production (rapprochement entre la valeur ajoutée et les unités commercialisées).
- Au niveau du secteur économique du transport aérien en mettant en évidence certains ratios qui serviront de support aux négociations relatives :
 - . au renouvellement de la flotte ou au rachat de matériel,
 - . au commissionnement du réseau de vente,
 - . à la participation aux charges de fonctionnement de l'infrastructure aéroportuaire et des organismes de la navigation aérienne.
- Au niveau national, en évaluant, au sein de l'activité, la part justiciable du service public, assurant ainsi le support des négociations avec les collectivités locales et l'Etat pour la détermination d'éventuelles compensations.

7.1.6.2. La rentabilité financière

La rentabilité financière s'exprime au minimum par la sauvegarde des acquis de l'entreprise.

Ici encore, les chiffres de la Comptabilité Générale peuvent faire l'objet d'une autre présentation, destinée à mettre en évidence les quatre grandeurs significatives de la rentabilité financière :

- Le résultat net.
- L'autofinancement net, qui mesure l'enrichissement du bilan d'un exercice à l'autre
- L'autofinancement brut, qui mesure la capacité de l'entreprise à reconstituer ses moyens de financement
- Le rendement financier brut, qui mesure la capacité de l'entreprise à dégager des surplus financiers
- Indépendamment de tout système de financement.

7.1.7. La surveillance des équilibres

Outre la rentabilité économique et financière, condition de la survie à terme de l'entreprise, la Direction Générale de l'entreprise de transport aérien doit constamment veiller à son invulnérabilité vis à vis du marché. Cette surveillance s'exerce au travers :

- du fonds de roulement,
- de la trésorerie (ratios de liquidité),
- de l'endettement (ratios d'orthodoxie et de solvabilité),
- du plan de financement des besoins en ressources permanentes sur cinq ans.

Le film WALL STREET a popularisé le type d'action qu'un groupe de "raiders" motivés par la seule plus value à court terme peut lancer contre une entreprise de transport aérien.

Le phénomène est très américain, mais mérite qu'on s'y intéresse.

L'opération est menée grâce à un LBO (Leverage Buy Out) qui n'a que peu de rapport avec le rachat d'une entreprise par les salariés comme on le croit généralement.

L'opération comporte trois phases :

- L'achat de l'entreprise, dont les actifs auront été au préalable sous-évalués, à l'aide d'emprunts;
- Le remboursement de ces emprunts par amélioration de la productivité, mais aussi par vente d'actifs (voire de lignes ou de créneaux d'aéroports dans le contexte US), avec éventuellement location en retour (lease back que nous définirons un peu plus loin);
- La revente de la compagnie avec profit ou l'utilisation de la trésorerie pour d'autres opérations (cf. l'exemple de l'acquisition de TEXACO par C. ICAHN avec la trésorerie de TWA).

Le transport aérien doit privilégier la qualité de service et le maintien d'un ensemble de ressources humaines et matérielles à un excellent niveau de motivation et de compétence malgré les cycles propres à l'activité. Il trouve peu son compte à ce type d'opération qui vise essentiellement des compagnies en difficulté chronique ou venant de subir un revers passager.

L'efficacité du Système de Gestion des Flux Financiers et son aptitude à conserver l'entreprise dans une bonne santé économique est donc un solide rempart.

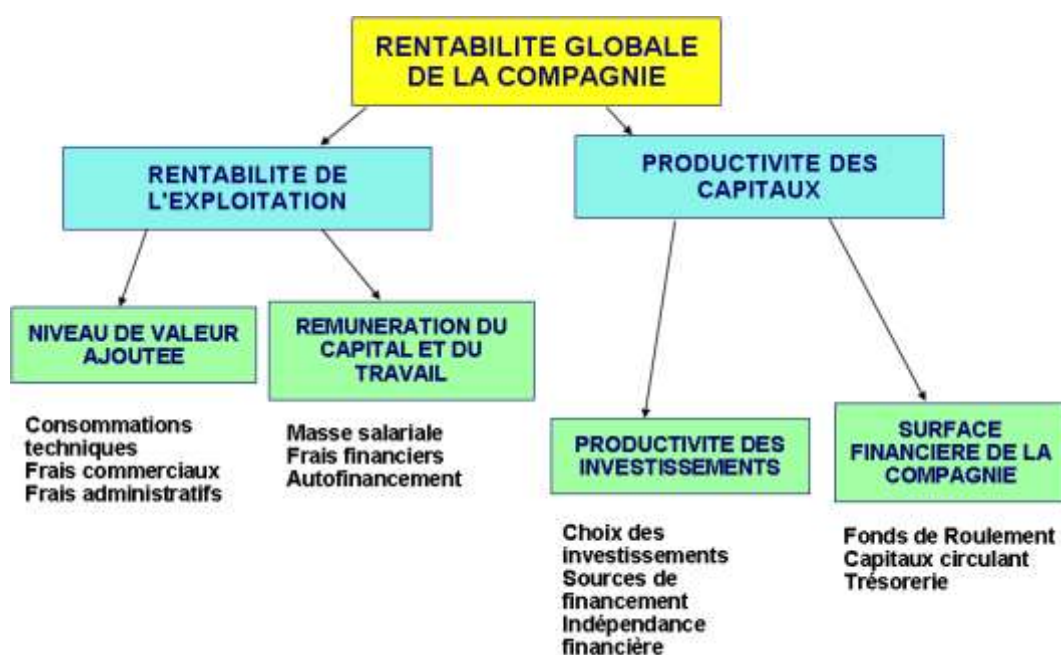


Figure # 18 : Contrôle des performances économiques d'une entreprise de transport aérien

7.2. Les contraintes

7.2.1. La rigueur vis à vis des bailleurs de fonds

Les contraintes qui pèsent sur le secteur conduisent souvent les entreprises de transport aérien à avoir recours aux banques et autres établissements financiers susceptibles d'apporter un soutien en orientant vers elles l'épargne qu'elles ont drainée, et ce sous plusieurs formes :

- Apport d'argent frais sous forme de participation au capital.
- Financement d'investissements par des prêts directs à long ou à moyen terme, ou garanties de prêts accordés par les banques traditionnelles dans les mêmes conditions.
- Achat d'immobilisations pour compte des entreprises via un crédit bail (leasing) qui dispense de la possession des fonds nécessaires à un achat, même à crédit, ou de l'existence d'une structure financière jugée suffisante pour garantir le remboursement des emprunts.
- Apport de facilités de paiement en anticipation du déroulement du cycle d'exploitation :
 - . Mobilisation des créances (escompte, factoring)
 - . Crédits de campagne saisonnière

La solution du crédit bail tend à se généraliser pour l'acquisition des flottes aériennes. Sa transparence au bilan, même si son corollaire est un alourdissement des charges du compte de résultat (loyers au lieu d'amortissements), est appréciée. On peut aller jusqu'au rachat d'immobilisations déjà effectuées par l'entreprise, c'est le "lease back", qui fut utilisé pour la restructuration du capital de certaines compagnies aériennes.

L'ensemble de ces concours se traduit par des frais financiers importants.

Quelle que soit la solution adoptée, les négociations correspondantes exigent des dossiers précis et exhaustifs, car les établissements financiers n'ont pas pour rôle de participer au risque d'entreprise (rôle dévolu aux actionnaires), mais de rechercher la réalisation par l'entreprise de l'autofinancement qui lui donne la faculté de remboursement.

Certaines banques acceptent cependant le risque de l'actionnaire et participent au capital. Les dividendes sont minces, mais elles trouvent dans les besoins des compagnies des opportunités d'affaires extrêmement profitables.

Nous avons vu au début du chapitre les problèmes économiques du secteur, qui n'a pas gagné d'argent en soixante années d'activités.

Comment, dans ces conditions, continuer à se développer et à acheter des avions neufs adaptés aux nouvelles exigences du trafic en terme de capacités, de service aérien et d'environnement.

Jusqu'à présent, c'étaient surtout les banques qui finançaient l'achat d'avions.

Déçus par les performances économiques des compagnies, les banquiers sont de plus en plus réticents à prendre des risques.

C'est donc aux constructeurs qu'il est demandé de faire l'effort pour continuer de satisfaire et de développer leur clientèle.

L'industrie de transport aérien se trouve aujourd'hui dans la situation désagréable de ne plus avoir la confiance des investisseurs, alors qu'elle a un urgent besoin de crédits pour s'équiper et renouveler une partie de sa flotte afin de satisfaire aux nouvelles exigences du transport aérien en termes de services aux passagers, de respect de l'environnement et de rentabilité de l'exploitation.

7.2.2. La rigueur vis à vis des bailleurs de droits.

Certains états accordent encore aujourd'hui les droits de trafic, même si cette contrainte doit évoluer au cours des prochaines années avec le développement de la dérégulation.

Sur le territoire français, c'est le Conseil Supérieur de l'Aviation Marchande qui a joué longtemps ce rôle. Il exigeait, lors de la demande d'ouverture d'une nouvelle ligne, une volumineuse documentation financière.

Il fallait en particulier un compte prévisionnel d'exploitation qui tienne compte de :

- La ventilation des frais par heures de vol avec :
 - . Les frais équipages (fonction des salaires de base, de la convention et des heures de vol),
 - . Les frais des touchées (fonctions des fréquences),
 - . Les frais de ligne (publicité, réservation, ..).
- Diverses hypothèses concernant les coefficients de remplissage.
- Les recettes annexes prévisibles..

Un tel projet était établi par le SG de prévision et programmation, mais ne pouvait être finalisé que grâce aux résultats analytiques sur le réseau fourni par le SG Flux financiers.

7.3. Les ressources

Les ressources de ce Système de Gestion sont les référentiels des comptes de l'entreprise :

- Le Plan Comptable Général,
- Le Plan Comptable Analytique,
- Le découpage des sections budgétaires,
- Les règles d'analyse des rentabilités économiques et financières.

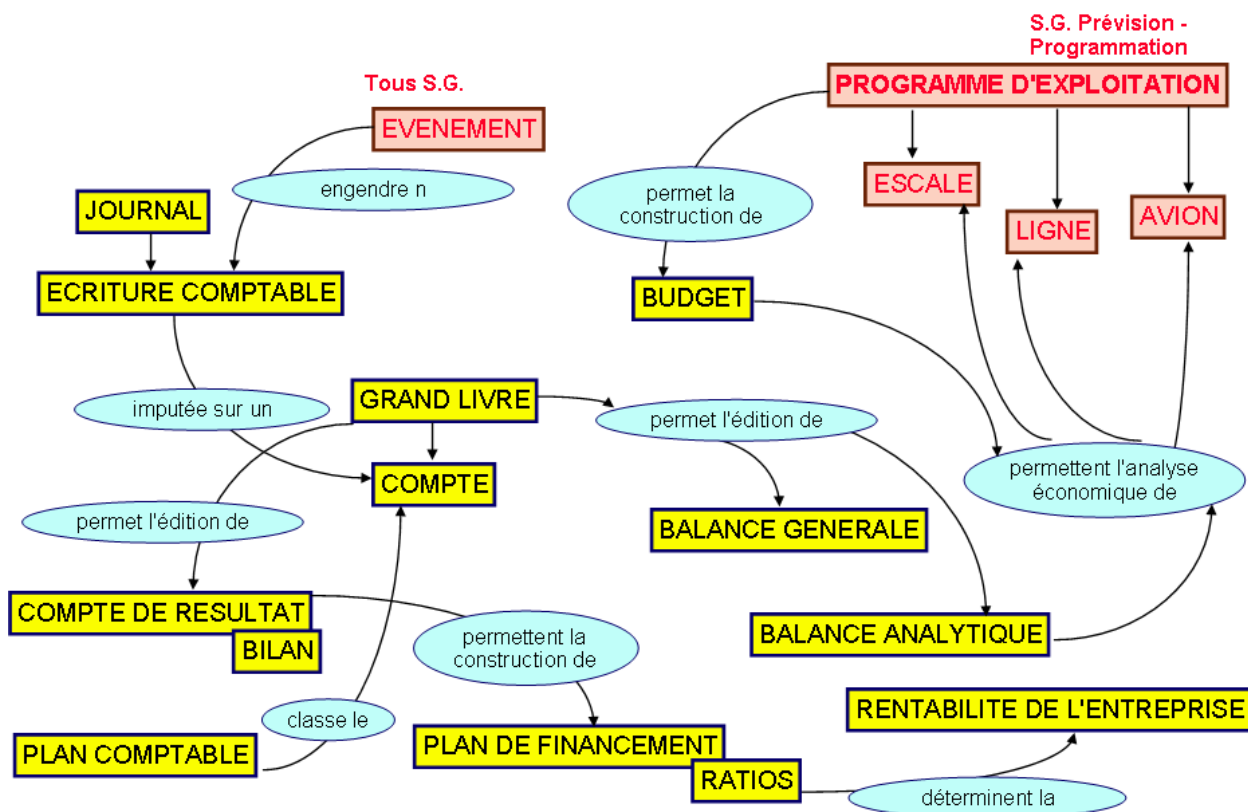


Figure # 19 : La Base de Données, une ressource pour le S.G. des "Flux Financiers"

7.4. Les résultats attendus

L'ensemble des objectifs et contraintes nous permet de recenser les résultats souhaités :

- En comptabilité générale :
 - . Les journaux,
 - . Le journal Général,
 - . Le Grand Livre général,
 - . La balance générale,
 - . Le bilan,
 - . Le compte de résultats,
 - . Les états consolidés au niveau du groupe si filialisation certaines activités;
- Dans les comptabilités auxiliaires :
 - . Les Grands Livres auxiliaires,
 - . Les extraits de compte,
 - . Les situations échéancées par tiers,
 - . Les balances auxiliaires,
 - . Les relances,
 - . Les relevés des échéances des tiers par période;

- En comptabilité analytique et budgétaire :
 - . Les tableaux analytiques et budgétaires par section,
 - . Les ratios d'analyse des écarts,
 - . Les comptes analytiques détaillés par section,
 - . Les balances analytiques,
 - . Répartition des dépenses directes d'exploitation :
 - .. Par type d'avion
 - .. par heure de vol
 - .. Par ligne,
 - . Evolution et ventilation des coûts (directs et indirects) par Siège Kilomètre Offert et Siège Kilomètre Réalisé,
 - . Analyse détaillée des postes d'exploitations les plus importants :
 - .. Salaire,
 - .. Carburant,
 - .. Assurances,
 - .. Taxes et redevances,
 - .. Frais d'escale,
 - .. Amortissements,
 - .. Frais de vente, ..etc.
- En gestion des immobilisations :
 - . Etat des immobilisations après transfert,
 - . Etat des immobilisations après cession,
 - . Etat des différés et des valeurs réévaluées,
 - . Etat des amortissements prévisionnels,
 - . Etats fiscaux,
 - . Etat de plus ou moins values;
- En gestion de trésorerie :
 - . Les différences sur change,
 - . Les traites,
 - . Les billets à ordre,
 - . Les chèques à émettre,
 - . L'état des effets remis,
 - . Les bordereaux de remise de chèques et d'effets, à l'escompte et à l'encaissement,
 - . Les journaux financiers,
 - . Les journaux échéancés des taxes et redevances à payer,
 - . L'état prévisionnel de trésorerie générale.
- En matière de surveillance des équilibres et d'aide aux décisions de Direction Générale :
 - . Bilan synthétique,
 - . Analyse d'exploitation,
 - . Etat du fonds de roulement net,
 - . Tableaux de financement,
 - . Ratios de gestion pour la mesure des rentabilités et la surveillance des équilibres.

7.5. Les entrées

Pour permettre l'obtention de ces résultats, les entrées sont :

a) Les écritures relatives aux dépenses en provenance de tous les Systèmes de Gestion :

- Frais de personnels
- Investissements :
 - . Avions,
 - . Equipements révisables,
 - . Bâtiments, ateliers,
 - . Equipements pour la manutention et la maintenance.
- Coûts de fonctionnement :
 - . Consommables pour l'exploitation et la maintenance des appareils,
 - . Carburant,
 - . Taxes aéroport et navigation aérienne,
 - . Frais déplacement équipages,
 - . Fournitures et services divers.

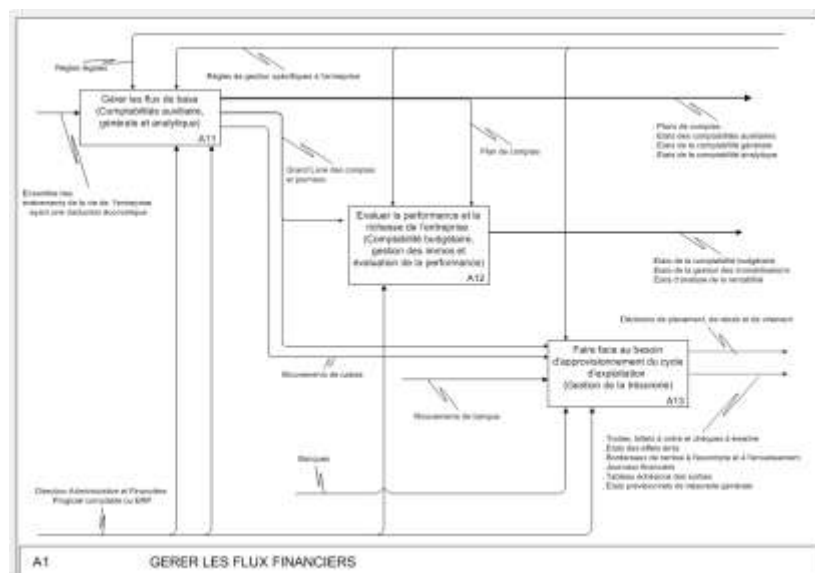
b) Les écritures relatives aux produits (essentiellement du S.G. Ventes et Distribution -Recettes commerciales- mais aussi des S.G. Matériel et Exploitation Jour J si des prestations d'entretien et de d'assistance en escale sont vendues à d'autres compagnies.

c) Les cessions internes pour la comptabilité analytiques.

d) Les mouvements de caisse et de banque pour la gestion de trésorerie.

7.6. Les processus

Ayant identifié les objectifs, les contraintes, les résultats attendus et les entrées nécessaires, nous pouvons identifier les processus du Système de Gestion des "Flux Financiers".



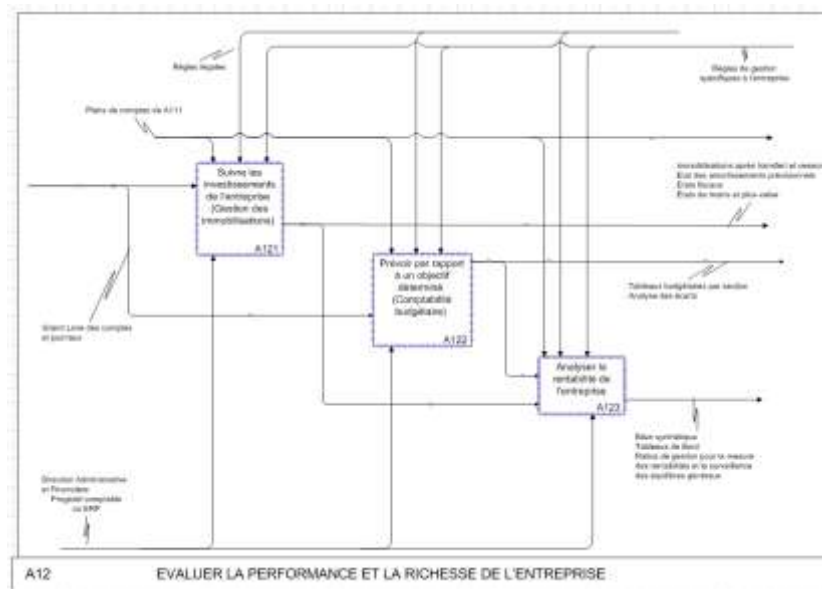
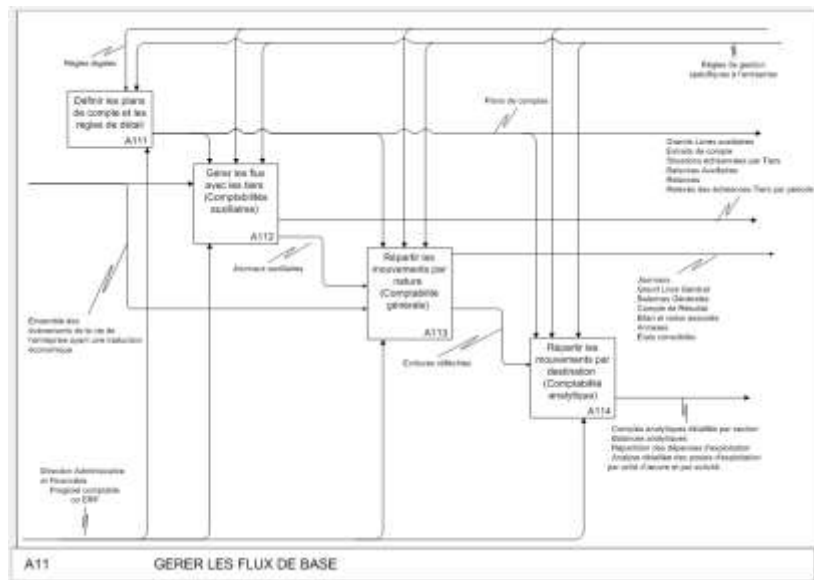


Figure # 20 : Processus du S.G. "Flux Financiers"

7.7. Les outils du Système de Gestion

A l'image de la paie, la Comptabilité Générale a été l'une des premières applications développées dans le cadre de l'informatique structurée.

L'outil a ensuite évolué :

- Vers une couverture de plus en plus large du besoin de gestion des flux financiers (analytique, immobilisation, trésorerie, aide à la décision d'investissement, analyse de la rentabilité, ..)
- Vers plus d'intégration, en évitant la saisie multiple des mêmes événements comptables.
- Vers plus de réactivité, en autorisant l'interrogation immédiate des comptes et des situations.
- Vers plus de souplesse, en permettant la différenciation des périodes comptables, des dates de pièces, de comptabilisation et d'échéance.
- Vers plus d'automatisation en assurant la création automatique d'écritures de contrepartie, la centralisation et la ventilation automatiques.
- Vers plus d'optimisation sur le plan de l'utilisation des ressources et de la mise en oeuvre des contrôles.
- Vers plus de répartition en diffusant sur de multiples sites la saisie et l'accès à l'information.

Aujourd'hui, le module Comptabilité-Finances est au cœur des ERP/PGI qui équipent la majorité des entreprises du secteur.

8. LES EVOLUTIONS : UNE VISION TRANSVERSALE, LE RECOURS AUX ERP, L'EXTERNALISATION ET L'URBANISATION

8.1. Une nouvelle attention portée aux processus transversaux

Nous avons souvent évoqué le mot processus, sans le définir vraiment

Le développement d'une entreprise –et a fortiori sa survie- passe par la gestion de la qualité, la réduction des coûts et le respect des délais. Dans un contexte de compétition de plus en plus féroce, la satisfaction du client par rapport à un produit, un service ou les livrables d'un projet impose de repenser les pratiques de l'entreprise en termes de processus.

Cette approche récente dépasse le cadre de l'informatisation des pratiques existantes. Elle exige une modélisation des processus d'entreprise ainsi qu'une spécification formelle des flux de travail qui les traversent. Ce constat se concrétise par le développement accéléré des concepts d'entreprise intégrée, d'entreprise étendue (l'entreprise et ses partenaires), d'ingénierie concourante ou de gestion de la chaîne logistique (« *supply chain* »).

Traditionnellement les Systèmes de Gestion informatisés se sont organisés autour des fonctions définies : les commerçants vendent, les industriels fabriquent, les acheteurs achètent, les administrateurs administrent, les médecins soignent, les professeurs enseignent...

La vie d'une organisation s'articule en fait autour de processus clefs comme l'innovation (mise sur le marché d'un nouveau produit), le planning, l'accueil et le traitement d'un client, la prise et le traitement d'une commande, la gestion et le renouvellement des stocks (dans l'environnement Entreprise) ; la prise en charge et le suivi d'un malade (dans l'environnement Etablissement de santé).

Un **processus** est une combinaison d'opérations interdépendantes et récurrentes, faites avec des moyens et selon des règles, en vue d'une finalité.

Les processus sont des ensembles d'actions (activités, tâches, travaux actions), de points de décision, de collectes d'informations et de flux de données regroupés en un sous-ensemble cohérent pour atteindre un objectif professionnel précis.

Ces processus impactent plusieurs fonctions au sein de l'organisation. Cet impact des fonctions s'opère selon un schéma chronologique et on doit définir les tâches requises par le processus au niveau de chaque fonction, dans un souci d'économie de ressources certes, mais surtout dans la perspective de la valeur effectivement ajoutée, dans le respect de l'objectif global (niveau de qualité fournie au client) et de la synergie de l'ensemble.

Un processus est une combinaison d'opérations, souvent enchaînées, réalisées en vue d'une finalité, mettant en œuvre des ressources diverses (ressources humaines, ressources matérielles, informations), soumises à diverses contraintes (contexte, règles, temps, déclencheurs) et faisant le plus souvent intervenir plusieurs acteurs selon un axe « transversal » par rapport au découpage de l'organisation.

Un processus est générateur de résultats, susceptibles d'être évalués en fonction de divers indicateurs de performance.

Les processus impactent plusieurs fonctions au sein de l'organisation. Cet impact s'opère de manière transversale.

Nous considérons d'abord un exemple au sein d'une entreprise industrielle classique.

Au sein de cette entreprise, le processus « Traitement d'une Commande » peut se découper selon les activités suivantes :

1. Prise de commande au niveau de l'Administration des ventes
2. Vérification de la situation du compte client au niveau du service comptable.
3. Attribution de marchandises à la commande par le service Logistique. Au cas où la marchandise ne serait pas en stock, modification du programme de fabrication et fabrication au niveau du service Production
4. Préparation de l'expédition au niveau du service Logistique
5. Facturation du client par le service comptable
6. Transport et livraison par le partenaire logistique

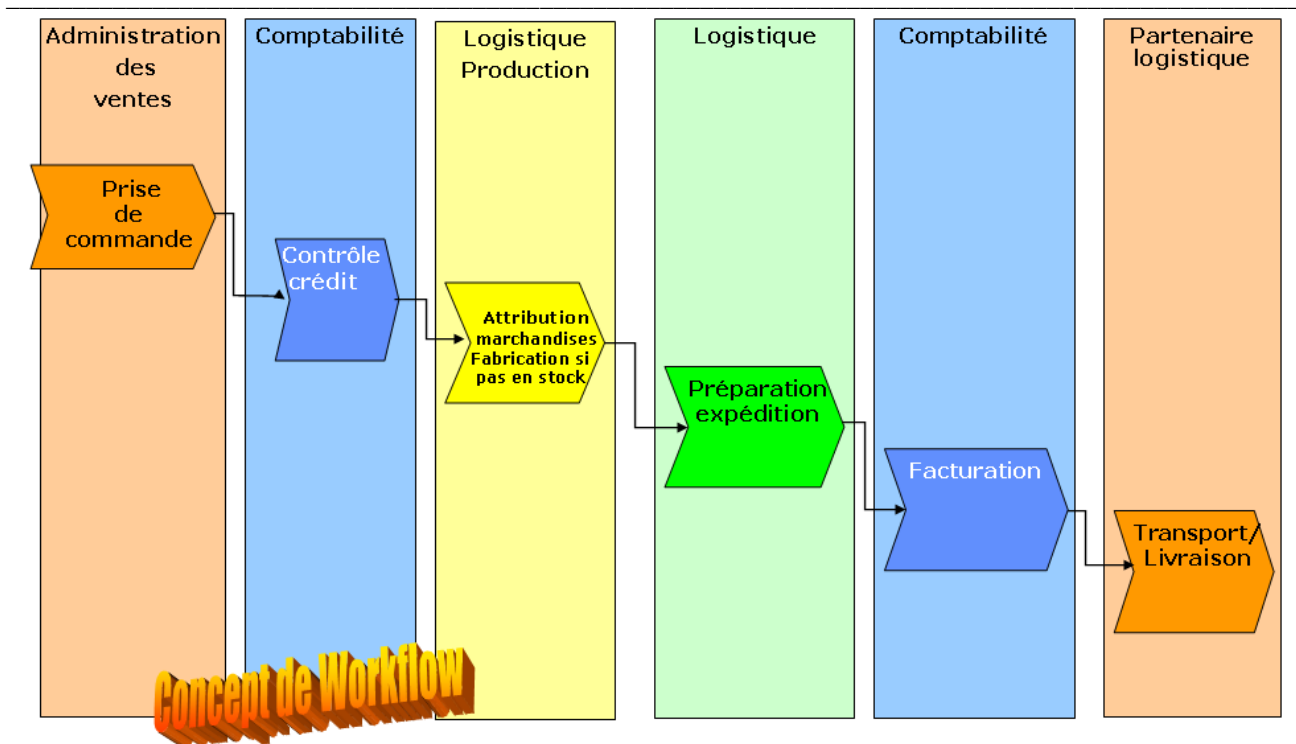


Figure # 21 : Le processus « Traitement d'une commande » dans l'entreprise

De même qu'il impacte les fonctions de manière transversale, le processus impacte les Systèmes de Gestion que nous avons identifié dans la première partie de ces documents. Dans le cas du processus de traitement de la commande :

1. Prise de commande au niveau du S.G. « Ventes et Distribution » ;
2. Contrôle-Crédit au niveau du S.G. « Flux Financiers » ;
3. Attribution des marchandises au niveau du S.G. « Ventes et Distribution », sur les stocks commerciaux alimentés par le S.G. « Production » ;
4. Préparation de l'expédition au niveau du S.G. « Ventes et Distribution » ;
5. Facturation du client au niveau des S.G. « Ventes et Distribution » et « Flux Financiers » ;
6. Transport et livraison au niveau du S.G. « Ventes et Distribution », des S.I. des partenaires de transport et du S.I. partagé de gestion de la chaîne logistique (Supply chain).

Nous revenons maintenant sur le cas de l'entreprise de transport aérien.

Le fonctionnement de la compagnie aérienne peut être repensé autour du processus clef « assurer un vol pour le client ».

1. Le passager choisit son vol. Ce vol a été défini dans le programme établi par le S.G. « Prévision-Programmation » ;
2. Le passager réserve sa place, puis, à l'issue d'un délai variable, obtient et règle son billet. Réservation et billetterie sont gérées par le S.G. « Ventes et Distribution ». La recette commerciale est prise en compte par le S.G. « Flux Financiers » ;
3. Le passager se présente à l'aéroport de départ pour enregistrer et embarquer. Ces fonctions sont assurées par le S.G. « Exploitation Jour J » ;
4. L'avion et l'équipage sont fin prêts pour assurer le vol, grâce aux S.G. « Matériel » et « Ressources Humaines » ;
5. Le vol se déroule normalement (sous le contrôle du S.G. « Exploitation Jour J ») et le passager est pleinement satisfait.

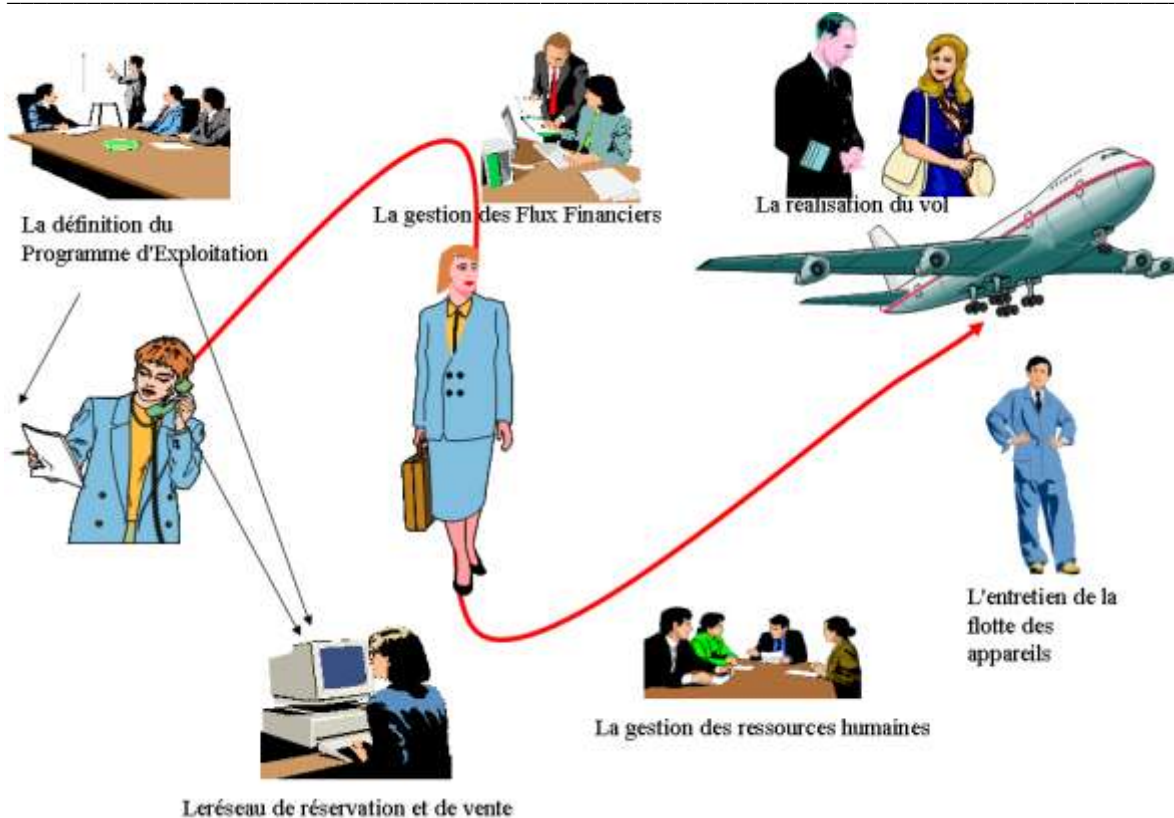


Figure # 22 : Le processus « Assurer un vol pour un client » dans l'entreprise de transport aérien

Les Technologies de l'Information et de la Communication vont donc permettre de standardiser et d'industrialiser le processus clef et tous les processus dérivés pour réduire les coûts et les délais. Elle permettraient même de le virtualiser, mais ce n'est pas l'intérêt de la compagnie aérienne de voir son client préférer une vidéoconférence à un déplacement réel.

Des automates vont jaloner le parcours du client : pour réserver, pour obtenir le billet, pour enregistrer, pour embarquer, etc. Mais il faut prendre conscience que cela va souvent à l'encontre de la recherche de lien social par les clients. Il est difficile pour le personnel d'allier sourire, disponibilité et rendement. Le stress résultant est source d'aliénation et de démotivation.

Au travers de la mise en place des outils informatisés, la taylorisation des services a des limites. Il faut prendre garde à concilier un certain degré d'industrialisation des services avec une logique de convivialité.

8.2. Le recours aux ERP

8.2.1. Principes d'intégration

Après avoir tenter de construire leurs propres outils (Solution coûteuse qui faisait que chacun réinventait la roue), les entreprises se sont tournées vers l'acquisition de progiciels.

Un progiciel est un logiciel d'application standardisé, adaptable par paramétrage aux besoins de multiples utilisateurs, packagé pour pouvoir être vendu « sur étagère ».

Ces systèmes étant conçus pour une fonction spécifique (progiciel comptable, progiciel de paie, progiciel de GPAO, etc.), les entreprises se sont ensuite rendues compte de la difficulté de les faire communiquer entre eux. Or cette exigence de communication était indispensable pour construire un véritable Système d'information.



Figure # 25 : Des systèmes isolés éprouvant de sérieuses difficultés de communication

Ce besoin d'échanges et de cohérence pouvait être satisfait par la construction d'interfaces. Ce travail a mobilisé les équipes internes rendues disponibles du fait du recours aux progiciels mais le nombre de combinaisons possibles rendait l'opération complexe et coûteuse. Face à cette difficulté, deux types de démarches étaient envisageables.

- La première visait à normaliser les interfaces d'échange de manière à ce que chaque produit du marché puisse échanger avec tous les autres. Ce principe d'interopérabilité est le même que celui qui permet de lire un DVD sur un lecteur de n'importe quelle marque, mais est beaucoup plus complexe à réaliser puisqu'il ne s'agit pas d'une simple compatibilité technique mais d'une implication profonde dans les processus de gestion des organisations.
- La seconde tentait de construire un système unique et intégré couvrant l'ensemble des besoins.

La première voie présente de nombreux avantages mais la technologie n'était pas mûre. Elle le sera peut-être demain avec le concept des web services. C'est donc la seconde voie qu'a choisie le marché à la fin des années 80.



Figure # 26 : Renouer les liens : l'entreprise communicante

La démarche progressive d'intégration a démarré autour du cycle d'exploitation. C'est ici que le besoin de communication entre les systèmes de gestion est le plus criant. La Direction de la Production doit constituer son planning en fonction de ce que la Direction Commerciale va pouvoir vendre. La Direction des Achats doit connaître le programme de fabrication pour négocier et organiser ses approvisionnements.

Cette exigence de synchronisation a engendré le concept MRP I (*Material Requirement -ou Request- Planning* c'est à dire Planification des Besoins en Composants). Dans cette logique, le calcul de besoins nets est réalisé à partir des besoins bruts (commandes non satisfaites plus prévisions de ventes, gérées le S.G. «Gestion Commerciale») corrigées des ressources déjà disponibles (stocks de production gérés par le SG « Production» et stocks commerciaux gérés par le S.G. « Distribution»). Le Plan Directeur de Production qui en découle pilote aussi les achats de matières premières (S.G. des Achats).

La seconde version, MRP II, a poussé plus loin l'intégration entre production et approvisionnements.

Il suffisait donc de pousser à l'extrême cette idée de base, en intégrant tous les systèmes de gestion, pour passer du *Manufacturing Resources Planning* à l'*Enterprise Resource Planning*.

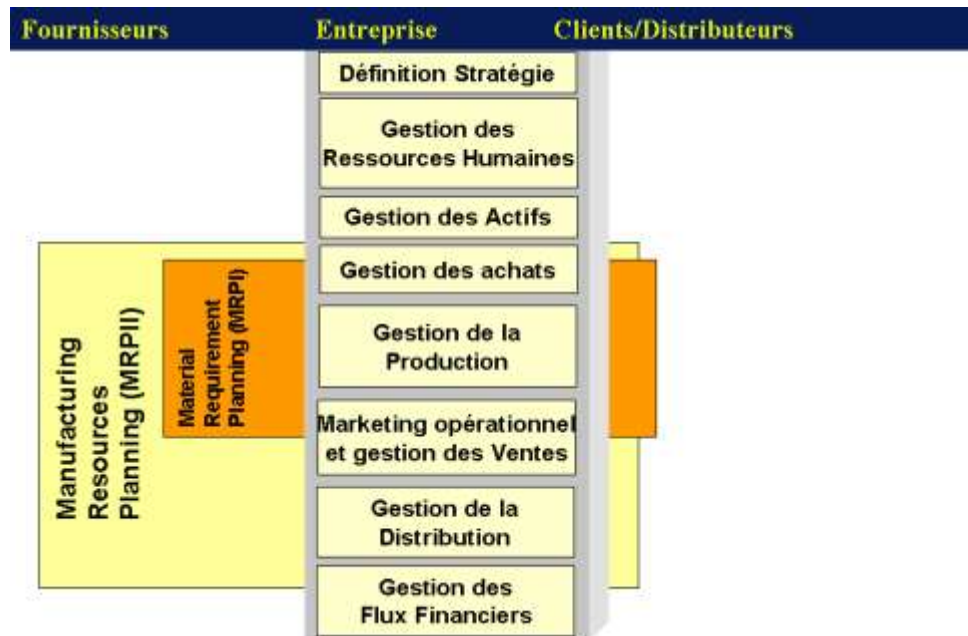


Figure # 27 : Démarrage de la logique d'intégration autour du S.G. de la Production

En 1993, après l'ébauche R/2 sur grand système, SAP R/3 réalise l'intégration totale de toutes les composantes d'une entreprise, de la finance à la production, des ventes aux ressources humaines. Sa structure informatique client/serveur en réseau et sa portabilité complète seront les clefs de son succès.



Figure # 28 : ERP : Aboutissement de la logique d'intégration verticale au niveau de l'entreprise

La logique d'intégration s'est poursuivie horizontalement au niveau de l'entreprise étendue à tous ses partenaires : fournisseurs, distributeurs, clients. C'est le concept de Gestion de la Chaîne Logistique (SCM ou *Supply Chain Management*).

8.2.2. La solution ERP

Le marché a donc proposé et validé une solution très séduisante : un progiciel couvrant l'ensemble des besoins du Système d'Information, basé sur la disponibilité de modules dédiés aux diverses fonctions identifiées, modules conçus et réalisés pour construire un système parfaitement intégré satisfaisant à toutes les exigences de communication interne.

C'est le concept d'ERP (*Enterprise Resource Planning* ou PGI – Progiciel de Gestion Intégrée). L'E.R.P. peut donc être défini comme un ensemble d'applications fournies par un même éditeur et couvrant la plupart des besoins de gestion d'une entreprise. Nous avons vu que l'alternative à la mise en place d'un progiciel intégré est le déploiement de plusieurs progiciels ("best of breed").

Le premier niveau d'intégration est celui des processus dans chaque Système de Gestion.

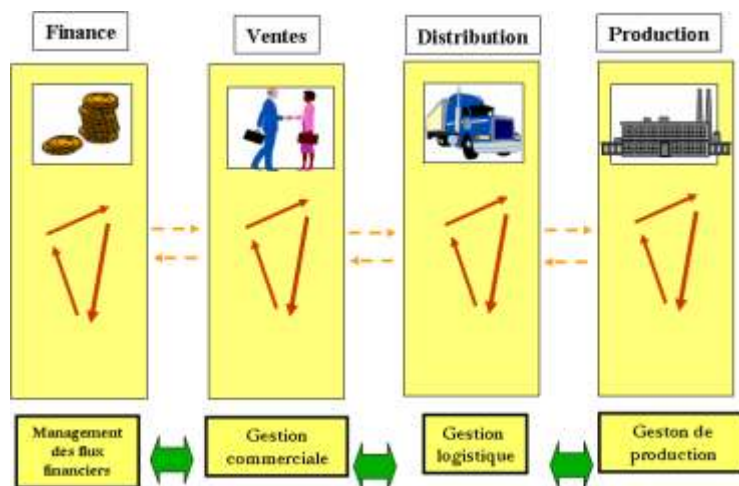


Figure # 29 : ERP-PGI : Des processus intégrés dans chaque domaine

Le second niveau est celui de l'intégration des processus à l'échelle de l'entreprise, dans le cadre de « workflows » qui traversent transversalement les systèmes de gestion.

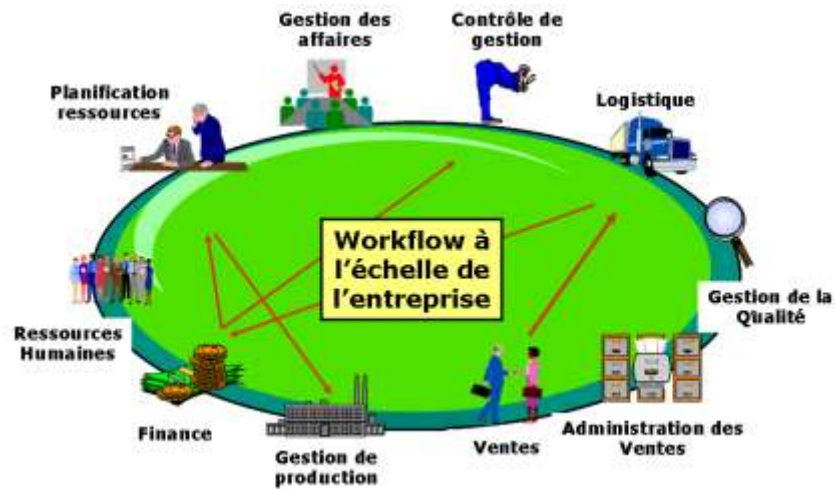


Figure # 30 : ERP-PGI : Processus intégrés au niveau de l'entreprise

Les ERP couvrent l'ensemble des processus de l'entreprise, qu'ils soient des processus opérationnels ou des processus de support.

8.2.3 L'exemple JDE

Voici la gamme des services offerts par l'ERP de la société *JD Edwards* (aujourd'hui reprise par *Peoplesoft*, elle-même reprise par *Oracle Corp.*) :

- Finance
 - comptabilité générale et comptabilité tiers
 - reporting budgétaire
 - immobilisations
 - suivi des projets
- Commercial
 - facturation
 - analyse des ventes
 - Distribution
 - gestion d'entrepôt
 - EDI
- Gestion de production
 - gestion des nomenclatures
 - planification de production
 - calcul des besoins M.P. et calcul des charges
 - maintenance
 - suivi d'atelier
 - gestion des stocks
- Achats
 - gestion des contrats
 - gestion des approvisionnements
- Ressources humaines
 - paye
 - gestion du personnel.

8.2.4. Un autre exemple : R/3 de SAP

Un autre exemple d'architecture, celui du produit du leader du marché, la société allemande SAP :

- Stratégie
 - EC : *Enterprise Control* (EIS : Executive Information System)
 - PS : *Project Scheduling* - Portefeuille des projets
- Finance
 - FI : *Accounting* - Comptabilité
 - CO : *Finance Control* - Contrôle de gestion
 - TR : *Treasury* - Gestion de trésorerie
- Actifs
 - AM : *Assets Management* - Gestion des actifs
 - PM : *Plant Maintenance* - Maintenance usines
 - RE : *Real Estate* - Actifs immobiliers
- Sales (Ventes)
 - SD : *Sales and Distribution* - Ventes et distribution
- Manufacturing (Production)
 - PP : *Production Planning* - Planning de production.
- Purchasing (Achats) :
 - MM : *Material Management* - Achats MP et consommables
- Human resources (Ressources humaines) :
 - HR : *Payroll and Personnel* - Paie et gestion du personnel
- DSS (Décisionnel) :
 - DW : Data warehouse et Decision Support System
- Quality (Qualité)
 - QM : *Quality Management*

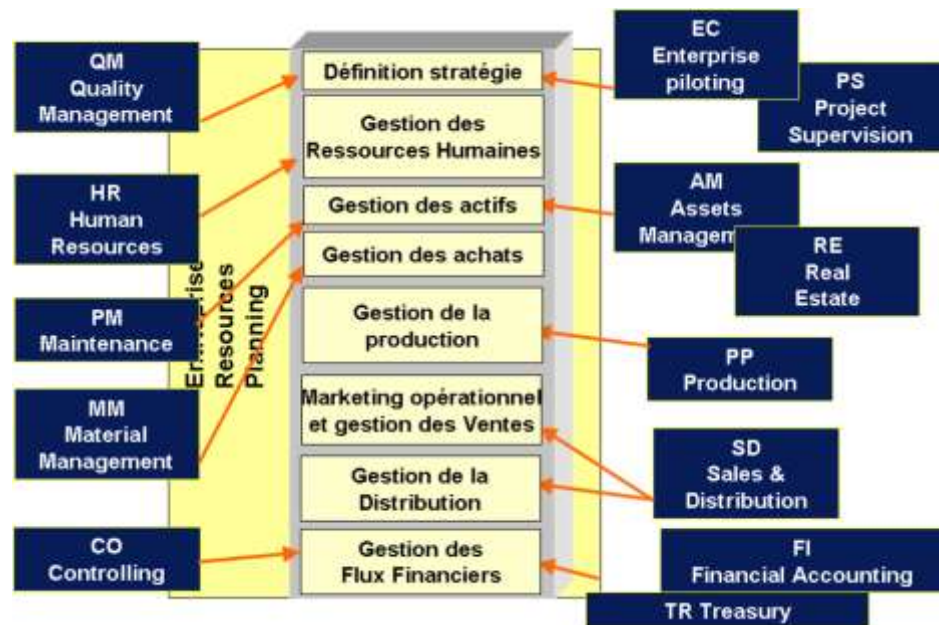


Figure # 31 : L'exemple SAP : Une décomposition modulaire, hiérarchique et structurée

8.2.5. Modèle d'entreprise

Avant de déployer un ERP, il est important de bien comprendre la structure sous-jacente qui sert de lien entre ces fonctions. Cette structure est appelée **modèle d'entreprise**. Elle comprend différents codes liés entre eux, visant à représenter les entités stables d'une activité, comme les sociétés, les usines et les lieux physiques. Chaque module dispose ainsi de plusieurs **codes clefs**, liés les uns aux autres, qui servent de liens avec les codes modèles utilisés par les autres domaines fonctionnels. Le tableau ci-dessous montre, dans le cas de SAP – R/3, quelques codes modèles d'entreprise énumérés par modules principaux.¹

FI	MM	PM	SD
<ul style="list-style-type: none"> Code société Domaine d'activité Domaine de contrôle des crédits Comptabilité des engagements de dépense 	<ul style="list-style-type: none"> Division Point d'expédition Point de chargement Organisation d'achats Groupe d'achats Contrôleur MRP Plans de roulement Agent de planification des capacités Zone de stockage de division Point de stockage Complexe de magasin 	<ul style="list-style-type: none"> Section de division Division de planification PM Groupe de planification PM Division de site PM Domaine de société 	<ul style="list-style-type: none"> Secteur du domaine des ventes Organisation des ventes Canal de distribution Bureau commercial Groupe de ventes
<p>CO/PS</p> <ul style="list-style-type: none"> Périmètre du résultat Périmètre analytique 			<p>HR</p> <ul style="list-style-type: none"> Catégorie de salariés Domaine de salariés

Les définitions de ces codes forment un cadre sur lequel reposent les processus de gestion et autour duquel il est possible de configurer, donc de personnaliser, le logiciel. Chaque code est associé à la définition de certains processus. Les associations entre ces codes traduisent le concept de **modèle conceptuel des données** des méthodologies d'analyse et de conception.

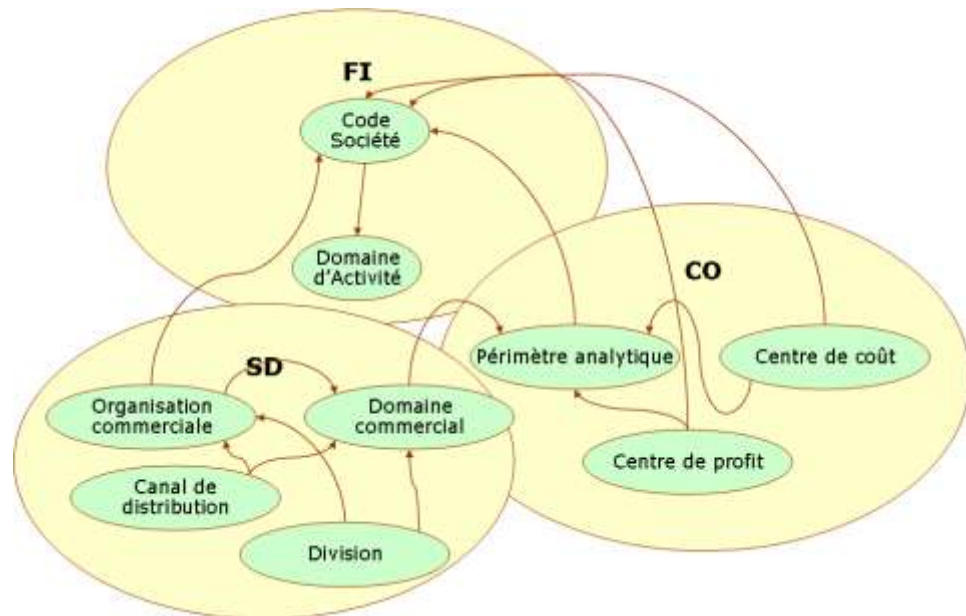


Figure # 32 : Le modèle défini par les codes clefs et leurs associations

L'ensemble aboutit à une très grande complexité, rançon de l'extrême souplesse, d'où la nécessité d'une démarche systématique basée sur un arbre de décision. La convergence est rapide : chaque fois qu'un code global est défini, l'éventail du choix pour les codes de détail se restreint.

Les éditeurs et les intégrateurs ont petit à petit diffusé des outils pour supporter la démarche (*Business Engineer*, apparu avec la release 4.0 de R/3).

¹ D'après « SAP R/3 Le guide du décideur, ouvrage collectif chez Osman Eyrolles Multimédia

8.2.6. Avantages des ERP

Les avantages reconnus aux E.R.P. :

- Pas de problèmes d'interfaçage ;
- Cohérence générale de l'information ;
- Commodité d'un interlocuteur unique ;
- Solidité des fournisseurs les plus présents ;
- Un seul environnement technique à connaître ;
- Récupération des "best practices" ;
- Workflow intégré ;
- Dans un groupe international :
 - un moyen de faciliter le déploiement de modèles de gestion ;
 - appui international possible.

8.2.7. Inconvénients des ERP

Les inconvénients souvent mis en avant :

- Nécessité de revoir les processus, avec implications organisationnelles ;
- Standardisation impliquant la disparition de solutions spécifiques parfois mieux adaptées au niveau local ;
- Recours impératif aux conseils externes étant donné la complexité du produit ;
- Nécessité d'un partenariat avec l'éditeur, qui devient un des principaux fournisseurs de l'entreprise ;
 - Dans le contexte engendré par les projets contraints (type euro, an 2000, normes IFRS) : Beaucoup d'implantations forcées, sans réelle étude d'opportunité et laissant les utilisateurs un peu déçus.

9.2.8. Les acteurs du marché

Nous avons cité *SAP*, *Peoplesoft* et *JDE* (aujourd'hui intégrés dans *Oracle*). Hormis ces quatre acteurs, citons le pionnier *Baan* (repris par *SSA Global*), *Navision* (repris par *Microsoft* dans le cadre d'une offre duale "mid-market" avec *Axapta*), *Infor-Intentia-Lawson* (fruit de plusieurs fusions successives), *Adonix* (repris par *Sage*), *Generix*, *Interlogiciel*,... et les acteurs issus du marché de la comptabilité PME/PMI (*Sage*, *Cegid-CCMX*). Enfin, soulignons une offre open-source (*OpenERP*, *Aria*, *Compiere*, *ERP5*, *Fisterra*, *OFBiz*, *PGI Suite*, *Value Entreprise*)

8.2.9. ERP et entreprises de transport aérien

Dans notre inventaire, nous avons vu les les S.G. « Flux Financiers » et « Ressources Humaines » étaient aisément éligibles à une prise en charge par l'ERP. Les problématiques financières et humaines sont les mêmes pour toutes les entreprises.

La Direction du Matériel est la composante industrielle de la compagnie aérienne. On y parle de planning, de stocks, d'ordre de travail, de bon de sortie magasin. Un ERP bien adapté aux activités de maintenance de type MRO (cf. § 4.7) peut donc prendre en compte ce S.G. sous réserve d'avoir la flexibilité nécessaire pour s'adapter aux contraintes fortes de l'industrie aéronautique et du transport aérien (certifications JAR, suivi révisables, exploitation H24, etc.).

Les S.G. « Prévision - programmation » et « Exploitation Jour J » sont trop spécifiques. Ce seront des applications strictement « métier ».

Le degré de souplesse croissant des ERP, lié à l'évolution des architectures (ESB, SOA, Web services, etc.), leur permet cependant d'augmenter leur degré de couverture et d'aborder ces systèmes de gestion jugés jusqu'ici trop spécifiques (cf. projet Air France sur le « produit vol » au § 9.3).

Nous verrons que l'urbanisation permet de représenter, au moyen d'une cartographie, le degré de couverture de l'ERP sur l'ensemble du SI.

Nombreuses ont été les compagnies à avoir choisi un ERP. KLM a acquis SAP R/3 en 1996, Air France en 2004. En plus des modules comptabilité financière (FI), gestion de matériel (MM), et administration des ventes (SD), la compagnie néerlandaise se dotera progressivement des modules de gestion d'entrepôt (WM) et de contrôle de gestion (CO).

SAP est utilisé par se nombreuses compagnies (Lufthansa) mais d'autres utilisent des ERP concurrents (Oracle chez Emirates et Kenyan Airlines, Microsoft Dynamics pour la plate-forme Retail de Delta Airlines, Movex d'Intentia (aujourd'hui Infor) chez Sabena-Technics, etc. Certaines, comme Easyjet, ont fait le choix de ne pas utiliser d'ERP.

8.3. Externalisation

8.3.1. Le concept Infogérance

Face à ces dilemmes, de plus en plus d'entreprises optent pour l'**externalisation** (*outsourcing*). En matière de services d'information, on parlera d'**infogérance** (*facilities management*).

Définissons tout d'abord le concept **Infogérance**.

Passer en Infogérance (*Facilities Management* ou *FM*) consiste à confier la gestion et l'évolution de tout ou partie de son Système d'Information à un professionnel des services informatiques, dans le cadre d'un contrat pluriannuel, avec engagement de résultat, sur une base forfaitaire définissant précisément la durée et le niveau de services, incluant une cause de réversibilité. Il s'agit donc de l'externalisation (*outsourcing*) d'un ensemble d'opérations conduites jusqu'ici en interne.

Lorsque l'entreprise opte pour l'infogérance de son outil informatique, elle doit rester maîtresse de son administration et de son évolution. Idéalement, on n'externalise bien que ce que l'on sait faire soi-même. L'entreprise doit disposer d'outils d'administration des utilisateurs et de mise à jour adaptés aux spécificités de son application et ne déléguer que les aspects techniques, de manière à ne pas être tributaire de son prestataire pour la moindre opération de base.

8.3.2. Avantages et risques de l'Infogérance

De nombreuses études ont démontré l'intérêt théorique de cette solution, tant sur le plan technique que sur le plan financier. L'entreprise peut choisir d'externaliser :

- Pour sécuriser :
 - Assurer la pérennité du service fourni.
 - Accéder au savoir-faire.
 - Rechercher les compétences exigées par des technologies de plus en plus pointues.
 - Eliminer les risques attachés à certaines situations conjoncturelles (applications, ressources, ..).
- Pour mieux gérer :
 - Améliorer les prévisions.
 - Mieux suivre l'activité en termes de coûts et de qualité.
 - Lisser les variations de charges.
 - Transformer des coûts fixes en coûts variables.
 - Dégager les capitaux financiers.
- Pour améliorer les processus :
 - Réduire les coûts.
 - Accroître la flexibilité.
 - Accroître la qualité du service fourni.
 - Responsabiliser les différents acteurs.
- Pour hiérarchiser les priorités:
 - Se recentrer sur le cœur de métier.
 - Dégager les ressources pour s'intéresser à ce qui apporte le plus de valeur.
 - Pour anticiper
 - Dégager les ressources pour s'intéresser au futur.

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la sécurité est un facteur qui joue en faveur de l'externalisation : bénéficier de la veille technologique sur un sujet particulièrement évolutif, recevoir des rapports sur l'activité du site et sur les attaques avortées, améliorer de la réactivité en cas d'attaque, monter une cellule de crise, ... toutes choses onéreuses qu'il vaut mieux mutualiser

Si l'infogérance apporte certains avantages, elle présente aussi certains risques qu'il faut savoir maîtriser :

- Disparition du fournisseur ou, à l'inverse, situation monopolistique du fournisseur ;
- Variation des coûts pendant le contrat ou révélation de coûts cachés ;
- Difficultés pour évaluer les prestations ;
- Inexpérience ;
- Acceptation des utilisateurs et acceptation des informaticiens ;
- Rupture de contrat et difficulté à appliquer la clause de réversibilité ;
- Perte de contrôle ;
- Qualité de service non atteinte ou économies non matérialisées ;
- Incapacité à profiter des évolutions technologiques ;
- Incapacité à admettre qu'une solution banalisée puisse répondre aux exigences de l'entreprise ;
- Coûts d'adaptation prohibitifs de solutions standards à des exigences spécifiques ;
- Niveau de service figé, calé sur ce qui se fait aujourd'hui ;
- Gestion difficile des contrats ;
- Clôture de contrat mal gérée ;
- Perte de compétence et de savoir-faire ;
- Incapacité à piloter la prestation du fournisseur ;
- Mauvaise gestion du reclassement du personnel concerné ;
- Incapacité à engendrer les bénéfices annoncés.

L'évaluation comparative des avantages et des risques conduit à identifier ce que certains appellent la balance de l'infogérance.



Figure # 33 : La balance de l'infogérance

8.3.3. Evolution de l'offre Infogérance

En 2011, sur un marché en croissance de 3,6%, le chiffre d'affaires de l'infogérance applicative a augmenté de 2,6%, celui de l'infogérance d'infrastructures de 3,5%. Selon le syndicat patronal, l'infogérance est bien « moteur de croissance » pour l'activité conseil et services IT. Au moins lorsque la conjoncture est à la reprise.

Quoi qu'il en soit, on est bien loin des +4,9% de croissance (entre 2011 et 2015) attendus par Pierre Audoin Consultants – la faute à une prévision mondiale cachant toujours de fortes disparités régionales et à une moyenne lissée sur 5 ans.

Néanmoins, les entreprises de l'infogérance ont sans doute une carte à jouer dans les années à venir, porté par la vague du cloud.

Les grands contrats, souvent médiatisés, ne sont cependant pas représentatifs d'un marché essentiellement ciblé sur des petits et des moyens contrats. PAC souligne également que la maturité des utilisateurs rend les entreprises plus exigeantes, en faisant pression sur les prix et renforce l'appel au « nearshoring » et à l'« offshoring ». En outre, les modèles qui reposent sur l'infrastructure SaaS ou le Cloud Computing vont se développer à côté de la sous-traitance traditionnelle.

En 2008, les 5 principaux acteurs du marché de l'infogérance (IBM-GS, ATOS-Origin, CapGemini, Steria, HP Services (EDS inclus)) se sont partagés 55% de ce marché.

Les tendances 2000-2006 ont été :

- Evolution vers les « couches hautes » ;
- Infogérance progiciel (« *Build and Run* ») et effet ERP ;
- Infogérance des processus (BPO : *Business Process Outsourcing*) ;
- Développement des offres de services autour des postes de travail et des réseaux (maîtrise du TCO) ;
- Informatique à la demande (« *Pay per use* » et ASP) ;
- Nouvelles bases techniques : virtualisation, micropartitionnement, administration en temps réel et grille (*grid computing*) ;
- Extension de la durée des contrats : 5/7 ans contre 2/3 ans ;
- Importance croissante de la contractualisation des relations entre client et prestataires ;
- Encadrement légal (L122.12).

La tendance 2006-2013 est caractérisée par :

- La segmentation des contrats et la réduction de leur durée ;
- L'évolution de l'ASP vers le SaaS avec l'arrivée du *cloud*.

En 2006, le montant moyen des transactions rapporté à l'année a chuté à 27 millions d'euros en Europe, contre 35 millions en 2002, selon le cabinet TPI.

La durée des contrats ne cesse de baisser : Notre inventaire montre qu'une durée de sept ans était courante. Aujourd'hui, la norme est plutôt de trois à cinq ans. Une diminution qui s'explique par :

- la volonté des clients de renégocier plus souvent.
- la nature des projets confiés aux SSII (devenues aujourd'hui officiellement ESN -Entreprises de Services Numériques - par la grâce du Syntec), beaucoup plus segmentés par nature (maintenance des serveurs, administration des postes de travail) ou par types d'application (relations humaines, gestion des achats...).

Nous profitons aussi de cet inventaire pour identifier les différents types d'infogérance. Le BPO (*Business Process Outsourcing*), cité dans notre inventaire, regroupe l'externalisation de l'informatique et du processus de gestion associé : *Swissair* fut pionnier en la matière en externalisant, en 1993, l'ensemble du traitement de ses recettes commerciales (saisie des coupons de vol, comptabilisation, exploitation informatique, contrôle, émission factures vers les agents de voyages et recouvrement, relation client) en Inde.

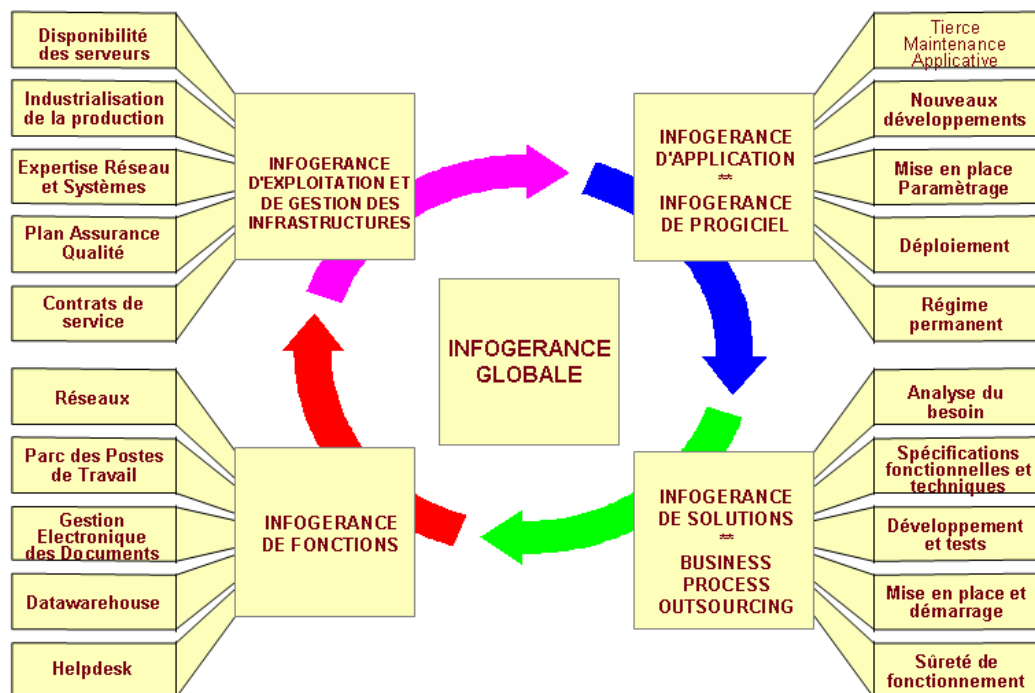


Figure # 34 : Différents types d'infogérance

8.3.4. Offshoring, Nearshoring et Inshoring

L'offshoring correspond au transfert d'activités, de capitaux et d'emplois dans des régions du monde bénéficiant d'un avantage compétitif, du fait :

- De coûts plus bas (main d'oeuvre peu coûteuse, meilleurs accès aux ressources ou aux marchés, fiscalité ou réglementation plus attractives) ;
- D'un pôle de compétences technologiques ;
- D'infrastructures plus adaptées ou d'un environnement plus attractif.

L'offshoring était au départ essentiellement la délocalisation des activités de service vers des pays à bas salaire. Au début il n'y avait qu'un avantage coût, parfois considérable. Ce facteur est aujourd'hui réduit entre 1,5 et 4 selon les pays (ce qui reste intéressant) mais certains parmi ces acteurs ont acquis aussi un avantage Qualité. L'expertise des sociétés indiennes du secteur leur permet de gagner aujourd'hui directement des grands projets d'externalisation auprès des grands comptes (par exemple ABN AMRO avec TKS, Patni et Infosys) :

- La maîtrise des référentiels des méthodologiques Infosys est au niveau CMM 5 avec 86 % des projets dans les délais et 95% de taux de renouvellement de contrats,
- L'Inde (78% du marché européen passé en *off shore*) possède le plus grand nombre d'entreprises CMM 5 du monde).

Tous les pays ambitieux en ce domaine mettent l'accent sur leur système éducatif (exemple des parcs technologiques en Inde, du projet *Malaysian Multimedia Supercorridor*).

Proche conceptuellement de *l'offshoring*, le *nearshoring* consiste à délocaliser des activités dans une zone géographiquement proche du pays d'origine mais présentant néanmoins des coûts moindres. Pour des firmes implantées aux États-unis, les zones de *nearshoring* sont le Canada et le Mexique. Pour les pays d'Europe occidentale, le *nearshoring* s'effectue principalement en Irlande, en Europe de l'Est, au Maghreb. Le *nearshoring* présente notamment les avantages suivants : proximité culturelle, déplacements plus commodes, fuseaux horaires proches.

L'inshoring est le fait d'utiliser une filiale à l'intérieur de son groupe afin de réaliser une prestation informatique. Il y a deux formes d'inshoring :

- *Inshoring* total (pilotage en interne et réalisation en interne) ;
- *Inshoring* partiel (pilotage en interne de la filiale et réalisation en externe).

8.3.4. Avantages et risques de l'Infogérance

Pour conclure sur ces généralités, nous pouvons tenter d'identifier les facteurs de succès d'une opération d'infogérance :

- L'identification claire des objectifs et des indicateurs.
- Le choix du prestataire.
- La maîtrise de gestion de la relation maîtrise d'ouvrage / maîtrise d'œuvre.
- L'attention apportée à la conduite du changement.
- La qualité de la réingénierie des processus impactés.
- La surveillance de l'économie globale du projet.

8.3.5. Externalisation dans le monde du transport aérien

La spécificité des besoins des entreprises de transport aérien fait que les acteurs du secteur ont été longtemps prudents, mais la tendance est aujourd'hui engagée avec deux axes forts :

- Le recours à ce que nous avons appelé BPO
- Le recours à des prestataires ayant une forte compétence dans les secteurs du tourisme et du transport

Nous avons cité le cas Swissair. American Airlines a créé en 1996 une filiale à la Barbade pour le traitement de ses comptes matériel et billets. *British Airways* a ouvert un centre de traitement à Mumbai, en Inde, en 1996, où elle a transféré certaines tâches liées aux activités de transport aérien dont, en tout premier lieu, les relations avec la clientèle; par la suite, ce centre a commencé de travailler aussi pour d'autres compagnies aériennes (*IBM Business Consulting Services* 2002). En 2003, *Delta Airlines* a décidé de sous-traiter des activités à *Wipro Spectramind* en Inde. *Swiss International Airlines*, *Austrian Airlines* et *Scandinavian Airlines System (SAS)* ont également délocalisé leur

comptabilité recettes, leur comptabilité trafic, les services de billetterie et le soutien à la navigation auprès de prestataires indiens (source *CNUCED*)

Basée à Mumbai, le *Business Process Outsourcing (BPO) Services provider* WNS a prolongé son contrat de service avec British Airways (BA). Selon cet accord, WNS continueront à fournir une gamme de services à travers les ventes et service à la clientèle, des opérations et des services partagés, y compris la gestion des recettes, la comptabilité des recettes, les opérations de fret, de la relation client, la gestion des données, la sécurité de l'information, les services RH et *BA Holidays*.