

063/2011
062/2011
EM

REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLEB-BLIDA-
FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR
Département D'aéronautique



MEMOIRE

PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR
EN AERONAUTIQUE

Spécialité : STRUCTURE-PROPULSION

THÈME

L'analyse des Statistiques des Défaillances de L'année 2008 pour les
avions B737-600 de la Flotte Aérienne « AIR ALGERIE »

Sous la direction de : Mme SEMMAR YASMINA

Présenté par : MECHEKKEM OUASSILA
BOUDAR MOHAMED

Devant le jury composé de :

Mr BOUKRA

Mr BENTRAD

Mr ABADA

2010-2011

Résumé :

Dans le domaine des transports et particulièrement le transport aérien, la maintenance présente une démarche très importante pour garantir la sécurité, la fiabilité et la disponibilité des appareils, systèmes ou équipements exploités.

Ce travail de fin d'études, s'inscrit dans le cadre de l'application des méthodes de recherches des causes de défaillances et de les analyser pour l'optimisation des de la fiabilité des équipements de la flotte.

ملخص:

في مجال و خاصة النقل الجوي, الصيانة تمثل خطوة جد مهمة من أجل ضمان أمان,دوامة و وفرة الأجهزة المستعملة و المستغلة.

هذا العمل المتواضع من أجل نيل شهادة مهندس , يصنف في إطار تطبيق مناهج بحث أسباب عجز أو ضعف الأجهزة عن أداء مهمتها كاملة و تحليلها من أجل زيادة جودة دوامة الأجهزة على مستوى مؤسسات النقل الجوي.

Abstract:

In the transports fields and specially the air one, the maintenance presents an important for insuring the safety, the reliability and avaiability of the equipments. This work inscribes in the framework of the application of the failure failing methods and the analyses this failure for the optimization of the reliability of company's equipments.

Remerciements

Ce travail est le fruit de la collaboration entre le département d'aéronautique de l'université de SAAD DAHLED DE BLIDA et la compagnie aérienne AIR-ALGERIE.

Je tiens à remercier en premier lieu ma mère qui a présenté un grand soutien pour moi et qui m'a toujours encouragé durant tout mon parcours d'études.

En deuxième lieu, nous remercions notre promotrice Mme Semmar Yasmina Docteur d'état au département de génie d'aéronautique université Sàad Dahleb De Blida et rapporteur de cette mémoire d'ingénieur pour son soutien morale et technique et pour ses critiques constructives durant tout ce travail.

Je remercie à titre spéciale Mr.Tsabit et Mr. Belhamissi au niveau de la compagnie aérienne AIR-ALGERIE de la base structure Pour leurs conseils et directives qui m'ont été précieux pour mener ce travail à son terme.

Mes remerciements s'adressent également à la directrice des études, Mme Atheman Fadila , au de chef de département de l'aéronautique ,Mme Ben Khedda Amina, de l'université de Blida et au membre de jury Pour l'honneur qu'il mont fait d'avoir accepté d'examiner et juger ce travail.

Je tiens enfin, à exprimer ma profonde gratitude pour tous ceux qui m'ont aidé de loin ou de près pour l'accomplissement de ce travail.

Une attention toute particulière à mes parents et mon frère et mes sœurs, Yasmina ,Nacira, vous m'avez montré le chemin.

Dédicaces

À mon DIEU, qui a été toujours la force qui me conduit vers la bonne voie et qui me donne de l'énergie et du soutien pour mieux réussir,

À la mémoire de mes grands-parents,

À mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

À mon frère : Rabah et mes sœurs : Yasmina, Nacera et son époux : Lanabi Samir

À mon chère neveu : Ilyas

À mes cousins : Oukil Moustafa et toute sa famille , Ibelaiden Hassiba et son époux :

Messaudi Reda, Ibelaiden Fadila et son époux : Khomri tarek, à Mr Khomri Mohamed et son épouse : Khomri Saliha, À Mr Lechhab Raouf et toute sa famille, à mes tantes Meriama, Djouhra, Djamila et leurs enfants toute ma grande famille et mes voisins.

À mes chers amis : Megatli zineb et toute sa famille, Kouider Zoulikha et toute sa famille, Belkadi Assia et toute sa famille, Saidi Mounia et Saidi Kahina et toute sa famille, Madani Hanane et toute sa famille, Larbi Mahdi, Krim Omar, Tizkrat Sidali, Belabed Ali, Bouhouali Chabha, Mohamed elhadj Meriem , mehdad nassima, Meddah Fatima, Louiza, Djouhar, Amel, Fatmezouhra, Houriya, le Medcin Wahiba , Tachia, Tchola et tous ceux qui me connaient et que j'aime .

À Madame Dalila et tous les gents qui m'ont beaucoup aidés.

Je dédie ce modeste travail

Chapitre 2 : Les défaillances

2.1.	Introduction	18
2.2.	Définition et classification des défaillances	18
2.2.1.	Définition d'une défaillance	18
2.2.2.	Défaillance fonctionnelle	19
2.2.3.	Défaillance potentielle	19
2.3.	La détection de la défaillance	20
2.4.	Modes de défaillance	21
2.5.	Causes de défaillance	21
2.6.	Taux de défaillance	22
2.6.1.	Période de défaillance précoce (ou de jeunesse)	22
2.6.2.	Période de défaillance à taux constant	22
2.6.3.	Période de défaillance d'usure	22
2.7.	Temps moyens de non défaillance	22
2.7.1.	Signification des MTTF, MTTR, MDT, MUT, MTBF	23
	Conclusion	24

Chapitre3 : Les méthodes d'analyse des modes de défaillances

3.1.	L'évaluation de la fiabilité	25
3.2.	Analyse fonctionnelle	25
3.3.	Analyse des modes de défaillance	25
3.4.	Analyse de dysfonctionnement et AMDEC	26
3.4.1.	Approche AMDEC	27
3.4.2.	L'analyse fonctionnelle	27
3.4.2.1.	Rédaction des tableaux AMDEC	28
3.4.3.	Optimisation de la maintenance par l'AMDEC	29
3.4.3.1.	Analyse de Pareto	29
3.4.3.2.	Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leurs Criticité (AMDEC)	32
3.4.3.2.1.	Méthodologie de l'AMDEC	33
3.4.3.2.1.1.	Fiche d'analyse d'AMDEC	34
	Conclusion	36

Chapitre 4 : Analyse Fonctionnelle Des Statistiques Des Données De Fiabilité

4.1.	Analyse Fonctionnelle Des Statistiques Des Données De Défaillances De l'année 2008 pour la flotte AIR-ALGERIE.....	37
4.1.1.	Généralités	37
4.1.2.	Définition des termes et des paramètres utilisés	37

4.1.2.1.	Nombre d'avion en service	37
4.1.2.2.	Rotation journalière	38
4.1.2.3.	étape moyenne	38
4.1.2.4.	Taux des retards techniques > 15 minute	38
4.1.2.5.	Index de régularité technique	38
4.1.2.6.	Durée Moyenne Des Retards Techniques	39
4.1.2.7.	Taux de Plaintes	39
4.1.2.8.	Taux d'incidents Techniques	39
4.1.2.9.	Taux de Déposés Prématurées	39
4.1.2.10.	Taux de Descentes Réacteurs	39
4.1.2.11.	Taux des Arrêts Réacteurs	40
4.1.3.	Statistiques générales d'exploitation pour l'année 2008	40
4.1.3.1.	Analyse des Statistiques d'exploitation	42
4.1.3.1.1.	Avions en service	42
4.1.3.1.2.	Moyenne Heures de Vol	43
4.1.3.1.3.	Rotation Journalière mensuelle	44
4.1.3.1.4.	Etape Moyenne	45
4.1.3.1.5.	Décollages totaux	46
	Conclusion	47
5.1.	Analyse Dysfonctionnelle Des Statistiques De Fiabilité De l'année 2008 Pour AIR-ALGERIE	48
5.2.1.	Statistiques générales de fiabilité	48
5.2.2.	Analyse des Statistiques de fiabilité	49
5.2.2.1.	Nombre de Retards Techniques	49
5.2.2.2.	Le taux de retards technique > 15 min en pourcentage	50
5.2.2.3.	Index de Régularité Technique en pourcentage	51
5.2.2.4.	Durée des Retards Techniques	52
5.2.2.5.	Nombre de Plaintes	53
5.2.2.5.1.	Nombre de plainte en vol	53
5.2.2.5.2.	Nombre de plainte au sol	63
5.2.2.6.	Taux par 1000 décollages en vol et au sol	74
5.2.2.7.	. Nombre d'incidents Techniques	75
5.2.2.8.	Taux par 1000 heur de vol	74
5.2.3.	Analyse Pareto des taux de défaillance (indisponibilité) pour le troisième trimestre de l'année 2008	77
	Conclusion	81
	Conclusion générale	82
	Bibliographie	83

Annexe (Rapport de Fiabilité pour l'avion de type Boeing 737-600 de la
flotte AIR-ALGERIE)

84

Tableau 15	Nombre de plainte en vol	51
Tableau 16	Taux par 1000 décollage en vol	52
Tableau 17	nombre de plaintes en vol	53
Tableau 18	Nombre de plaintes marquées, les taux mensuel et le taux d'alerte d'indisponibilité Pour le mois de Juillet 2008 en vol	55
Tableau 19	Nombre de plainte marqué et les taux mensuel d'indisponibilité Pour le mois d'Août 2008 en vol	57
Tableau 20	le nombre de plainte marqué et les taux mensuel d'indisponibilité Pour le mois de Septembre de l'année 2008	59
Tableau 21	Nombre de plainte au sol	61
Tableau 22	Taux par 1000 décollage au sol	62
Tableau 23	plaintes des systèmes au sol	63
Tableau 24	Nombre de plaintes marquées, les taux mensuel et le taux d'alerte d'indisponibilité Pour le mois de Juillet 2008	65
Tableau 25	Nombre de plainte marqué et les taux mensuel d'indisponibilité Pour le mois d'Août 2008	67
Tableau 26	Nombre de plainte marqué et les taux mensuel d'indisponibilité Pour le mois de Septembre de l'année 2008	69

Tableau 27	Taux par 1000 décollages en vol et au sol	72
Tableau 28	Nombre d'incidents Techniques	73
Tableau 29	Taux par 1000 heure de vol	74
Tableau 30	Taux d'indisponibilité mensuel en % pour chaque ATA pour le mois de juillet	75
Tableau 31	Taux d'indisponibilité total en % pour le 3 ^{ème} trimestre de l'année 2008 pour chaque ATA	76
Tableau 32	Taux d'indisponibilité en % pour le 3 ^{eme} trimestre	76

TABLES DES FIGURES

Chapitre 1

Figure1	Classification des types de maintenance	3
Figure 2	maintenance préventive	4
Figure3	maintenance corrective	4
Figure 4	Exemple de critères de sélection des matériels critiques	6
Figure 5	les étapes de développement de la MBF	7
Figure 6	Rôle de la fiabilité en MBF	8
Figure 7	Allure d'une fonction exponentielle de fiabilité	9

Chapitre2

Figure 8	allure de l'évolution d'un taux de défaillance «courbe en baignoire »	20
Figure 9	Représentation des MTBF, MDT et MUT	21
Figure 10	Relations entre les liens temporels en fiabilité, disponibilité et maintenabilité	21

Chapitre3

Figure 11	Compétences des rédacteurs et utilisateurs des AMDEC	27
Figure 12	Méthode de Pareto	29

Chapitre4

Figure 13	Moyenne des avions en service exploité en fonction des trois trimestres de l'année 2008	40
Figure 14	Moyenne heures de vol des avions en service	41
Figure 15	Rotation journalière des avions en service	42
Figure 16	histogramme de l'étape moyenne représentant l'évolution du nombre total de vol en fonction du nombre total de décollages fais	43

Figure 17	histogramme de comparaison entre le nombre de décollages Commerciaux et le nombre de décollages totaux	44
------------------	--	----

chapitre 5

Figure 18	Nombre de retards techniques > 15 min en fonction des trois trimestres	47
Figure 19	Taux de retards technique en fonction des trois mois	48
Figure 20	Index de régularité technique en % en fonction des trois trimestres	49
Figure 21	Durée moyenne par retards en minutes pendant les trois trimestres	50
Figure 22	Nombre de Plaintes en vol pendant les trois trimestres	51
Figure 23	Taux par 1000 décollage en vol pour les trois trimestres	52
Figure 24	Nombre d plainte et taux mensuel d'indisponibilité de tous les chapitres ATA (21-80) pour le mois de Juillet en vol	56
Figure 25	Taux mensuel et le taux d'alerte d'indisponibilité de tous les chapitres ATA (21-80) pour le mois de Juillet en vol	56
Figure 26	Nombre de plainte et le taux mensuel d'indisponibilité de tous les chapitres ATA (21-80) pour le mois d'Aout en vol	58
Figure 27	Taux mensuel d'indisponibilité en comparaison avec taux d'alerte en fonction de chaque ATA (21 à 80) pendant le mois d'Aout en vol	58
Figure 28	Nombre de plainte en comparaison avec le taux mensuel d'indisponibilité en fonction de chaque ATA (de 21 à 80) pendant le mois de Septembre en vol	60
Figure 29	taux mensuel d'indisponibilité en comparaison avec taux d'alerte en fonction de chaque ATA (21 à 80) pendant le mois de Septembre en vol	60
Figure 30	Nombre de Plaintes au sol pendant les trois trimestres	61
Figure 31	Taux par 100 décollages au sol	62
Figure 32	Nombre d plainte et taux mensuel d'indisponibilité de tous les chapitres ATA (21-80) pour le mois de Juillet	66

Figure 33	Taux mensuel et le taux d'alerte d'indisponibilité de tous les chapitres ATA (21-80) pour le mois de Juillet	66
Figure 34	Nombre de plainte et le taux mensuel d'indisponibilité de tous les chapitres ATA (21-80) pour le mois d'Aout	68
Figure 35	Taux mensuel d'indisponibilité en comparaison avec taux d'alerte en fonction de chaque ATA (21 à 80) pendant le mois d'Aout	68
Figure 36	Nombre de plainte en comparaison avec le taux mensuel d'indisponibilité en fonction de chaque ATA (de 21 à 80) pendant le mois de Septembre	70
Figure 37	taux mensuel d'indisponibilité en comparaison avec taux d'alerte en fonction de chaque ATA (21 à 80) pendant le mois de Septembre	70
Figure 38	comparaison entre le nombre de plainte en vol avec celui au sol	71
Figure 39	Taux par 1000 décollages en vol en comparaison avec le taux par 1000 décollages au sol	72
Figure 40	Nombre d'incidents techniques marqués durant les trois trimestres	73
Figure 41	Taux par heurs de vol durant les trois trimestres	74
Figure 42	Taux d'indisponibilité en % par chapitre ATA pour le mois de juillet	75
Figure 43	le taux d'indisponibilité en % pour le troisième trimestre des chapitres ATA 21, 22,34 et 78	76
Figure 44	Secteur qui montre les taux d'indisponibilité en % pendant le troisième trimestre de l'année 2008 pour les chapitres défailants ATA 21, 22, 34 et 78	77
Figure 45	digramme Pareto pour le chapitre marquant une indisponibilité durant le troisième trimètre de l'année 2008	78

Introduction générale

Le développement et l'évolution rapide que l'industrie a vécus durant ces dernières années, disposent des machines, appareils, équipements et systèmes plus performant et complexes. Les enjeux de durabilité, de compétitivité, de sûreté et de sécurité de plus en plus marqués sur ces systèmes.

L'industrie vise à rechercher un compromis entre les aspects de fiabilité, disponibilité, sécurité des personnes et sûreté, des appareillais et équipements, et les performances économiques, coûts et Bénéfices.

Aujourd'hui l'industrie cherche à obtenir de ses systèmes ou équipements qu'ils remplissent leurs fonctions avec le meilleur taux de service possible et au meilleurs coût. La disponibilité opérationnelle fait l'objet de cette recherche ce qui conduit à des stratégies de maintenance complexes, composées de différents types de tâches choisies parmi plusieurs options à fin d'assurer la fiabilité opérationnelle de ce système avec un meilleurs rendement de son fonctionnement.

L'amélioration de la fiabilité opérationnelle, la disponibilité et la sécurité des appareils été toujours le souci des compagnies aériennes à fin de proposer à ses voyageurs ou aux transporteurs de marchandises un système de transport toujours plus sûr.

Les avions nécessitent une maintenance poussée pour satisfaire les exigences des compagnies et ses clients. Pour cela la maintenance est devenu un une exigence pour les compagnies aériennes, Sa mission est l'identification des matériels critiques dont les conséquences de défaillances sont importantes pour le prolongement de ses durées de vie tout en respectant les exigences de sécurité et la disponibilité de l'équipement et l'appareil.

La défaillance est l'un des facteurs de nuisance pour une meilleure organisation de la maintenance des équipements ou appareils à savoir l'occurrence des modes de défaillance et les effets sur leurs fonctionnements ainsi que des données de retour d'expériences de dysfonctionnements de matériels.

Actuellement l'application d'une méthode MBF dérivant de la Reliability Centered Maintenance (RCM) Permet aux responsables de maintenance de définir des stratégies de maintenance préventive pour limiter les défaillances des systèmes qu'ils exploitent.

L'analyse de modes de défaillance et de leurs affects et de leurs criticité (AMDEC) donne beaucoup d'information sur les dysfonctionnements des systèmes en exploitation et d'évaluer le degré de sa criticité à fin d'établir un programme de maintenance plus efficace et d'améliorer la fiabilité intrinsèque lors de la conception et d'éviter des défaillances engendrant des détériorations et dégradations des matériels utilisés.

Le but de la thèse :

Le travail de ce mémoire et d'analyser les cause de défaillances de la flotte nationale des transports commerciaux, afin de retirer les causes de défaillances les plus fréquentes et de retirer les habitudes des conditions d'exploitation de cette compagnie.

***Chapitre 1 : La maintenance basée sur la
fiabilité en aéronautique***

1. 1.Introduction à la maintenance :

Vu le développement important et très rapide dans le domaine des sciences et par conséquent de l'industriel. Les outils de pérennisation des systèmes industriels deviennent de plus en plus complexes. Le transport aérien utilise dès la conception et lors de l'exploitation d'importantes innovations technologiques. Ce même transport se doit d'assurer le maximum de sûreté pour ses clients et une rentabilité maximale à la compagnie. L'entretien efficace des équipements devient un enjeu important.

Les directives managériales des grandes entreprises aériennes et autres secteurs industriels clés prennent depuis quelque décennie en compte la fonction maintenance comme un des piliers de leur efficacité économique.

Plusieurs outils pour la gestion de la fonction maintenance ont vu le jour, et parmi les plus pertinents la maintenance basée sur la fiabilité.

C'est les exploitants d'avion qui pour péjorer les effets des défaillances sur la sûreté des vols et la disponibilité des appareils construisent une procédure complexe qui a pour but d'augmenter la fiabilité opérationnelle en analysant les causes des indisponibilités et en les inhibant à des niveaux les plus élémentaires de la décomposition du système et des causes de défaillance.

1.2. La maintenance basée sur la fiabilité (MBF) :**1.2.1. Un peu d'histoire :**

La maintenance basée sur la fiabilité assure une très grande sécurité technique des flottes modernes et permet aux compagnies aériennes de maîtriser la fiabilité de certains systèmes et équipements.

En 1960, une force de travail FAA et ATA s'est constituée et conduit à la réalisation du FAA (Industry Reliability Program) publié en 1961.

La MBF a passé par plusieurs étapes d'évaluations qui sont (MSG-1/MSG-2/ puis MSG-3).

Les principes de la maintenance basée sur la fiabilité ont été introduits en aéronautique à la fin des années 60 aux États-Unis sous le nom de maintenance

MSG-1 (Maintenance Steering Group). Le document de MSG-1 a été approuvé en juillet 1968 par la conférence « Boeing 747 interline » et qui est utilisé pour le développement du programme initial de maintenance programmée du Boeing 747.

Le MSG-2 été publié en 1970 pour les programmes initiaux de maintenance préventive des appareils.

Le document MSG-3 a été publié en 1980, présenté et accepté par l'ATA.

Le programme initial de la MBF assure une maintenance efficace pendant la durée de vie d'un équipement sauf s'il est révisé en permanence à l'aide d'indicateurs de performance utilisant le retour d'expériences. [1]

1.2.2. Définition et objectifs :

La MBF correspond à une politique de maintenance qui identifie les matériels critiques dont les conséquences de défaillances fonctionnelles sont importantes pour la sécurité et la disponibilité de l'équipement et l'appareil exploités.

La MBF a pour objectif d'éviter l'apparition de défaillances dont les effets rendent l'équipement ou l'appareil incapable de donner le meilleur rendement de son fonctionnement et aussi garantir des marges importantes vis-à-vis de la sécurité et la fiabilité opérationnelle.

La maintenance non programmée découle des interventions programmées, d'exploitation normale ou de l'analyse des données.

La MSG-3 décrit la méthode de développement de la maintenance programmée. [1]

1.2.3. Le MSG-3 (Maintenance Steering Group):

1.2.4. Politique de maintenance MSG-3 :

Suite à la dérégulation sur les vols domestiques américains et à la concurrence acharnée entre les compagnies aériennes, celles-ci se sont penchées sur la réduction de leurs activités de maintenance en affirmant qu'elles disposait d'un retour d'expérience suffisant leur permettant d'éviter certaines taches de maintenance sans

altérer la fiabilité et sécurité des vols tout en respectant les règlements de la FAA.

Les compagnies aériennes utilisent également la MSG-3 pour réévaluer et accroître l'efficacité des programmes de maintenance. La maintenance MSG-3 décrit la méthode de développement de la maintenance programmée. La maintenance non-programmée découle des interventions programmées, de l'exploitation normale ou de l'analyse des données. [1]

1.2.5. Différents types de la maintenance :

Il existe plusieurs types de maintenance dans le domaine de l'industrie et de l'aéronautique, et les importantes sont motionnées comme suit :

1.2.5.1. Maintenance Préventive et Maintenance Corrective:

On distingue différents types de tâches de maintenance, caractérisées par leurs conditions d'activation et leurs objectifs. La figure (1) montre un organigramme simple de la classification des tâches de maintenance.

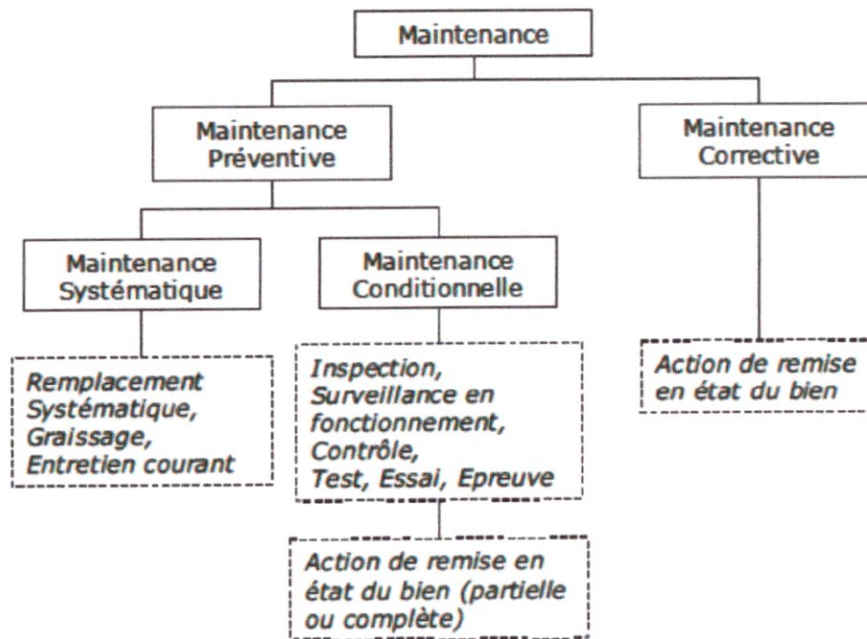


Figure1 : Classification des types de maintenance. [2]

La norme européenne EN 13306 « Terminologie de la maintenance » définit les différentes classes comme il suit :

1.2.5.1.1. La maintenance préventive : (Préventive Maintenance) :

Elle vise à prévenir la défaillance plutôt qu'à la corriger et regroupe l'ensemble des actions exécutées à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et est destinée à réduire la probabilité de défaillance.

La maintenance préventive est elle-même composée de plusieurs catégories qui diffèrent par leurs conditions d'activation. [2]

✓ La figure -2 montre le moment où la maintenance corrective doit être appliquée.

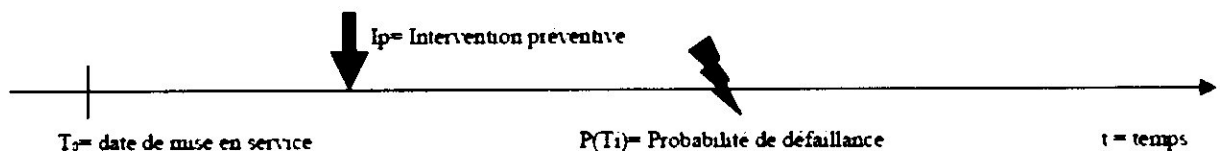


Figure 2: maintenance préventive. [3]

1.2.5.1.2. La maintenance corrective : (Corrective Maintenance)

Généralement appelée dépannage, regroupe l'ensemble des actions exécutées après détection d'une défaillance et destinées à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise. La maintenance corrective a pour objet de redonner au matériel des qualités perdues nécessaires à son utilisation. [2]

✓ La figure -3 montre le moment où la maintenance corrective est appliquée.

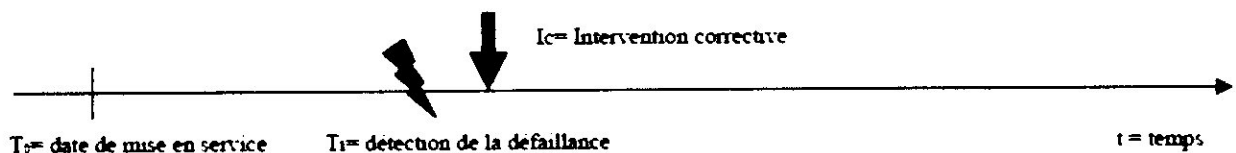


Figure 3 : maintenance corrective. [3]

1.2.5.2. La maintenance préventive systématique :

Ce type de maintenance comprend l'ensemble des actions destinées à restaurer, en totalité ou partiellement, la marge de résistance des matériels non défailants, lorsque ces tâches sont décidées en fonction du temps ou de la production, sans considération de l'état des matériels à cet instant.

1.2.5.3. La maintenance préventive conditionnelle :

Ce type de maintenance comprend toutes les tâches de restauration des matériels ou de composants non défailants. Cette maintenance requiert des tâches additionnelles pour évaluer le niveau de dégradation.

1.2.5.4. Sélection des tâches de maintenance :

Pour les matériels critiques, le contenu d'un programme de maintenance se compose de deux groupes de tâches.

Un groupe de tâches de maintenance préventive prévue pour être exécutées à des intervalles spécifiés. Leurs objectifs sont d'identifier et de prévenir la dégradation des niveaux intrinsèques de sécurité et de fiabilité en employant un ou plusieurs des moyens suivants :

- Lubrification et entretien
- Surveillance de fonctionnement
- Vérification opérationnelle
- Contrôle/ vérification fonctionnelle
- Remise en état
- Mise au rebut
- Combinaison des tâches ci-dessus
-

Un groupe de tâches de maintenance non-programmées qui ont leur origine dans :

- Les tâches programmées exécutées à fréquences spécifiées
- Les reports traitant des défauts
- L'analyse des données

1.2.6. Les étapes de développement de la MBF :

Pour dire qu'un matériel est critique, une analyse des défaillances que ce matériel a subit et leurs classifications selon leurs effets sur la sécurité et la capacité opérationnelle ou leurs effets économiques est indispensable à fin présenter les étapes de développement de la MBF.

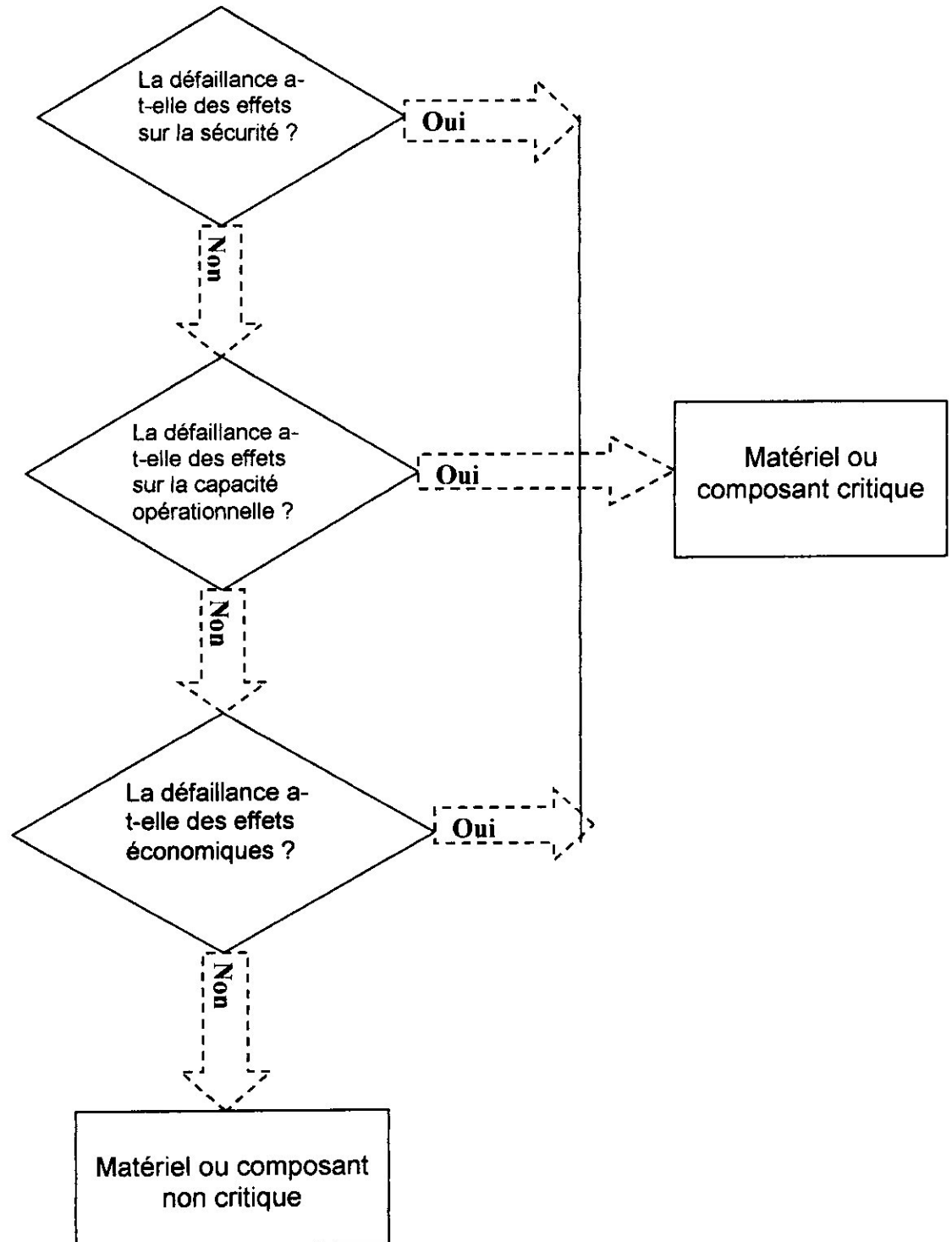


Figure 4 : Exemple de critères de sélection des matériels critiques. [1]

La figure 5 montre qu'un programme initial MBF, pour assurer une maintenance efficace pendant la durée de vie de l'équipement, doit être révisé en permanence à l'aide d'indicateurs de performance utilisant le retour d'expériences.

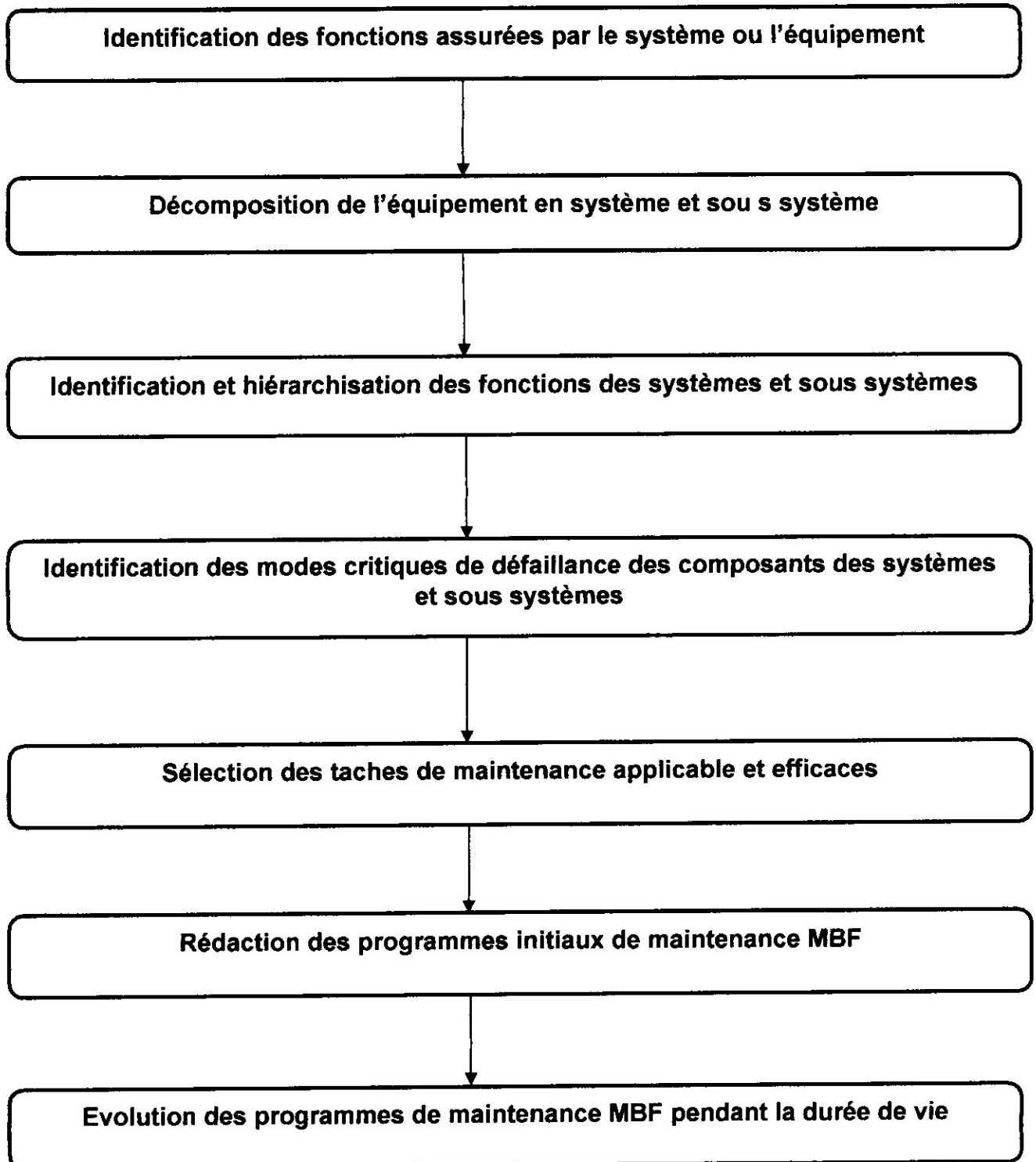


Figure 5 : les étapes de développement de la MBF [1]

La MBF (RCM) fait appel à des utilisations qualitatives et quantitatives des données de fiabilité pour déterminer la criticité des défaillances et l'adoption des programmes initiaux et progressifs de maintenance.

Dans le domaine aéronautique, la mise en œuvre de la MBF impose une collecte des données de fiabilité sur les appareils de la flotte dont le contrôle de leurs évolutions est obligé au cours de leurs exploitations. [1]

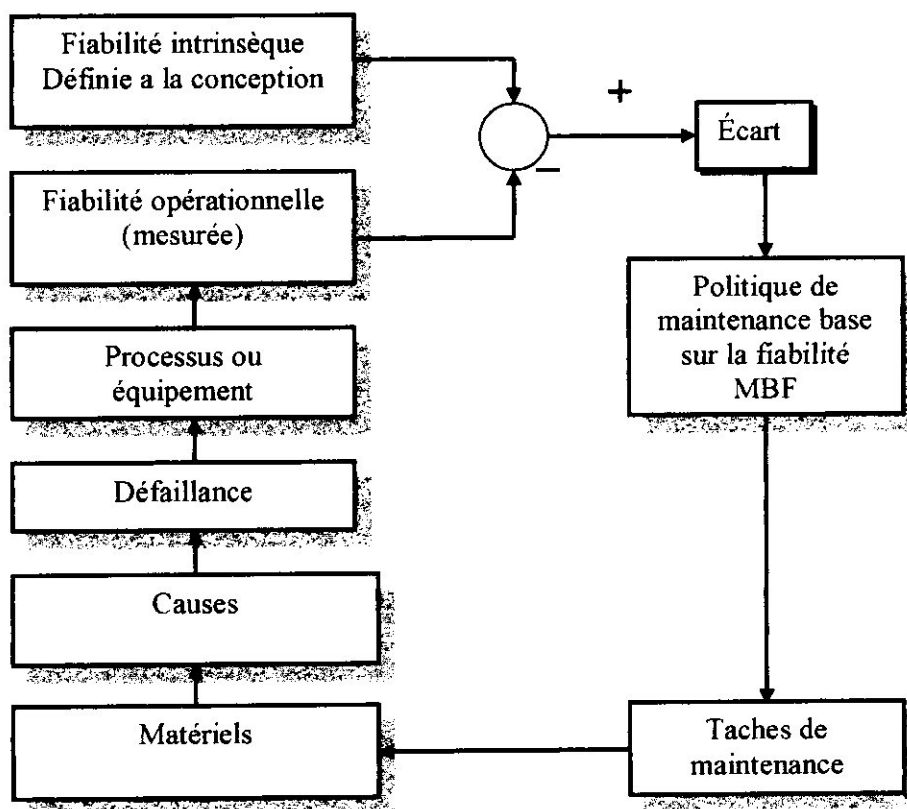


Figure 6 : Rôle de la fiabilité en MBF. [1]

La fiabilité et la maintenance :

1.2.7.1. Définition :

La norme NF X 60-500 définit la fiabilité comme :

« L'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné ».

La fiabilité est définie mathématiquement par la probabilité qu'une entité ou un équipement soit non défaillant en tenant compte de tous les aléas.

Elle est généralement considérée par rapport au temps.

Elle s'exprimera comme suit :

$$R(t) = P(E \text{ non défaillante sur la durée } [0, t]) \quad (1-1)$$

on supposant qu'elle n'est pas défaillante à l'instant $t=0$. [1]

Différents type de fiabilité :

1.2.7.2.1. La fiabilité opérationnelle : déduite de l'analyse d'entités identiques dans les mêmes conditions opérationnelles à partir de l'exploitation d'un retour d'expérience.

- ↳ **La fiabilité intrinsèque :** ou (inhérente), découle directement des paramètres de conception.
- ↳ **La fiabilité prévisionnelle :** Correspondant à la fiabilité future d'un système et est établie par l'analyse de la fiabilité de ses composants.

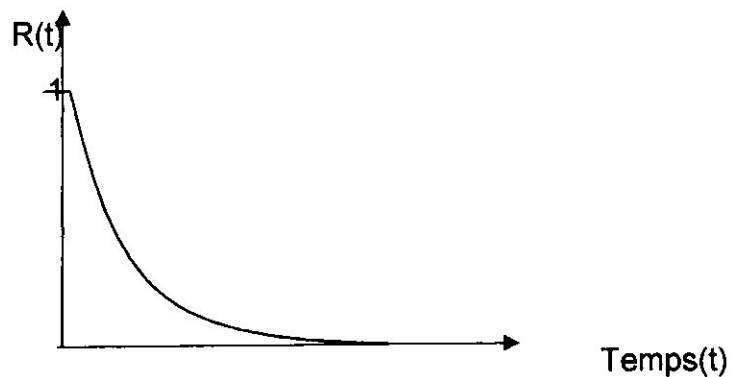


Figure 7 : Allure d'une fonction exponentielle de fiabilité $R(t)$.

➤ Les paramètres qui affectent la fiabilité d'un système sont nombreuses et variées on peut en distinguer :

- La structure logique du système
- Les propriétés intrinsèques des éléments (matériaux, propriétés mécaniques)
- Les conditions d'exploitation
- L'environnement
-

1.2.8. La disponibilité :

La norme NF X 60-500 définit la disponibilité comme « l'aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires de maintenance soit assurée ». [1]

1.2.9. Les fonctions de la MBF :

La mission principale de la maintenance est le maintien par des actions préventives et correctives de la disponibilité des équipements.

La MBF nécessite un retour d'expérience afin d'améliorer en permanence les plans de maintenance. Le retour d'expérience, difficile à mettre en œuvre, doit être considéré avec soin car il est indispensable pour assurer la pérennité de la démarche. L'amélioration de plan de maintenance peut se faire à l'aide de l'historique recueilli à partir des fiches des rapports d'intervention.

La MBF est une méthodologie qui consiste à rechercher les causes de défaillance d'un équipement par une analyse fonctionnelle qui permettra de définir les limites de l'étude, les fonctions de services, de contraintes avec le milieu extérieur. Cette méthode constitue le moyen le plus sûr de recenser toutes les causes de défaillances.

Pour limiter l'étude d'un équipement et ainsi gagner du temps, les défaillances sont classifiées par ordre d'importance dans le but d'éliminer les moins influentes. [1]

1.2.10. Développement d'un programme de Maintenance Basée sur la Fiabilité :

La définition d'un programme MBF se résume en deux étapes principales :

- l'identification des matériels critiques.
- la sélection des tâches de maintenance.

1.2.10.1. Recherche des matériels critiques :

La recherche des matériels critiques d'une installation industrielle repose sur la détermination du cheminement et des conséquences de leurs modes de défaillance fonctionnelle sur les fonctions principales assurées par le processus ou l'équipement.

Cette recherche des matériels critiques fait appel à des décompositions hiérarchiques ascendantes ou descendantes fonctionnelles, matérielles ou mixtes du procédé, en systèmes, sous-systèmes et matériels. Les objectifs de ces décompositions fonctionnelles sont d'identifier pour chaque niveau de décomposition, les causes, les modes de défaillance, leurs modes de propagation et leurs effets.

Le but final étant de déterminer les modes de défaillance des matériels les plus critiques qui devront faire l'objet de tâches de maintenance préventive pour réduire leurs effets. Cette étape, très importante dans le développement d'une démarche du MBF. [1]

1.2.11. Importance des notions de défaillance pour les programmes de maintenance aéronautique MSG ou RCM :

L'histoire de développement de la MSG et de la RCM fait ressortir l'importance accordée aux modes de défaillance et de leurs effets pour sélectionner des tâches de maintenance à la fois applicable et efficaces.

1.2.11.1. Tache applicable :

Une tâche est applicable si elle peut être mise en œuvre de façon pratique. La surveillance vibratoire d'un arbre de machine tournante est une tâche applicable pour détecter les mauvaises vibrations.

1.2.11.2. Tache efficace :

Une tâche est efficace si elle permet de contrôler l'évolution d'une dégradation connue. Elle doit permettre de réduire le taux de défaillance ou de ramener la

probabilité de défaillance à un niveau rétabli. Par exemple : Les techniques de contrôle non destructif permettent de quantifier la taille et l'orientation d'une fissure. [1]

Tableau 1 : donne les différentes tâches de maintenance et leurs descriptions et leurs conditions d'activation pour trois types de la maintenance. [2]

TACHE	DESCRIPTION	CONDITION D'ACTIVATON
Maintenance préventive systématique		
Remplacements systématiques	Remplacement du matériel par un matériel neuf quel que soit son état de dégradation	Suivant l'échéance du calendrier de maintenance (date fixée)
Graissage entretien courant	Nettoyage, lubrification, ajustement d'éléments	Suivant l'échéance du calendrier de maintenance (date fixée)
Maintenance préventive conditionnelle		
Inspection surveillance en fonctionnement	Détection des symptômes permettant de diagnostiquer les dégradations	Suivant l'échéance du Calendrier de maintenance (date fixée)
Contrôle	Détection des dégradations	Suivant l'échéance du calendrier de maintenance (date fixée)
Test	Vérification du fonctionnement d'un matériel en attente	Suivant l'échéance du calendrier de maintenance (date fixée)
Remise en état conditionnelle	Réparation ou remplacement d'un matériel	Suivant les résultats des tâches de détection
Maintenance corrective		

Remise en état corrective	Réparation ou remplacement d'un matériel	Suite au relevé de la défaillance du matériel, repéré par les conséquences sur son fonctionnement
---------------------------	--	---

Tableau 2 : donne les différentes taches leurs effets sur l'indisponibilité sur la dégradation et les coûts. [2]

Tâche	Indisponibilité	Résultats /effets	Durée /COUT
Remplacements Systématiques	Indisponibilité programmée du matériel pour démontage	Réduction des niveaux de dégradation	Opération parfois longue et souvent coûteuse (matériel de remplacement)
Graissage, entretien courant	Pas d'indisponibilité ou négligeable	Maîtrise des niveaux de dégradation (ralentissement de l'évolution des mécanismes)	Opération très simple et très peu coûteuse
Inspection surveillance en fonctionnement	Pas d'indisponibilité	Décision éventuelle de remise en état suivant niveau de dégradation relevé	Opération peu coûteuse
Contrôle	Indisponibilité programmée du matériel pour un contrôle détaillé de son état de dégradation et complet	Décision éventuelle de remise en état suivant niveau de dégradation relevé	opération souvent longue et coûteuse
test	Indisponibilité programmée du matériel	Décision éventuelle de remise en état si défaillance relevée	Opération peu longue et peu coûteuse
Remise en état conditionnelle	Indisponibilité programmée	Réduction des niveaux de dégradation /traitement de la défaillance	Opération longue et coûteuse (matériel de remplacement et main d'œuvre)
Remise en état corrective	Indisponibilité fortuite, événement survenu de manière imprévue	Traitement de la défaillance/ réduction des niveaux de dégradation	Opération longue et coûteuse (matériel de remplacement et main d'œuvre)

1.2.12. Optimisation de la maintenance :

Vu l'importance du processus maintenance et de son impact sur les performances des installations, des méthodes d'optimisation ont été développées. Elles permettent d'aider les responsables de maintenance à construire ou à modifier les stratégies de maintenance.

On peut noter que certaines méthodes d'optimisation de la maintenance ont été initialement développées dans les domaines de l'aéronautique et de la production d'énergie. Ainsi, la sûreté et la sécurité ont été à la base des documents [MSG] établis par le Maintenance Steering Group pour définir et décrire le programme de maintenance préventive.

Les démarches d'optimisation de la maintenance consistent généralement à effectuer une analyse des risques ainsi qu'une étude du retour d'expérience de manière à pouvoir sélectionner les tâches de maintenance efficaces. [2]

1.2.13. La hiérarchisation des tâches de maintenance :

La gestion des ressources peut être un obstacle à l'application d'un programme de maintenance défini : les responsables de maintenance ont un nombre de ressources limite pour réaliser à la fois les tâches prévues dans le cadre de la politique de maintenance préventive et les tâches de maintenance corrective.

Suite à des contraintes budgétaires, ou autre situation créant une indisponibilité des ressources de maintenance, ils peuvent être amenés à revoir le programme établi et repousser, suspendre, voire annuler la réalisation de certaines tâches. Il faut être capable d'identifier attentivement les tâches qui pourraient être différées sans entraîner des conséquences inacceptables pour les performances de l'installation.

Il est alors nécessaire de pouvoir hiérarchiser les tâches en fonction de leurs valeurs ajoutées et des risques qu'elles permettent d'éviter. Cela peut être fait à l'aide

d'un indicateur calcule en évaluant les conséquences induites par l'annulation de la tâche ou par la modification du programme initial. [2]

1.2.14. La sécurité :

L'évaluation de la sécurité est fondée sur les études statistiques des impacts des accidents réel, expérimentée ou simulés) sur l'homme et l'environnement « notion de gravité ». [1]

Selon la norme AFNOR X-06-010, la sécurité est « l'aptitude d'un dispositif à éviter de faire apparaître des évènements critiques ou catastrophiques » (AFNOR, 2002a). [3]

Conclusion:

Le chapitre a considéré les aspects de la maintenance actuelle et particulièrement ceux de la maintenance basée sur la fiabilité (MBF), en raison de son grand rôle dans le développement de la qualité du service d'une compagnie arienne en optimisation la sûreté et la disponibilité

La terminologie spécifique à la MBF a été présenté ainsi les principes de base pour l'implémentation de cette politique de maintenance.

Chapitre 2 : Les défaillances

2.1. Introduction :

Les éléments de n'importe quel équipement mécanique sont sujets à l'usure, à la corrosion et à la fatigue à l'origine des écarts par rapport aux conditions qui existaient quand l'équipement était neuf. Finalement, les écarts deviennent si importants que l'équipement ou un de ses éléments ne possèdent plus les performances requises pour réaliser sa fonction, ce qui conduit à une défaillance.

2.2. Définition et classification des défaillances :

2.2.1. Définition d'une défaillance :

Chacun de nous a une notion intuitive de ce que constitue une défaillance. Nous sommes tous d'accord sur le fait qu'un moteur automobile, une pompe à essence ou une roue sont déclarés défaillants s'ils cessent de remplir des fonctions voulues.

Mais il y a des moments où un élément continue à fonctionner, même si ce n'est pas au niveau escompté. Un moteur d'un véhicule automobile peut fonctionner à pleine puissance ou lentement, mais sa consommation d'essence sera élevée ; une pompe à essence peut pomper de l'essence, mais lentement ; un pneu peut se dégonfler et supporter la voiture, mais ses sculptures lisses indiquent qu'il ne fonctionnera plus longtemps.

Est-ce que ces éléments ont été défaillants ? Si la réponse est négative, comment leurs conditions ont pu se dégrader avant que nous puissions dire qu'une défaillance est apparue ? En outre, si aucune de ces conditions n'est corrigée, le temps nécessaire pour des réparations non-anticipées peut forcer à prendre d'autres alternatives, telles que le retard ou l'annulation d'un voyage. Dans ce cas, peut-il être affirmé qu'une défaillance n'est pas apparue ? Pour couvrir toutes ces éventualités on peut définir une défaillance à peu près dans les termes suivants : une défaillance est une condition insatisfaisante. [1]

2.2.2. Défaillance fonctionnelle :

Une défaillance fonctionnelle correspond à la cessation de l'aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise.

Une défaillance est : « l'altération ou la cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir sa ou ses fonction(s) requise(s) avec les performances définies dans les spécifications techniques » .l'ensemble est indisponible suite à la défaillance.

Un ensemble est défaillant si ces capacités fonctionnelles sont interrompu (panne ou arrêt volontaire par action d'un système interne de protection ou une procédure manuelle équivalente). Dans le cas d'une dégradation sans pertes totales de la fonction, on considère qu'il s'agit d'une défaillance, si ça performance tombe en dessous d'un seuil défini, lorsqu'un tel seuil est mentionné dans les spécifications fonctionnelles du matériel.

Il s'en suit qu'un ensemble est défaillant s'il est considéré ou déclarer incapable d'assurer les fonctions requises par l'exploitation utilisant des critères fonctionnels simples. [1]

2.2.3. Défaillance potentielle :

Une fois qu'une défaillance fonctionnelle particulière a été définie, une condition physique qui indique que la défaillance est imminente peut souvent être identifiée. Dans ces circonstances, il devient possible de retirer l'élément en service avant le point de la défaillance potentielle.

Une défaillance potentielle est une condition physique identifiable qui indique qu'une défaillance fonctionnelle est imminente (menaçante).

Pour prévenir cette défaillance fonctionnelle particulière, nous devons ainsi définir la défaillance potentielle à un niveau d'usure qui ne met pas en danger la carcasse.

La capacité à identifier soit une défaillance fonctionnelle ou une défaillance potentielle dépend ainsi de trois facteurs :

- des définitions claires des fonctions d'un élément qui dépendent d'un équipement ou d'un contexte opératoire dans lequel l'élément est utilisé,
- une définition claire des conditions qui constituent dans chaque cas une défaillance fonctionnelle,
- une définition claire des conditions qui indiquent l'imminence de cette défaillance.

Le fait qu'une défaillance potentielle puisse être identifiée est un aspect important de la théorie de maintenance moderne, car cela permet l'utilisation maximale de chaque élément sans subir les conséquences d'une défaillance fonctionnelle.

Ensuite, la MBF ne fait appel qu'à des tâches de maintenance préventive efficace sur les matériels critiques .elle s'attache principalement à détecter l'apparition de défaillance potentielle.

La création d'un historique de maintenance pour chaque équipement critique et la mise en place d'un retour d'expérience pragmatique et efficace va permettre la validation du programme de maintenance planifiée et donc une mise à jour périodique.

Un programme efficace planifie uniquement les tâches nécessaires pour atteindre les objectifs prévus. Une maintenance applicable doit prévenir l'occurrence d'une défaillance pendant le fonctionnement des matériels. [1]

2.3. La détection de la défaillance :

Une défaillance résulte d'une ou plusieurs fautes (écart anormal avec la caractéristique désirée), ou encore anomalie de fonctionnement. Une défaillance peut être complète, partielle, fugitive, intermittente ou permanente. La défaillance peut conduire à la panne du système. Le mode de défaillance est le cheminement d'un défaut initial vers une défaillance "visible" du système. [4]

Les défaillances fonctionnelles et les défaillances potentielles peuvent toutes les deux être définies en termes de conditions identifiables pour un contexte opératoire donné. En évaluant la caractéristique de la défaillance, il est important de prendre en compte les différents points de référence de plusieurs catégories de personnels chargés de la défaillance : l'équipage de l'avion, les mécaniciens au sol, les mécaniciens des ateliers et même les passagers. Comprendre comment et quand l'observateur remarque une défaillance et comment il l'interprète est crucial à la fois pour la fiabilité opérationnelle et une maintenance préventive efficace.

- ✓ La détection et le compte rendu des défaillances dépendent de deux éléments principaux :
 - l'observateur doit être en position de détecter la défaillance. Cette « bonne » position peut être une localisation physique, un moment particulier dans le temps, où l'accès à un équipement d'inspection qui peut révéler cette condition.
 - l'observateur doit avoir des critères qui lui permettront d'identifier si la défaillance qu'il a constatée est fonctionnelle ou potentielle. [1]

2.4. Modes de défaillance :

Ils sont définis par « l'effet par lequel une défaillance est observée »

Pour un ensemble donné, il existe en général plusieurs modes de défaillance qui entraînent nécessairement sa défaillance.

- ✓ Exemple de mode de défaillance d'un groupe de pompage (moteur + accouplement + pompe) :
 - refus de démarrage.
 - arrêt de fonctionnement.
 - refus d'arrêt.
 - fuite externe.
 - autres. [1]

2.5. Causes de défaillance :

Les causes de défaillance sont les : « circonstances liées à la conception, la fabrication ou l'emploi et qui ont entraîné la défaillance ». Une cause première physique de défaillance peut être : érosion, corrosion, fatigue. [1]

Une cause de défaillance est toute cause qui peut engendrer une dégradation de la capacité d'un équipement à donner un meilleur rendement de son fonctionnement habituel.

2.6. Taux de défaillance :

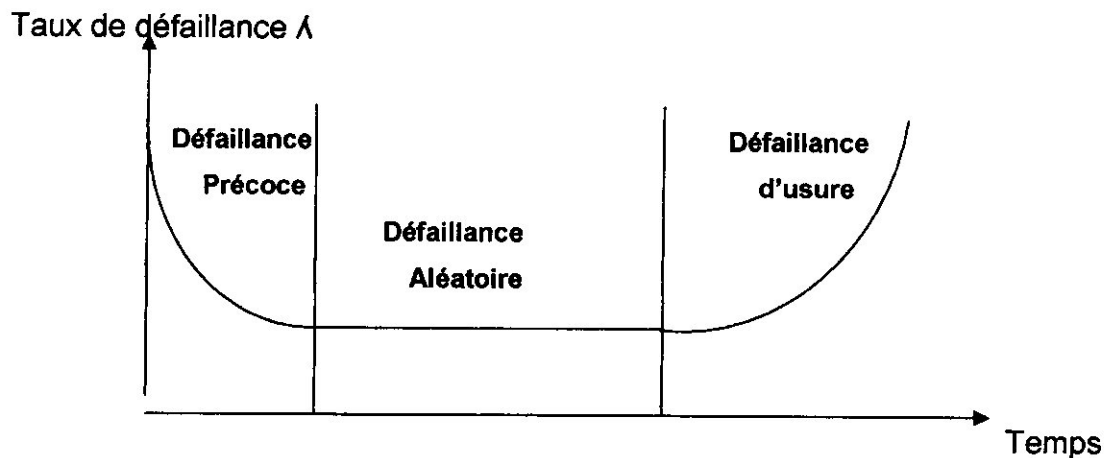


Figure 8 : allure de l'évolution d'un taux de défaillance « courbe en baignoire ».

2.6.1. Période de défaillance précoce (ou de jeunesse):

C'est la période, au début de la vie d'un dispositif, commençant à un instant donné, et pendant laquelle le taux de défaillance décroît rapidement en comparaison du taux de défaillance de la période suivante.

2.6.2. Période de défaillance à taux constant :

C'est la période éventuelle de la vie d'un dispositif pendant laquelle les défaillances apparaissent avec un taux sensiblement constant et d'une façon aléatoire.

2.6.3. Période de défaillance d'usure :

C'est la période éventuelle de la vie d'un dispositif pendant laquelle les défaillances augmentent rapidement et sont liées aux modes de vieillissement des matériaux et des dégradations des dispositifs.

2.7. Temps moyens de non défaillance :

Le temps moyen de non défaillance est la moyenne de la variable aléatoire T donnant le temps de non défaillance sur l'intervalle $[0, +\infty[$.

Conclusion:

Ce chapitre se consacre à la notion de « Défaillance » et qui représente une grande part dans les études de fiabilité et l'analyse fonctionnelle des statistiques de fiabilité d'un appareil (ou équipement).

La détection d'une cause, mode et nature d'une défaillance et le calcul de son taux, qui vari en fonction du temps comme le montre la courbe en baignoire, fait un grand pas pour le développement de la fiabilité de cet appareil.

L'analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité représente aujourd'hui un impact très important dans le domaine de l'aéronautique à causes du grand nombre d'informations qu'elle présente sur l'appareil en exploitation et qui conduit à l'application d'une maintenance dite « Maintenance Préventive » et qui a pour rôle d'éviter l'apparition de certaines défaillances pendant l'utilisation de l'appareil.

Le calcul des temps moyens de non défaillance d'un appareil ou équipement désigne directement la valeur de fiabilité de ce dernier et sa capacité réelle d'accomplir sa mission et de donner un rendement meilleur de son fonctionnement.

Chapitre 3 : Les méthodes d'analyse des modes de défaillances

3.1. L'évaluation de la fiabilité :

L'objectif se rapporte à:

- Réduire le nombre de pannes et des micros pannes, en faisant les différentes analyses des historiques, provenant de ou des équipements critiques dont l'étude a eu à faire objet lors de la mise en place de la démarche MBF.
- Apporter si possible des modifications techniques du matériel de façon à éviter les pannes durables.
- Développer le plan préventif en exploitant les AMDEC issu de la démarche MBF.
- Préciser les besoins et des conséquences que ces derniers impliquent sur le plan technique, social ou économique. [5]

3.2. Analyse fonctionnelle :

L'analyse fonctionnelle débute beaucoup de projets de création d'un système (produit, procédé, processus). Elle permet de définir les fonctions principales, les fonctions secondaires et les fonctions contraintes d'un système. L'analyse fonctionnelle s'effectue habituellement en deux étapes :

- Une dite externe : permettant de définir les limites matérielles, les différentes fonctions et opérations réalisées, et les configurations d'exploitation du système.
- L'autre dite interne : permettant de réaliser une décomposition arborescente et hiérarchique du système en éléments matériels et/ou fonctionnels. C'est à ce niveau que sont déterminées les fonctions présentes dans le système.

En parallèle de l'analyse fonctionnelle, le système peut être étudié de manière structurelle.

Suite à l'analyse fonctionnelle d'un système ou étude structurelle, il est possible d'effectuer l'analyse dysfonctionnelle pour déterminer les situations à risques et ainsi définir les priorités à respecter. [5]

3.3. Analyse des modes de défaillance :

Dans des systèmes aéronautiques complexes, les techniques de l'AMDE et AMDEC sont utilisées pour décrire des erreurs à un niveau de détail très élevé. Cela permet d'obtenir des estimations quantitatives du risque.

Les AMDE et AMDEC sont des outils qui servent pendant tout le cycle de vie de gros équipements industriels : conception, fabrication, exploitation, maintenance, maintenabilité et soutien logistique. [1]

Une autre utilisation de l'AMDEC est celle qui consiste à considérer non pas chaque composant, mais chaque dispositif aéronautique d'un point de vue fonctionnel.

3.4. Analyse de dysfonctionnement et AMDEC :

Pour déterminer le mauvais fonctionnement d'un système, il existe différentes méthodes : Analyse de Priorités des Risques, Arbre de défaillances, ... , Une des plus connues et des plus utilisées est l'AMDEC.

L'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC) ou bien (FMEA) « Failure Mode and Effect Analysis » est indispensable pour s'assurer que les paramètres de fiabilité, de maintenabilité, de disponibilité et de sécurité sont conformes aux spécifications.

Elles prennent en compte toutes les défaillances plausibles et analysent les conséquences sur les missions et fonctions des systèmes, ce qui permet l'identification des matériels sensibles devant éventuellement faire l'objet d'un changement de conception ou bien d'une redondance matérielle au stade de la réalisation.

Pour des installations déjà opérationnelles, il est également possible de faire ces analyses a posteriori pour identifier les matériels dont la fiabilité est insuffisante et pour lesquels il sera indispensable d'entreprendre des actions de surveillance particulière.

La réalisation d'une AMDEC est souvent basée sur des informations telles que :

- La décomposition d'un système en éléments matériels ou fonctionnels.
- La représentation graphique de la structure fonctionnelle du système par exemple à l'aide d'un arbre fonctionnel.
- La définition précise des modes de défaillances associés à chaque niveau de décomposition fonctionnelle ;
- La notion de criticité pour la réalisation des AMDEC.[1]

3.4.1. Approche AMDEC :

Pour chacun des équipements impliqués dans les défaillances fonctionnelles critiques, une Analyse des Modes de Défaillances de leur Effet et de leur Criticité (AMDEC) simplifiée doit être réalisée. Elle consiste à étudier et lister les différents modes, causes et effets des défaillances des équipements en utilisant comme outils de communication au niveau du groupe des méthodologies généralement bien connues telles que les graphes de Pareto ou les diagrammes « causes / effets ». Pour chaque mode de défaillance on peut trouver plusieurs causes de défaillance ainsi que plusieurs effets.

Le mode défaillance est défini au niveau des fonctions. La cause de défaillance est l'anomalie initiale susceptible de conduire au mode de défaillance. L'effet d'une défaillance est la concrétisation de la conséquence de cette défaillance sur le client de l'équipement étudié. Cet effet peut être local ou agir sur son environnement. C'est au niveau de l'effet que se mesure la gravité de la défaillance de l'équipement. On peut donc parler de criticité pour chaque triplet (Cause- mode- effet) d'une défaillance. La valeur de la criticité est donnée par le produit de la gravité, la fréquence et la probabilité de non détection. Cette valeur obtenue va permettre une hiérarchisation et une limitation de l'étude des différents modes de défaillance et des causes associées.

A la fin d'une étude AMDEC, nous disposons d'une liste hiérarchisée, volontairement limitée aux plus critiques, des modes et des causes de défaillances dont nous voulons éviter ou diminuer les conséquences en mettant en place des actions de maintenance adaptées.

Les analyses et les actions obtenues constitueront une source de données de retour d'expérience pour une meilleure organisation de la maintenance adaptée aux petites et moyennes structures industrielles. [5]

3.4.2. L'analyse fonctionnelle :

La méthode de l'AMDEC basée sur les techniques de modélisation issue l'analyse fonctionnelle des systèmes et des matérielles.

D'après la norme NF X60.012, un matériel englobe tout ensemble livré par un producteur à un client avec la perspective d'une durée de vie.

Une description fonctionnelle qui décrit les fonctions assurées par le matériel et les fonctions internes assurées par les composants élémentaires qui s'assemblent le sous-système, le système. Ces fonctions sont soit principales, secondaires, de protection, d'estimation, superflues.

Le principe des méthodes de modélisations des défaillances fonctionnelles et d'établir a priori et de manière formelle et exhaustive les liens entre les causes initiales des défaillances et de leurs effets mesurables par les opérateurs ou les systèmes de traitement de l'information. Les méthodes d'analyse fonctionnelles permettent :

La mise en œuvre de l'analyse fonctionnelle se déroule en trois grandes phases :

- L'analyse fonctionnelle externe qui a pour objectifs de formaliser et valider l'analyse du besoin en considère le produit comme une « une boîte noire » recevant des entrées et fournissant des sorties.
- L'analyse fonctionnelle interne identifier de façon précise les fonctions techniques et les solutions technologiques préconisées pour réaliser la boîte noire.

3.4.2.1. Rédaction des tableaux AMDEC :

La rédaction d'un dossier d'AMDEC nécessite dans la première phase industrielle un nombre de niveaux jugés nécessaire pour la remise au point d'un programme de maintenance basée sur la fiabilité. A l'aide de ces études il est possible de déterminer les fonctions, les défaillances fonctionnelles. Ensuite par une utilisation du retour d'expérience on pourra déterminer la fréquence, la gravité, la criticité de chacun des modes de défaillance.

La réalisation des dossiers d'analyse d'AMDEC nécessite des compétences multidisciplinaires. La figure suivante représente la compétence des rédacteurs et utilisateurs des dossiers AMDEC.

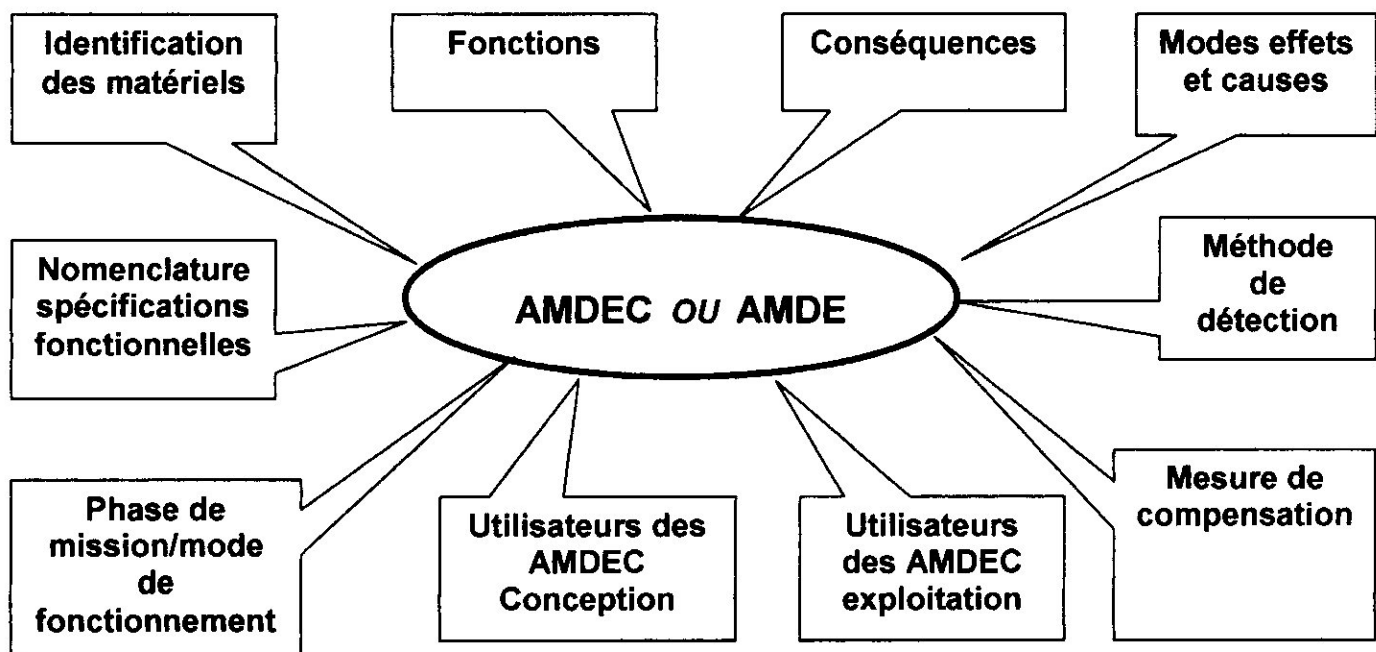


Figure 11 : Compétences des rédacteurs et utilisateurs des AMDEC. [1]

3.4.3. Optimisation de la maintenance par l'AMDEC :

Le souci permanent des responsables de maintenance, en particulier des matériels utilisés par leurs clients. Leur objectif est d'éliminer les causes de dysfonctionnement pouvant avoir des répercussions sur la disponibilité et la sécurité des ces outils de productions.

3.4.3.1. Analyse de Pareto :

Le diagramme de Pareto qui est une méthode graphique, permet d'avoir une vision rapide de la contribution d'une catégorie d'éléments par rapport à d'autres. En maintenance, on pourrait par exemple l'utiliser pour visualiser l'importance relative des éléments suivants: - Nombre de défaillances par équipement.

- Nombre de types de défaillances par équipement. 109

- Quantités cumulées d'indisponibilité par équipement. - Quantités cumulées d'indisponibilité par type de défaillance.

Dans ce cas on va profiter de retour d'expérience pour faire l'étude. Inversement les résultats trouvés doivent être archivés pour servir de retour d'expérience pour les prochaines études.

En utilisant le diagramme de Pareto, on identifie les anomalies et les dysfonctionnements du processus, puis on remonte jusqu'à leurs causes d'origine pour suggérer des actions correctives appropriées, à l'aide d'une fiche d'analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leurs Criticité. [6]

L'analyse de Pareto consiste à déterminer la minorité de causes responsables de la majorité des effets.

La démarche de la méthode se décline en 4 étapes principales :

1-Définir la nature des éléments à classer, Ces éléments à classer dépendent du caractère étudié.

2-Ces élément peuvent être : des matériels, des causes de panes, des natures de pannes, des bons de travail, des articles en stocks etc.

Choisir le critère de classement, Les critères les plus fréquents sont les couts et les temps, selon le caractère étudiée, d'autres critères peuvent être retenue tels que :

- ✓ Le nombre d'accidents, le nombre d'incidents ;
- ✓ Le nombre de rebuts, le nombre d'heures d'utilisation ;
- ✓ Le nombre de kilomètres parcourus ;
- ✓ La valeur consommée annuellement.

3. Tracer la courbe pourcentage des valeurs cumulées du critère en fonction du pourcentage des éléments cumulés qui en sont responsables (Figure).

4. Détermination des seuils des classes A, B et C des éléments.

La classe A est celle de la minorité d'éléments (en général 20%) responsable de la majorité des effets (en général 80%).

La classe C est celle de la majorité d'éléments (en général 50%) responsable de la minorité des effets (en général 20%).

La classe B est intermédiaire. Elle est composée généralement des 30% d'éléments responsable de 15% d'effets.

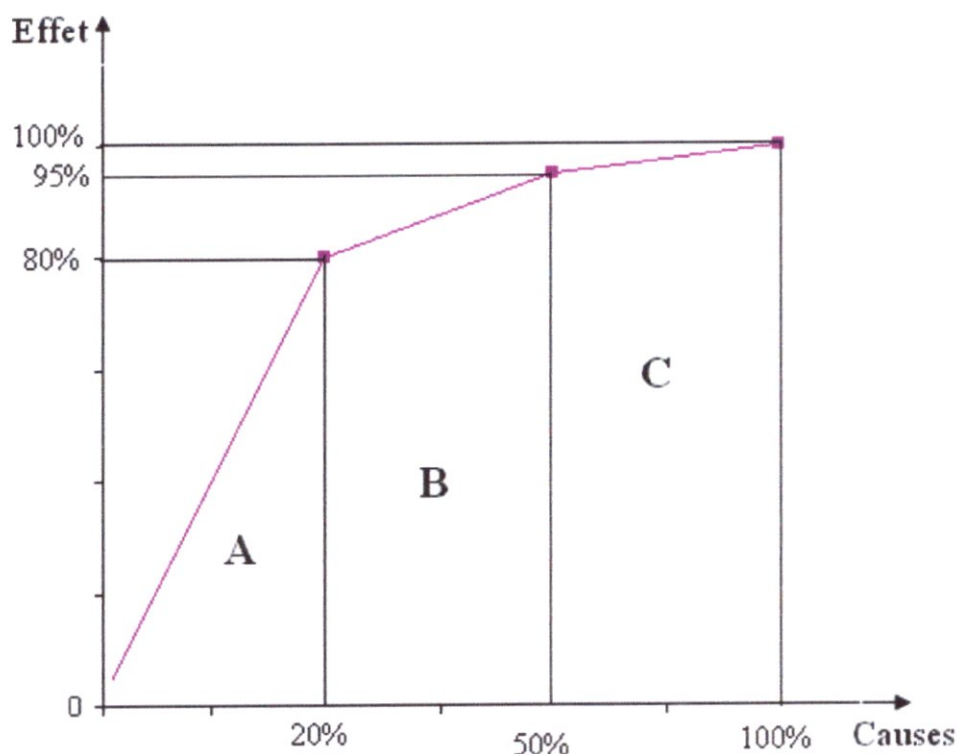


Figure 12 : Méthode de Pareto

L'outil Pareto est utilisé dans de nombreux travaux concernant cette méthodologie, est appelée aussi pour les raisons précitées : méthode des 20/80 ou encore méthode ABC, Nous permet de classer les causes selon les effets qu'elles génèrent et de déduire les priorités d'actions à mener :

- ✓ Déterminer les éléments qui pénalisent le plus la disponibilité des équipements et leurs fréquences.
- ✓ Définir les actions de maintenance correctives à entreprendre dans l'ordre d'urgences et d'importance.
- ✓ Optimiser les moyens techniques et humains.
- ✓ Automatiser les opérations principales de gestion des stocks.
- ✓ Orienter le choix des actions d'amélioration.

Le diagramme de Pareto qui est une méthode graphique, permet d'avoir une vision rapide de la contribution d'une catégorie d'éléments par rapport à d'autres. En maintenance, on pourrait par exemple l'utiliser pour visualiser l'importance relative des éléments suivants :

- Nombre de défaillances par équipement.
- Nombre de types de défaillances par équipement.
- Quantités cumulées d'indisponibilité par équipement.
- Quantités cumulées d'indisponibilité par type de défaillance.

La détermination des seuils des classes A, B et C se fait comme suit :

La classe A : est celle de la minorité d'éléments (en général 20%) responsable de la majorité des effets (en général 80%).

La classe C : est celle de la majorité d'éléments (en général 50%) responsable de la minorité des effets (en général 20%).

La classe B : est intermédiaire. Elle est composée généralement des 30% d'éléments responsable de 15% d'effets. [6]

3.4.3.2. Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leurs Criticité (AMDEC) :

L'AMDEC occupe une place importante dans l'optimisation de la fonction maintenance. En effet les coûts de maintenance sont répartis en deux types : coûts directs et coûts indirects.

Parmi les coûts indirects figure les coûts d'indisponibilité de matériel. L'étude AMDEC a pour objectif de réduire ces temps d'indisponibilité et améliorer la fiabilité des équipements dès la conception.

Ce qui permet d'optimiser cette composante tout en identifiant les éléments les plus critiques et en aidant les décideurs de service maintenance à définir la politique de maintenance appropriée. [6]

3.4.3.2.1.1. Fiche d'analyse d'AMDEC :

Tableau 3 : Fiche d'analyse d'AMDEC

MODE DE DEFAILLANCE, ANALYSE DES EFFETS ET DE LA CRITICITE de:									
		Equipements:				Sous système:			Système:
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
N°	Dénomination	Fonction	Mode De Défaillance	λ	Fonctionnement résultat et effets sur L'équipement Sous système Le système	Symptôme observables	Méthode de prévention	Criticité	Recommandations Et remarques

→ Explication des colonnes :

➤ En colonne a :

Le numéro d'ordre de l'événement envisagé pour le sous-système considéré suivant l'arbre produit.

➤ En colonne b :

La désignation de l'organe considéré.

➤ En colonne c :

La fonction de cet organe.

➤ En colonne d :

Le mode de défaillance présumé: « rupture d'un organe mécanique ; corrosion – usure ; fissuration par fatigue »

➤ En colonne e :

La probabilité d'occurrence de l'événement envisagé.

Elle est évaluée par classe (ordre de grandeur), ces classes sont représentées par les lettres A, B, C, D :

La probabilité d'occurrence de l'événement envisagé .Elle est évaluée par classe (ordre de grandeur) .Ces classes sont représentées par les lettres A, B, C, D :

A : événement quasi impossible : $P < 10^{-9}$

B : : événement très improbable : $10^{-9} < P < 10^{-6}$

C : événement improbable : $6 \cdot 10^{-6} < P < 10^{-3}$

D : événement possible : $P > 10^{-3}$

➤ En colonne f :

La conséquence de la défaillance envisagée sur l'organe, le sous-système et le système.

➤ En colonne g :

Les symptômes observables pouvant aider la maintenance conditionnelle.

➤ En colonne h :

La méthode de compensation ou de prévention

➤ En colonne i :

Le niveau de criticité sur le système exprimé par un chiffre :

- 1 : très critique
- 2 : critique
- 3 : pas critique
- 4 : sans influence

On rajoute:

- 1- Les méthodes de détection de la panne au niveau considéré.
- 2- La méthode employée pour isoler la panne.

➤ En colonne j :

Les recommandations aux concepteurs. [6]

Conclusion:

Ce chapitre vise à définir les méthodes d'analyse des modes de défaillances AMDE et de leurs effets et de leurs criticités dite AMDEC.

La méthode consiste à étudier et classer les différents modes, causes et effets des défaillances des équipements en utilisant les graphes de Pareto ou les diagrammes « causes /effets » en classant les matériels ou équipements défaillants par ordre décroissant de leurs nombre de défaillances.

Ces informations donnent une chance de détecter la gravité de la criticité de l'appareil ensuite se sont classés dans une fiche d'analyse sous forme d'un tableau AMDEC et le résultat présenté par cette fiche suggère des actions correctives appropriées.

Chapitre 4 : Analyse Fonctionnelle Des
Statistiques
Des Données De Fiabilité

4.1. Analyse Fonctionnelle Des Statistiques Des Données De Défaillances De l'année 2008 pour la flotte AIR-ALGERIE :

L'analyse fonctionnelle des données de fiabilité fait l'objet d'une étude d'indisponibilité, ou défaillance, pour évaluer le degré de criticité et de gravité d'un matériel à fin d'identifier sa ou ses défaillances et d'extraire celui qui marque plus d'indisponibilité.

Ordonner et hiérarchiser toutes les informations sur les défaillances et les pannes survenu est une démarche très importante dans cette étude à fin de prévenir à l'avenir ces défaillances en établissant un programme de maintenance plus efficace en but d'augmenter la durée de vie d'un système ou équipement et pour qu'il assure sa fonction et donne un meilleur rendement en terme de fiabilité et disponibilité.

4.1.1. Généralités:

Les statistiques principales énumérées ci-après sont éditées trimestriellement sous forme de tableaux et graphes, et donnant pour chaque type d'avion :

- La statistique mensuelle
- Plaintes par Systèmes
- Déposés Prématurés
- Retards / Annulations Techniques
- Incidents / Accidents Avions
- Contrôles de la Fiabilité de Propulsion

4.1.2. Définition des termes et des paramètres utilisés:

4.1.2.1. Nombre d'avion en service:

Le nombre d'avion en service est le rapport entre le nombre de jours dont l'avion est disponible dans la période et le nombre total de jours dans cette période.

$$\rightarrow \text{Avion en service} = \frac{\text{nombre de jours avions disponible dans la période}}{\text{nombre total de jours dans période}}$$

Les jours avions disponibles sont la somme des nombres de jours ou chaque avion est disponible pour l'utilisation i-compris les jours nécessaires à l'entretien normal, aux modifications, les immobilisations pour accidents importants, conversion ou inspection spéciale.

Ils comprennent également les jours entre la date d'achat et la date réelle de mise en service, mais ne comprennent pas le dernier vol commercial.

4.1.2.2. Rotation journalière :

La rotation journalière est le rapport entre le nombre total d'heure de vol par avion en service et le nombre de jours d'avions disponibles dans la période.

$$\rightarrow \text{Rotation journalière} = \frac{\text{nombre total heures de vol par avion en service}}{\text{nombre de jours avions disponible dans la période}}$$

4.1.2.3. Etape Moyenne :

L'étape moyenne est le rapport entre le nombre total de vol et le nombre total de décollages.

$$\rightarrow \text{Etape Moyenne} = \frac{\text{nombre total de vol}}{\text{nombre total de décollages}}$$

4.1.2.4. Taux des retards techniques > 15 minute :

C'est le rapport entre le nombre de retards techniques et le nombre total de décollages commerciaux.

$$\rightarrow \text{Taux des retards techniques} > 15$$

$$\text{min} = \frac{\text{nombre de retards techniques} > 15 \text{ min} \times 100}{\text{nombre de décollages commerciaux}}$$

4.1.2.5. Index de régularité technique :

C'est la différence de la régularité technique, exprimée en pourcentage, moins le rapport entre la somme des retards techniques, plus les annulations plus les

changements d'avions qui n'entraînent pas les retards et le nombre de décollages commerciaux.

$$\rightarrow \text{Index de régularité technique} = 100\% - \frac{\text{Retards techniques} + \text{annulations} + \text{changement d'avions}}{\text{nombre de décollages commerciaux}}$$

4.1.2.6. Durée Moyenne Des Retards Techniques :

La durée moyenne des retards technique s'exprime en rapport entre la durée total des retards techniques et le nombre total des retards techniques.

$$\rightarrow \text{Durée Moyenne Des Retards Techniques} = \frac{\text{Durée totale des retards techniques}}{\text{nombre total des retards techniques}}$$

4.1.2.7. Taux de Plaintes :

Le taux de plaintes c'est le rapport entre le nombre de plaintes et le nombre de décollages multiplié par 1000.

$$\rightarrow \text{Taux de Plaintes} = \frac{\text{nombre de plaintes}}{\text{nombre de décollages}} \times 1000$$

4.1.2.8. Taux d'incidents Techniques :

Le taux d'incidents est le rapport entre le nombre d'incidents et les heures de vol multiplié par 1000.

$$\text{Taux d'incidents Techniques} = \frac{\text{nombre d'incidents}}{\text{heurs de vol}} \times 1000$$

4.1.2.9. Taux de Déposés Prématurées :

C'est le rapport entre le nombre de déposés dans six mois sur le nombre par avion multiplié par les heures de vol toujours dans six mois le tout multiplier par 1000.

$$\text{Taux de Déposés Prématurées} = \frac{\text{nombre de déposées (6 mois)}}{\text{nombre par avion} \times \text{heurs de vol (6 mois)}} \times 1000$$

4.1.2.10. Taux de Descentes Réacteurs :

C'est le nombre de descentes dans trois mois sur le nombre de réacteurs par avion multiplié par les heures de réacteurs, le rapport multiplié par 1000.

$$\text{Taux de descentes réacteurs} = \frac{\text{nombre de descentes (3 mois)}}{\text{nombre de réacteur par avion} \times \text{heurs réacteurs}} \times 1000$$

4.1.2.11. Taux des Arrêts Réacteurs :

C'est le nombre d'arrêts réacteurs en vol dans trois mois sur le nombre de réacteurs par avion multiplié par les heures de réacteurs, le tout multiplié par 1000.

$$\text{Taux des Arrêts Réacteurs} = \frac{((\text{nombre d'arrétréacteurs en vol} - 3 \text{ mois}))}{(\text{nombre de réacteurs par a} \times 1000)}$$

Statistiques générales d'exploitation pour l'année 2008 :

Ces statistiques sont extraites du rapport de fiabilité pour l'avion Boeing 737-600 au niveau de la flotte algérienne AIR-ALGERIE de l'année 2008 des trois premiers trimestres.

Ce rapport contient des statistiques générales d'exploitation de la flotte algérienne AIR-ALGERIE et des statistiques générales de fiabilité.

Contient aussi les plaintes qui ont eu lieu pour chaque avion de type Boeing 737-600 au cours de son exploitation et leurs taux d'indisponibilité mensuels en indiquant les causes de défaillance et l'équipement ou (système) qui l'a survécu.

Le tableau ci-dessous présente les statistiques générales d'utilisations de la flotte AIR-ALGERIE pendant les trois premiers trimestres de l'année 2008.

Tableau 4 : Statistiques générales d'exploitation pour l'année 2008 de l'avion B737-600

Utilisation de la flotte	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT
Avions en service	3,84	3,86	4,84	4,73	4,9	4,9	4,9	4,94	4,77
Heures de Vol (Air--borne)	827	890	1236	1170	1186	1162	965	1071	954
Heures de vol (BTB)	1060	1067	1595	1510	1521	1525	1283	1403	1268
Heures de Vol Commerciales	819	890	1236	1168	1176	1160	963	1059	954
Moyenne Heures de Vol	165,34	177,97	247,26	233,92	237,22	232,5	192,97	214,1	190,76
Rotation Journalière (mensuelle)	6,95	7,95	8,24	8,24	7,8	7,91	6,35	7	6,67
Rotation Journalière (12 mois)	7,68	7,68	7,72	7,76	7,69	7,7	7,62	7,57	7,52
Etape Moyenne	1,51	1,52	1,53	1,45	1,4	1,45	1,32	1,32	1,34
Décollages Totaux	548	584	808	804	848	802	730	813	710
Décollages Commerciaux	530	584	808	798	833	786	729	793	710

4.1.3.1. Analyse des Statistiques d'exploitation :

4.1.3.1.1. Avions en service :

Tableau 5 : Nombre d'avion en service pour l'année 2008

Année 2008	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT
Avions en service	3,84	3,86	4,84	4,73	4,9	4,9	4,9	4,94	4,77

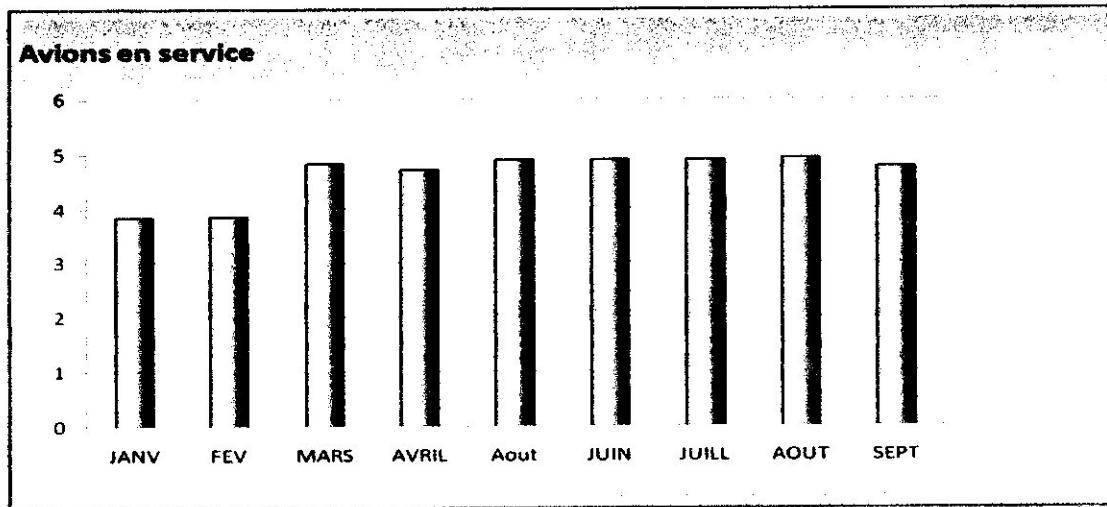


Figure 13 : Moyenne des avions en service exploité en fonction des trois trimestres de l'année 2008

Interprétation du graphe :

À partir de l'histogramme présenté ci-dessus en voit que la disponibilité des avions varie d'un mois à l'autre ; pour les deux premiers mois de l'année 2008 on remarque que le nombre d'avions en service est constants mais il augmente d'une façon importante en mars et il reste ensuite pratiquement constants pendant les autres mois.

Cette perturbation est due à plusieurs raisons dont les quelles on va les analyser et traiter dans les prochains titres.

4.1.3.1.2. Moyenne Heures de Vol :

Tableau 6 : Moyenne Heures de Vol pour l'année 2008

Année 2008	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT
Moyenne heurs de vol	165,34	177,97	247,26	233,92	237,22	232,5	192,97	214,1	190,76

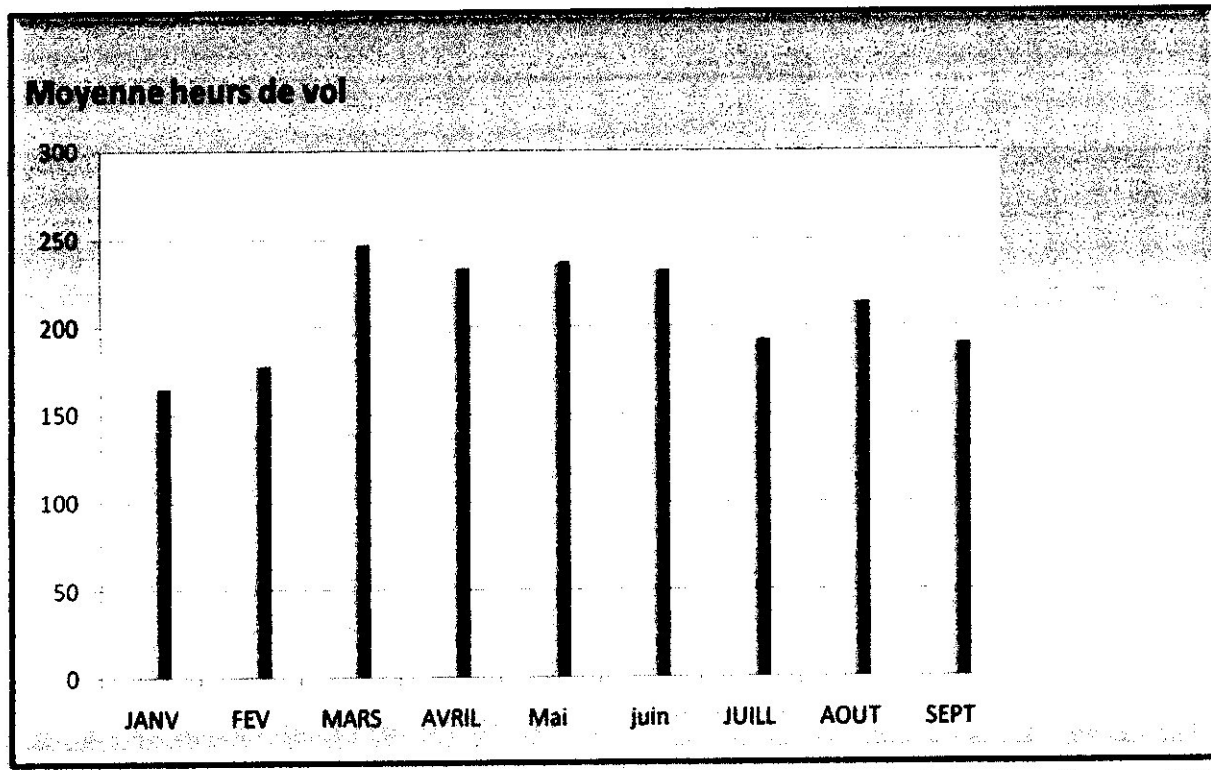


Figure 14 : Moyenne heurs de vol des avions en service durant

Interprétation du graphe :

Remarquant que la moyenne varie d'un mois à l'autre d'une façon croissante jusqu'à le mois de mars ou la moyenne atteint sa valeur maximale ensuite il y aura une petite décroissance jusqu'au mois de septembre. Ça veut dire que la compagnie aérienne a marqué un grand nombre de vol pendant la saison du printemps et de l'été.

4.1.3.1.3. Rotation Journalière mensuelle :

Tableau 7 : Rotation Journalière pour chaque mois des trois premiers trimestres

Année 2008	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT
Rotation Journalière	6,95	7,95	8,24	8,24	7,8	7,91	6,35	7	6,67

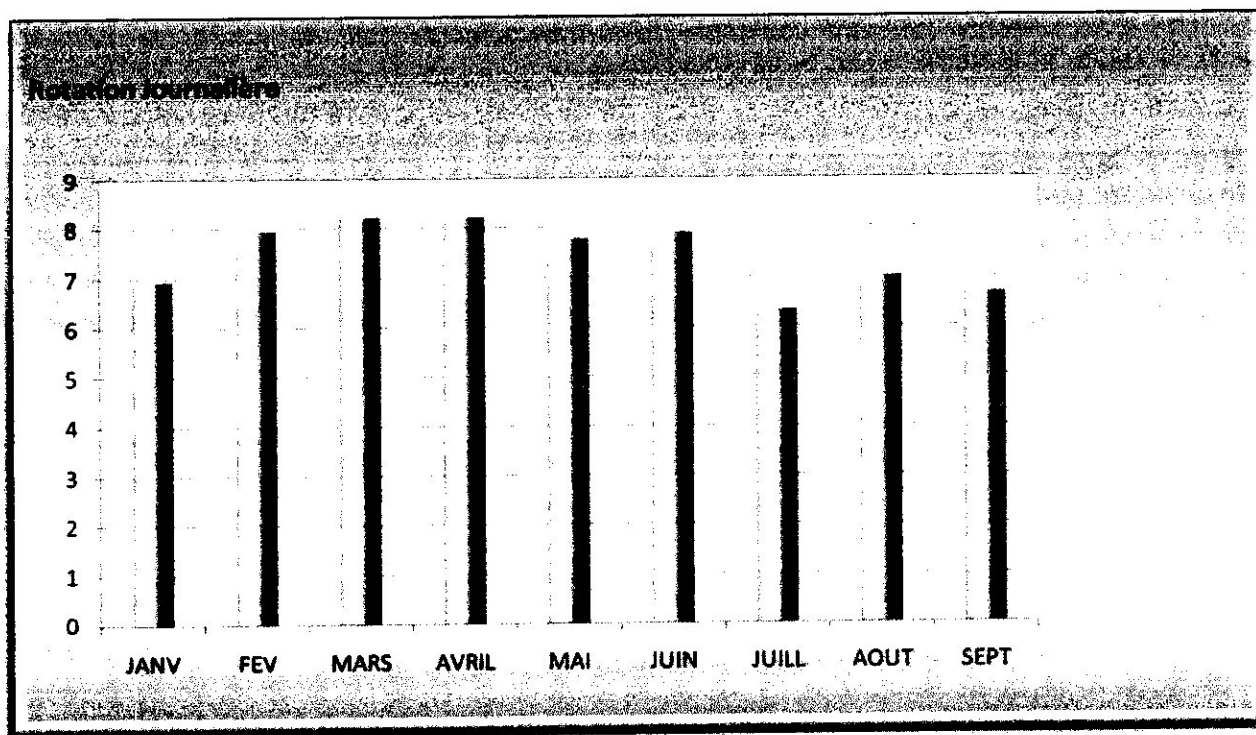


Figure 15 : Rotation journalière des avions en service durant l'année 2008

Interprétation du graphe :

D'après l'histogramme présenté ci-dessus le nombre d'heurs de vol pour tous les avions en service est important dans les trois premiers trimestres de l'année 2008. Il s'agit d'une petite différences entre les mois cette différence implique pas mal de critères au niveau de l'indisponibilité de l'exploitation du peut être au retard technique par exemple.

4.1.3.1.4. Etape Moyenne :

Tableau 8 : Etape Moyenne pour l'année 2008

Année 2008	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT
Etape Moyenne	1,51	1,52	1,53	1,45	1,4	1,45	1,32	1,32	1,34

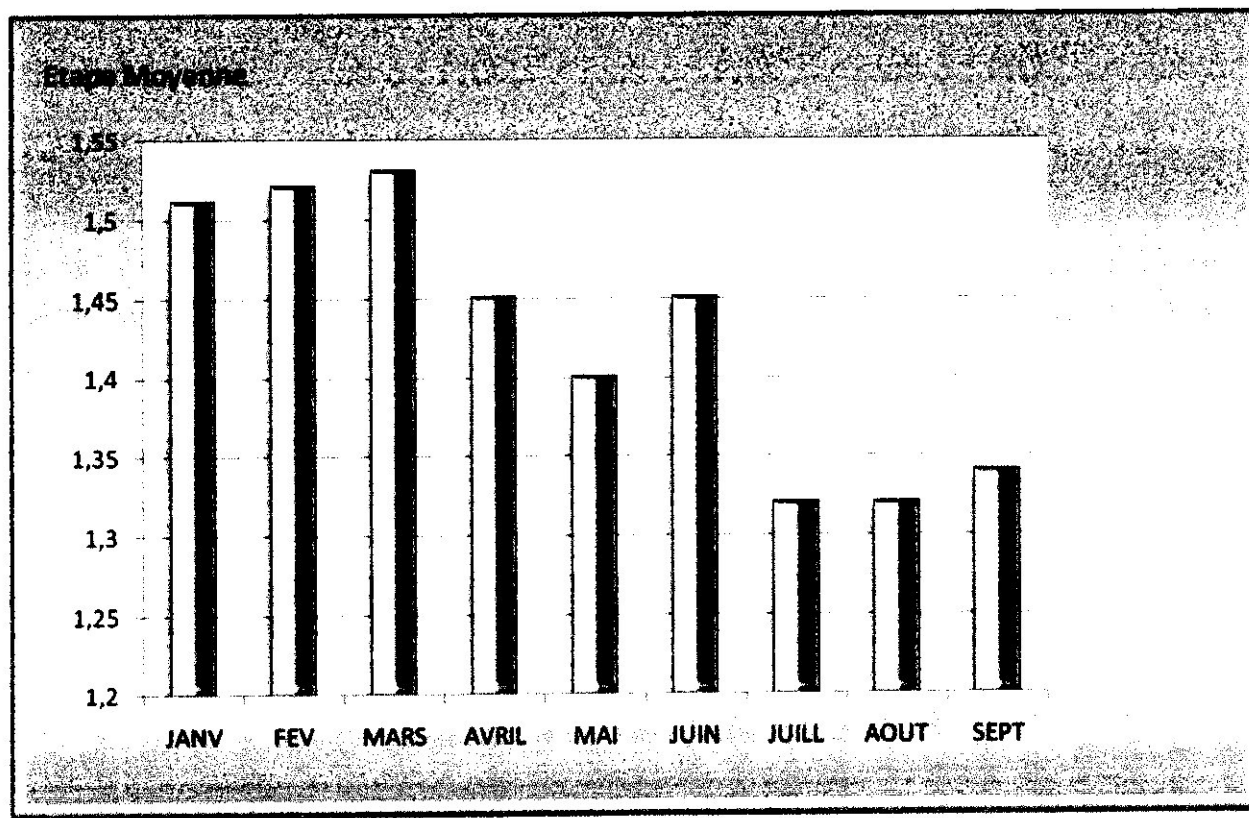


Figure 16 : histogramme de l'étape moyenne représentant l'évolution du nombre total de vol en fonction du nombre total de décollages fais.

Interprétation du graphe :

Concernant l'étape moyenne qui présente le nombre total de vol sur le nombre total de décollages, l'histogramme montre que le nombre d'avions qui entrent est plus

élevés par rapport aux décollages effectués pendant le premier trimestre de l'année 2008, ensuite pour les deux autres trimestres la compagnie subit plusieurs décollages, ça explique alors que dans cette dernière période les voyages commerciaux tiennent leurs maximum score surtout en mois de Juillet et Août.

4.1.3.1.5. Décollages totaux :

Tableau 9 : Nombre de décollages totaux pour l'année 2008

Année 2008	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT
Décollages totaux	548	584	808	804	848	802	730	813	710
Décollages Commerciaux	530	548	808	798	833	786	729	793	710

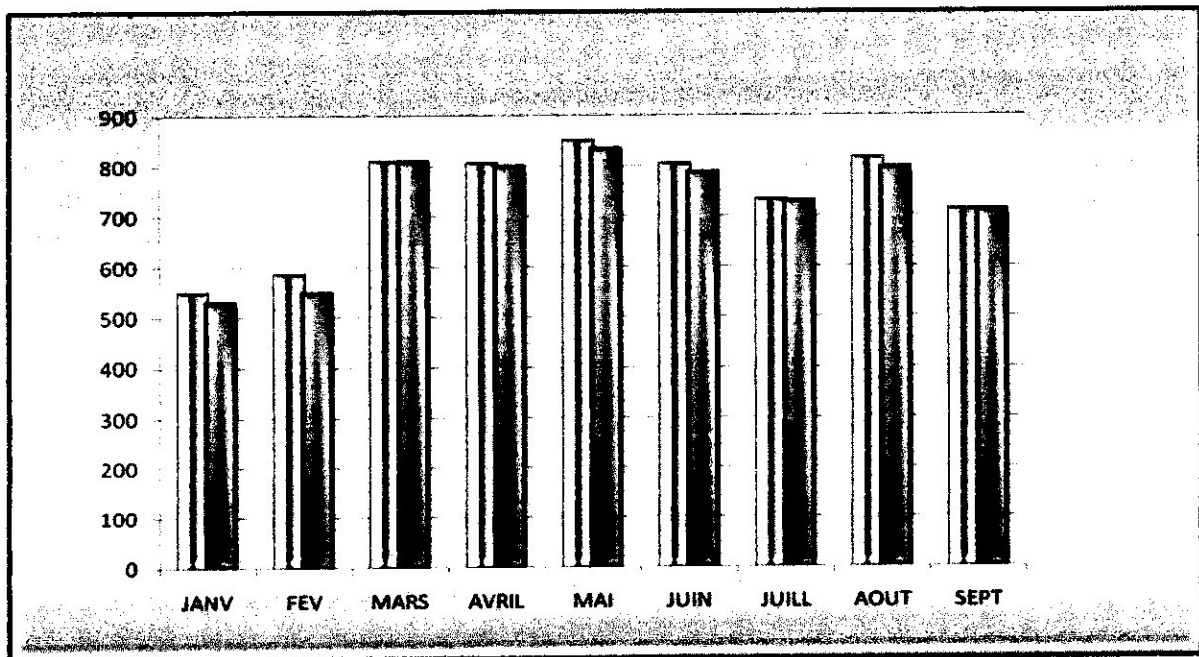


Figure 17 : histogramme de comparaison entre le nombre de décollages Commerciaux et le nombre de décollages totaux

Interprétation du graphe :

Au cours de l'année 2008, dans les trois premiers trimestres toujours, les décollages commerciaux ne décalent pas trop des décollages totaux faits par la

compagnie, ce qui signifie que les décollages commerciaux représentent presque 99% des décollages effectués.

Conclusion:

L'analyse des statistiques de fonctionnement des la flotte algérienne AIR-ALGERIE pendant les 9 premiers mois de l'année 2008 pour les avions exploités de type Boeing 737-600 fait l'étude des les taux moyens de disponibilité et les services présentés par la compagnie en terme du Nombre d'avion en service, Rotation journalière, étape moyenne, taux des retards techniques > 15 mn, index de régularité technique, durée moyenne des retards techniques, taux de plaintes, taux d'incidents techniques, taux de déposés prématurées, taux de descentes réacteurs et du taux des arrêts réacteurs pour évaluer le taux de disponibilité de ces avions en service.

***Chapitre 5 : Analyse Des Statistiques De
Fiabilité***

L'analyse des défaillances des systèmes amène à une évaluation de leurs indisponibilités et présente un grand nombre d'information qui nous permet de les classer selon leurs criticités et leurs gravités suivant une échelle normalisée.

L'analyse Pareto entre parmi ces méthodes d'analyse et donne des informations importantes sur le système le plus critique et qui a subi des indisponibilités engendrant des retards techniques, cela influence sur la fiabilité du système exploité et son fonctionnement.

5.1. Analyse Des Statistiques De Fiabilité De l'année 2008 Pour AIR-ALGERIE :

5.2. Statistiques générales de fiabilité: les trois premiers trimestres de l'année 2008

Tableau 10 : Statistiques générales de fiabilité

année 2008	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT
Régularité Technique	5	6	11	9	12	14	11	10	14
Nombre de Retards Tech > 15 min	0,94	1,03	1,36	1,13	1,44	1,78	1,51	1,26	1,97
(Taux par 100 Dec.CX.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nombre de Vol Annulés	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(Taux par 100 Dec.CX.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nombre de Changements a/c	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N'entraînent pas de retards	99,06	98,97	98,64	98,87	98,56	98,22	98,49	98,74	98,03
(Taux par 100 Dec.CX.)	97,49	97,2	96,23	96,84	95,86	95,14	95,75	96,34	94,49
Index de Régularité Technique	08h40	12h50	15h05	07h10	13h55	22h35	12h50	10h50	13h55
Index de Régularité d'Alger	104	128,33	82,27	47,78	69,58	96,79	70	65	59,64
Durée totale des Retards Tech.	39	35	60	59	83	66	63	66	81
Durée Moyenne	71	60	74	73	98	82	86	81	114

par Retards MIN

Nombre de Plaintes en Vol (Taux par 1000 Déc.)	20	12	7	16	12	27	18	15	20
Nombre de Plaintes au Sol (Taux par 1000 Déc.)	36	21	9	20	14	34	25	18	28
Nombre de Plaintes au Sol (Taux par 1000 Déc.)	1	1	2	2	0	1	1	1	4
(Taux par 1000 Déc.)	1,21	1,12	1,62	1,71	0	0,86	1,04	0,93	4,19

5.2.1. Analyse des Statistiques de fiabilité :

Nombre de Retards Techniques :

Tableau 11 : Nombre de Retards Techniques pour l'année 2008

Année 2008	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT
nombre de retards techniques > 15 min	5	6	11	9	12	14	11	10	14

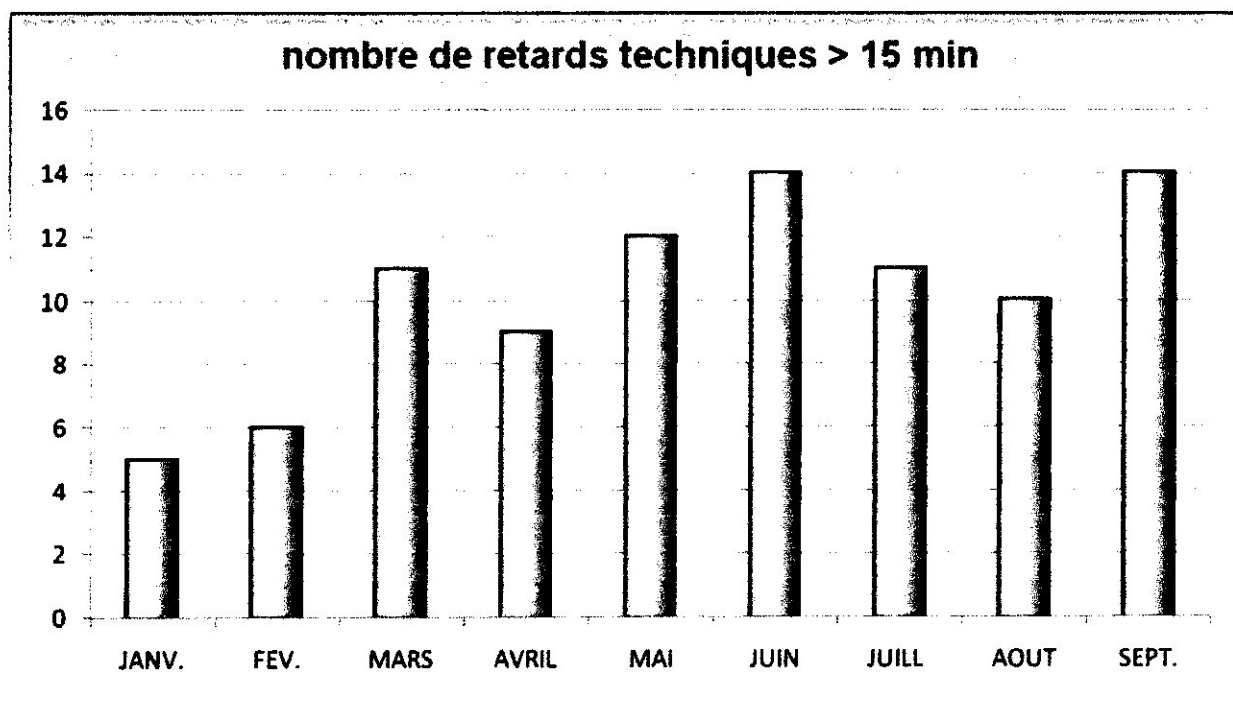


Figure 18 : Nombre de retards techniques > 15 min en fonction des trois trimestres

Interprétation du graphe :

Les retards techniques qui dépassent 15 minutes subissaient une grande augmentation lorsque la rotation journalière des avions en service était très remarquable et ça on l'a toujours marqué dans la période entre le mois de mars et le mois de juillet ou la compagnie fait beaucoup de voyages.

5.2.1.2. Le taux de retards technique > 15 min en pourcentage :

Tableau 12 : Le taux de retards technique > 15 min en pourcentage

Année 2008	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT
nombre de retards techniques > 15 min	5	6	11	9	12	14	11	10	14

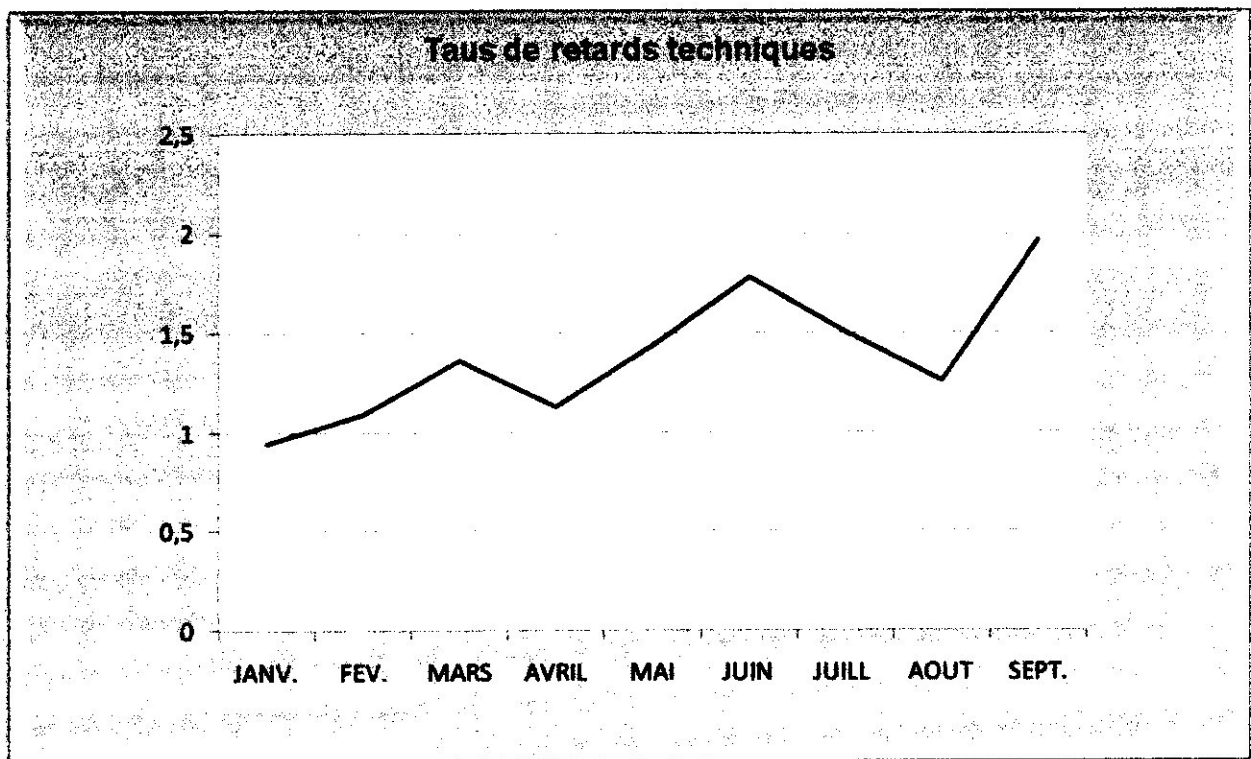


Figure 19 : Taux de retards technique en fonction des trois mois

Interprétation du graphe :

Le taux de retards technique augmente d'une façon équilibrée avec les nombres de décollages commerciaux effectués en raison de la mise en service d'un nombre important d'avion dans les deux derniers trimestres ou la rotation journalière des avions marque un nombre très important.

Index de Régularité Technique en pourcentage :

Tableau 13 : Index de Régularité Technique en %

Année 2008	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT
Index de Régularité Technique en %	99,06	98,97	98,64	98,87	98,56	98,22	98,49	98,74	98,03

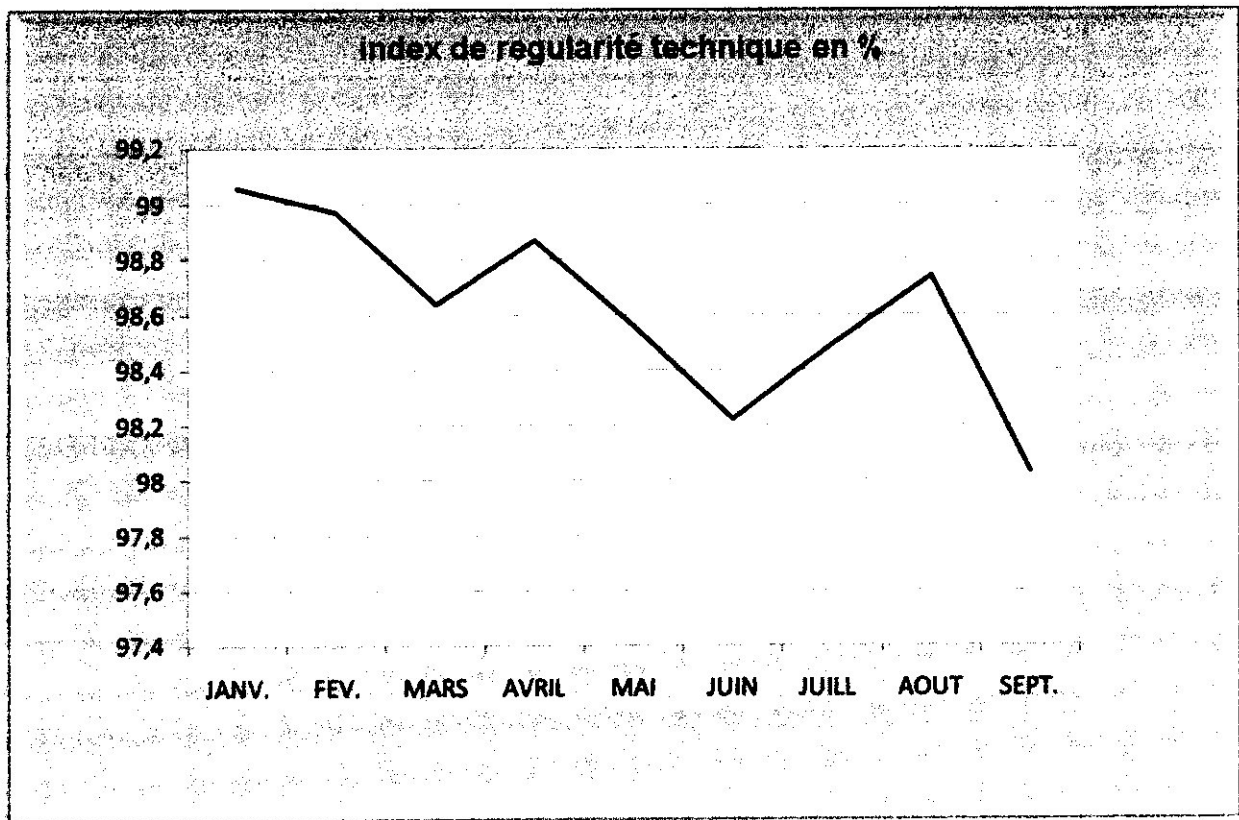


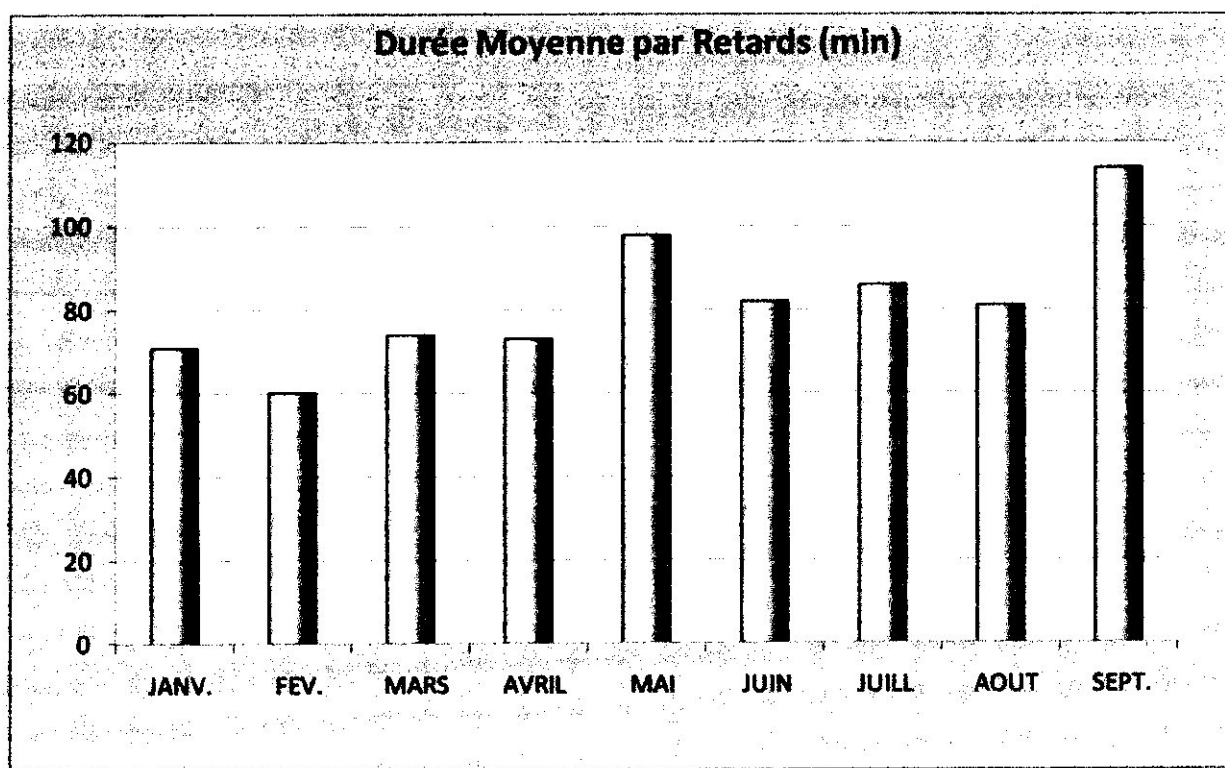
Figure 20 : Index de régularité technique en % en fonction des trois trimestres

Interprétation du graphe :

La régularité technique est inversement proportionnelle aux retards techniques vécus pendant l'année 2008, plus le retards techniques sont important plus la régularité est basse, ce qui influence négativement sur les revenus de la compagnie aérienne.

5.2.1.4. Durée des Retards Techniques :**Tableau 14 : Durée des Retards Techniques**

Année 2008	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT
Durée Moyenne par Retards (min)	71	60	74	73	98	82	86	81	114

**Figure 21 : Durée moyenne par retards en minutes pendant les trois trimestres****Interprétation du graphe :**

Comme on l'a remarqué au niveau des graphes précédents, la durée moyenne croit d'une façon remarquable à partir du moi de MAI et atteint son maximum en mois de septembre en raison d'augmentation du nombre de décollages commerciaux par la compagnie pendant ce mois, ce qui engendre des retards de plus en plus.

5.2.1.5. Nombre de Plaintes :

5.2.1.5.1. Nombre de plainte en vol :

Tableau 15 : Nombre de plainte en vol

Année 2008	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT
Nombre de Plaintes en Vol	39	35	60	59	83	66	63	66	81

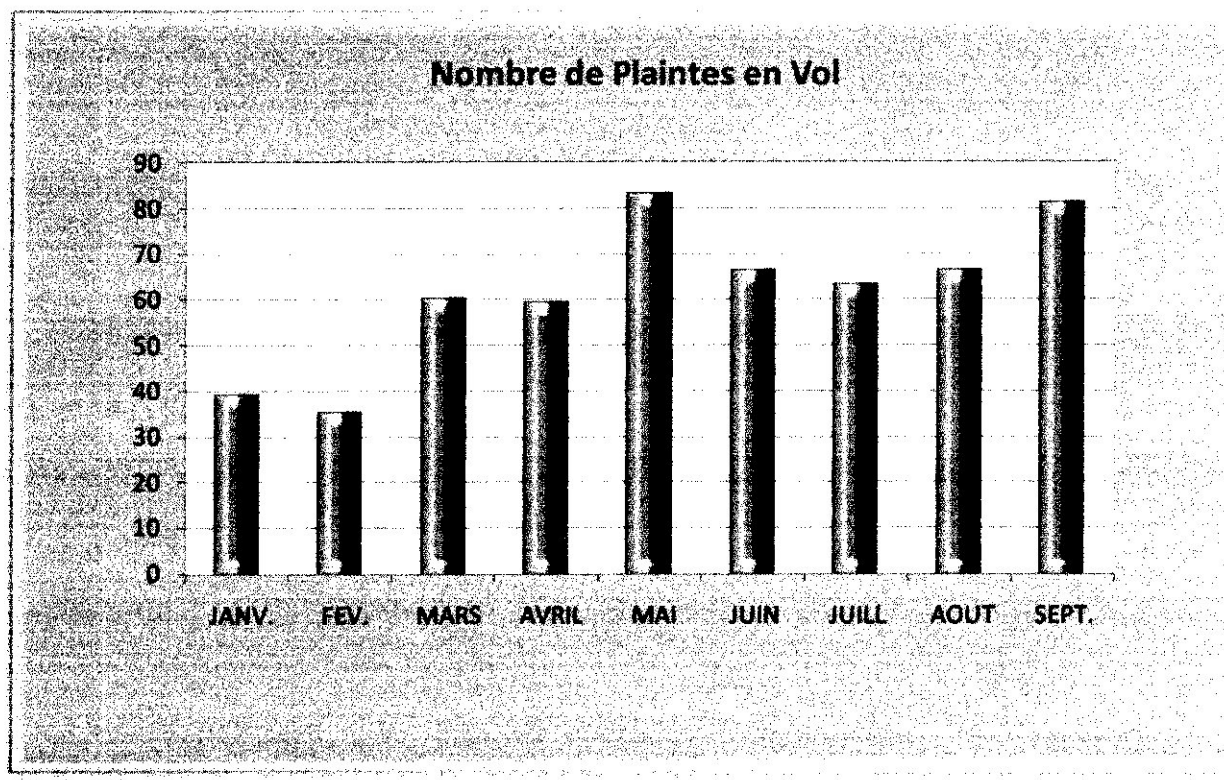


Figure 22 : Nombre de Plaintes en vol pendant les trois trimestres

Interpretation du graphe :

Dés le mois de MAI le nombre de plaintes augmente d'une façon remarquable. et dans ce moi il marque son maximum, pour les trois derniers mois du troisieme trimestre il reste toujours grand et augmente aussi en septembre.

Les causes qui amènent à ce nombre important de plaintes sont définies et classées selon leurs chapitre ATA et le niveau dans le rapport de fiabilité présenté par AIR-ALGERIE de l'année 2008, et le tableau ci-dessous montre le nombre de plainte par système marqué dans chaque chapitre ATA en vol pour les trois trimestres.

Tableau 16 : Taux par 1000 décollages en vol

Année 2008	Taux par 1000 Décollage en Vol
JANV.	71
FEV.	60
MARS	74
AVRIL	73
MAI	98
JUIN	82
JUILL.	86
AOUT	81
SEPT.	114

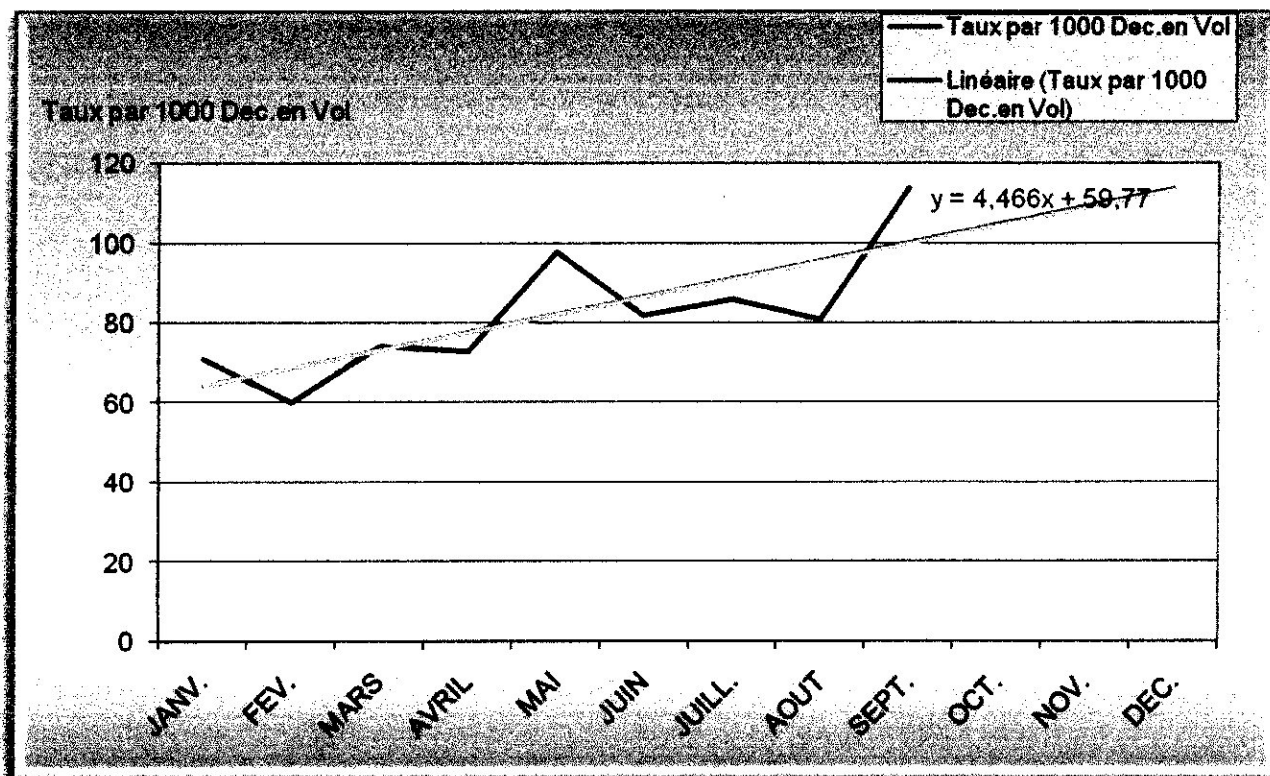


Figure 23 : Taux par 1000 décollages en vol pour les trois trimestres de l'année 2008

Tableau 17 : nombre de plaintes en vol

ATA-100	Systèmes	Juill. 2008		Août 2008		Sept 2008		
		Nombre de plaintes en Vol	Taux mensuel	Nombre de plaintes en Vol	Taux mensuel	Nombre de plaintes en Vol	Taux mensuel	Taux d'alerte
21	Conditionnement d'air	20	27,4	16	19,68	7	9,86	14,76
22	Pilote automatique	7	9,59	2	2,46	5	7,04	6,37
23	Communications	2	2,74	2	2,46	3	4,23	9,57
24	Génération électrique	0	0	0	0	0	0	5,65
25	Equipements	0	0	0	0	0	0	6,47
26	Protection contre l'incendie	3	4,11	2	2,46	3	4,23	7,12
27	Commandes de vol	4	5,48	5	6,15	3	4,23	10,37
28	Carburant	0	0	0	0	1	1,41	6,88
29	Génération hydraulique	2	2,74	0	0	1	1,41	6,63
30	Protection contre givre et pluie	0	0	0	0	4	5,63	6,04
31	Instruments	1	1,37	5	6,15	5	7,04	7,72
32	Atterrisseur	2	2,74	6	7,38	5	7,04	10,36
33	Eclairage	1	1,37	8	9,84	9	12,68	12,92
34	Navigation	0	0	4	4,92	15	21,13	10,02
35	Oxygène	0	0	0	0	0	0	5
36	Circuit pneumatique	3	4,11	2	2,46	4	5,63	8,85

38	Eau / Eau usée	0	0	0	0	1	1,41	5,25
49	A.P.U	3	4,11	5	6,15	3	4,23	7,96
51 a 57	Structure	0	0	0	0	0	0	5,59
52	Portes	1	1,37	2	2,46	2	2,82	5,62
56	Hublot	0	0	4	4,92	4	5,63	6
71	Groupe propulseur	0	0	0	0	0	0	5,12
72	Moteur	0	0	0	0	0	0	5,66
73	Circuit carburant et commandes	0	0	0	0	2	2,82	5,59
74	Allumage	1	1,37	0	0	0	0	5,26
75	Air	2	2,74	0	0	0	0	5,13
76	Commandes moteur	0	0	0	0	0	0	5
77	Contrôle moteur	5	6,85	2	2,46	0	0	7,48
78	Echappement	5	6,85	1	1,23	3	4,23	5,62
79	Lubrification	1	1,37	0	0	1	1,41	5
80	Démarrage	0	0	0	0	0	0	6,65
Total		63	86	66	81	81	114	71,62

D'après ce tableau on peut extraire plusieurs petits tableaux pour schématiser d'une façon plus claire et simple des taux mensuel et taux d'alerte.

Par exemple pour le cas au sol on fait un tableau pour chaque mois (Juillet-Aout-Septembre) séparément et en dessine le graphe du nombre de plainte et le taux mensuel d'indisponibilité et le graphe du taux mensuel avec le taux d'alerte pour voir la valeur de l'écart que font entre eux.

Tableau 18 : Nombre de plaintes marquées, les taux mensuel et le taux d'alerte d'indisponibilité Pour le mois de Juillet 2008 en vol

ATA-100	Nombre de plaintes en Vol (Juillet-2008)	Taux mensuel (Juillet-2008)	Taux d'alerte (Juillet-2008)
21	20	27,4	14,76
22	7	9,59	6,37
23	2	2,74	9,57
24	0	0	5,65
25	0	0	6,47
26	3	4,11	7,12
27	4	5,48	10,37
28	0	0	6,88
29	2	2,74	6,63
30	0	0	6,04
31	1	1,37	7,72
32	2	2,74	10,36
33	1	1,37	12,92
34	0	0	10,02
35	0	0	5
36	3	4,11	8,85
38	0	0	5,25
49	3	4,11	7,96
51 a 57	0	0	5,59
52	1	1,37	5,62
56	0	0	6
71	0	0	5,12
72	0	0	5,66
73	0	0	5,59
74	1	1,37	5,26
75	2	2,74	5,13
76	0	0	5
77	5	6,85	7,48
78	5	6,85	5,62
79	1	1,37	5
80	0	0	6,65

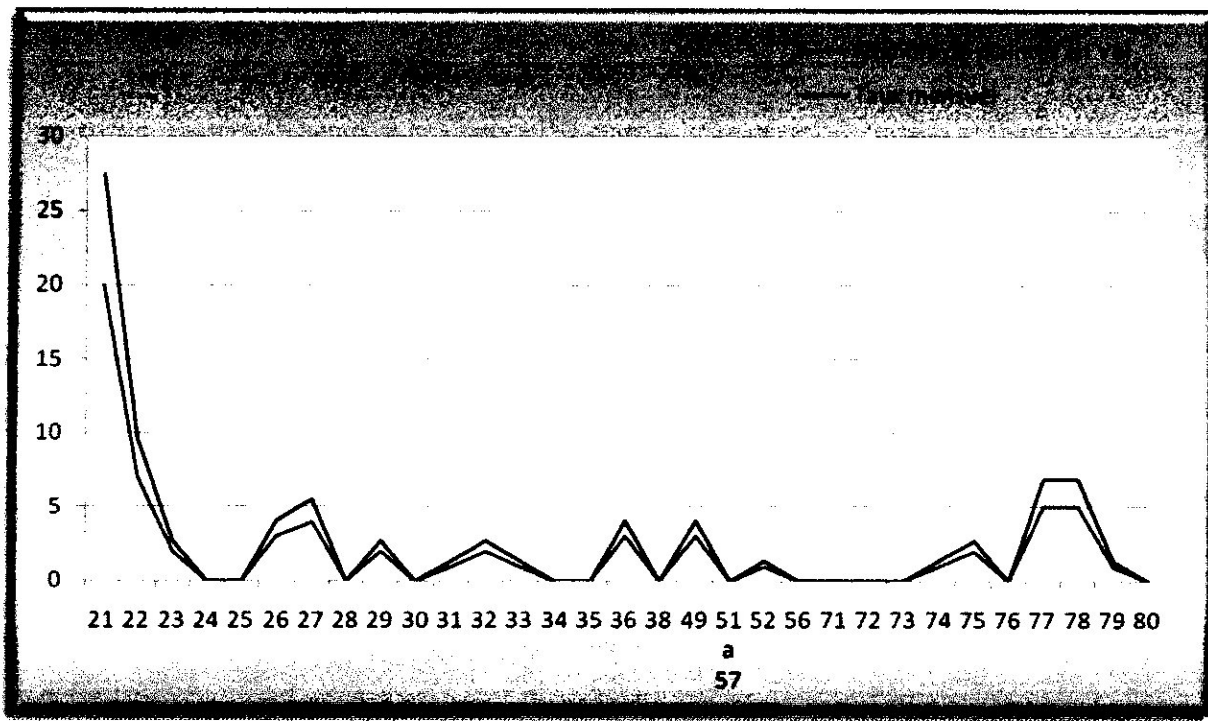


Figure 24 : Nombre de plainte et taux mensuel d'indisponibilité de tous les chapitres ATA (21-80) pour le mois de Juillet en vol

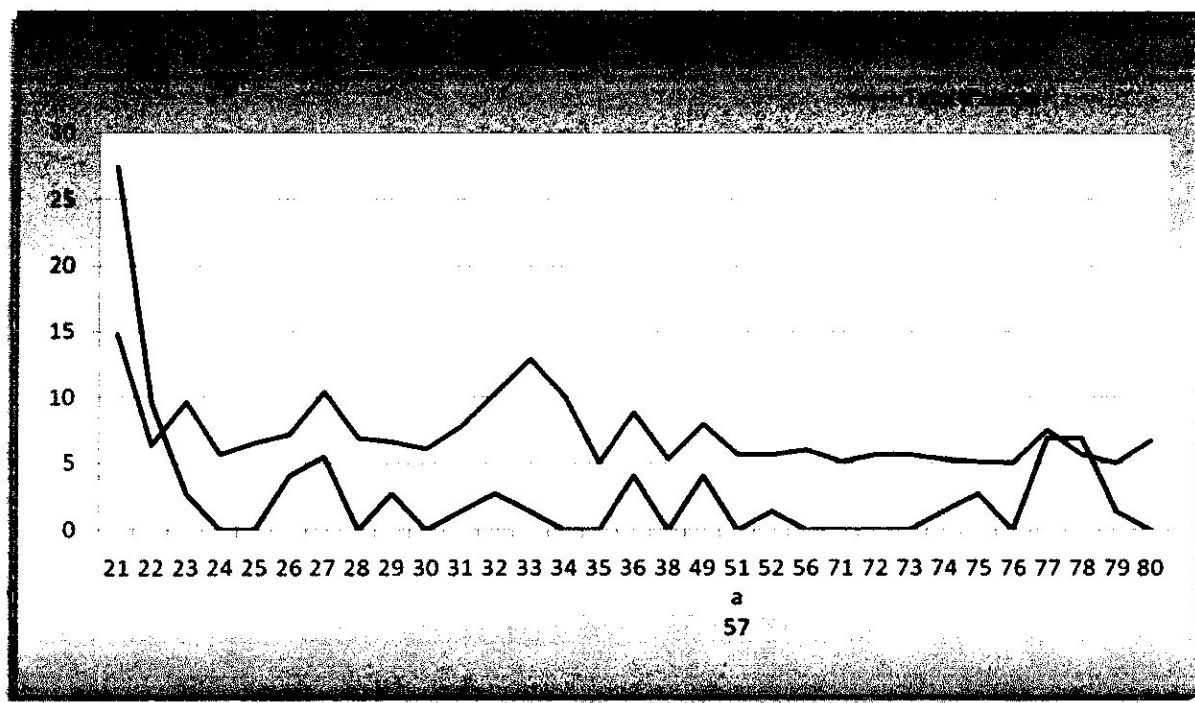


Figure 25 : Taux mensuel et le taux d'alerte d'indisponibilité de tous les chapitres ATA (21-80) pour le mois de Juillet en vol

Tableau 19 : Nombre de plainte marqué et les taux mensuel d'indisponibilité Pour le mois d'Août 2008 en vol

ATA-100	Nombre de plaintes en Vol (Août 2008)	Taux mensuel (Août 2008)	Taux d'alerte (Août 2008)
21	16	19,68	14,76
22	2	2,46	6,37
23	2	2,46	9,57
24	0	0	5,65
25	0	0	6,47
26	2	2,46	7,12
27	5	6,15	10,37
28	0	0	6,88
29	0	0	6,63
30	0	0	6,04
31	5	6,15	7,72
32	6	7,38	10,36
33	8	9,84	12,92
34	4	4,92	10,02
35	0	0	5
36	2	2,46	8,85
38	0	0	5,25
49	5	6,15	7,96
51 a 57	0	0	5,59
52	2	2,46	5,62
56	4	4,92	6
71	0	0	5,12
72	0	0	5,66
73	0	0	5,59
74	0	0	5,26
75	0	0	5,13
76	0	0	5
77	2	2,46	7,48
78	1	1,23	5,62
79	0	0	5
80	0	0	6,65

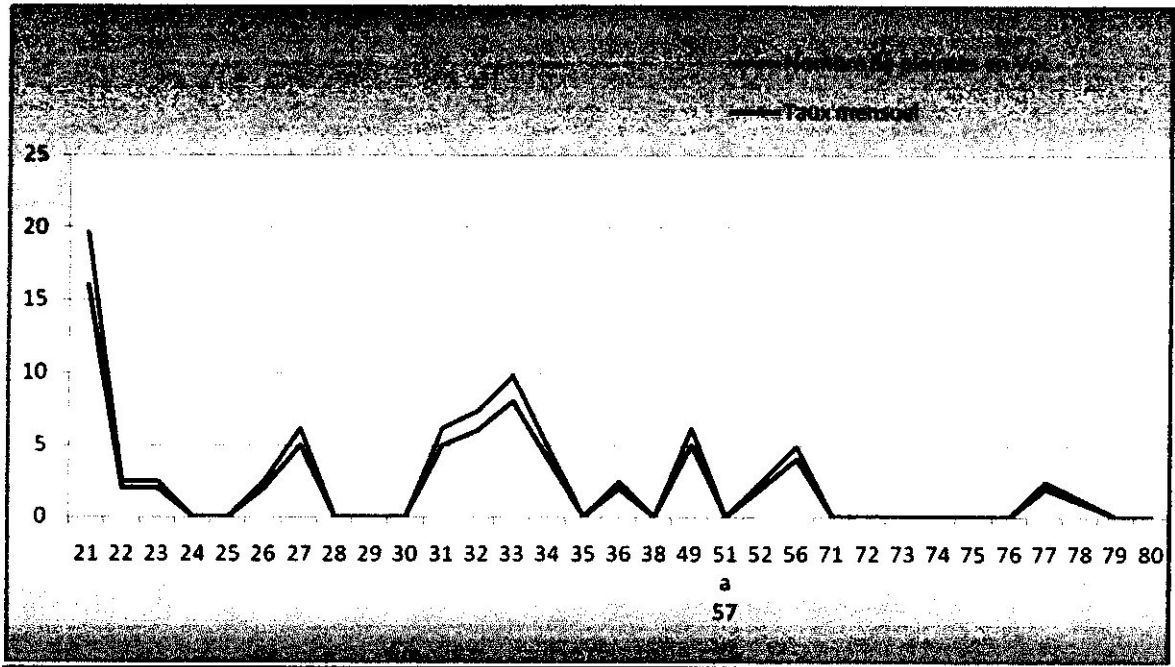


Figure 26 : Nombre de plainte et le taux mensuel d'indisponibilité de tous les chapitres ATA (21-80) pour le mois d'Août en vol

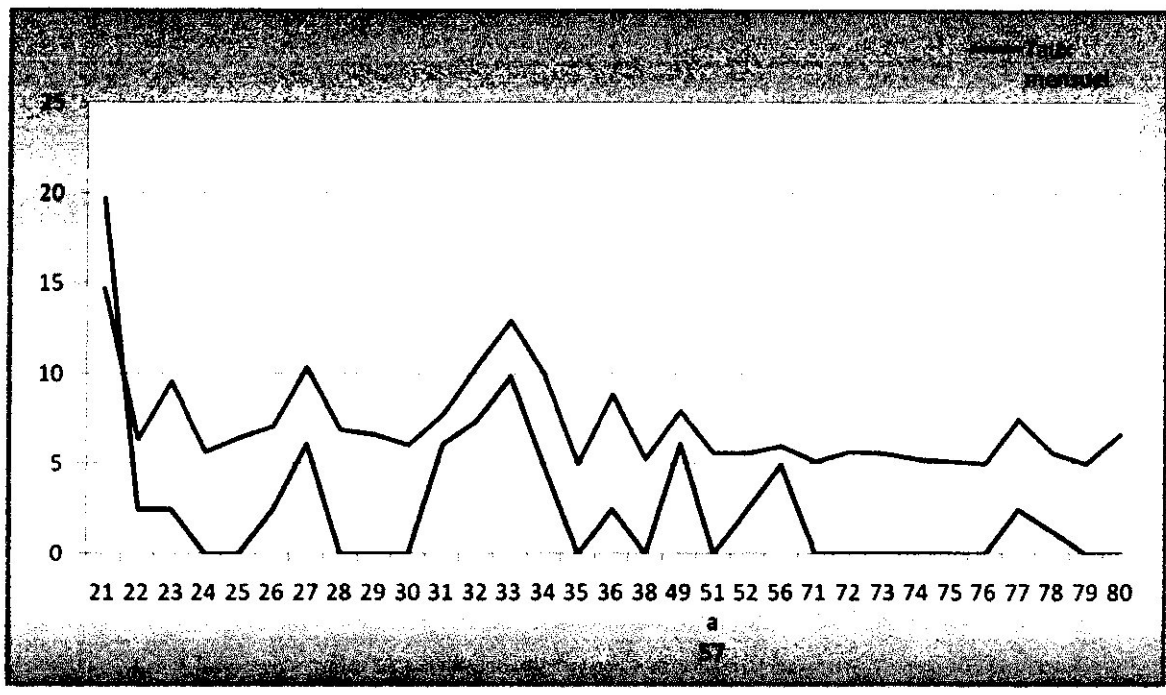


Figure 27 : Taux mensuel d'indisponibilité en comparaison avec taux d'alerte en fonction de chaque ATA (21 à 80) pendant le mois d'Août en vol

Tableau 20 : le nombre de plainte marqué et les taux mensuel d'indisponibilité Pour le mois de Septembre de l'année 2008

ATA-100	Nombre de plaintes en Vol (Septembre 2008)	Taux mensuel (Septembre 2008)	Taux d'alerte (Septembre 2008)
21	7	9,86	14,76
22	5	7,04	6,37
23	3	4,23	9,57
24	0	0	5,65
25	0	0	6,47
26	3	4,23	7,12
27	3	4,23	10,37
28	1	1,41	6,88
29	1	1,41	6,63
30	4	5,63	6,04
31	5	7,04	7,72
32	5	7,04	10,36
33	9	12,68	12,92
34	15	21,13	10,02
35	0	0	5
36	4	5,63	8,85
38	1	1,41	5,25
49	3	4,23	7,96
51 a 57	0	0	5,59
52	2	2,82	5,62
56	4	5,63	6
71	0	0	5,12
72	0	0	5,66
73	2	2,82	5,59
74	0	0	5,26
75	0	0	5,13
76	0	0	5
77	0	0	7,48
78	3	4,23	5,62
79	1	1,41	5
80	0	0	6,65

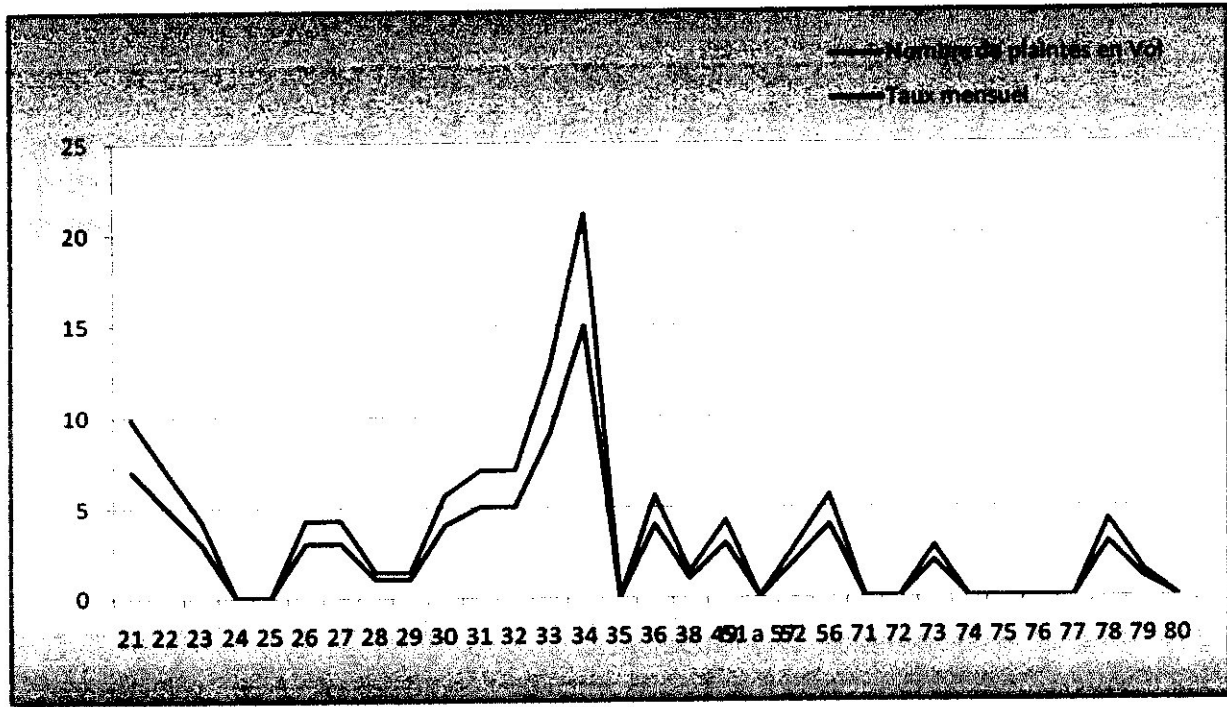


Figure 28 : nombre de plainte en comparaison avec le taux mensuel d'indisponibilité en fonction de chaque ATA (de 21 à 80) pendant le mois de Septembre en vol

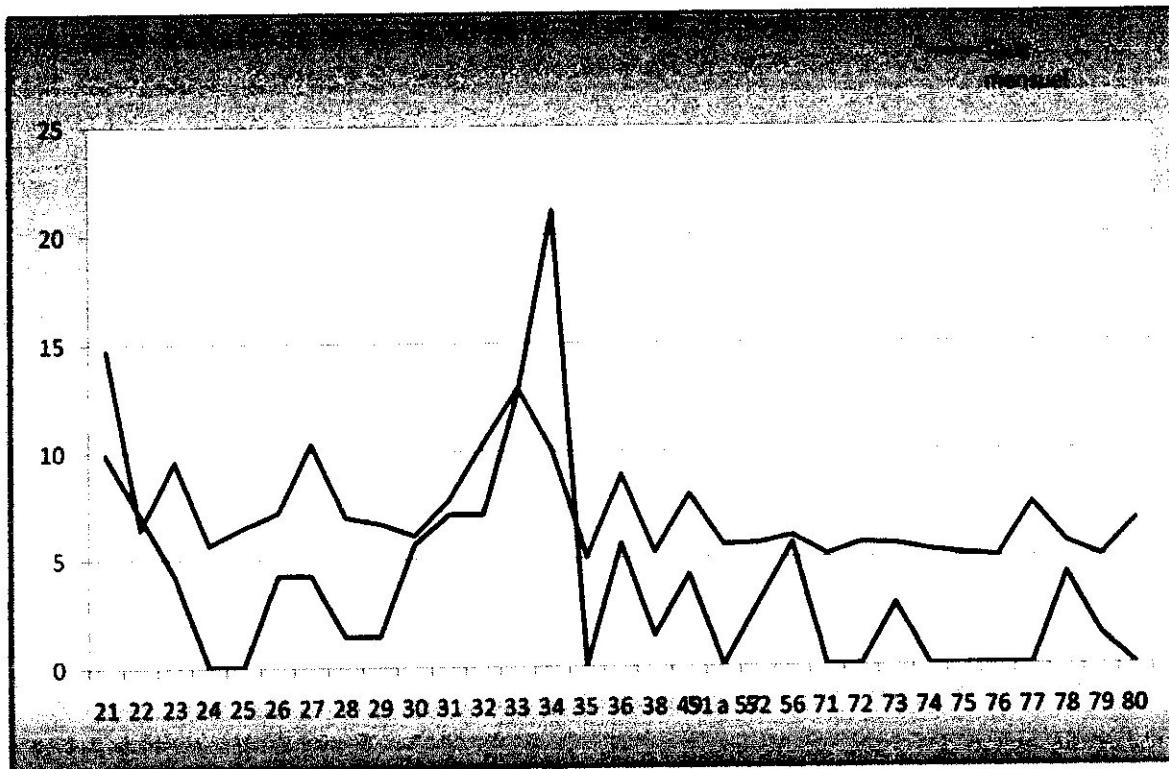


Figure 29 : taux mensuel d'indisponibilité en comparaison avec taux d'alerte en fonction de chaque ATA (21 à 80) pendant le mois de Septembre en vol.

5.2.1.5.2. Nombre de plainte au sol :

Tableau 21 : Nombre de plainte au sol

Année 2008	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT
Nombre de Plaintes au Sol	20	12	7	16	12	27	18	15	20

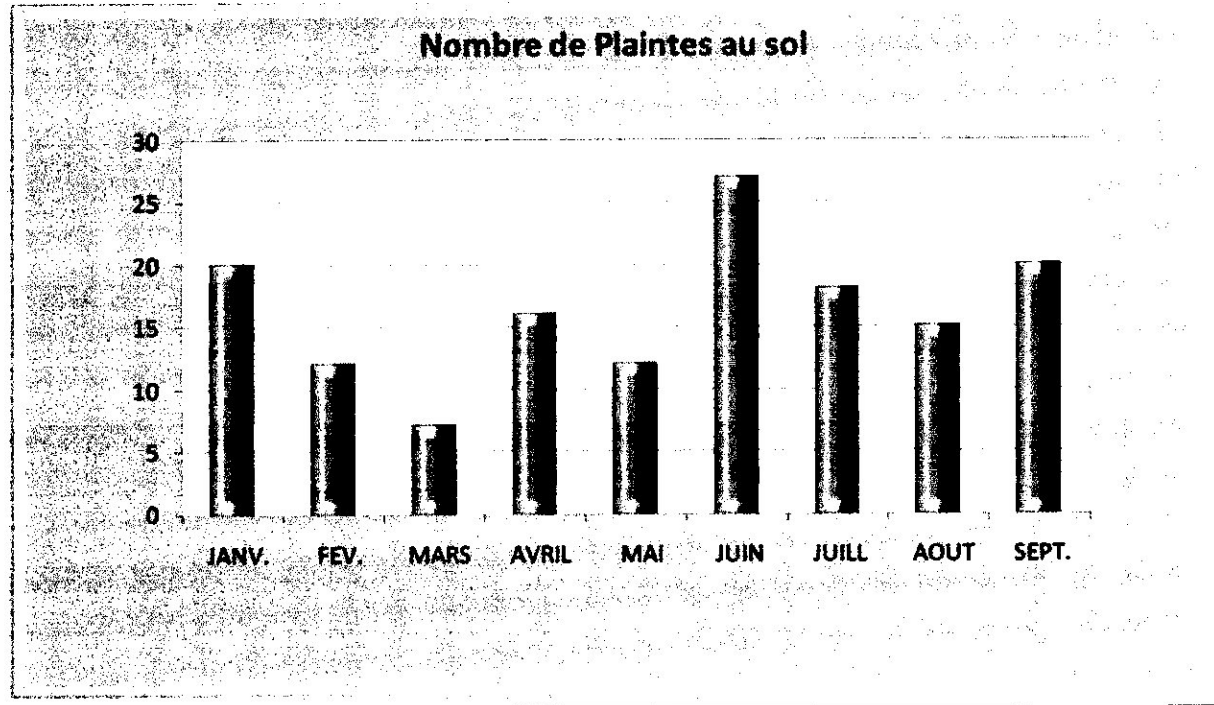


Figure 30 : Nombre de Plaintes au sol pendant les trois trimestres

Interpretation du graphe :

i-compris le nombre de plaintes en vol, le nombre de plaintes au sol durant les trois trimestres de l'année 2008 marque son maximum en mois de juin.

Le tableau ci-dessous represente le nombre de plainte par chapitre ATA pour chaque système.

Dans le rapport de fiabilité présenté par la compagnie AIR-ALGERI de l'année 2008 on trouve les raisons du depassement du taux d'alerte de chacun de ces ATA ayant causées d'indisponibilité.

Tableau 22 : Taux par 1000 décollages au sol

Année 2008	Taux par 1000 Décollage au Sol
JANV.	36
FEV.	21
MARS	9
AVRIL	20
MAI	14
JUIN	34
JUILL.	25
AOUT	18
SEPT.	28

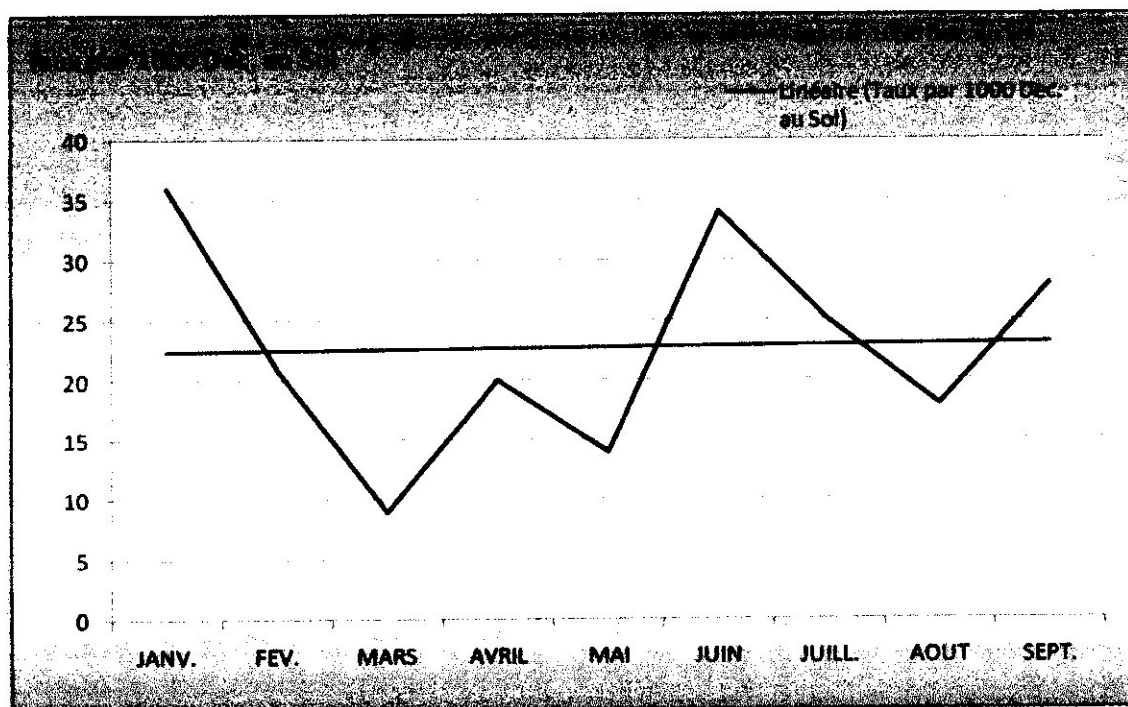


Figure 31 : Taux par 100 décollages au sol

Tableau 23 : plaintes des systèmes au sol

ATA-100	Système	Juil. 2008		Aout 2008		Sept 2008		Taux d'alerte
		Nombre de plaintes au sol	Taux mensuel	Nombre de plaintes au sol	Taux mensuel	Nombre de plaintes au sol	Taux mensuel	
21	Conditionnement d'air	0	0	1	1,23	1	1,41	6,99
22	Pilote automatique	0	0	0	0	0	0	5,11
23	Communications	0	0	1	1,23	1	1,41	8,05
24	Génération électrique	0	0	0	0	1	1,41	6,37
25	Equipements	0	0	0	0	1	1,41	5,24
26	Protection contre l'incendie	1	1,37	1	1,23	0	0	7,33
27	Commandes de vol	2	2,47	2	2,46	1	1,41	6,13
28	Carburant	0	0	0	0	0	0	5,23
29	Génération hydraulique	0	0	0	0	0	0	5,57
30	Protection contre givre et pluie	1	1,37	0	0	0	0	5,78
31	Instruments	0	0	4	4,92	4	5,63	5,91
32	Atterrisseur	2	2,74	2	2,46	1	1,41	8,02
33	Eclairage	4	5,48	2	2,46	2	2,82	9,24
34	Navigation	1	1,37	0	0	0	0	6,29
35	Oxygène	0	0	0	0	0	0	5,23
36	Circuit pneumatique	1	1,37	0	0	1	1,41	6,11
38	Eau / Eau usée	1	1,37	0	0	0	0	5,12
49	A.P.U	0	0	2	2,46	4	5,63	5,84

51 a 57	Structure	0	0	0	0	0	0	5,36
52	Portes	0	0	0	0	0	0	5,33
56	Hublot	0	0	0	0	0	0	5,27
71	Groupe propulseur	0	0	0	0	0	0	5,38
72	Moteur	0	0	0	0	0	0	5,13
73	Circuit carburant et commandes	0	0	0	0	0	0	5
74	Allumage	2	2,47	0	0	0	0	5
75	Air	0	0	0	0	0	0	5,25
76	Commandes moteur	0	0	0	0	0	0	5
77	Contrôle moteur	0	0	0	0	0	0	5,48
78	Echappement	3	4,11	0	0	3	4,23	5,5
79	Lubrification	0	0	0	0	0	0	5
80	Démarrage	0	0	0	0	0	0	5,64
Total		18	25	15	18	20	28	31,9

D'après ce tableau on peut extraire plusieurs petits tableaux pour schématiser d'une façon plus claire et simple des taux mensuel et taux d'alerte.

Par exemple pour le cas au sol on fait un tableau pour chaque mois (Juillet-Aout-Septembre) séparément et on dessine le graphe du nombre de plainte et le taux mensuel d'indisponibilité et le graphe du taux mensuel avec le taux d'alerte pour voir la valeur de l'écart que font entre eux.

Tableau 24 : Nombre de plaintes marquées, les taux mensuel et le taux d'alerte d'indisponibilité Pour le mois de Juillet 2008

ATA-100	Nombre de plaintes au sol	Taux mensuel	Taux d'alerte
21	0	0	6,99
22	0	0	5,11
23	0	0	8,05
24	0	0	6,37
25	0	0	5,24
26	1	1,37	7,33
27	2	2,47	6,13
28	0	0	5,23
29	0	0	5,57
30	1	1,37	5,78
31	0	0	5,91
32	2	2,74	8,02
33	4	5,48	9,24
34	1	1,37	6,29
35	0	0	5,23
36	1	1,37	6,11
38	1	1,37	5,12
49	0	0	5,84
51 a 57	0	0	5,36
52	0	0	5,33
56	0	0	5,27
71	0	0	5,38
72	0	0	5,13
73	0	0	5
74	2	2,47	5
75	0	0	5,25
76	0	0	5
77	0	0	5,48
78	3	4,11	5,5
79	0	0	5
80	0	0	5,64

35	0	0	5,23
36	0	0	6,11
38	0	0	5,12
49	2	2,46	5,84
51 a 57	0	0	5,36
52	0	0	5,33
56	0	0	5,27
71	0	0	5,38
72	0	0	5,13
73	0	0	5
74	0	0	5
75	0	0	5,25
76	0	0	5
77	0	0	5,48
78	0	0	5,5
79	0	0	5
80	0	0	5,64

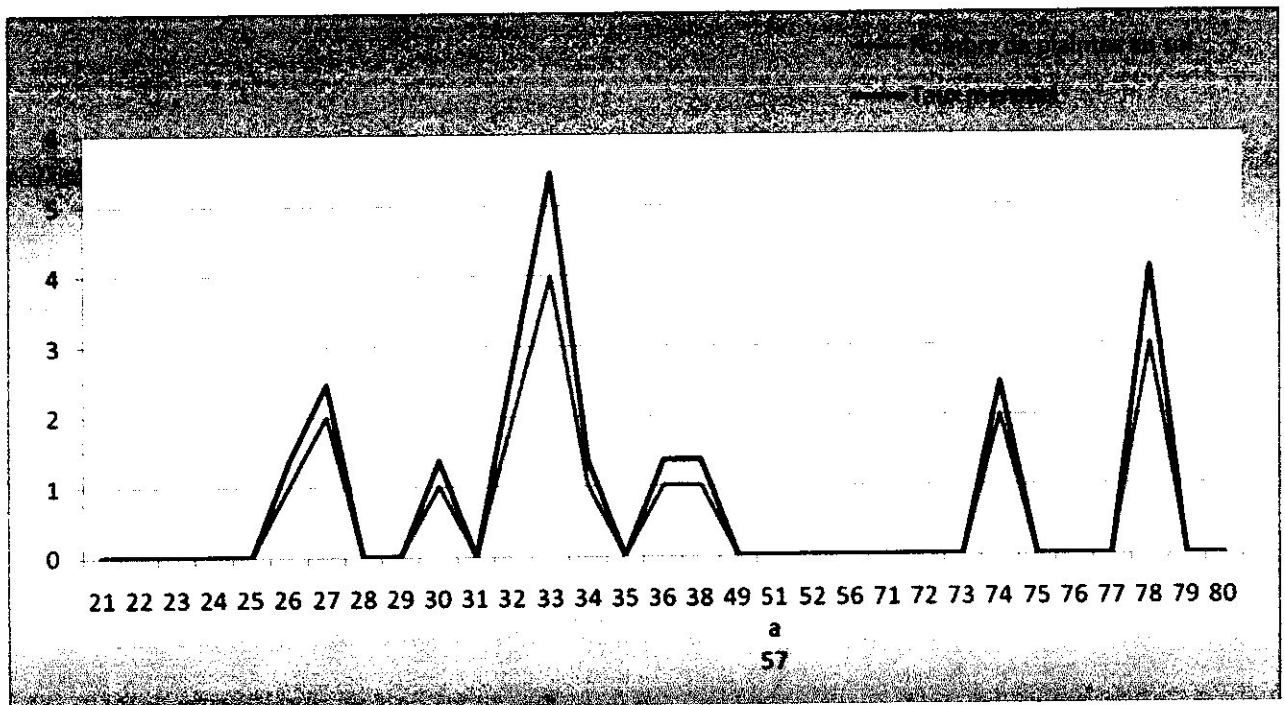


Figure 34 : Nombre de plainte et le taux mensuel d'indisponibilité de tous les chapitres ATA (21-80) pour le mois d'Aout

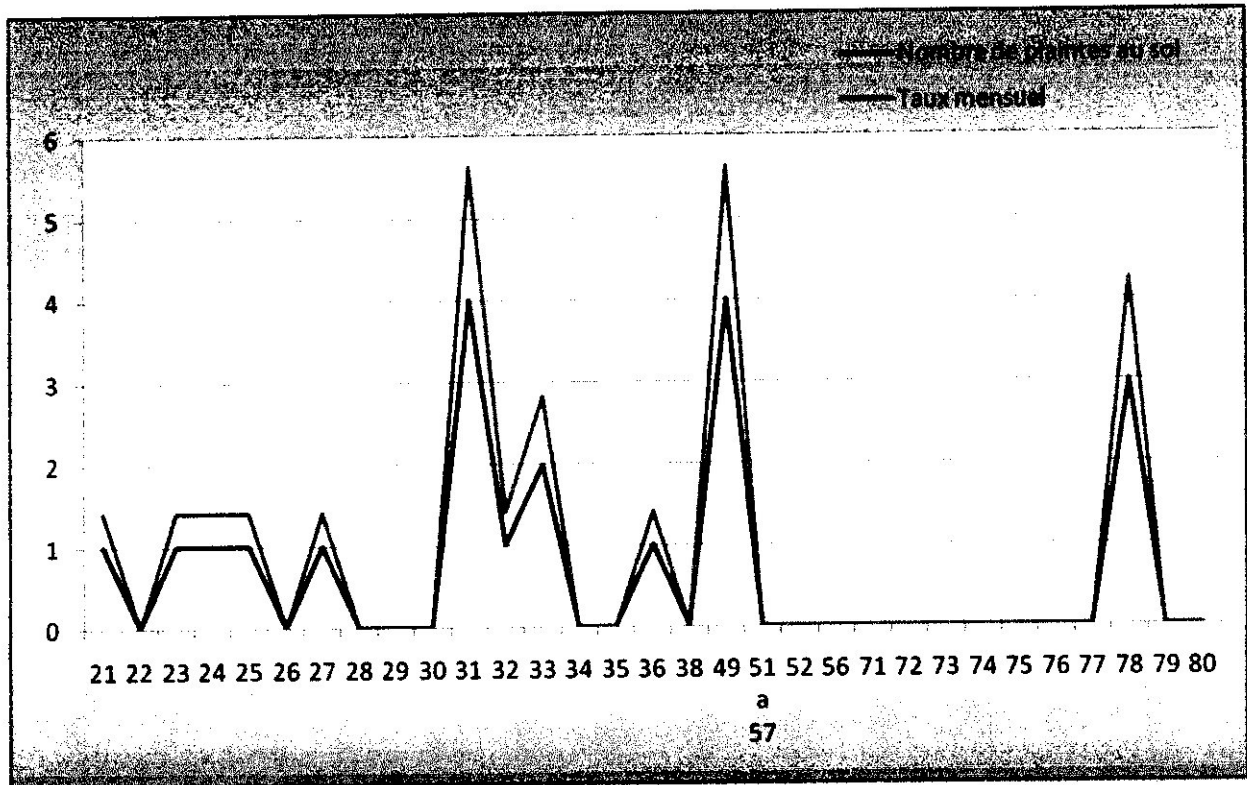


Figure 36 : nombre de plainte en comparaison avec le taux mensuel d'indisponibilité en fonction de chaque ATA (de 21 à 80) pendant le mois de Septembre.

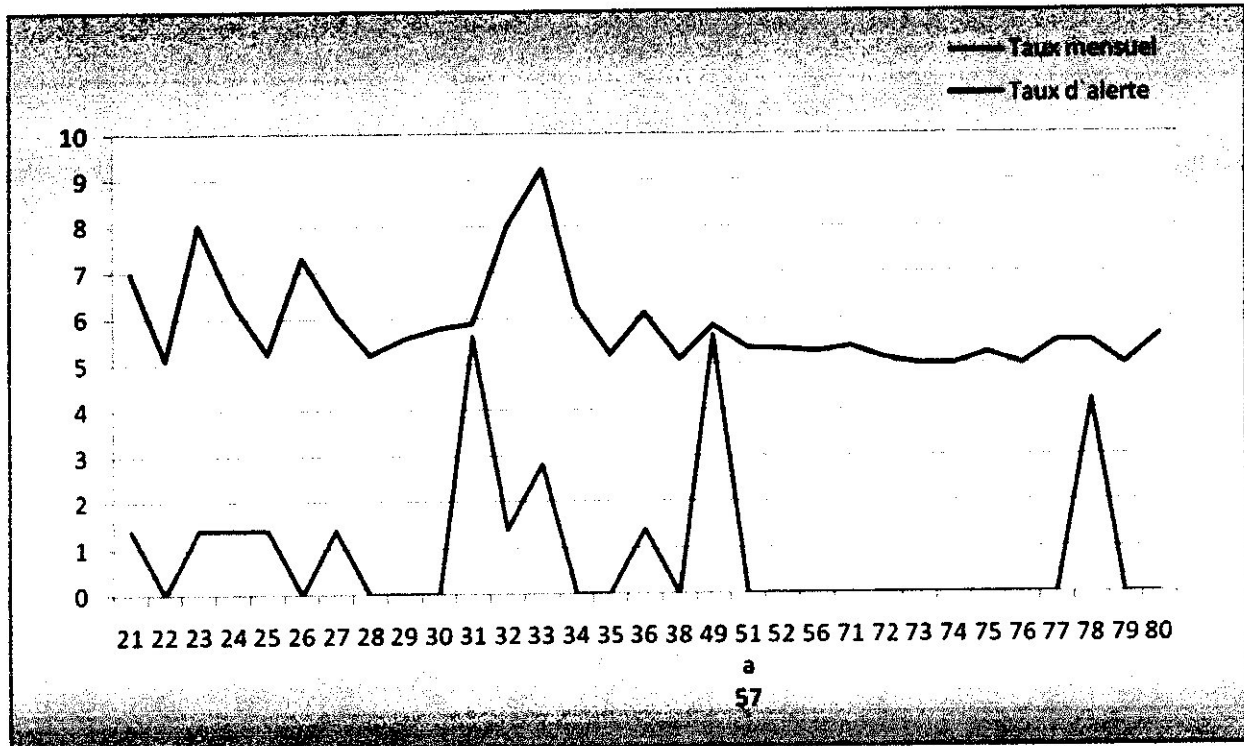


Figure 37 : taux mensuel d'indisponibilité en comparaison avec taux d'alerte en fonction de chaque ATA (21 à 80) pendant le mois de Septembre.

Comparaison entre le nombre de plainte en vol et au sol :

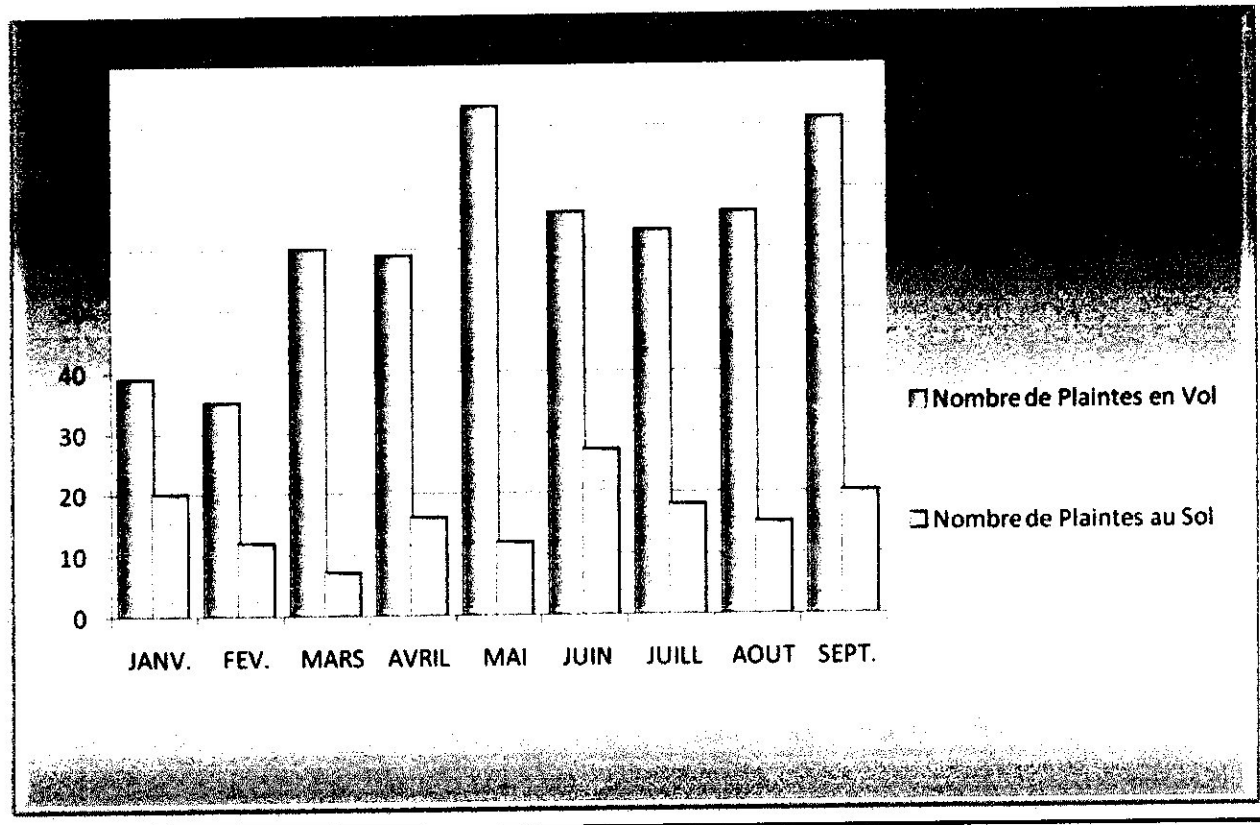


Figure 38 : comparaison entre le nombre de plainte en vol avec celui au sol durant l'année 2008

Interprétation des graphes :

Le nombre de plaintes présentés en vol varient entre 25 et 81 en comparant avec celle marquées en sol qui ne dépasse pas les 27 plaintes, ça explique clairement que pendant le voyage l'avion est exposée à plusieurs pannes ou problèmes marquées par le pilote, après l'atterrissage l'avion va avoir une visite ou inspection préventives pour éliminer toutes les pannes survenues au cours du vol à fin de mettre l'avion en état disponible en service l'exploitation.

5.2.1.6. Taux par 1000 décollages en vol et au sol :

Tableau 27 : Taux par 1000 décollages en vol et au sol

Année 2008	JANV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT
Taux par 1000 décollages en vol	36	9	20	14	34	25	18	28
Taux par 1000 décollages au Sol	1,21	1,62	1,71	0	0,86	1,04	0,93	4,19

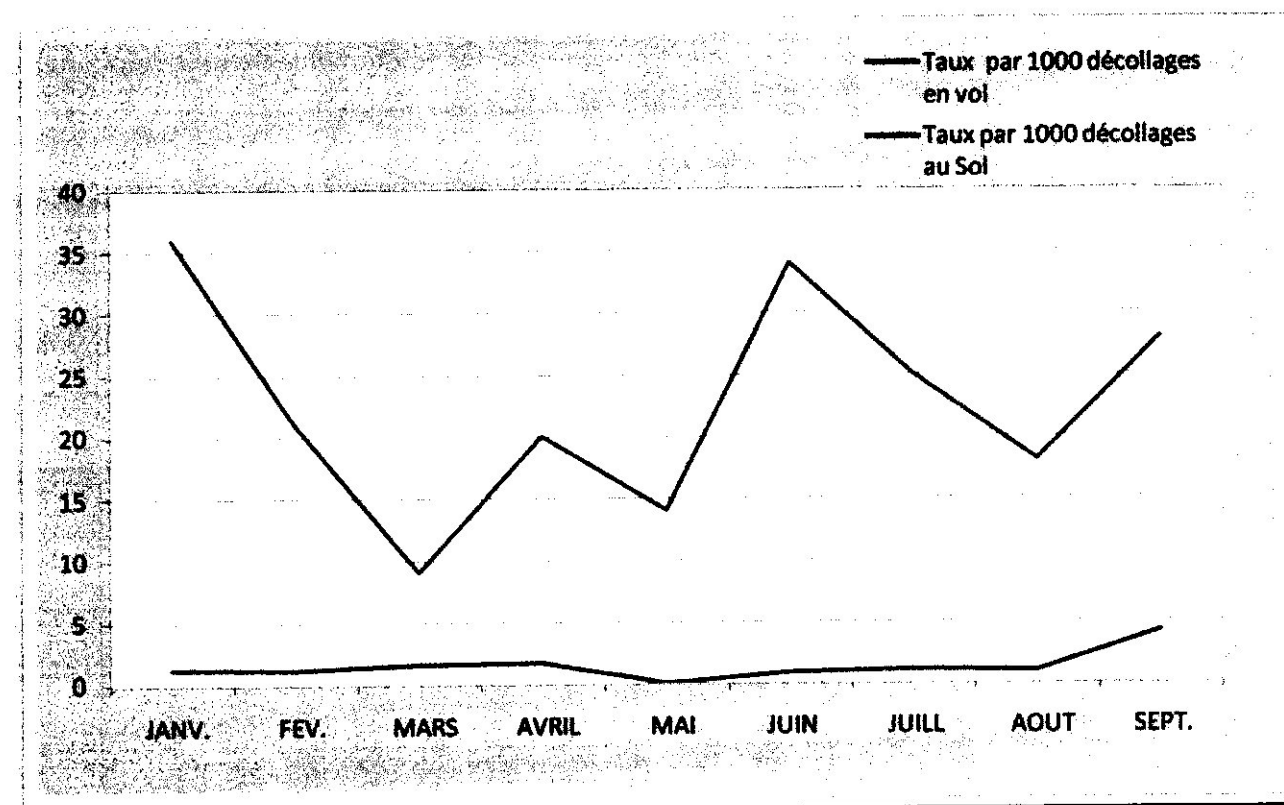


Figure 39 : Taux par 1000 décollages en vol en comparaison avec le taux par 1000 décollages au sol

Interprétation du graphe :

En comparant les deux taux par 1000 décollages, un grand écart est calculé. La plus part des taux sont marqués en vol qu'au sol.

5.2.1.7. Nombre d'incidents Techniques :

Tableau 28 : Nombre d'incidents Techniques

Année 2008	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT
Nombre d'incidents Techniques	1	1	2	2	0	1	1	1	4

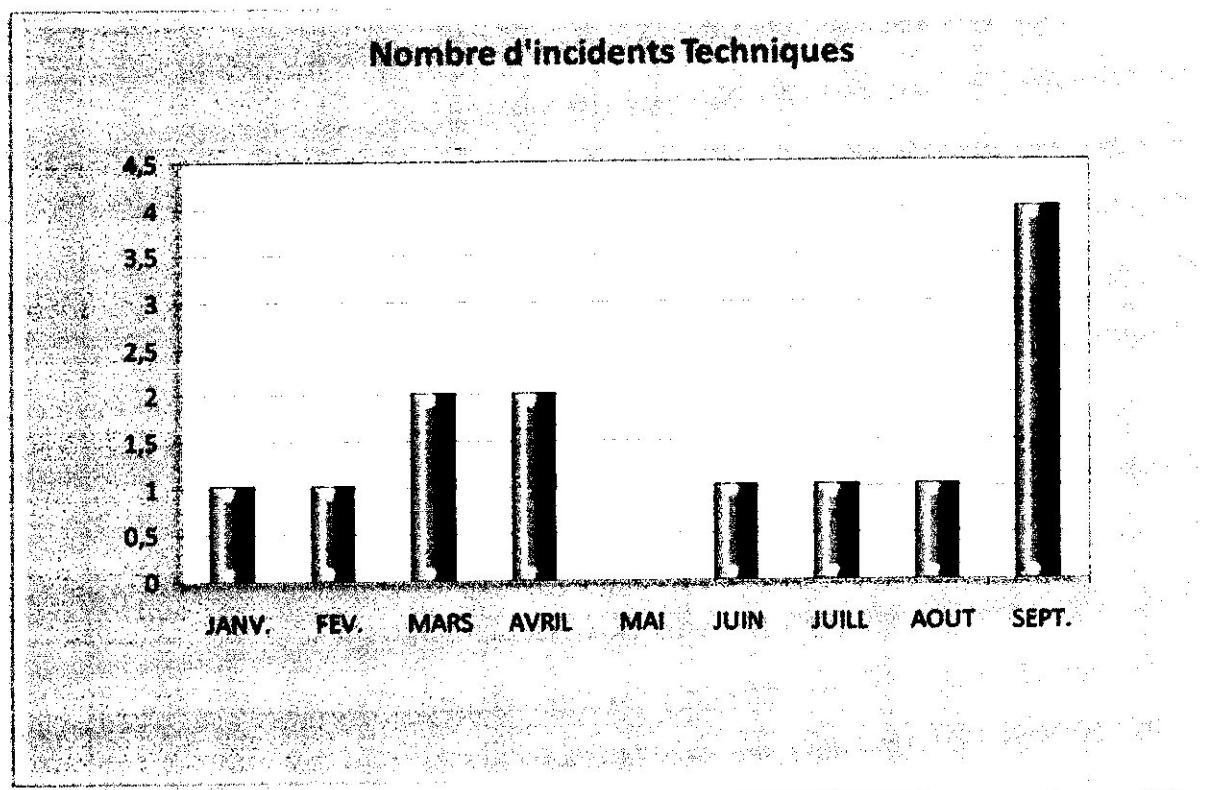


Figure 40 : Nombre d'incidents techniques marqués durant les trois trimestres de l'année 2008

Interprétation du graphe :

Le nombre d'incidents garde un certain niveau qui vari entre 0et 4.le mois de septembre marque toujours le plus grand nombre et cela du aux pannes survenu sur les systèmes ou les chapitres des équipements d'avion.

5.2.1.8. Taux par 1000 heures de vol :

Tableau 29 : Taux par 1000 heures de vol

Année 2008	JANV	FEV	MARS	AVRI L	MA I	JUI N	JUILL	AOUT	SEPT
Taux par 1000 HDV	1,21	1,12	1,62	1,71	0	0,86	1,04	0,93	4,19

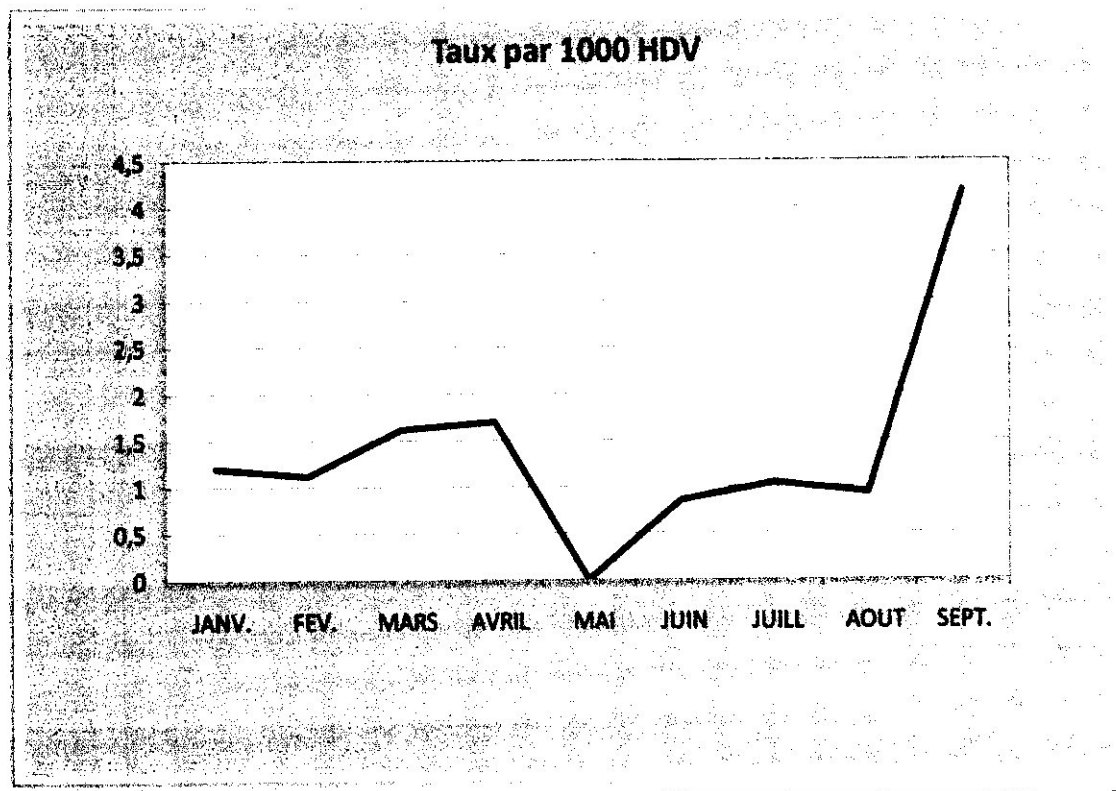


Figure 41 : Taux par heures de vol durant les trois trimestres de l'année 2008

Interprétation du graphe :

i-compris le nombre d'incidents techniques, le taux par 1000 heures de vol marque une grande valeur dans le mois de septembre à cause de la fatigue que l'avion a subi et qui est due aux pannes survenues sur ses systèmes pendant la période de son exploitation.

5.2.2. Analyse Pareto des taux de défaillance (indisponibilité) pour le troisième trimestre de l'année 2008 :

Tableau 30 : Taux d'indisponibilité mensuel en % pour chaque ATA pour le mois de juillet



78	6,85
22	9,59
21	27,98

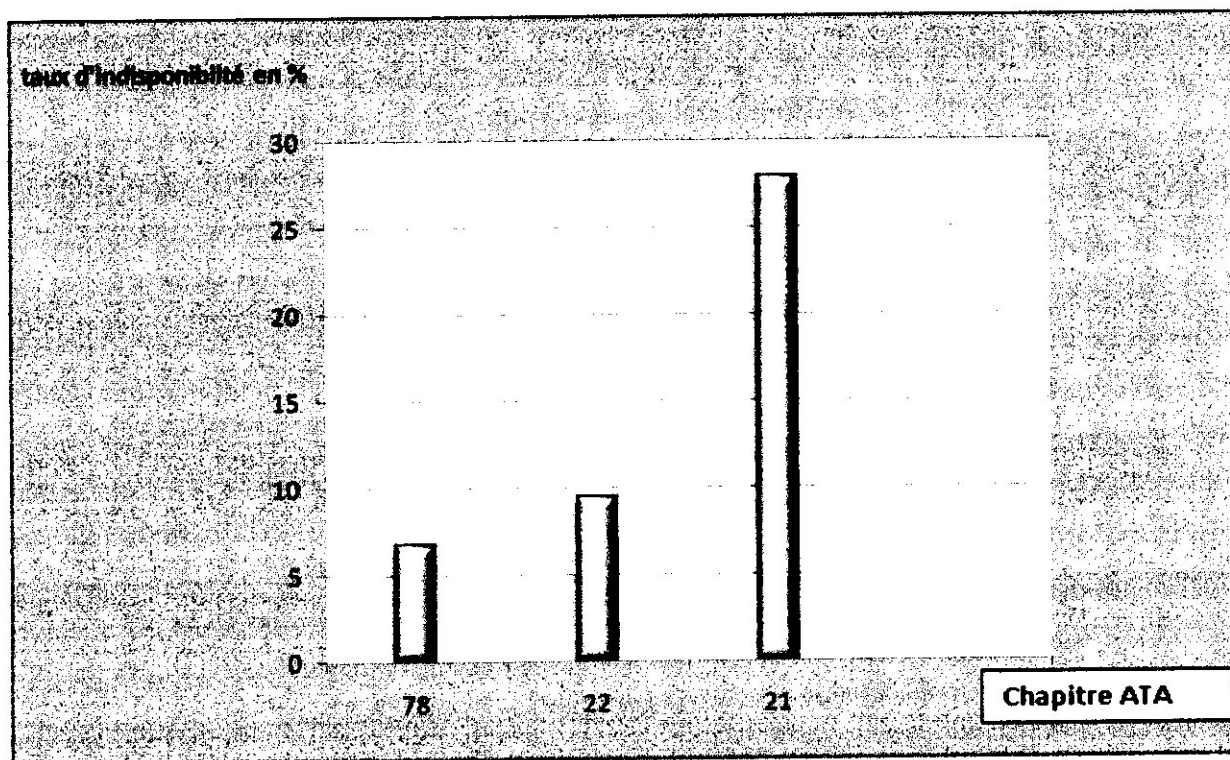


Figure 42 : Taux d'indisponibilité en % par chapitre ATA pour le mois de juillet

Interprétation du graphe :

Le chapitre ATA 21 présente le plus grand taux d'indisponibilité pour le mois de juillet de l'année 2008, ce taux mensuel dépasse le taux d'alerte d'une valeur de 12.64 %.

Tableau 31 : Taux d'indisponibilité total en % pour le 3ème trimestre de l'année 2008 pour chaque ATA.

21	27,98	19,68	0	47,66
22	9,59	0	7,04	16,63
34	0	0	21,13	21,13
78	6,85	0	0	6,85

Tableau 32 : Taux d'indisponibilité en % pour le 3eme trimestre

21	47,66
22	16,63
34	21,13
78	6,85

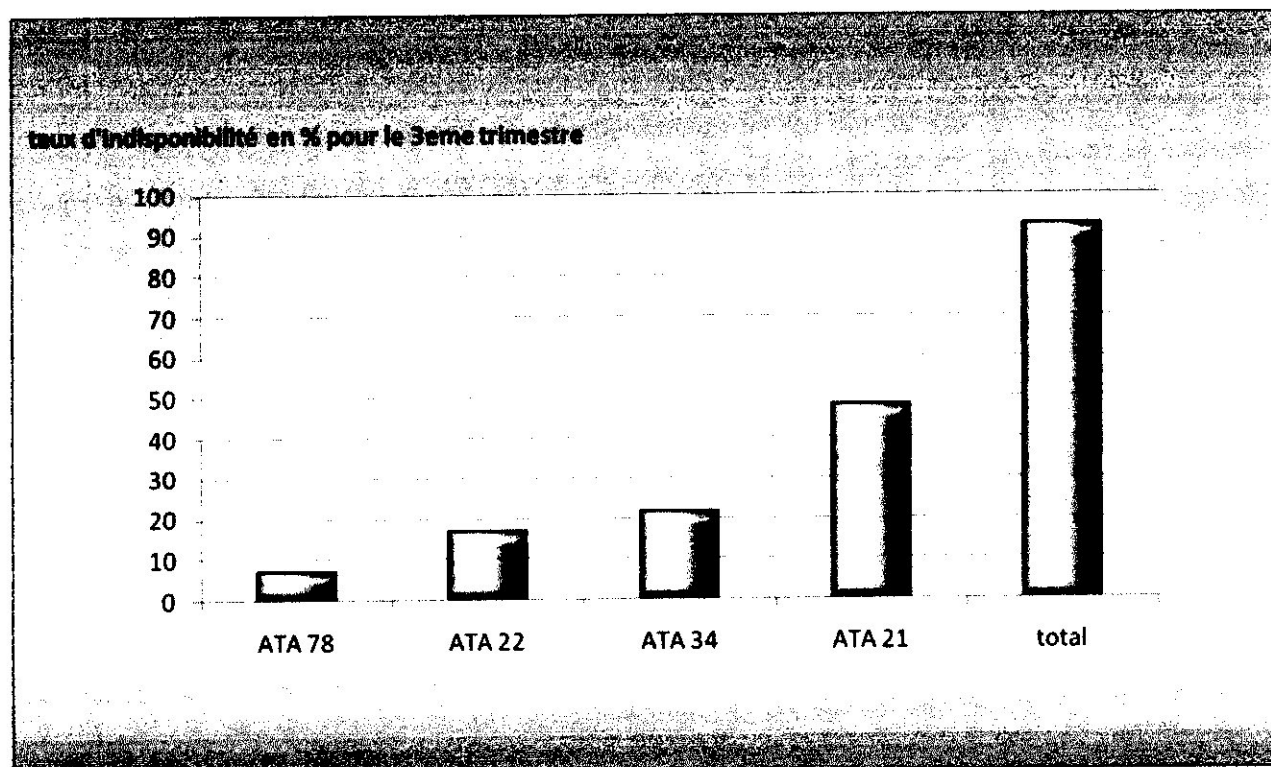


Figure 43 : le taux d'indisponibilité en % pour le troisième trimestre des chapitres ATA 21, 22,34 et 78

Procédure de calculs :

Pour les trois mois (Juillet-Aout-Septembre) on suppose toujours 100 % de défaillance (indisponibilité) d'un Equipement est survenu, et pour notre cas, on a pour les trois mois cités ; 92.27% de défaillance survenu en sommant les pourcentages de toutes les indisponibilités de tout les ATA. Puis, on calcule le pourcentage de chaque ATA par rapport au pourcentage 92.27%.

Finalement on fait l'approche de chaque pourcentage par ATA au diagramme de Pareto à fin de trouver l'équipement le plus défaillant pendant le troisième trimestre.

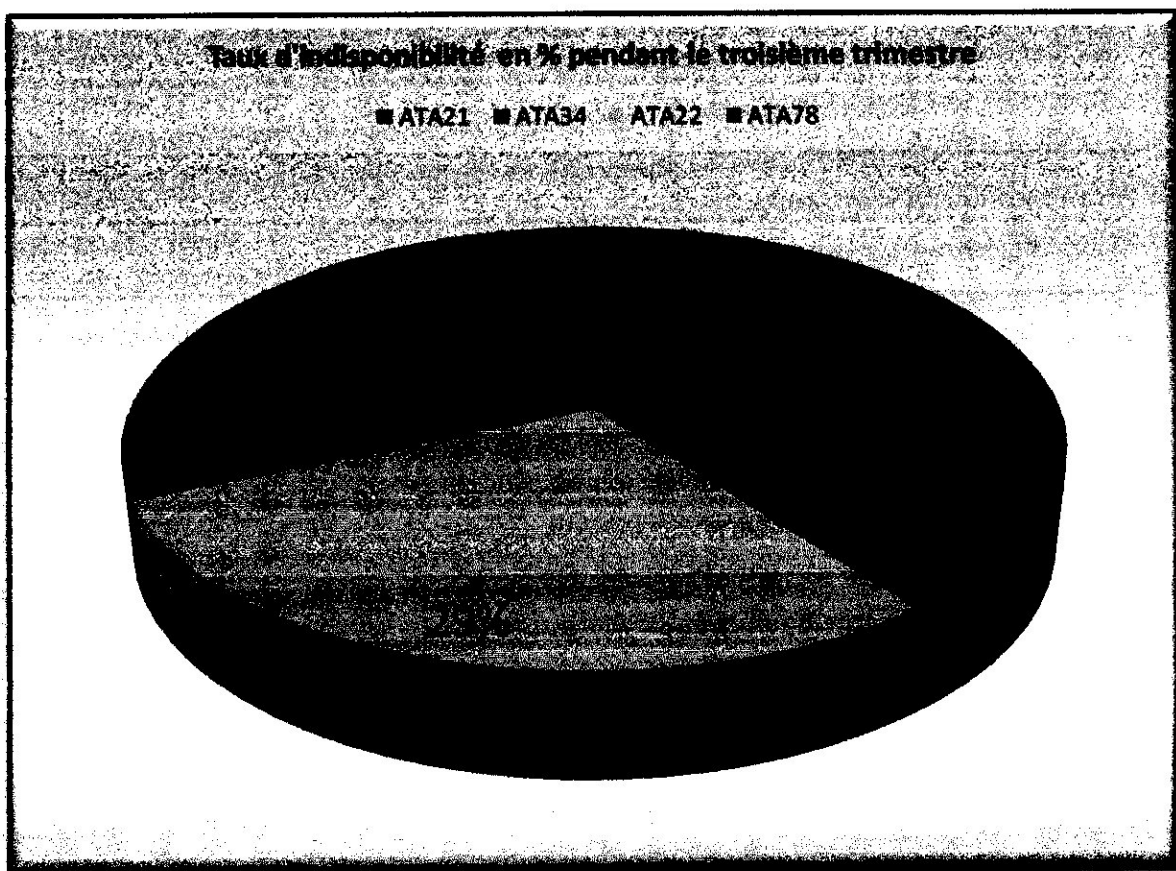


Figure 44 : Secteur qui montre les taux d'indisponibilité en % pendant le troisième trimestre de l'année 2008 pour les chapitres défaillants ATA 21, 22, 34 et 78.

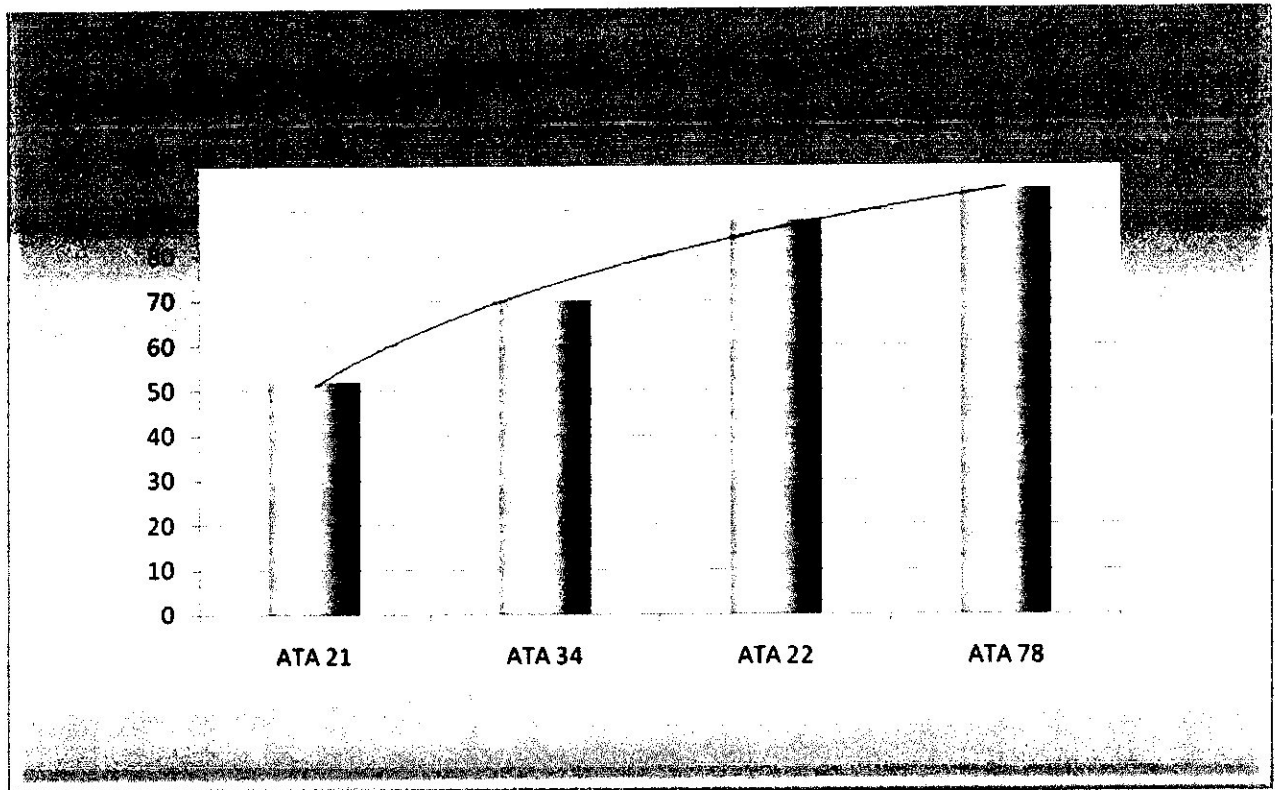


Figure 45 : digramme Pareto pour le chapitre marquant une indisponibilité durant le troisième trimestre de l'année 2008

Interprétation du graphe :

Pour la zone A : l'ATA 21 cause le maximum des d'indisponibilités avec un pourcentage de défaillance de 51.65 % de la défaillance totale de tous les ATA pendant le troisième trimestre de l'année 2008.

Pour la zone B : l'ATA 22 et 34 causent une indisponibilité moyenne avec un pourcentage de défaillance de 18.02% et 22.9% de la défaillance totale de tous les ATA pendant le troisième trimestre de l'année 2008.

Pour la zone C : l'ATA 78 causent un minimum d'indisponibilité avec un pourcentage de défaillance de 7.42% de la défaillance totale de tous les ATA pendant le troisième trimestre de l'année 2008.

Alors les chapitres ATA 21,22 et 34 sont les plus indisponibles pendant cette période en comparant avec le chapitre 78.

Conclusion:

Analyse d'indisponibilité des statistiques de fiabilité des trois premiers trimestres de l'année 2008 pour AIR-ALGERIE fait classer les systèmes défaillant durant cette période selon leurs taux de défaillances des avions en exploitation en terme de nombre de retards techniques, le taux de retards technique > 15 min en pourcentage, index de régularité technique en pourcentage, durée des retards techniques, nombre de plaintes, nombre d'incidents techniques.

Cette analyse présente un nombre très important d'information suffisant aux techniciens et ingénieurs pour qu'ils appliquent des taches précises de maintenant, suivant les AMM, pour mettre en état de service le système aux meilleurs délais qu'ils peuvent.

Conclusion générale :

La sécurité et la fiabilité exigent des compétences variées de la part des nouveaux acteurs de la fonction maintenance, c'est pour quoi des analyses des défaillances des équipements et systèmes sont obligatoires comme celle présentées dans notre projet à fin de détecter les systèmes qui causent plus d'indisponibilité, et essaiera de les diminuer en les classant selon leur criticité suivant une échelle normalisée.

Notre travail nous a porté beaucoup d'information concernant l'exploitation la disponibilité et l'indisponibilité survenues sur les systèmes de chapitre 21, 22, 34 et 78, de l'avion de type Boeing 737-600 de l'année 2008 pendant les trois premiers trimestres pour la flotte AIR-ALGERIE. Cette période semble présenter une croissance constante des taux de défaillance pour doubler au bout des neuf mois. L'exploitation devient plus intense et la défaillance augmente. Elles concernent exclusivement les chapitres 21(Conditionnement d'air) et 34 (Navigation). Leurs causes de défaillance sont motionnées dans le rapport de fiabilité mis à notre disposition par la compagnie AIR-ALGERIE, mais les statistiques de fiabilité et d'exploitation qu'il porte sont insuffisants pour notre étude et aussi pour faire des analyses des statistiques plus détaillées et plus efficaces en raison d'extraire les problèmes qui causent les défaillances des matériels et par conséquence, valoriser le niveau d'exploitation, de disponibilité et de fiabilité des appareils mis en service par la flotte pendant l'année.

Aussi les d'ouvrage et de références bibliographie consternant notre thème étaient insuffisant et présentent un manque au niveau de nos bibliothèques, ce qui nous causé un empêchement et un retard pour mieux enrichir notre recherche bibliographique. Le livre de « Maintenance Basée Sur la Fiabilité » de Gille Zwingelstein présente a été notre référence de base pour notre mémoire.

Bibliographie

- [1] G. Zwingelstein «la maintenance basée sur la fiabilité » Hermes, 1996, paris.

- [2] V. Zille : Modélisation et évaluation des stratégies de maintenance Complexes sur des systèmes multi-composants. Thèse de doctorat, L'université de Technologie de Troyes, janvier 2009.

- [3] Dounia TAZI : externalisation de la maintenance et ses impacts sur la sécurité dans les industries de procédés. Thèse de doctorat, l'université de Toulouse, décembre 2008.

- [4] J.VALLON : Introduction à l'étude de la fiabilité des cellules de commutation à IGBT sous fortes contraintes. Thèse de doctorat, l'université de Toulouse, Décembre 2003.

- [5] Eugène : Analyse des données de retour d'expérience pour l'organisation de la maintenance des équipements de production des PME/PMI dans le cadre de la MBF (MAINTENANCE BASEE SUR LA FIABILITE), L'université Louis Pasteur de Strasbourg, Décembre 2004.

- [6] M.L.BOUANAKA: contribution à l'amélioration des performances opérationnelles des machines industrielles, Université de Constantine, 2009.

- [7] technique d'ingénieur S 8 250 : sûreté de fonctionnement des systèmes industriels complexes, Bibliothèque centrale de l'université de Blida.

ANNEXE

Rapport de Fiabilité pour l'avion de type Boeing 737-600 de la flotte
AIR-ALGERIE

Notations

AFNOR	Association Française de Normalisation
AMDE	Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets \Leftrightarrow <i>FMEA</i>
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets et de leurs Criticité= <i>FMECA</i>
FMECA	Failure Mode, Effects and Criticality Analysis
ATA	Association des Transporteurs Aériens
FAA	Federal Aviation Agency
TMAP	Temps Moyen de Fonctionnement Avant la Première défaillance (<i>MTTF</i>)
MTTF	Mean Time To Failure
TMED	Temps Moyen de Fonctionnement Entre Défaillances \Leftrightarrow <i>MTBF</i>
MTBF	Mean operating Time Between Failures
TMRS	Temps Moyen de Reparation en service \Leftrightarrow <i>MTTR</i>
MTTR	Mean Time To Repaire/Restoration
TMD	Temps moyen de Disponibilité \Leftrightarrow <i>MUT</i>
MUT	Mean Up Time
TMI	Temps Moyen d'indisponibilité \Leftrightarrow <i>MDT</i>
MDT	Mean Down Time
MBF	Maintenance Basée sur la Fiabilité \Leftrightarrow <i>RCM</i>
RCM	Reliability Centred Maintenance
MSG	Maintenance Steering Group