

UNIVERSITÉ DE SAAD DAHLEB BLIDA
FACULTÉ DES SCIENCES DE L'INGÉNIEUR
DÉPARTEMENT D'AÉRONAUTIQUE DE BLIDA



Projet de fin d'étude pour l'obtention d'un diplôme
d'ingénieur d'état en Aéronautique

OPTION :

« Opération Aérienne »

Thème :

**ÉVALUATION DE LA CAPACITÉ
AÉROPORTUAIRE :
AÉROPORT D'ALGER
« HOUARI BOUMEDIENE »**

Présenté par :

- M^{elle} DJAMAKEBIR SAMIA

Promoteur :

- M^r BENAÏSSA (Enseignant à l'institut)

Co-promoteur :

- M^r SEDDIK (DSA ALGER "ENNA")

Promotion :

2003 - 2004

RESUME

Afin d'évaluer la capacité aéroportuaire de l'aéroport d'Alger « Houari Boumediene », nous avons procédé :

D'abord à la prévision du trafic en utilisant la Méthode de Régression Linéaire Simple et cela pour prévoir le nombre de mouvements avions et de passagers futurs.

À l'étude des capacités pistes « capacité arrivée – capacité départ », en prenant en considération les différentes vitesses d'approche, minima d'espacement dû à la turbulence de sillage, séparation radar, temps d'occupation de piste à l'arrivée et au départ, pour les différentes catégories d'aéronefs.

La détermination des cadences élémentaires et moyennes, et enfin le calcul des capacités horaires (arrivée, départ, mixte).

A déterminer la capacité parking « capacité théorique – capacité opérationnelle », et cela en prenant en considération les différents types de postes de stationnement (chaque catégorie d'aéronefs a un poste de stationnement spécifique), le temps de traitement de chaque type d'appareil, le coefficient d'utilisation des postes.

Prévoir le nombre des postes de stationnement pour le trafic futur.

Nous avons conclu que l'aéroport d'Alger n'est pas un aéroport saturé niveau pistes, et avec l'ouverture de la future aérogare et la réalisation du nouveau parking, on ne connaîtra pas de problème de saturation parking.

REMERCIEMENTS

*Je remercie toutes les personnes ayant contribuées à l'élaboration de ce
modeste travail*

Mr BEN AISSA mon promoteur

*Mr ABD EL OUHAB .Directeur général de l'ENNA qui m'a permis de
faire un stage à l'ENNA*

*Mr SEDDIK .Directeur de la sécurité aéronautique de l'aéroport d'Alger
pour son aide et son soutien durant tout mon stage*

Mr Bergeul. Directeur de l'institut d'aéronautique

*L'ensemble des professeurs de l'institut qui nous ont fait profiter de leur savoir
en aéronautique*

L'ensemble du personnel de la DSA Alger

(Responsables, secrétaires, taxateurs, contrôleurs)

*(M Ben remida , M Boutaoua, M Kheroubi, M Laib, M^{lle} Aoussat, M^{me} Zohra
M^{me} Si Saber, Hasna , Soraya, Yasmine...)*

L'ensemble du personnel de l'EGSA

M Si Saber, M Fezoui, M Mezazigue

Ainsi qu'a

Ma tante Hannifa qui m'a beaucoup aidé.

DEDICACES

Je dédie ce mémoire, à mes très tendres parents qui m'ont soutenu, encouragé et aidé à la réalisation de ce projet.

A mon frère KAMEL a qui je souhaite beaucoup de réussite

A mes sœurs FELLA et NAWEL

A mes grands parents

A la mémoire de mon grand père

A mes tantes et oncles, mes cousins et cousines

A mes amis :

Aïcha, Amel, Amina, Ilhem, Maya, Messaouda

Sam

A mes collègues:

Abbassia, Abd el Kader, Ahlem, Chouaib, Djamil, Djilali, Hatem,

Hichem, Khafida, Sara, Salim, Selma, Meriem

Merci

SOMMAIRE

- INTRODUCTION.....	01
- PRESENTATION DU PROJET.....	02
- OBJECTIF.....	03

PREMIERE PARTIE : GENERALITES

- CHAPITRE 1 : PRESENTATION	page
1. PRESENTATION DE L'ENNA.....	05
2. PRESENTATION DE L'AEROPORT.....	10
3. FLOTTE DE LA COMPAGNIE AIR ALGERIE.....	23
4. TYPE DE TRAFIC FREQUENTANT L'AEROPORT.....	24
5. TRAFIC DE LA JOURNEE TYPE.....	26
6. PROGRAMME ETE 2004.....	28
7. PRESENTATION GRAPHIQUE.....	30

DEUXIEME PARTIE : CAPACITE PISTE

- CHAPITRE 2 : PREVISION DE TRAFIC	
1. METHODE DE PREVISION.....	37
2. PREVISION DE TRAFIC PASSAGER.....	40
3. PREVISION DE TRAFIC AVION.....	53
4. ANALYSE DES DONNEES.....	66

-	CHAPITRE 3 : MINIMA D'ESPACEMENT ET VITESSE D'APPROCHE	
	1. MINIMA D'ESPACEMENT ENTRE DEUX ARRIVEES DUS AUX TURBULENCES DE SILLAGE.....	67
	2. MINIMA D'ESPACEMENT ENTRE DEUX DEPART DUS AUX TURBULENCES DE SILLAGE.....	68
	3. VITESSE D'APPROCHE.....	69
-	CHAPITRE 4 : ETUDE DES CAPACITES PISTES	
	1. SCENARIOS PISTES.....	70
	2. DISTANCES ENTRE SEUIL ET VOIES DE SORTIE.....	71
	3. TEMPS D'OCCUPATION PISTE AU DEPART.....	72
	4. TEMPS D'OCCUPATION PISTE A L'ARRIVEE.....	75
-	CHAPITRE 5 : LES CADENCES	
	1. CADENCES ELEMENTAIRES.....	81
	2. VERROU.....	89
	3. CADENCES MOYENNES.....	90
	4. APPLICATIONS.....	91
-	CHAPITRE 6 : METHODES DE CALCUL DES CAPACITES	
	1. ARRIVEE PRIORITAIRE VUE A ET D.....	101
	2. ARRIVEE PRIORITAIRE VUE A + D.....	105
	3. DEPART PRIORITAIRE VUE D ET A.....	106
	4. DEPART PRIORITAIRE VUE D + A.....	110
-	CHAPITRE 7 : CALCUL DES CAPACITE HORAIRE	
	1. APPLICATION SUR LA PISTE 05 / 23	111
	2. APPLICATION SUR LA PISTE 09 / 27	125
	3. ETUDE FAITE A LA DSA.....	139

TROISIEME PARTIE : CAPACITE PARKING

-	CHAPITRE 8 : CAPACITE PARKING	
	1. INTRODUCTION.....	140
	2. PARKING SELON TYPE D'APPAREIL.....	141
	3. AIRE DE STATIONNEMENT.....	142
	4. CALCUL DE LA CAPACITE THEORIQUE	143
	5. CALCUL DE LA CAPACITE OPERATIONNELLE	145
	6. METHODE DE PREVISION DES POSTES DE STATIONNEMENT.....	146
-	CONCLUSION.....	147
-	REFERANCE BIBLIOGRAPHIQUE.....	149
-	ANNEXE :	
	➤ PLAN DE MASSE DE L'AEROPORT D'ALGER.....	151
	➤ PLAN GENERAL.....	152
	➤ DEFINITIONS.....	153
-	INDEX ALPHABETIQUE.....	155

INTRODUCTION

L'aviation civile algérienne est actuellement en pleine mutation et expansion. Les conditions de la loi 98 – 06 ouvrant le marché du transport aérien ont permis la naissance de plusieurs compagnies aériennes privées.

Cependant le nombre de compagnies privées est réduit, les services et les sièges pour les voyageurs sont restreints. La demande a dépassé l'offre. La nécessité de voir se développer un nouveau paysage aérien se fait ressentir en ce début du 21^{ème} siècle.

L'industrie aéroportuaire continue à se développer par la création de nouvelles aéroports (Alger), de pistes et de parkings dans certains aéroports cités (Hassi – Messaoud , Tamanrasset.....) .

Le système de la navigation aérienne est à l'ère du numérique, grâce à la mise en place et la concrétisation du système TRAFCA, actuellement opérationnel qui permet l'augmentation de la gestion du trafic aérien et le recyclage des techniciens de la navigation aérienne. Le projet était tant attendu dans le domaine de l'aviation en Algérie.

Il est vrai que ce pas de géant ne s'est pas fait du jour au lendemain mais grâce aux concentrations et aux efforts déployés par chacun pour braver la crise qui a frappé un peu partout le monde, en particulier depuis l'événement du 11 Septembre 2001.

Ces efforts ne sont guère restés sans fruit, puisque l'année 2004 semble prospère d'après les statistiques et les affirmations du Directeur Général de l'IATA, le trafic aérien international serait en hausse.

PRESENTATION DU PROJET

Cette étude permet d'évaluer la capacité horaire d'une piste. Elle permet également d'évaluer la capacité d'une aire de stationnement.

La capacité horaire théorique d'un système de piste (s) est le débit maximal d'aéronefs qu'il peut écouler par heure, dans l'hypothèse d'une demande de trafic continu à l'arrivée et au départ, en respectant les règles de la circulation aérienne en vigueur. Elle est exprimée en mouvement d'avions par heure. Elle est définie pour une structure de trafic, des règles de circulation aérienne et des données relatives à l'utilisation de (s) piste (s) par les différents types d'avions fixés.

Cette définition correspond à une situation 'idéale' où l'infrastructure fonctionne à plein rendement, compte tenu des règles de circulation aérienne. On suppose que le régulateur de trafic a la possibilité d'alimenter de manière continue le système de piste (s) par les avions à l'arrivée et au départ et que les espacements réglementaires sont effectivement appliqués.

Pour déterminer les performances du système de piste (s), l'étude utilise des valeurs de cadences élémentaires, fonctions des séquences – AA, AD, DA et DD avec A : Arrivée et D : Départ – et des types d'avions en présence, qui peuvent être saisies directement par l'utilisateur ou calculées à partir des données opérationnelles suivantes :

- Trafic : proportion de 4 types d'avion par rapport au volume total de trafic.
- Données « réglementaires » de circulation aérienne en condition de vol aux instruments : espacements minimaux dus à la turbulence de sillage, longueur de la trajectoire d'approche finale, espacement minimal radar, 'verrous' de piste, limite d'autorisation d'atterrissage.
- Données relatives à l'utilisation de (s) piste (s) par les 4 types d'avions : vitesses d'approche, temps d'occupation de piste à l'arrivée et au départ.

L'étude fournit les résultats suivants :

- Cadences moyennes AA, AD, DA et DD
- Capacités horaires pour deux modes de gestion du trafic :
 - Arrivées prioritaires : dans ce cas, la capacité est définie en fonction du nombre ou de la proportion de départs qu'il est possible d'insérer dans le flux des arrivées en les 'desserrant' petit à petit.
 - Départs prioritaires : dans ce cas, la capacité horaire est définie en fonction du nombre ou de la proportion d'arrivées qu'il est possible d'insérer dans le flux des départs en les 'desserrant' petit à petit

La capacité de l'aire de stationnement peut être exprimée :

- En nombre maximal de mouvement pouvant être traités à un instant donné (capacité statique ou Théorique) .
- En nombre de mouvement maximal de mouvement pouvant être traités par heure (capacité dynamique ou opérationnelle).

La capacité statique est donc le nombre maximal de postes que l'aire de stationnement peut contenir, compte tenu d'une typologie de trafic donnée. La capacité horaire dynamique s'exprime en mouvement par heure. Elle est fonction de la capacité statique et du temps d'occupation de poste.

Pour déterminer la capacité de l'aire de stationnement, on utilise des données sur le trafic (typologie), sur les nombres de postes de stationnement consacré pour chaque trafic et du temps d'occupation des postes. Et on aura pour résultat une capacité théorique et une capacité horaire opérationnelle.

OBJECTIF

Dans le cadre de l'organisation complexe du trafic aérien où il est difficile de concilier entre les exigences en constante croissance des usagers et des infrastructures aéroportuaires saturées, l'établissement des « Créneaux Horaires » est indispensable.

Le nombre d'aéronefs exploités durant ces trois dernières années était en hausse, notamment sur la plate – forme aéroportuaire d'Alger « Houari Boumediene ».

Afin d'atténuer la pression sur les services de la circulation aérienne chargés de la gestion du trafic aérien, l'évaluation de la capacité aéroportuaire est l'objectif de notre projet.

Pour essayer de résoudre les problèmes de saturation qu'elle soit au niveau piste, parking ou aérogare, nous procédons à l'étude des capacités de ces derniers, en déterminant le nombre de mouvements avions (arrivée- départ) qu'une piste est apte à recevoir et le nombre des postes de stationnement pour les différentes catégories d'aéronefs.

Toutes ces capacités sont étudiées en un intervalle de temps qui correspond à 1 heure soit 60 minutes.

Pour cela il faut passer par plusieurs étapes :

- Evaluation et prévision du trafic « Passagers (Pax) et Avion ».
- Etude de la capacité piste.
- Etude de la capacité parking.

PREMIÈRE PARTIE

GÉNÉRALITÉS

CHAPITRE 1 :

PRESENTATIONS

1. 1 – PRESENTATION DE PENNA :

Sommaire :

I / Statuts et missions

II / Organisation

III / Ressources humaines

IV / Moyens techniques

V / Mission de la Direction de la Sécurité aéronautique

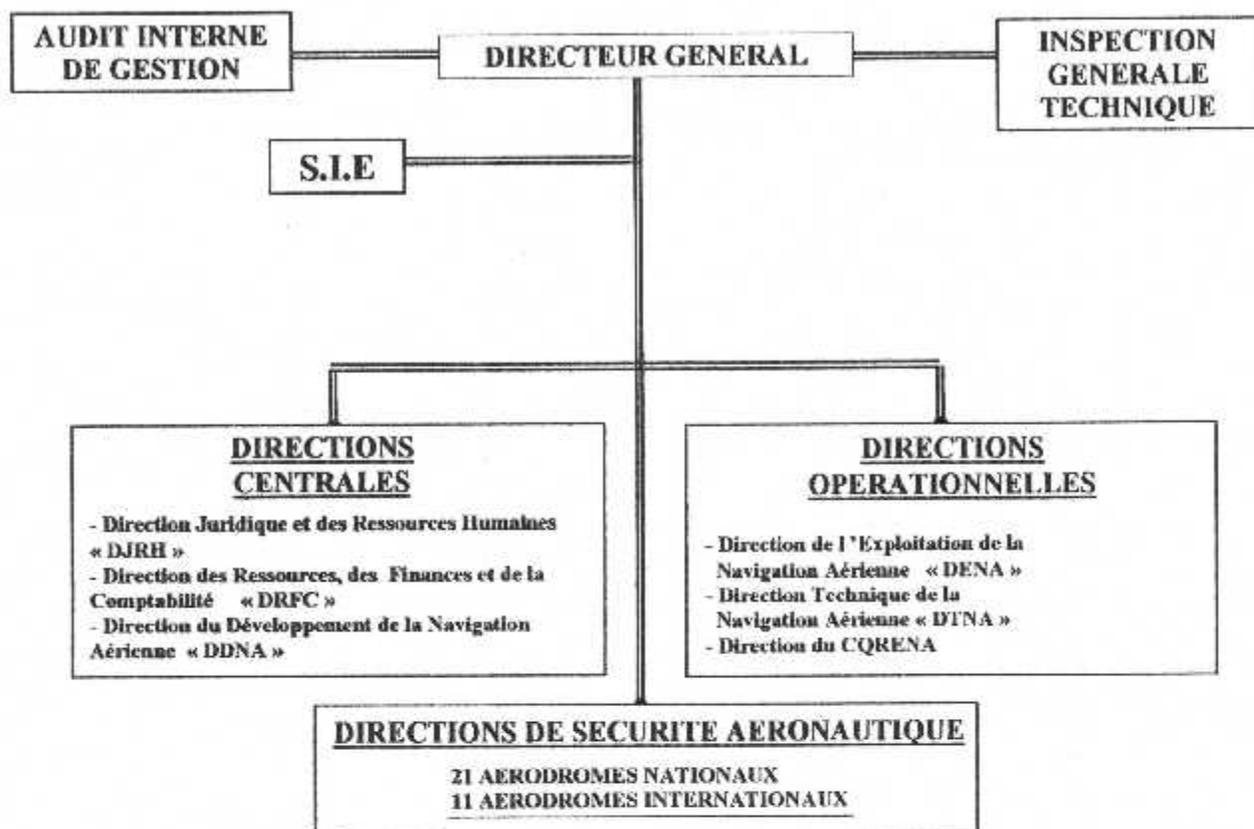
I / STATUTS ET MISSIONS :

Conformément au décret exécutif N° 91 – 149 du 18 Mai 1991 portant réaménagement des statuts de l'Entreprise Nationale d'Exploitation et de Sécurité Aéronautique (E.N.E.S.A) et dénomination nouvelle : Établissement National de la Navigation aérienne, l'ENNA est un Établissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) placé sous la tutelle du Ministère des Transports.

MISSIONS :

Principales missions de l'Établissement :

- ✓ Le service public de la Sécurité de la Navigation Aérienne pour le compte et au nom de l'État.
- ✓ La mise en œuvre de la politique nationale dans ce domaine, en coordination avec les autorités concernées et les institutions intéressées.
- ✓ La Sécurité de la Navigation Aérienne dans l'espace aérien national ou relevant de la compétence de l'Algérie ainsi que sur et aux abords des aérodromes ouverts à la CAP.
- ✓ Le respect de la réglementation, procédures et normes techniques relatives à la circulation aérienne, à l'implantation des aérodromes, aux installations et équipements relevant de sa mission.
- ✓ L'exploitation technique des aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique.
- ✓ Concentration, diffusion ou retransmission au plan international des messages d'intérêt aéronautique ou météorologique.

II / ORGANISATION :**III / RESSOURCES HUMAINES :**

Effectifs permanents arrêtés à décembre 2003 :

2450

Effectifs Globaux :

Cadres : **1031**

Maîtrise : **842**

Exécution : **505**

IV / MOYENS TECHNIQUES :**A) MOYENS DE RADIONAVIGATION :**

<i>Type</i>	<i>Nombre</i>
VOR (VHF Omni Range)	33
DME (Distance Measurement Equipment)	21
NDB (Non Directional Beacon)	31
LOCATOR	07
ILS (Instrument Landing System)	09

B) MOYENS DE COMMUNICATION :

<i>Type</i>	<i>Nombre</i>
Antenne Avancée	17
Radiogoniomètre	10
Emetteur – Récepteur Haute Fréquence	26 stations fixes 3 stations mobiles
Emetteur – Récepteur VHF Tour	31
Emetteur – Récepteur VHF CCR	03
Enregistreur vocal	27

C) MOYENS DE SECURITE INCENDIE ET DE SAUVETAGE (SSIS) :

Parc SSIS composé de 72 véhicules de lutte contre les incendies d'aéronefs répartis sur les aérodromes.

D) MOYENS DE SECOURS EN ENERGIE :

71 groupes électrogènes répartis sur l'ensemble de ses sites représentant une puissance globale de 20 MVA (Mega Volt Ampère) auxquels s'ajouteront dès le début de l'année prochaine les 4 * 2.8 MVA de la nouvelle central électrique de l'aérodrome Houari Boumediene prévue dans le projet IEBA

E) MOYEN DE CALIBRATION :

Avion biréacteur HS 125 acquis en 1983 pour la régulation de ses moyens.

F) MOYENS D'URGENCE :

ENNA dispose de moyens techniques (Tour, VOR, NDB, groupe électrogènes mobiles) pouvant être déployés dans la situation d'urgence.

V / MISSION DE LA DIRECTION DE LA SECURITE AERONAUTIQUE :

- assurer le contrôle de la circulation aérienne au sol et en l'air et le service d'alerte dans le circuit et aux environs immédiats de l'aérodrome (contrôle d'aérodrome) ainsi que dans l'espace aérien qui lui est délégué.
- Assurer la fonction sauvetage et lutte contre les incendies d'avion sur et aux abords de l'aérodrome.
- Assurer la maintenance et veiller au bon fonctionnement des moyens de radio communication de télécommunication et de radio navigation.
- Assurer une alimentation en énergie normale et secours nécessaires à la continuité de fonctionnement des équipements.

1. 2 - PRESENTATION DE L'AERODROME D'ALGER :

1. INDICATEUR D'EMPLACEMENT ET NOM DE L'AERODROME :

DAAG-ALGER/HOUARI BOUMEDIENE

2. DONNEES GEOGRAPHIQUES ET ADMINISTRATIVES RELATIVES A L'AERODROME :

Coordonnées du point de référence et emplacement de l'aérodrome	364140N 0031301E Intersection des RWY
Direction et distance de (ville)	9,11 NM (17 Km) à l'Est Sud Est de la ville
Altitude/Température de référence	25 mètres/30,6°C
Déclinaison magnétique/Variation annuelle	1°W (1997)
Administration, adresse, Téléphone, télécopieur, télex, SFA de l'aérodrome	AVA. Aéroport d'Alger/Houari Boumediene Tel/FAX : (2132150 91 79)-(2132150 91 81- (2132150 92 47- DAAGYDYD)
Types de trafic autorisés (IFR/VFR)	IFR/VFR
Observations	NIL

3. HEURES DE FONCTIONNEMENT :

Administration de l'aérodrome	Samedi / Mercredi 07 ^H 00/15 ^H 00
Douane et contrôle des personnes	H 24
Santé et services sanitaires	H 24
Bureau de piste AIS	H 24
Bureau de piste ATS (ARO)	H 24
Bureau de piste MET	H 24
Services de la circulation aérienne	H 24
Avitaillement en carburant	H 24
Services d'escale	H 24
Sûreté	H 24
Dégivrage	H 24
Observations	Néant

4. SERVICES D'ESCALE ET ASSISTANCE :

Services de manutention du fret	Disponible
Types de carburant et de lubrifiant	JET A ₃ -AVGAS 100/mobile – JET2 / mobil high - JET4 / ASTO 555 -Aéroshell 750 et 500
Services et capacité d'avitaillement en carburant	Pompes 50 m ³ /h- Camion citernes 120m ³ /h et 500 m ³ /h
Services de dégivrage	Pour Fokker avec METHANOL
Hangars utilisables pour les aéronefs de passage	Abris communs
Services de réparation utilisable pour les aéronefs de passage	Toutes les réparations possibles sur demande aux services techniques de la compagnie AIR ALGERIE
Observation	NIL

5. SERVICES AUX PASSAGERS :

Hôtels	1 Km de l'aéroport
Restaurants	A l'aéroport et en ville
Moyen de transport	Taxis – Bus – Agence de location de véhicules
Services médicaux	En ville – Premiers soins a l'aéroport
Services bancaires et postaux	Banque et poste
Services d'information touristique	Disponible
Observations	NIL

6. SERVICES DE SAUVETAGE ET DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE :

Catégorie de l'aérodrome pour la lutte contre l'incendie	Cat. Requise : 08 Cat. Disponible : 09
Equipement de sauvetage	NIL
Moyen d'enlèvement des aéronefs accidentellement immobilisés	Engins et tracteurs Moyens de dégagement des compagnies techniques
Observations	NIL

7. DISPONIBILITE SAISONNIERE – DENEIGEMENT :

Types d'équipement	NIL
Priorité de déneigement	NIL
Observations	NIL

8. AIRES DE TRAFIC, VOIES DE CIRCULATION ET EMPLACEMENTS DE VERIFICATION :

Surface et résistances de l'aire de trafic	Béton bitumineux, 27T/SIWL – 32T/J-62,5T/B
Largeur, surface et résistances des voies de circulation	25 mètres, Béton Bitumineux, 43T/SIWL – 45T/SIWL.
Position et altitude des emplacements de vérification des altimètres	Aire de compensation, 19 mètres (Près QFU27)
Emplacements des points de vérification VOR et ILS	Aire de compensation, 19 mètres (Près QFU 27)
Observations	NIL

9. SYSTEME DE GUIDAGE ET DE CONTROLE DES MOUVEMENTS A LA SURFACE ET BALISAGE :

Panneaux d'identification des postes de stationnement d'aéronef	Ligne de guidages sur les TWY (Feux d'axe des TWY)
Lignes de guidage sur les voies de circulation et système de guidage visuel aux poste de stationnement des aéronefs	Système de guidage visuel au poste de stationnement des aéronefs (Panneaux de guidage au sol)
Balisage et feux des RWY et TWY Marquage et balisage lumineux des pistes et des voies de circulation	Ligne axiale (05/23), numérotation des QFU, marques des distances constantes (DML pour les deux pistes), marques de seuil, point d'attente (05/23), axes des TWY, feux d'extrémité des RWY, feux axiale RWY 05/23, feux de zone de toucher des roues, ligne de guidage, feux de THR, de RWY et TWY
Barres d'arrêt	05/23
observations	Les feux d'axe s'illuminent en indiquant le trajet à suivre

10. OBSTACLES D'AERODROME :

Aires d'approche et décollage			Aire de manœuvres à vue et aérodrome		Observations
Piste ou Aire concernée	Type d'obstacles Altitude Marquage et balisage lumineux	Coordonnées	Type d'obstacles Altitude Marquage et balisage lumineux	Coordonnées	
RWY 09	Château d'eau 60,641m	2743,66 m du QFU27 et à 117,26 m à droite du prolongement de l'axe	TWR 45m Château d'eau 60,641 m	364200 N 0031257E 2743,66 m du QFU27 et à 117,26 m à droite de l'axe	NIL

11. RENSEIGNEMENTS METEOROLOGIQUES FOURNIS :

Centre météorologique associé à l'aérodrome	Centre météorologique national DAR EL BEIDA
Heures de service	H 24
Centre météorologique responsable en dehors de ces heures	Centre météorologique national DAR EL BEIDA
Centre responsable de la préparation des TAF et périodes de validité des prévisions	Centre météorologique national DAR EL BEIDA 9 ^h et 24 ^h
Types de prévisions d'atterrissage et d'observations disponibles et intervalle de publication	TAF et TAFOR + METAR 3H 6H Horaire et semi horaire
Exposés verbaux / consultations assurés	Briefing : Situation météorologique + photos satellite
Dossier de vol et langue (s) utilisée (s) dans cette documentation	Cartes de vent et température en altitude pour tous les FL standard +TEMSE+ TAF et METAR) – Fr.
Équipement complémentaire de renseignement	Radar au niveau de la station météo en bout de piste 23 et satellite météorologique.
Organes ATS auxquels sont fournis les renseignements	Contrôle sol -Tour de contrôle – APP
Renseignements supplémentaires	SPECI, SIGMET et BMS (Avis du coût de vent...etc.)

12. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES PISTES :

Numéro De piste	Relèvements VRAI/MAG	Dimension des RWY (m)	Résistance (PCN) et revêtement des RWY et SWY	Coordonnées du seuil	Altitude du seuil et altitude du point le plus élevé de la TDZ de la piste de précision	Pente de RWY-SWY	Dimensions SWY (m)	Dimensions CWY (m)	Dimensions de la bande (m)	Zone dégagée d'obstacle	Obs
05	053°/054°		75/F/D/W/T Béton bitumineux	364136N 0031310 E	22m	0.09%	-	NIL	3620 x 300 Terrain naturel	NIL	NIL
23	233°/234°	3500x60		364248N 0031507 E	25m	0.09%	-				
09	092°/093°		78/F/D/W/T, Asphalte	364131N 0031015 E	17m	0.11%	-	NIL	3620 x 300 Terrain naturel	NIL	NIL
27	272°/273°	3500x45		364128N 0031239 E	20m	0.11%	310				

13. DISTANCES DECLAREES :

Désignation de la piste	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)	Observations
05	3500	3500	3500	3500	NIL
23	3500	3500	3500	3500	
09	3500	3500	3500	3500	NIL
27	3500	3500	3810	3500	

14. DISPOSITIF LUMINEUX D'APPROCHE ET BALISAGE LUMINEUX DE PISTE :

Désignation De la piste	Type et intensité du balisage lumineux d'approche	Couleur des feux de seuil et barres de flanc	PAPI	Longueur des feux de zone de toucher des roues	Longueur, espacement, couleur et intensité des feux d'axe de piste	Longueur, espacement, couleur et intensité des feux de bord de piste	Couleur des feux d'extrémité de piste et des barres de flanc	Longueur Et couleur des feux de prolongement D'arrêt	Observation
05	/	Vert LIH, Sans barres de flanc	PAPI 3°	NIL	3500m 30mètres	3500m, 60m Blanc, LIH	Rouge LIH	NIL	NIL
23	CAT III sur une distance de 900 mètres	Vert LIH	PAPI 3°	900 mètres LIH Blanc variable	3500mètres 15mètres Blanc variable	3500m, 60m Blanc, LIH	Rouge LIH	Rouge (Décollage) Blanc(Atterrissage)	NIL
09	CAT I, LIH	Vert LIH	PAPI 3°	NIL	NIL	3500m, 60m Blanc, LIH	Rouge	Rouge (Décollage) Blanc(Atterrissage)	NIL
27		Sans barres de flanc	PAPI3°	NIL	NIL	3500m, 60m Blanc, LIH	Rouge	NIL	NIL

15. AUTRES DISPOSITIFS LUMINEUX, ALIMENTATION ELECTRIQUE AUXILIAIRE :

Emplacement, caractéristiques et heures de fonctionnement des phares d'aérodrome / d'identification	NIL
Emplacement et éclairage de l'anémomètre / indicateur de sens d'atterrissage	Nord QFU 05/ Té d'atterrissage éclairé, manche a air.
Feux de bord de voies de circulation feux axiaux de voies de circulation	Bleus 60 mètres Vert/ 30 mètres
Alimentation électrique auxiliaire / délai de commutation	Oui / 15 secondes
Observation	NIL

16. AIR D'ATTERRISSAGE D'HELICOPTERES :

Coordonnées TLOF ou TIR de la FATO	NIL
Altitude TLOF / FATO m/ft)	NIL
TLOF+FATO: Aire, dimensions, revêtement, resistance, balisage	NIL
Relèvements vrai et magnétique de la FATO	NIL
Distances déclarées disponibles	NIL
Dispositif lumineux d'approche et de FATO	NIL
Observations	NIL

17. ESPACE AERIEN ATS :

Désignation et limites latérales	Alger/Houari Boumediene CTR Cercle de 06 NM de rayon centre sur 364140N 0031301E
Limites verticales	450 m GND / MSL
Classification de l'espace aérien	D
Indicatif d'appel et langues de l'organe ATS	Alger Tour et Alger Approche, Fr.An
Altitude de transition	1200 mètres
Observations	NIL

18. INSTALLATIONS DE TELECOMMUNICATION DES SERVICES DE LA CIRCULATION AERIENNE :

Désignation du service	Indicatif d'appel	FREQUENCES	Heures de fonctionnement	Observations
TWR	Alger Tour	118.7-119.7 (s)	H24	Néant
APP	Alger APP	121.4	H24	Néant
SOL	Alger Sol	121.8	H24	Néant
VDF	Alger Gonio	121.4-119.7	H24	Néant

19. AIDES DE RADIONAVIGATION ET D'ATTERRISSAGE :

Type d'aide CAT d'ILS/MLS (pour VOR/ILS/MLS indiquer déclinaison)	Identification	Fréquences	Heures de fonctionnement	Coordonnées de l'emplacement de l'antenne d'émission	Observation
DVOR/DME (1°W 1997)	ALR	112.5 CH 72X	H 24	364128 N 0031256 E	
DVOR (1°W 1997)	SDM	113.9	H 24	363750 N 0025827 E	
VOR/DME	BSA	115,9 106X	H24	353032 N 0042353 E	
NDB	SMR	370	H 24	364232 N 0030524 E	
NDB	MAR	416	H 24	364115 N 0024621 E	
NDB	ZEM	359	H 24	364120 N 0033816 E	
LLZ23/ILS CAT I (1°W 1997)	AG	110.3	H 24	364132 N 0031303 E	273° 320m THR 05
LLZ27/ILS CAT II (1°W 1997)	HB	108.5	H 24	364128N 0031248E	093° 300m THR27
GP 05	/	335	H 24	364127N 0031027E	213° -350m THR23
GP 09	/	329.9	H 24	364237N 0031457E	300 M THR 09 et à 120m latéralement à droite axe RWY
OM 05	2 traits/sec	75	H 24	364506N 0031852E	053° 3.82 NM THR 23
OM 09	2 traits/sec	75	H 24	364138N 0030524E	273° 3.9 NM THR 09
MM 05	1 point/ trait sec	75	H 24	364309N 0031541E	053° 1070m THR 23
L	OA	342	H 24	364651N 0032144E	

20. RENSEIGNEMENTS DE CIRCULATION LOCAUX : Néant

SMC : En phase d'application.

21. PROCEDURES ANTI-BRUIITS : Néant**22. PROCEDURES DE VOL :**

Tour de piste au nord de la piste 09/27 et nord ouest de la piste 05/23 pour les aéronefs classés en catégorie IV. Quand la portée visuelle est fournie, elle doit être prise en considération au lieu de la visibilité horizontale.

Chemins VFR et VFR spéciaux d'entrée, de sortie et de transit obligatoire dans la CTR. Chemins à vue des hélicoptères dans la CTR sur autorisation à l'APP ALGER.

Piste 09/27 utilisables HJ/HN décollages QFU 27 atterrissage QFU 09.

Les aéronefs à l'arrivée, doivent suivre les instructions des services de contrôle. L'attente se fera sur le NDB ZEM 359 KHZ ou sur le NDB MAR 416 KHZs Les sorties seront données en code.

L'attente sur OA demeurera résiduelle.

23. RENSEIGNEMENTS SUPPLEMENTAIRES

Présence d'oiseaux sur l'aérodrome.

Travaux de fauchage et d'entretien permanent sur les accotements de l'aire de manœuvres.

1.3 - COMPOSITION DE LA FLOTTE DE LA COMPAGNIE AIR

ALGERIE :

La compagnie nationale Air Algérie est basée à l'aéroport d'Alger ; donc ce dernier constitue un « HUB » pour la compagnie ce qui oblige les aéronefs de la compagnie à stationnés à l'aéroport d'Alger.

La flotte actuelle d'AIR ALGERIE est composée pour l'essentiel de :

Type d'appareil	Nombres d'appareil
<i>Gros Porteurs de Type A :</i>	
AIR BUS A310 - 200	02
BOEING B767 - 300	03
SOUS -TOTAL:	05
<i>Gros Porteurs de Type B :</i>	
AIR BUS A330 - 200	01
SOUS - TOTAL :	01
<i>Moyens Porteurs :</i>	
BOEING B737 - 200	12
BOEING B737 - 600	05
BOEING B737 - 800	07
BOEING B727 - 200	06
SOUS - TOTAL :	30
<i>Petits Porteurs :</i>	
FOKKER FK 27	08
ATR 72	06
SOUS - TOTAL :	14
<i>Cargo :</i>	
HERCULE LG38202	02
SOUS - TOTAL :	02
TOTAL :	52

1.4 - TYPE DE TRAFIC FREQUENTANT L'AEROPORT D'ALGER :

L'aéroport d'Alger « Houari Boumediene » est desservi par plusieurs types d'appareils.

- AIR BUS 340
- AIR BUS 330
- AIR BUS 310
- AIR BUS 320
- AIR BUS 319
- BOEING 737 200
- BOEING 737 600
- BOEING 737 800
- BOEING 727 200
- BOEING 767 300
- BOEING 747
- BOEING 777
- BOEING 707
- BAC 111
- DC 8
- DC 9
- DC 10
- C 130
- BE 90
- BE 100
- BE 190
- BE 200
- FK 27
- FK 28
- DA 10
- DA 20
- DA 50
- IL 62
- DHC 6
- TU 154
- TU 34
- L 1011
- AN 24
- LR 35 / 39 / 55
- IL 62 / 76
- GRUMAN II / III / G IV
- C 280
- CL 60
- ATR 42 / 72
- YAC 42

CLASSIFICATION DES AERONEFS PAR CATEGORIE :

CATEGORIE	TYPE	MTOW (KG)
A & B PETIT PORTEUR	CL 60	18325
	FK 27	21000
	FK 28	29485
	ATR 42	16900
	ATR 72	22000
	LR 35 / 39 / 55	8301
	DA 10	9000
	DA 20	12000
	DA 50	18000
	BE 90	4000
	BE 100	6000
	BE 190	8000
	BE 200	6000
C MOYEN PORTEUR	B727	95027
	B737-200	52390
	B737-600	68038
	B737-800	79000
	A320	73500
	A319	70000
	C130	71000
	TU 154	92000
	TU 34	47000
	YAC 42	56500
	BAC 111	41721
	DC 9	49000
D GROS PORTEUR DE TYPE A	B707	150000
	B767	159214
	A310	160000
	A300	160500
	IL 62	165000
	IL 76	170000
	L1011	195644
	DC 8	142900
	DC 10	199580
E GROS PORTEUR DE TYPE B	B747	372000
	B777	240000
	A340	275000
	A330	215000
	AN 24	405000

1.5 – TRAFIC DE LA JOURNEE TYPE:

Une journée type est une journée choisie au dépend du nombre de mouvement avions réalisé en cette journée. La journée choisie est le : Mardi 20 juillet 2004 .

Le nombre de trafic en cette journée est de 139 mouvements avions, soit 73 mouvements International et 66 mouvements Domestique ; pour le nombre d'arrivée et départ ils sont repartis comme suit dans le tableau selon les tranches horaires :

Tranche Horaire	Nombre d'Arrivée	Nombre de départ	Nombre mouvement
00 : 00 – 00 : 59	1	0	1
01 : 00 – 01 : 59	0	0	0
02 : 00 – 02 : 59	0	0	0
03 : 00 – 03 : 59	1	0	1
04 : 00 – 04 : 59	0	1	1
05 : 00 – 05 : 59	2	0	2
06 : 00 – 06 : 59	0	1	1
07 : 00 – 07 : 59	1	5	6
08 : 00 – 08 : 59	4	5	9
09 : 00 – 09 : 59	4	5	9
10 : 00 – 10 : 59	4	10	14
11 : 00 – 11 : 59	3	3	6
12 : 00 – 12 : 59	3	6	9
13 : 00 – 13 : 59	5	3	8
14 : 00 – 14 : 59	5	3	8
15 : 00 – 15 : 59	7	4	11
16 : 00 – 16 : 59	9	5	14
17 : 00 – 17 : 59	5	7	12
18 : 00 – 18 : 59	6	3	9
19 : 00 – 19 : 59	2	8	10
20 : 00 – 20 : 59	1	2	3
21 : 00 – 21 : 59	2	0	2
22 : 00 – 22 : 59	1	1	2
23 : 00 – 23 : 59	1	1	2
Total	67	72	139

Types d'aéronefs ayant desservis l'aéroport en cette journée:

Type d'aéronef	Arrivée	Départ
F27	0	1
F28	1	1
ATR 72	11	12
B727	4	5
B737	33	35
B767	5	4
B777	2	2
A320	9	9
A330	1	2
L382	1	1
TOTAL :	67	72

1.6 - PROGRAMME ETE 2004 :

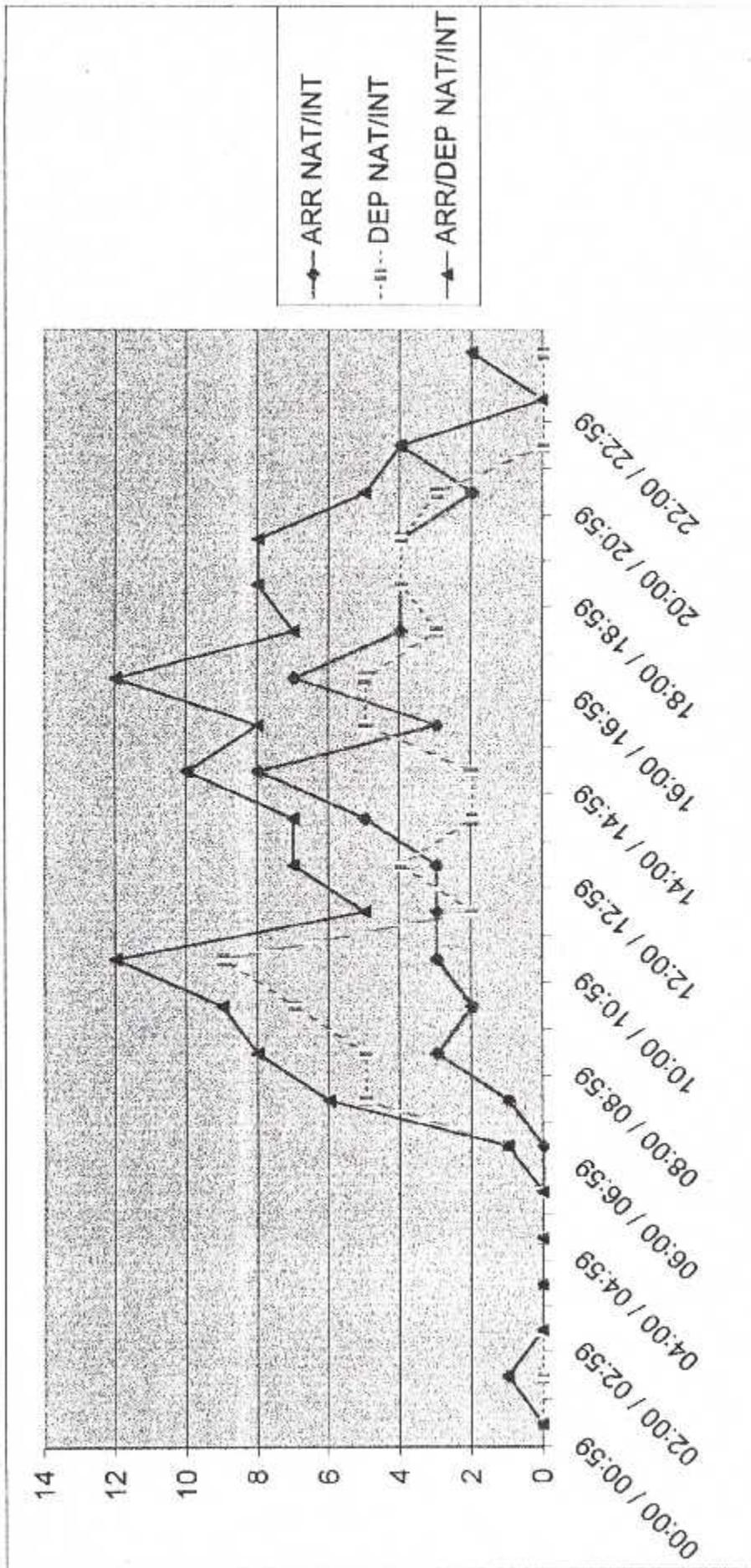
Nombre de mouvement avion prévu pour le moi de Août :

	Dimanch	Lundi	Mardi	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanch	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanch	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanch	Lundi	Mardi	143
I	53	58	63	58	63	57	52	51	58	53	58	63	57	59	59	63	62	68	73	65	59	62	70	64	70	80	
D	53	62	63	62	63	61	64	53	63	53	62	63	61	64	53	63	53	62	63	61	64	53	63	53	62	63	
Total	106	120	126	120	126	118	116	104	121	106	120	126	118	123	112	126	115	130	136	126	123	115	133	117	132	143	

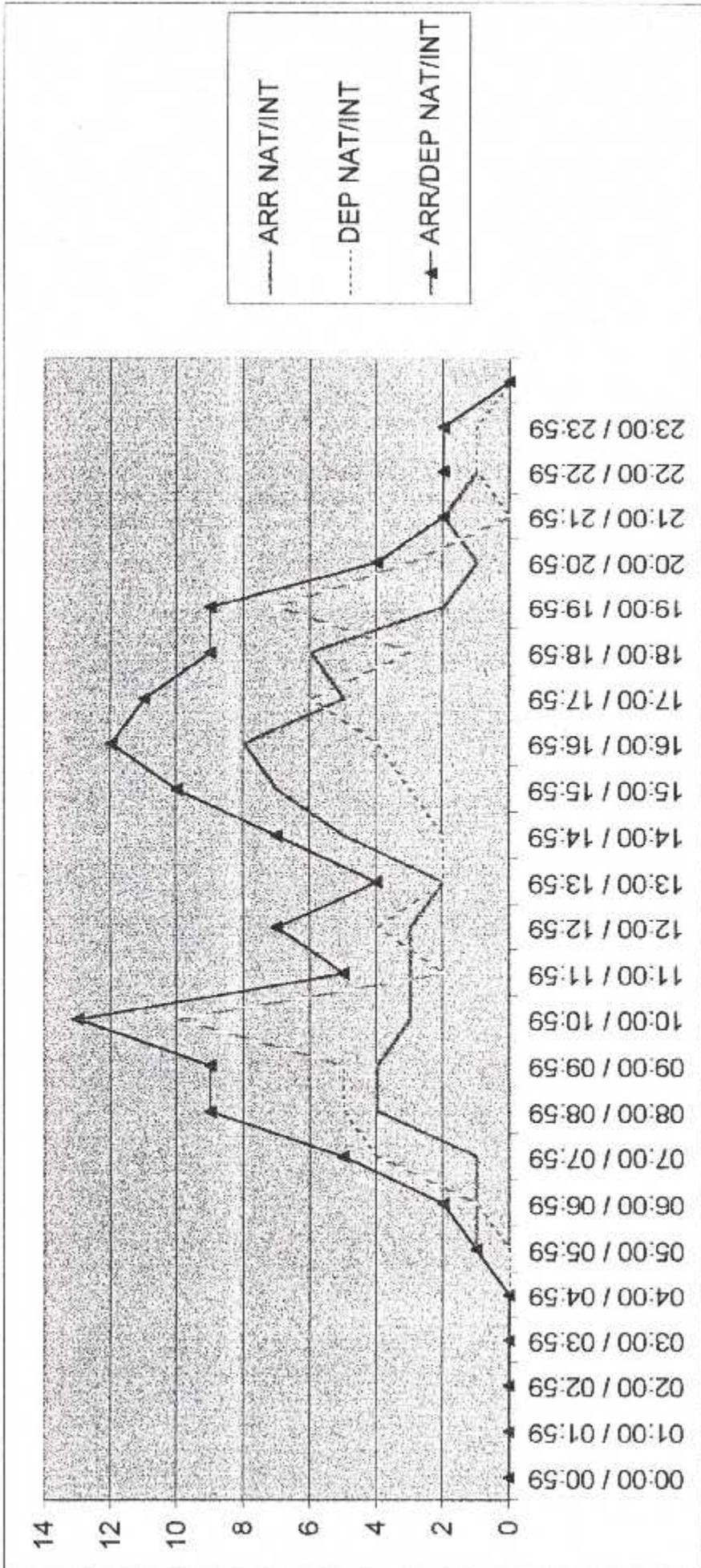
Nombre de mouvement avion prévu du 01 Septembre au 07 Septembre :

	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	Lundi	Mardi
I	1	2	3	4	5	6	7
D	71	67	64	65	62	65	67
Total	132	131	117	128	115	127	130

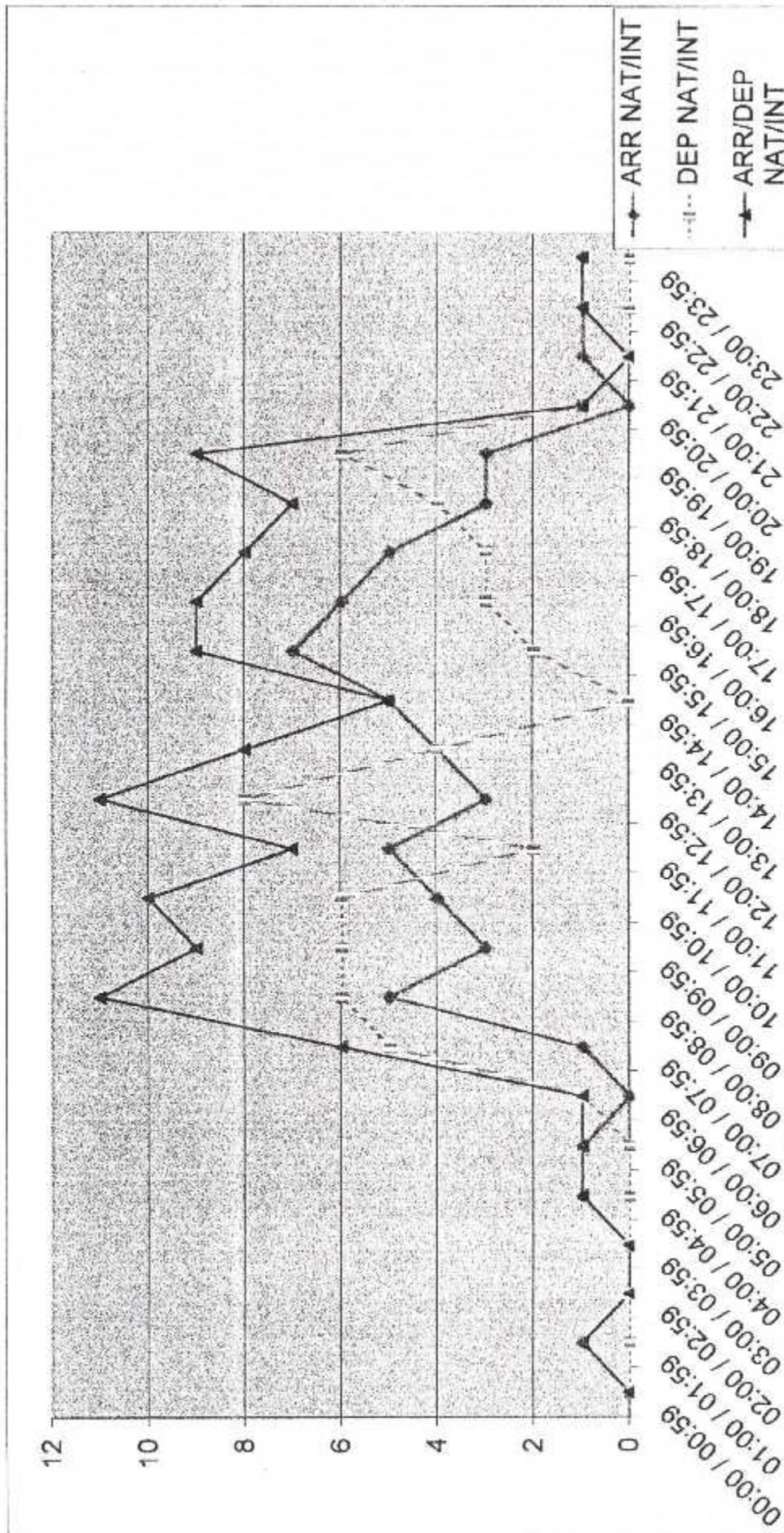
GRAPHE REPRESENTATIF DES NOMBRES DE MOUVEMENTS PAR TRANCHE HORAIRE
 Programme prévisionnel de la journée de lundi



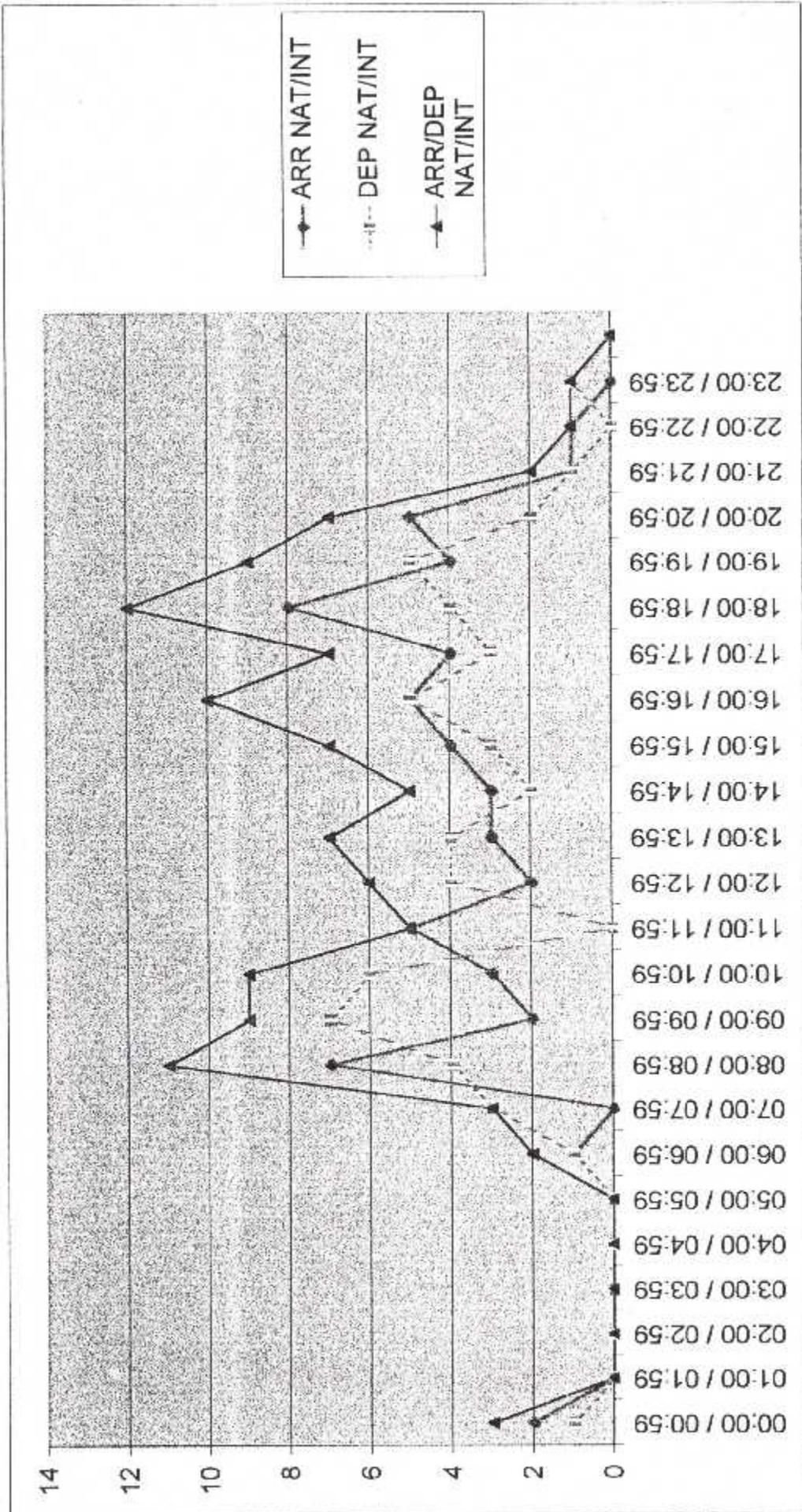
GRAPHE REPRESENTATIF DES NOMBRES DE MOUVEMENTS PAR TRANCHE HORAIRE
 Programme prévisionnel de la journée de Mardi



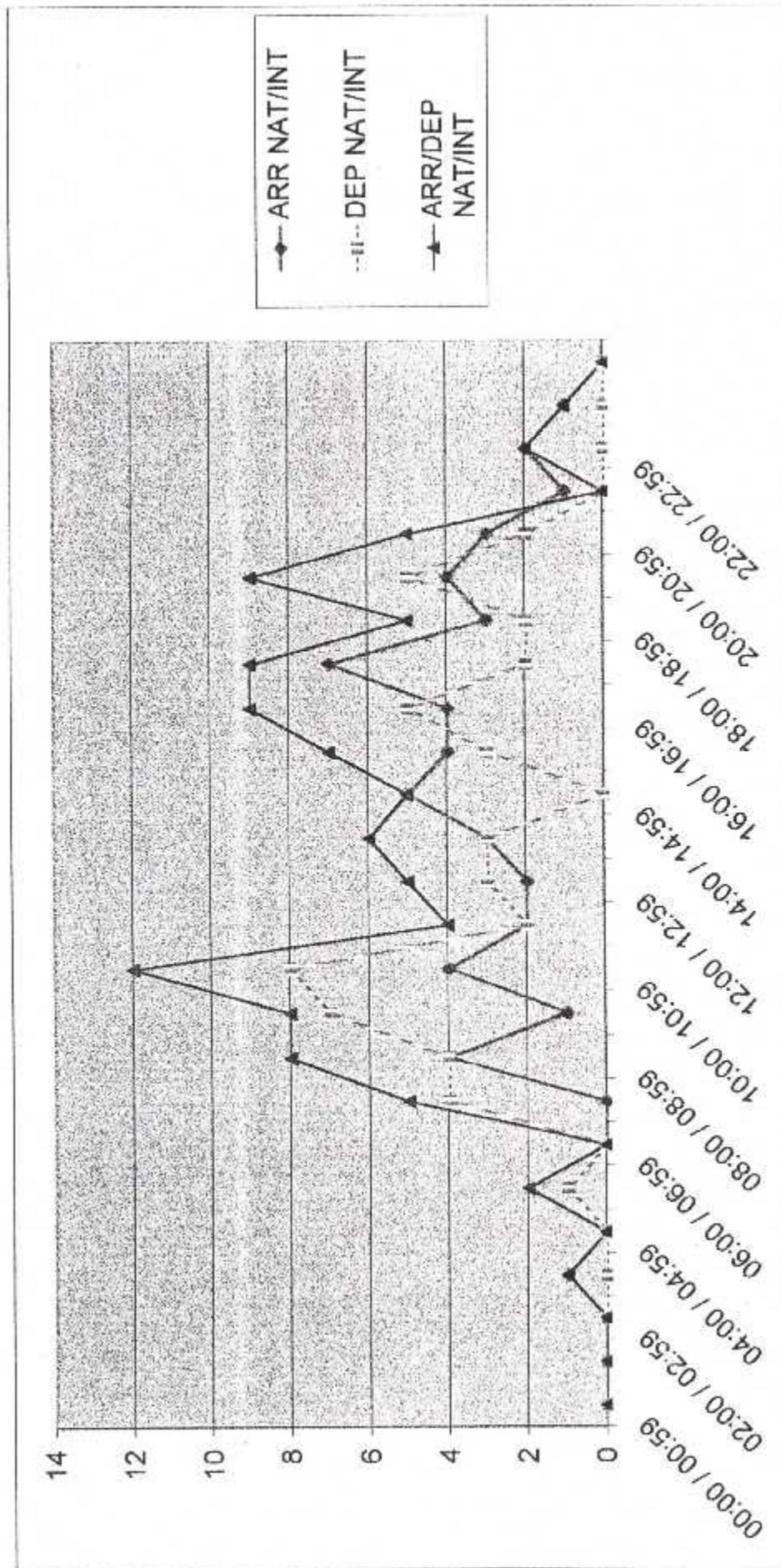
GRAPHE REPRESENTATIF DES NOMBRES DE MOUVEMENTS PAR TRANCHE HORAIRE
 Programme prévisionnel de la journée de Mercredi



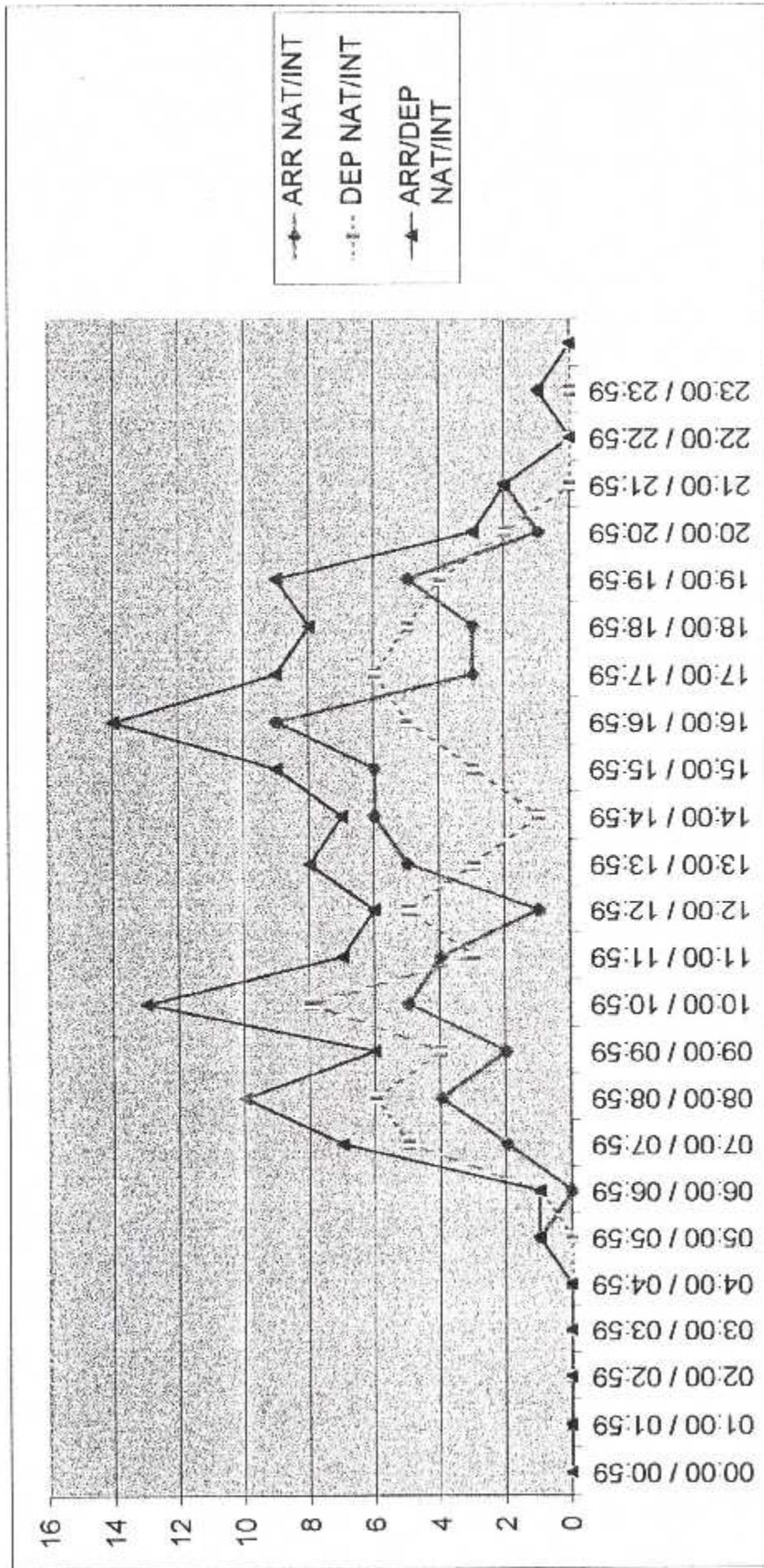
GRAPHE REPRESENTATIF DES NOMBRES DE MOUVEMENTS PAR TRANCHE HORAIRE
 Programme prévisionnel de la journée de Jeudi



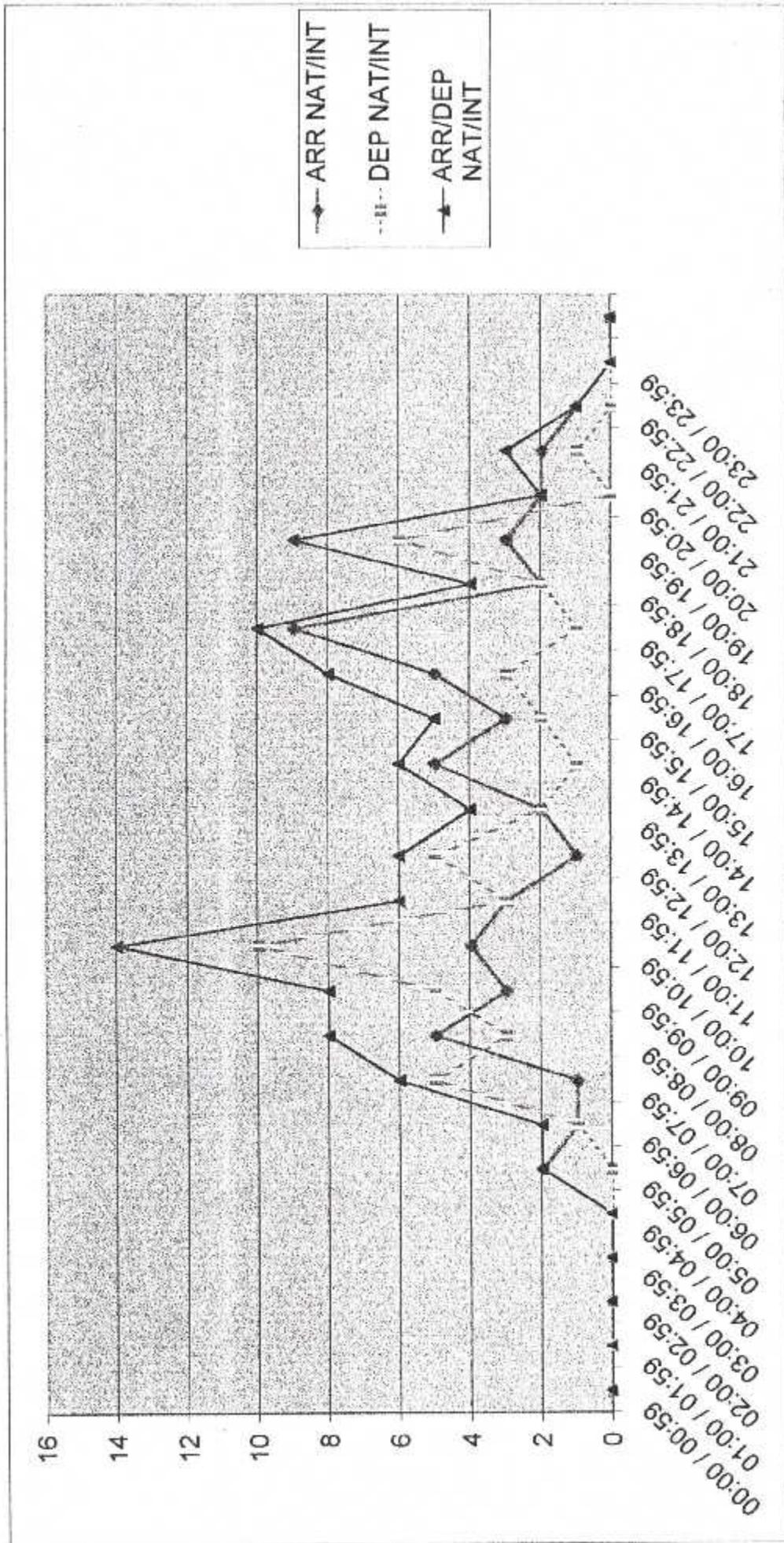
GRAPHE REPRESENTATIF DES NOMBRES DE MOUVEMENTS PAR TRANCHE HORAIRE
 Programme prévisionnel de la journée de Vendredi



GRAPHE REPRESENTATIF DES NOMBRES DE MOUVEMENTS PAR TRANCHE HORAIRE
 Programme prévisionnel de la journée de Samedi



GRAPHE REPRESENTATIF DES NOMBRES DE MOUVEMENTS PAR TRANCHE HORAIRE
 Programme prévisionnel de la journée de Dimanche



DEUXIÈME PARTIE

CAPACITÉ PISTE

CHAPITRE 2 :

PREVISION DE TRAFIC

2.1 – METHODE DE PREVISION DU TRAFIC :

La technique utilisé est : « REGRESSION LINEAIRE SIMPLE »

2.1.1 - Détermination des coefficients de régression :

1- Dans la régression simple, il y a deux variables : la variable à prévoir, Y , qu'on appelle variable dépendante et la variable sur laquelle la prévision est fondée, T , qu'on appelle variable indépendante.

2- L'équation de prévision pour une régression linéaire simple est la suivante :

$$\hat{Y} = a + bT$$

Où \hat{Y} représente la valeur prévue de Y pour une valeur donné de T .

3- La méthode ci-après est dérivée de celle qui sert à déterminer les grandeurs de a et b d'après un certain nombre d'observations des valeurs correspondantes de T et Y .

4- La figure A - 1 représente des observations réelles de Y dispersées de part et d'autre d'une ligne de régression estimée qui représente l'équation de prévision. Les valeurs réelles de Y observées dans un échantillon diffèrent des valeurs prédites, \hat{Y} , la différence correspondant à des erreurs qui peuvent être représentées par U .

$$\text{Soit } Y = \hat{Y} + U = a + bT + U$$

5- Le problème consiste à déterminer les valeurs de a et b qui donnent le "meilleur ajustement" de l'équation aux observations. Pour un échantillon de n observations,

$$U_1 = Y_1 - \hat{Y}_1 = Y_1 - a - bT_1$$

$$U_2 = Y_2 - \hat{Y}_2 = Y_2 - a - bT_2$$

.

.

.

$$U_n = Y_n - \hat{Y}_n = Y_n - a - bT_n$$

Certaines des valeurs U_i sont positives, et d'autres négatives. On fait en sorte que la moyenne de U soit égale à zéro.

$$\text{Donc } \sum U_i/n = \sum Y_i/n - a - b\sum T_i/n = 0$$

$$\text{Ou } Y = a + bT$$

Expression dans laquelle Y_{moy} et T_{moy} sont les moyennes des variables Y et T . cette équation permet de calculer le coefficient a si b est connu et inversement.

6- On utilise la méthode des moindres carrés pour déterminer la pente de la courbe de régression exprimée par le coefficient b . le critère des moindres carrés exige que la courbe qui est ajustée aux données de l'échantillon soit telle que la somme des carrés des distances verticales (erreurs) entre les points et les lignes soit minimale.

7- Soit D représentant la somme des carrés des erreurs, on obtient :

$$\begin{aligned} D &= U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2 \\ &= \sum U_i^2, \quad i = 1, 2, \dots, n \\ &= \sum (Y_i - a - bT_i)^2 \end{aligned}$$

On simplifie le problème en posant :

$$y_i = Y_i - Y_{moy} \quad \text{et} \quad t_i = T_i - T_{moy}$$

En remplaçant Y_i et T_i dans l'expression de D ,

$$D = \sum (y_i - bt_i)^2$$

D a une valeur minimale lorsque b est tel que $\frac{\partial D}{\partial b} = 0$

$$\frac{\partial D}{\partial b} = 2 \sum t_i (Y_i - bt_i) = 0$$

$$\sum t_i y_i - b \sum t_i^2 = 0$$

Il s'agit d'une équation dite normale, à partir de laquelle on détermine b .

8- D'après les valeurs observées de Y et T , on peut donc calculer les coefficients b et a au moyen des équations suivantes :

$$b = \frac{\sum t_i y_i}{\sum t_i^2} \quad \text{ou} \quad t_i = T_i - T_{moy}, \quad y_i = Y_i - Y_{moy}$$

$$a = Y_{moy} - bT_{moy}$$

2.1.2 - Détermination du « degré d'ajustement » :

9- Le « degré d'ajustement » se mesure habituellement au moyen d'un indice appelé coefficient de corrélation, r , ou du carré de cette quantité, r^2 , que l'on appelle coefficient de détermination. La valeur r^2 mesure la proportion de la variation totale de Y qui a été expliquée par l'équation de régression.

10- La relation ci-dessous est utile pour bien comprendre cette notion :

$$(Y_i - Y_{moy}) = (Y_i - \hat{Y}_i) + (\hat{Y}_i - Y_{moy})$$

La valeur $(Y_i - Y_{moy})$ est l'écart total d'une valeur Y observée par rapport à la moyenne de l'échantillon. La valeur $(\hat{Y}_i - Y_{moy})$ s'appelle l'erreur expliquée parce qu'elle représente l'écart, par rapport à la moyenne de l'échantillon, d'une valeur prédite de Y trouvée par application de l'équation de régression à une valeur T observée. Enfin, la valeur $(Y_i - \hat{Y}_i)$ est l'erreur qui continue d'exister après ajustement de la courbe de régression.

La relation ci-dessus est valable pour chaque observation. Pour la totalité de l'échantillon, on peut poser l'expression suivante :

$$\sum (Y_i - Y_{moy})^2 = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 + \sum (\hat{Y}_i - Y_{moy})^2$$

L'expression $\sum (Y_i - Y_{moy})^2$ s'appelle somme totale des carrés et l'équation ci-dessus montre qu'on peut la décomposer en deux termes, le premier $\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2$, qu'on appelle somme des carrés des écarts inexpliqués et le second $\sum (\hat{Y}_i - Y_{moy})^2$ qu'on appelle somme des carrés des écarts expliqués.

Le coefficient de détermination est défini par :

$$r^2 = \frac{\sum (\hat{Y}_i - Y_{moy})^2}{\sum (Y_i - Y_{moy})^2}$$

= somme des carrés des écarts expliqués / somme totale des carrés

11- La valeur du coefficient r^2 doit être comprise entre 0 et +1. Si l'ajustement des données est mauvais et que l'équation de régression n'explique qu'une très faible proportion de la variation réelle de Y , la valeur de r^2 sera voisine de zéro. Si l'ajustement est bon, cette valeur se rapprochera de +1.

On peut aussi écrire r^2 sous la forme suivante :

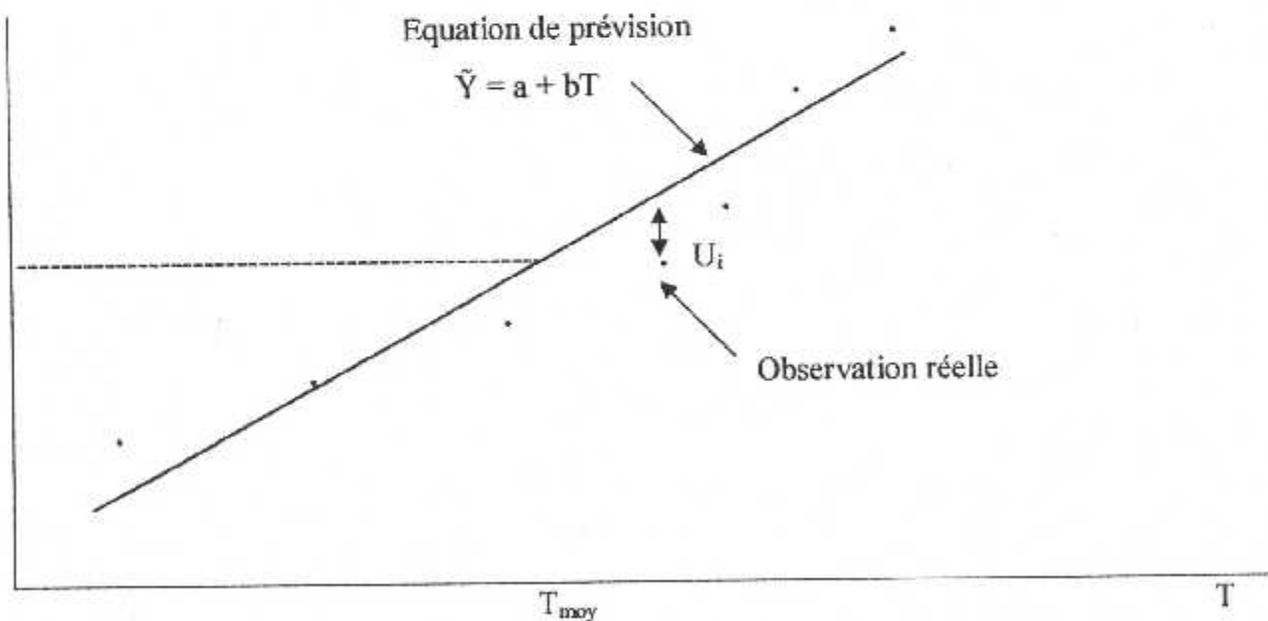
$$r^2 = \frac{(\sum t_i y_i)^2}{\sum t_i^2 * \sum y_i^2}$$

ou $t_i = T_i - T_{moy}$

et $y_i = Y_i - Y_{moy}$

Cette dernière forme peut être plus facile à utiliser pour les calculs.

Y



OBSERVATIONS REELLES ET COURBE DE REGRESSION LINEAIRE SIMPLE

2.2 – PREVISION DU TRAFIC PASSAGER :

T	Y		k	Y _t		U ²	A	y ²		t * y _t				
	A	D		D + A	A			D	D + A	A	D	D + A		
1993	804710	821385	1626095	-5	-87464,736	-127474,636	-214939	25	7650080044	1,625E+10	4,6199E+10	437323,68	637373,18	1074695
1994	858208	1048920	1907128	-4	-33966,736	100060,364	66094	16	1153739154	1,0012E+10	4368416836	135866,944	-400241,456	-264376
1995	1008359	1016576	2024935	-3	116184,264	67716,364	183901	9	1,3499E+10	4585505953	3,382E+10	-34852,792	-203149,052	-551703
1996	951950	946324	1898274	-2	59775,264	-2535,636	57240	4	3573082186	6429449,92	3276417600	-119550,528	5071,272	-114480
1997	1005464	1007431	2012895	-1	113289,264	58571,364	171861	1	1,2834E+10	3430604681	2,9356E+10	-113289,264	-58571,364	-171861
1998	797687	793018	1590705	0	-94487,736	-15584,636	-250329	0	8927932254	2,4287E+10	6,2665E+10	0	0	0
1999	660297	721540	1381837	1	-231877,736	-227319,636	-459197	1	5,3767E+10	5,1674E+10	2,1086E+11	-231877,736	-227319,636	-459197
2000	544106	862392	1406498	2	-348068,736	-86467,636	-434536	4	1,2115E+11	7476652075	1,8882E+11	-696137,472	-172935,272	-869072
2001	1173590	1186407	2359997	3	281415,264	237547,364	518963	9	7,9195E+10	5,6429E+10	2,5932E+11	844245,792	712642,092	1556889
2002	1253643	1264284	2517927	4	361468,264	315424,364	676893	16	1,3066E+11	9,9493E+10	4,5818E+11	1445873,06	1261697,46	2707572
2003	755904	769179	1525083	5	-136270,736	-179680,636	-315951	25	1,857E+10	3,2285E+10	9,9825E+10	-681353,08	-898403,18	1579755
Σ = 21978	9813918	10437456	20251374					Σ = 110	Σ = 4,5098E+11	Σ = 3,0593E+11	Σ = 1,4069E+12	Σ = 672548	Σ = 656164	Σ = 1328712
T moy = 1998	Y moy = 892174,364	Y moy = 948859,636	Y moy = 1841034											

Tableau 1 : Trafic Domestique « Pax »

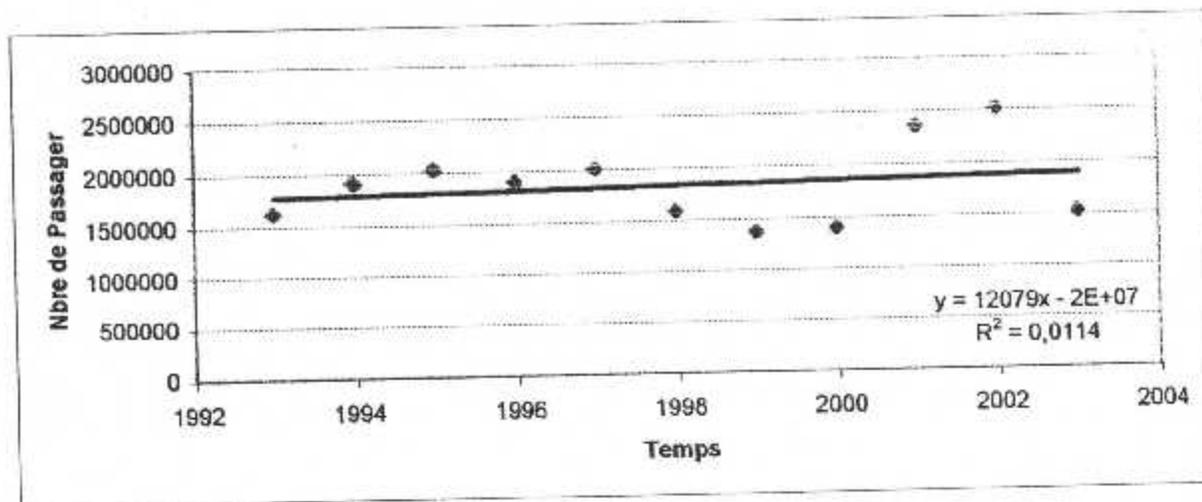


Figure 1 : (Graphe Trafic pax Domestique « Arrivée et Départ »)

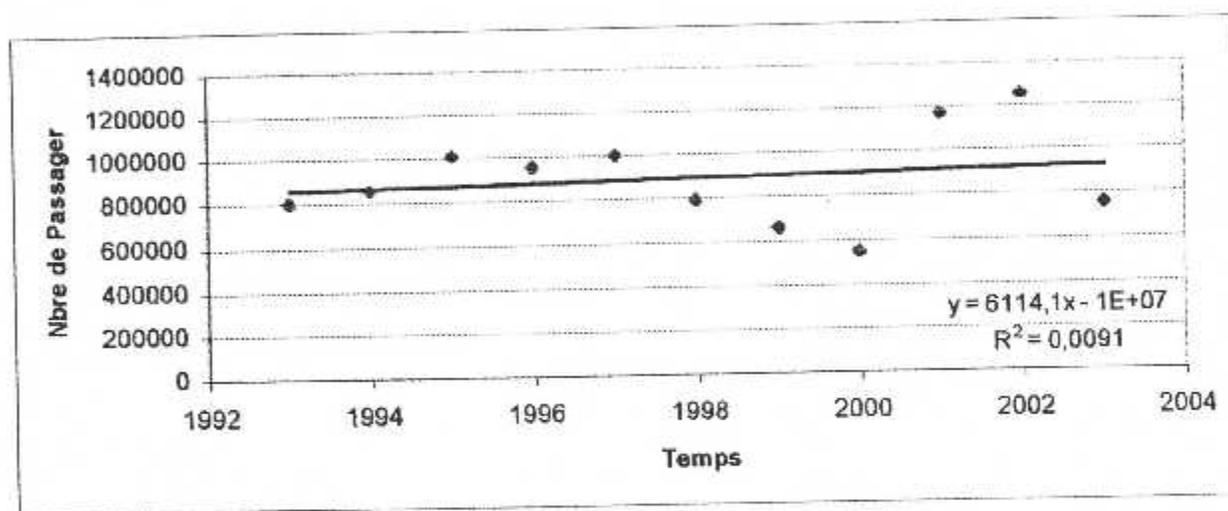


Figure 2 : (Graphe Trafic pax Domestique « Arrivée »)

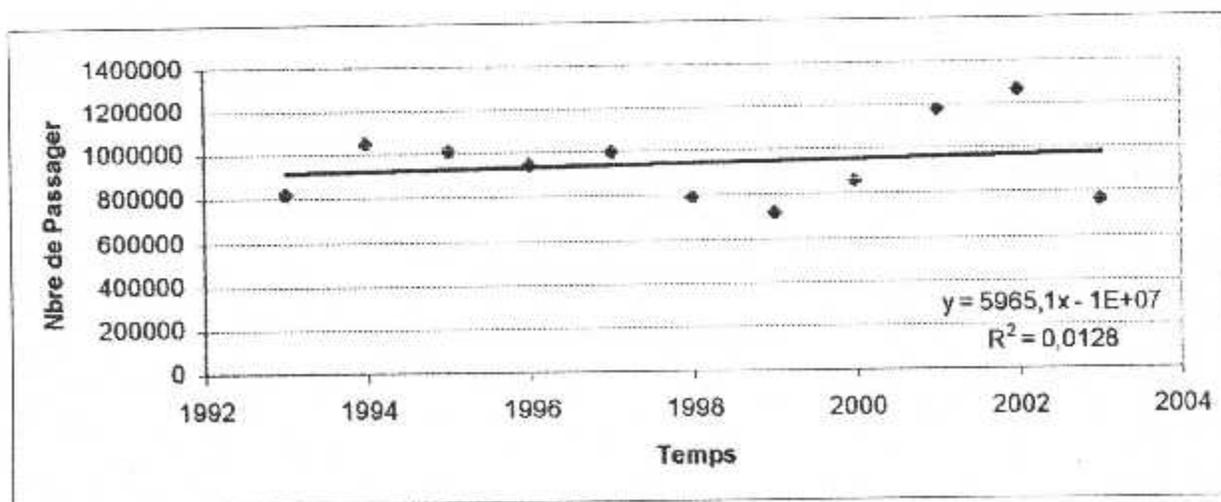


Figure 3 : (Graphe Trafic pax Domestique « Départ »)

Applications numériques : (du tableau 1)**Cas : Arrivée et Départ « Domestique »**

$$b = 1328712 / 110 \Rightarrow b = 12079.5$$

$$a = 1841034 - 12079.5 * 1998 \Rightarrow a = -22293807$$

$$\text{D'où } Y = -22293807 + 12079.5 T$$

$$r^2 = (1328712)^2 / (110 * 1.4069^{E+12}) \Rightarrow r^2 = 0.01$$

$r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation

Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre de passagers	1973908.5	2034306

Cas : Arrivée « Domestique »

$$b = 672548 / 110 \Rightarrow b = 6116$$

$$a = 892174.5 - 6116 * 1998 \Rightarrow a = -11327593.5$$

$$\text{D'où } Y = -11327593.5 + 6116 T$$

$$r^2 = (672548)^2 / (110 * 4.5098^{E+11}) \Rightarrow r^2 = 0.009$$

$r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation

Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre de passagers	959450.5	990030.5

Cas : Départ « Domestique »

$$b = 656164 / 110 \Rightarrow b = 5965$$

$$a = 948860 - 5965 * 1998 \Rightarrow a = -10969210$$

D'où $Y = -10969210 + 5965 T$

$$r^2 = (656164)^2 / (110 * 3.0593^{E+11}) \Rightarrow r^2 = 0.01$$

$r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation

Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre de passagers	1014475	1044300

T	Y		t	Y _t		t ²	Y ²		t * Y _t		
	A	D		A	D		A	D	A	D	A
1993	802017	880482	-5	147780,182	159285,636	25	2,1839E-10	2,5372E+10	-738900,91	-796428,18	1535329,1
1994	578925	707573	-4	-75311,818	-13623,364	16	5,671869E-10	1,855961E+10	301247,272	54493,456	355740,72
1995	504474	563455	-3	-149762,818	-157741,364	9	2,2429E+10	2,4882E+10	449288,454	473224,092	922512,54
1996	526038	573188	-2	-128198,818	-148008,364	4	1,6435E+10	2,1906E+10	256397,636	296016,728	552414,36
1997	547319	600591	-1	-106917,818	-120605,364	1	1,1431E-10	1,4546E-10	106917,818	120605,364	227523,18
1998	514767	557160	0	-139469,818	-164036,364	0	1,9452E+10	2,6908E+10	0	0	0
1999	576222	628961	1	-78014,818	-92235,364	1	6,086311E-08	8,507362E-07	-78014,818	-92235,364	170250,18
2000	640379	730231	2	-13857,818	9034,636	4	1,920391E-07	8,162464E-07	-27715,636	18069,272	-9646,36
2001	767088	833794	3	112851,182	112597,636	9	1,2735E+10	1,2678E+10	338553,546	337792,908	676346,46
2002	859788	917178	4	205551,182	195981,636	16	4,2251E-10	3,8409E-10	822204,728	783926,544	1606731,28
2003	879588	940547	5	225351,182	219350,636	25	5,0783E+10	4,8115E+10	1126755,91	1096753,18	2223509,1
Σ 21978	Σ 7196605	Σ 7933160		147780,182		Σ 110	Σ 2,0931E+11	Σ 2,2159E+11	Σ 2556734	Σ 2292218	Σ 4648952
T moy = 1998	Y moy = 654236,818	Y moy = 721196,364									

Tableau 2 : (Traffic International « Pax »)

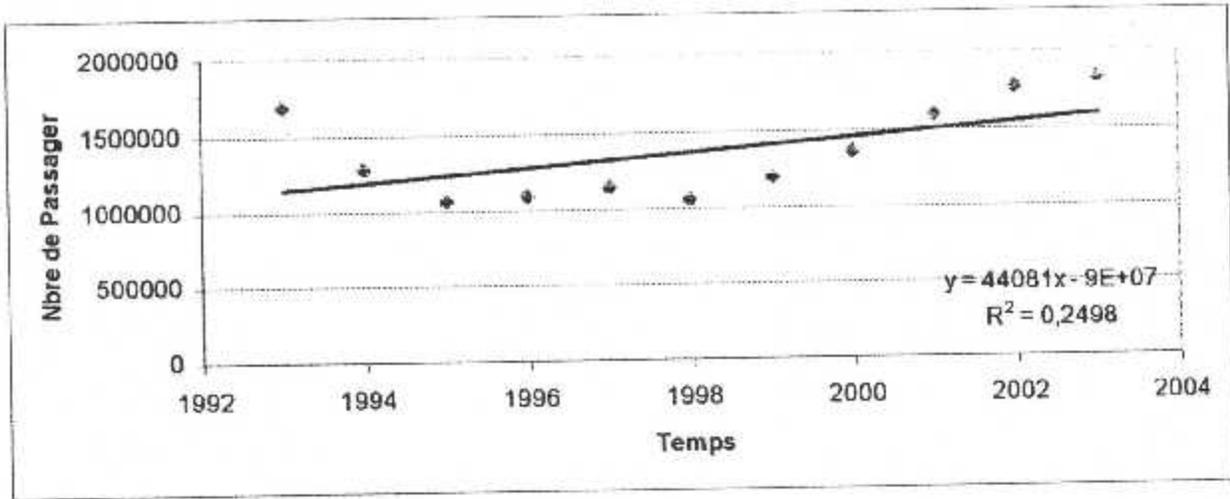


Figure 4 : (Graphe Trafic pax International « Arrivée et Départ »)

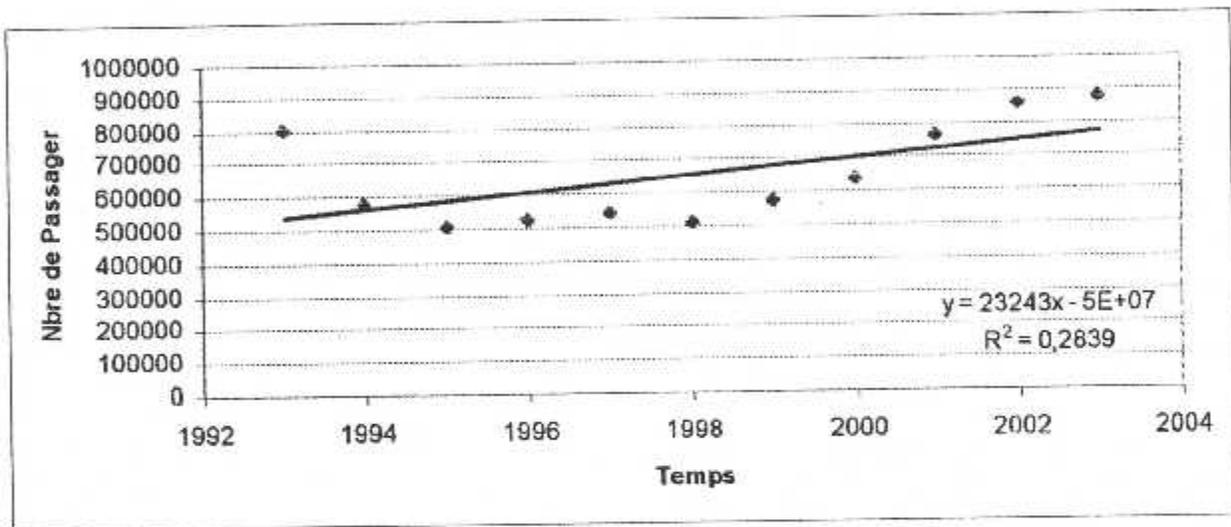


Figure 5 : (Graphe Trafic pax International « Arrivée »)

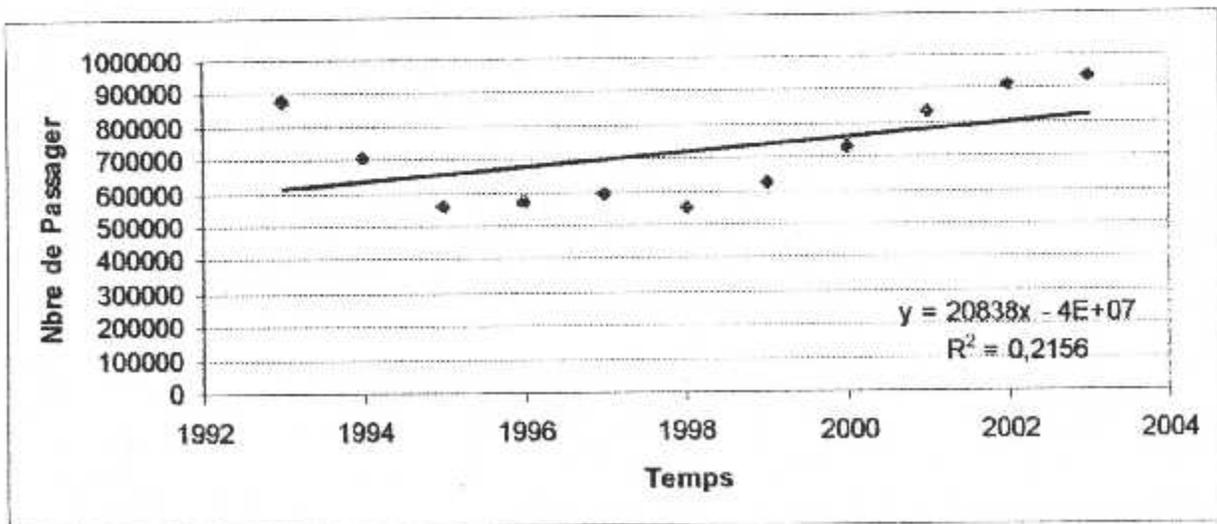


Figure 6 : (Graphe Trafic pax International « Départ »)

Applications numériques : (du tableau 2)**Cas : Arrivée et Départ « International »**

$$b = 4848952 / 110 \Rightarrow b = 44081.5$$

$$a = 1375433 - 44081.5 * 1998 \Rightarrow a = -86699404$$

$$\text{D'où } Y = -86699404 + 44081.5 T$$

$$r^2 = (4848952)^2 / (110 * 8.5575^{E+11}) \Rightarrow r^2 = 0.25$$

$r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation

Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre de passagers	1860329.5	2080737

Cas : Arrivée « International »

$$b = 2556734 / 110 \Rightarrow b = 23243$$

$$a = 654237 - 23243 * 1998 \Rightarrow a = -45785277$$

$$\text{D'où } Y = -45785277 + 23243 T$$

$$r^2 = (2556734)^2 / (110 * 2.0931^{E+11}) \Rightarrow r^2 = 0.28$$

$r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation

Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre de passagers	909910	1026125

Cas : Départ « International »

$$b = 2292218 / 110 \Rightarrow b = 20838.5$$

$$a = 721196.5 - 20838.5 * 1998 \Rightarrow a = -40914126.5$$

$$\text{D'où } Y = -40914126.5 + 20838.5 T$$

$$r^2 = (2292218)^2 / (110 * 2.2159^{E+11}) \Rightarrow r^2 = 0.215$$

$r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation

Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre de passagers	950420	1054612.5

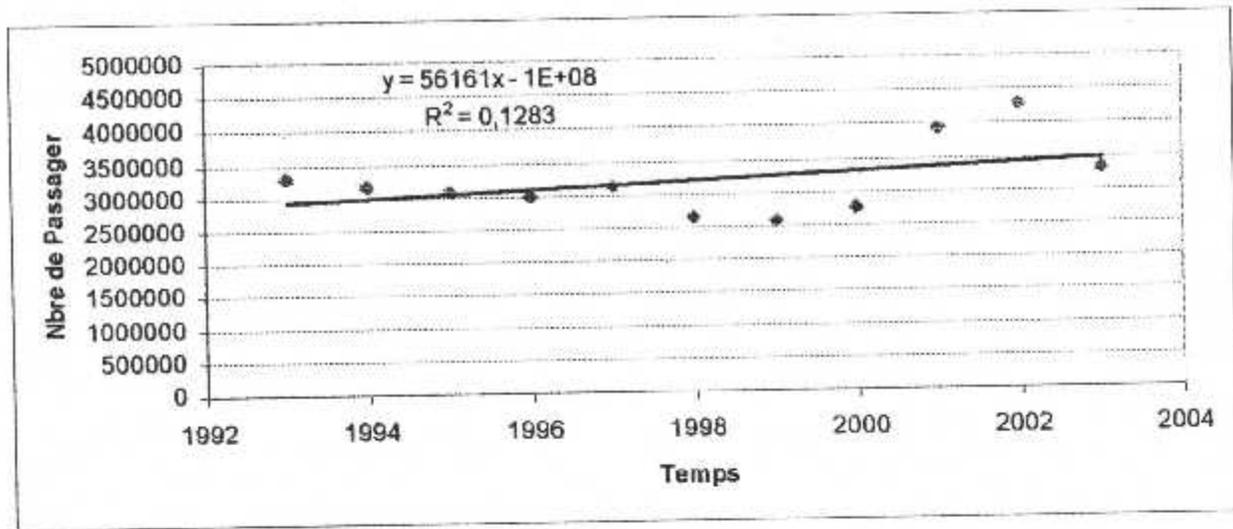


Figure 7 : (Graphe Trafic pax International + Domestique « Arrivée et Départ »)

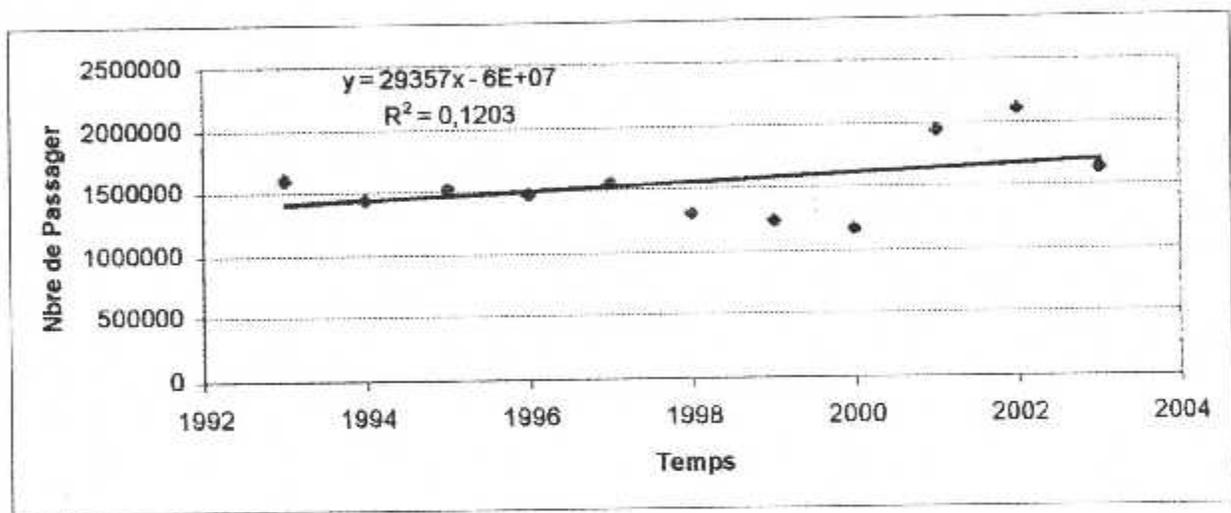


Figure 8 : (Graphe Trafic pax International + Domestique « Arrivée »)

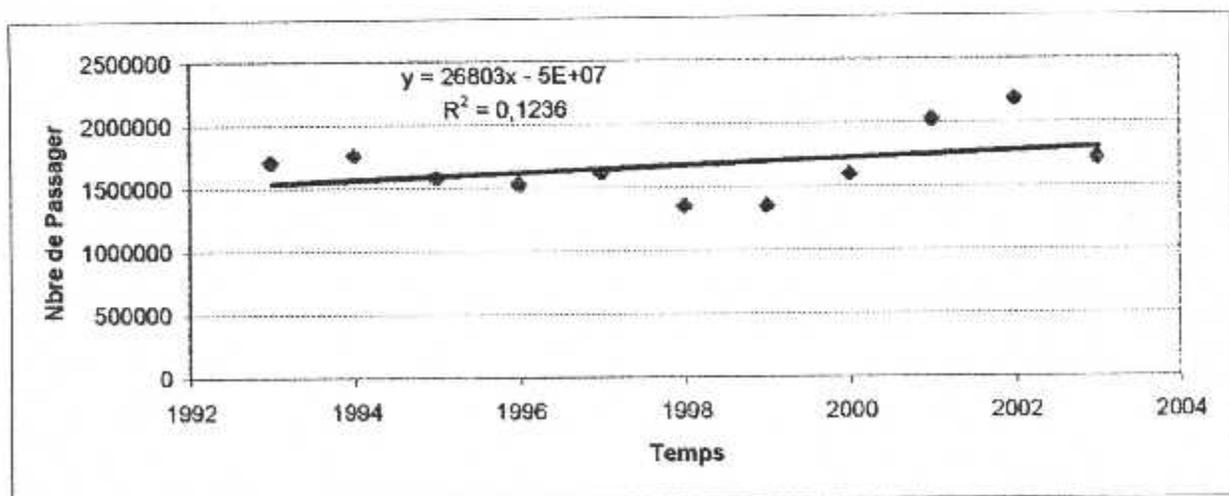


Figure 9 : (Graphe Trafic pax International + Domestique « Départ »)

Applications numériques : (du tableau 3)**Cas : Arrivée et Départ « International + Domestique »**

$$b = 6177664 / 110 \Rightarrow b = 56160.5$$

$$a = 3216467 - 56160.5 * 1998 \Rightarrow a = -108992212$$

$$\text{D'où } Y = -108992212 + 56160.5 T$$

$$r^2 = (6177664)^2 / (110 * 2.705^{E+12}) \Rightarrow r^2 = 0.13$$

 $r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation
Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre de passagers	3834232.5	4115035

Cas : Arrivée « International + Domestique »

$$b = 3229282 / 110 \Rightarrow b = 29357$$

$$a = 1546411 - 29357 * 1998 \Rightarrow a = -57108875$$

$$\text{D'où } Y = -57108875 + 29357 T$$

$$r^2 = (3229282)^2 / (110 * 7.8808^{E+11}) \Rightarrow r^2 = 0.12$$

 $r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation
Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre de passagers	1869338	2016123

Cas : Départ « International + Domestique »

$$b = 2948367 / 110 \Rightarrow b = 26803$$

$$a = 1670056 - 26803 * 1998 \Rightarrow a = -51882338$$

D'où $Y = -51882338 + 26803 T$

$$r^2 = (2948367)^2 / (110 * 6.3924^{E+11}) \Rightarrow r^2 = 0.12$$

$r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation

Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre de passagers	1964889	2098904

2.3 – PREVISION DU TRAFIC AVION :

T	Y		t	Y _t		t ²	Y ²		t * Y _t		D + A	D	D + A	
	A	D		A	D		A	D	A	D				
1993	10277	9939	-5	-3133,9091	-3344,5455	25	1863,5625	11185984,6	15669,5455	16722,7275	3472865,19	16722,7275	-9317,812	
1994	10700	10700	-4	-2710,9091	-2583,5455	16	3047,5625	6674707,35	10843,6364	10334,182	9287637,19	10334,182	-12190,25	
1995	11686	11584	-3	-1724,9091	-1699,5455	9	4917,5625	2888454,91	5174,7273	5098,6365	24182420,9	5098,6365	14752,68	
1996	11024	10956	-2	-2386,9091	-2327,5455	4	3627,5625	5417468,05	4773,8182	4655,091	13159209,7	4655,091	-7255,125	
1997	11624	11521	-1	-1786,9091	-1762,5455	1	4792,5625	3106566,64	1786,9091	1762,5455	22968655,3	1762,5455	-4792,562	
1998	10430	10267	0	-2980,9091	-3016,5455	0	2344,5625	9099546,75	0	0	5496973,32	0	0	
1999	10865	10739	1	-2545,9091	-2544,5455	1	3251,5625	6474711,8	-2545,9091	-2544,5455	10572658,7	-2544,5455	3251,562	
2000	14834	14754	2	1423,9091	1470,4545	4	11235,5625	2162236,44	2846,1818	2940,909	126237865	2940,909	22471,12	
2001	21695	21568	3	8284,9091	8284,4545	9	24910,5625	68632186,4	24852,2727	24853,3635	620536124	24853,3635	74731,68	
2002	22264	22112	4	8853,9091	8828,4545	16	26023,5625	77941608,9	35412,3636	35313,818	677225805	35313,818	104094,2	
2003	12121	11979	5	-1289,9091	-1304,5455	25	5747,5625	1701838,96	-6449,5455	-6522,7275	33034474,7	-6522,7275	28737,81	
Σ =	Σ =	Σ =		Σ =	Σ =	Σ =	Σ =	Σ =	Σ =	Σ =	Σ =	Σ =	Σ =	
21978	147520	146119		-3133,9091		110		195285311	195096011	195285311	1546174689	92364	92614	184978
T moy =	Y moy =	Y moy =												
1998	13410,90	13283,5455												
		Y moy =												
		26694,4545												

Tableau 4 : (Trafic Domestique « Avion »)

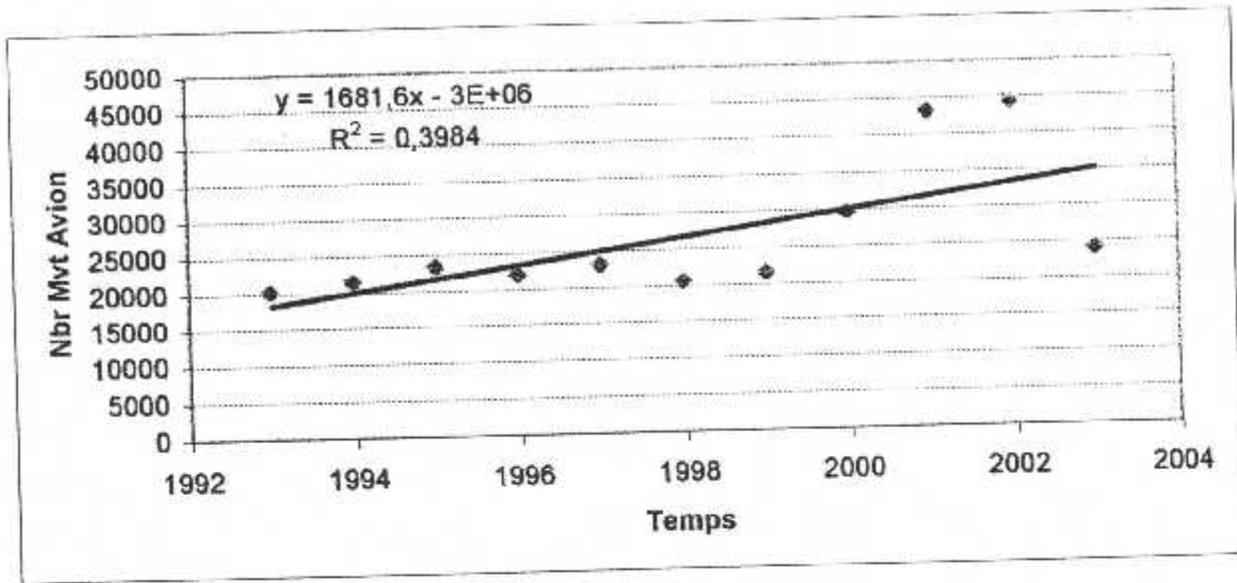


Figure 1 : (Graphe Trafic mouvement avion Domestique « Arrivée et Départ »)

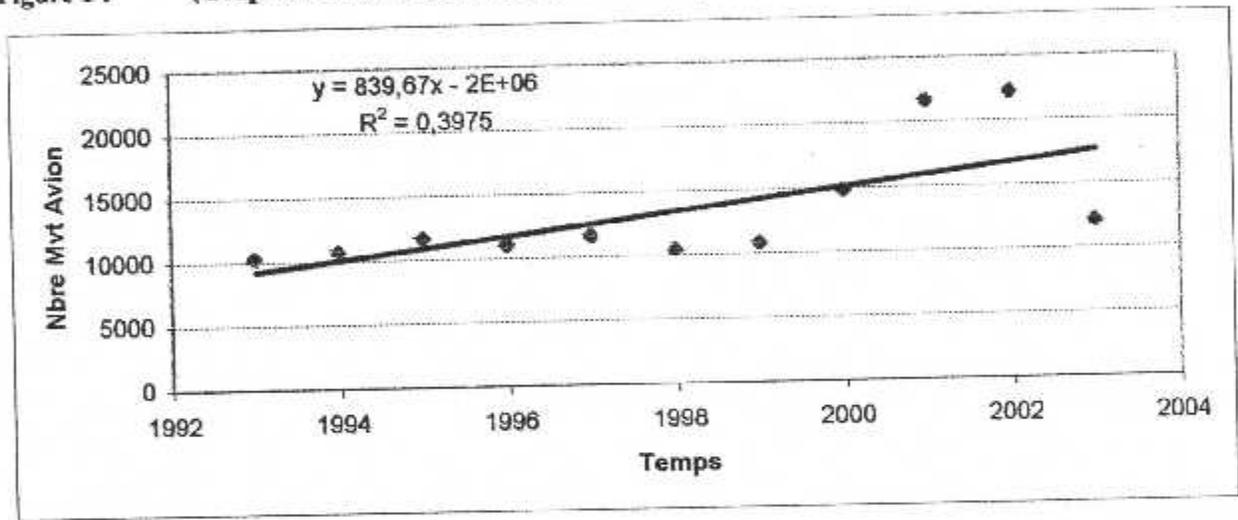


Figure 11 : (Graphe Trafic mouvement avion Domestique « Arrivée »)

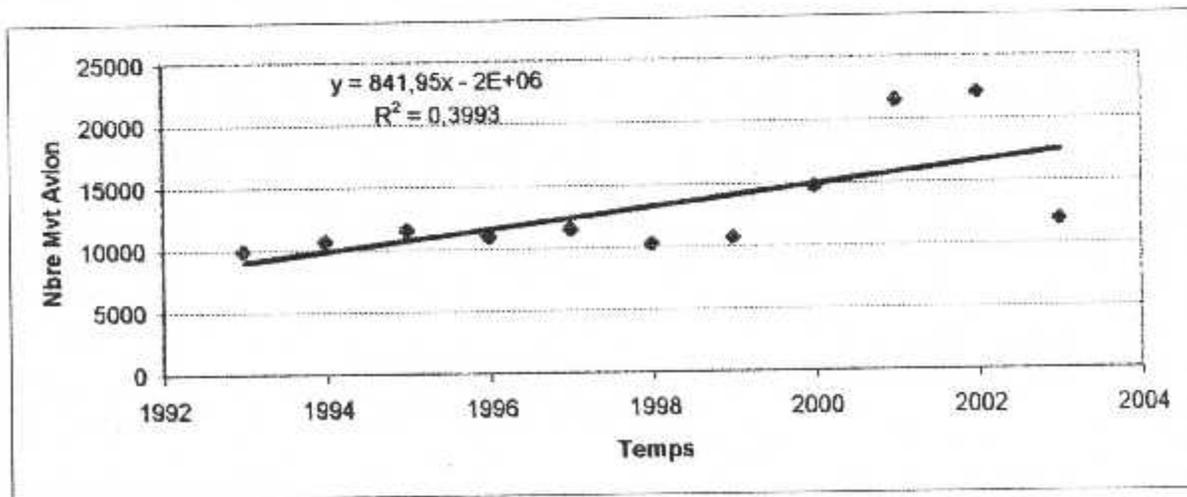


Figure 12 : (Graphe Trafic mouvement avion Domestique « Départ »)

Fig

Applications numériques : (du tableau 4)**Cas : Arrivée et Départ « Domestique »**

$$b = 184978 / 110 \Rightarrow \boxed{b = 1682}$$

$$a = 26694.5 - 1682 * 1998 \Rightarrow \boxed{a = -3333941.5}$$

$$\text{D'où } \boxed{Y = -3333941.5 + 1682 T}$$

$$r^2 = (184978)^2 / (110 * 1546174689) \Rightarrow \boxed{r^2 = 0.20}$$

$r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation

Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre d'avions	45196.5	53606.5

Cas : Arrivée « Domestique »

$$b = 92364 / 110 \Rightarrow \boxed{b = 840}$$

$$a = 13411 - 840 * 1998 \Rightarrow \boxed{a = -1664909}$$

$$\text{D'où } \boxed{Y = -1664909 + 840 T}$$

$$r^2 = (92364)^2 / (110 * 195096011) \Rightarrow \boxed{r^2 = 0.39}$$

$r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation

Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre d'avions	22651	26851

Cas : Départ « Domestique »

$$b = 92614 / 110 \Rightarrow b = 842$$

$$a = 13283.5 - 842 * 1998 \Rightarrow a = -1669032.5$$

D'où $Y = -1669032.5 + 842 T$

$$r^2 = (92614)^2 / (110 * 198285311) \Rightarrow r^2 = 0.39$$

$r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation

Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre d'avions	22545.5	26755.5

T	Y		t	Y _i		t ²	Y ²		t * Y _i		D + A
	A	D		A	D		A	D	A	D	
1993	7755	8015	-5	853,18182	1003,09091	25	727919,218	1006191,37	3445748,34	-4265,9091	-5015,45455
1994	6854	6854	-4	-47,81818	-157,90909	16	2286,57834	24935,2807	42323,722	191,27272	631,63636
1995	5186	5277	-3	-1715,81818	-1734,90909	9	2944032,03	3009909,55	11907518,9	5147,45454	5204,72727
1996	4997	5059	-2	-1904,81818	-1952,90909	4	3628332,3	3813853,91	14882059,9	3809,63636	3905,81818
1997	5503	5610	-1	-1398,81818	-1401,90909	1	1956692,3	1965349,1	7844073,41	1398,81818	1401,90909
1998	5368	5506	0	-1533,81818	-1505,90909	0	2352598,21	2267762,19	9239942,06	0	0
1999	5869	5977	1	-1032,81818	-1034,90909	1	1066713,39	1071036,82	4275496,19	-1032,81818	-1034,90909
2000	6857	6939	2	-44,81818	-72,90909	4	2008,66926	5315,7354	13859,7172	-89,63636	-145,81818
2001	8112	8229	3	1210,18182	1217,09091	9	1464540,04	1481310,28	5891652,76	3630,54546	3651,27273
2002	9765	9861	4	2863,18182	2849,09091	16	8197810,13	8117319,01	32630059,4	11452,7273	11396,3636
2003	9654	9804	5	2752,18182	2792,09091	25	7574504,77	7795771,65	30738959,8	13760,9091	13960,4546
Σ =	75920	77131		853,18182		Σ =	29917437,6	30558754,9	120911694	Σ =	Σ =
T moy = 1998	Y moy = 6901,81818	Y moy = 7011,90909				Σ = 110				Σ = 34003	Σ = 33956
											Σ = 67959

Tableau 5 : (Traffic International « Avion »)

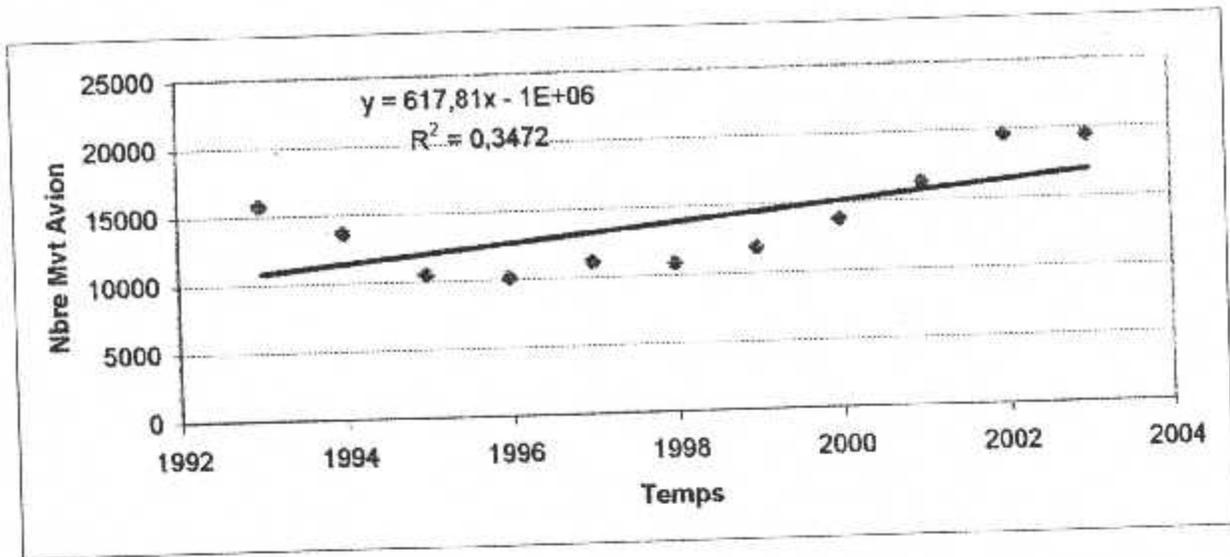


Figure 13 : (Graphe Traffic mouvement avion International « Arrivée et Départ »)

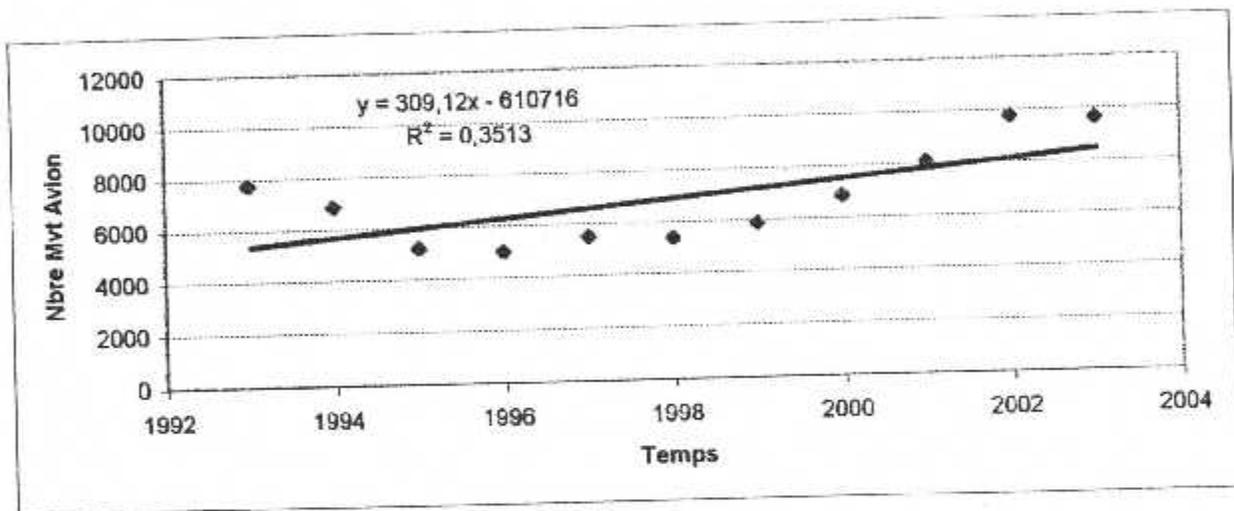


Figure 14 : (Graphe Traffic mouvement avion International « Arrivée »)

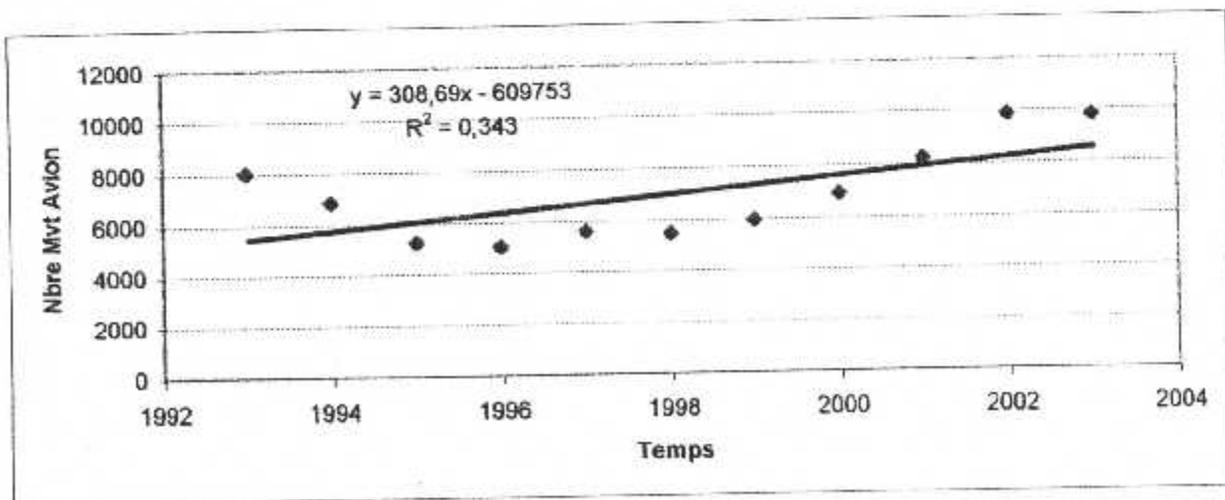


Figure 15 : (Graphe Traffic mouvement avion International « Départ »)

Applications numériques : (du tableau 5)

Cas : Arrivée et Départ « International »

$$b = 67959 / 110 \Rightarrow b = 618$$

$$a = 13914 - 618 * 1998 \Rightarrow a = -1220850$$

$$\text{D'où } Y = -1220850 + 618 T$$

$$r^2 = (67959)^2 / (110 * 120911694) \Rightarrow r^2 = 0.34$$

$r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation

Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre d'avions	20712	23802

Cas : Arrivée « International »

$$b = 34003 / 110 \Rightarrow b = 309.5$$

$$a = 6902 - 309 * 1998 \Rightarrow a = -610480$$

$$\text{D'où } Y = -610480 + 309 T$$

$$r^2 = (34003)^2 / (110 * 29917437.6) \Rightarrow r^2 = 0.35$$

$r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation

Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre d'avions	10301	11846

Cas : Départ « International »

$$b = 33956 / 110 \Rightarrow b = 309$$

$$a = 7012 - 309 * 1998 \Rightarrow a = -610370$$

D'où $Y = -610370 + 309 T$

$$r^2 = (339568)^2 / (110 * 3055874.9) \Rightarrow r^2 = 0.34$$

$r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation

Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre d'avions	10411	11956

T	Y		t _i	Y _i		t ²	y ²		t _i * y _i		D + A
	A	D		A	D		A	D	A	D	
1993	18032	17954	-5	-2280,72727	-2341,4545	25	5201716,893	5482409,176	11403,6364	11707,2725	23110,90
1994	17554	17554	-4	-2758,72727	-2741,4545	16	7610576,165	7515572,776	11034,9091	10965,818	22000,72
1995	16872	16861	-3	-3440,72727	-3434,4545	9	11838604,17	11795477,71	10322,1818	10303,3635	20625,54
1996	16021	16015	-2	-4291,72727	-4280,4545	4	18418922,98	18322290,73	8583,45455	8560,909	17144,36
1997	17127	17131	-1	-3185,72727	-3164,4545	1	10148858,26	10013772,28	3185,72727	3164,4545	6350,181
1998	15798	15773	0	-4514,72727	-4522,4545	0	20382762,35	20452594,7	0	0	0
1999	16734	16716	1	-3578,72727	-3579,4545	1	12807288,89	12812494,52	-3578,72727	-3579,4545	-7158,181
2000	21691	21693	2	1378,27273	1397,5455	4	1899635,711	1953133,425	2756,54545	2795,091	5551,656
2001	29807	29797	3	9494,27273	9501,5455	9	90141214,62	90279366,89	28482,8182	28504,6365	56987,45
2002	32029	31973	4	11716,2727	11677,5455	16	137271046,6	136365068,9	46865,0909	46710,182	93575,27
2003	21775	21783	5	1462,27273	1487,5455	25	2138241,529	2212791,615	7311,36364	7437,7275	14749,09
Σ =	Σ =	Σ =				Σ =	Σ =	Σ =	Σ =	Σ =	Σ =
21978	223440	223250		-2280,72727		110	317858868,2	317204972,7	126367	126570	252937
T moy =	Y moy =	Y moy =									
1998	20312,7273	20295,4545									
		40608,1818									

Tableau 6 : (Trafic International + Domestique « Avion »)

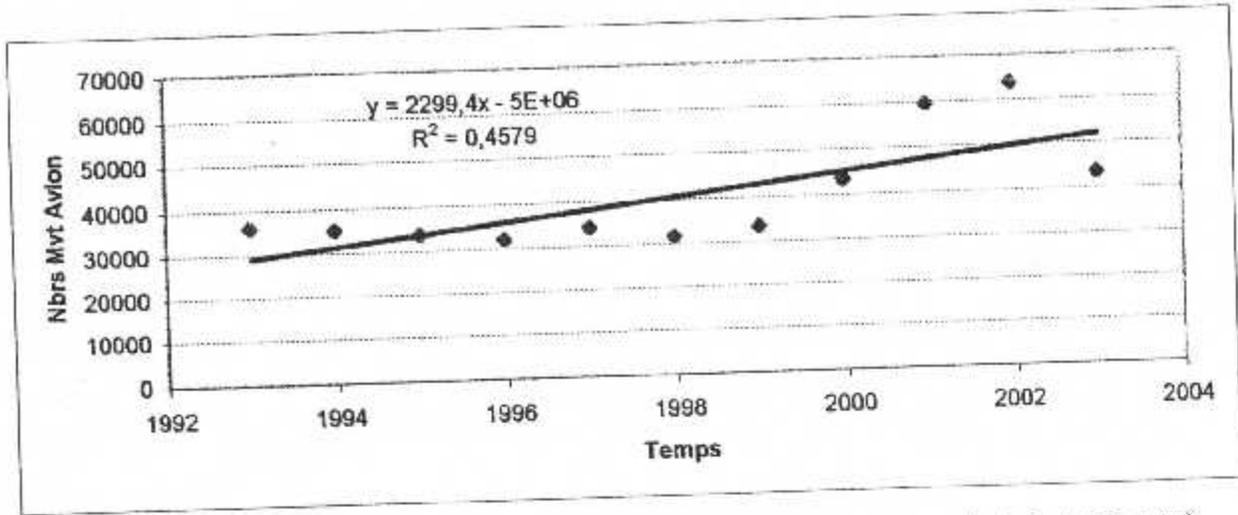


Figure 16 : (Graphe Traffic mouvement avion International + Domestique « Arrivée et Départ »)

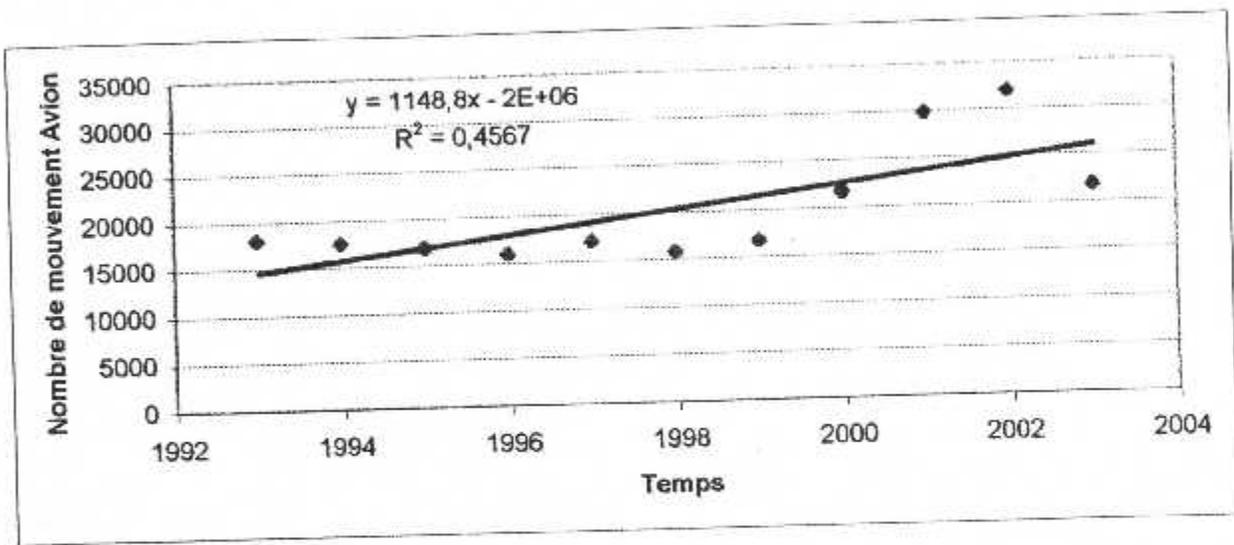


Figure 17 : (Graphe Traffic mouvement avion International + Domestique « Arrivée »)

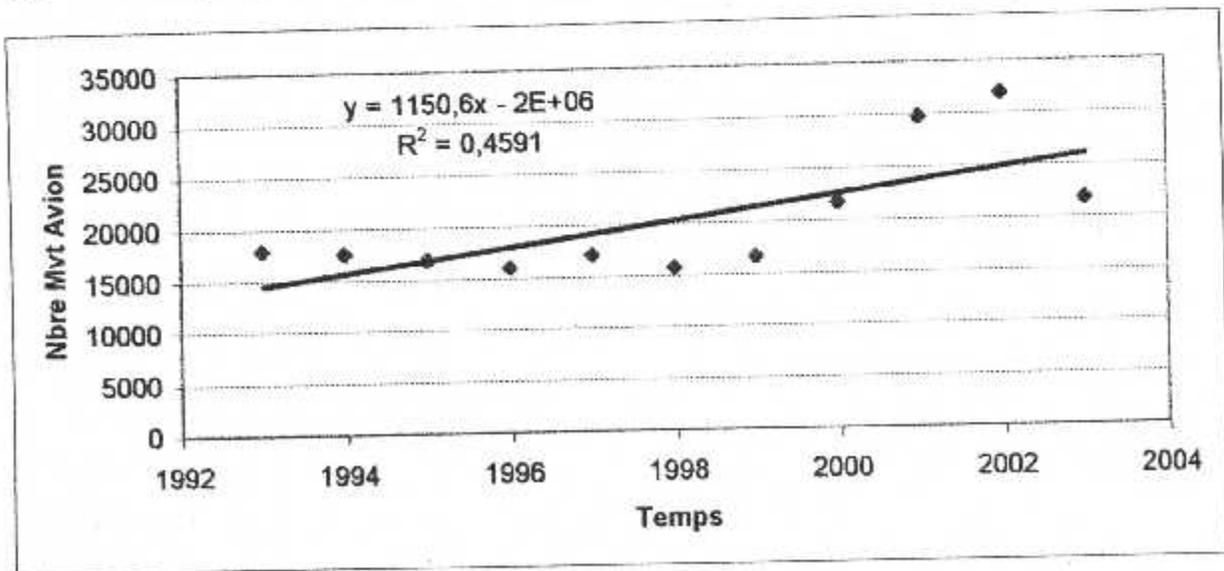


Figure 18 : (Graphe Traffic mouvement avion International + Domestique « Départ »)

Applications numériques : (du tableau 6)**Cas : Arrivée et Départ « International + Domestique »**

$$b = 252937 / 110 \Rightarrow b = 2299.5$$

$$a = 40608 - 2299.5 * 1998 \Rightarrow a = -4553793$$

$$\text{D'où } Y = -4553793 + 2299.5T$$

$$r^2 = (252937)^2 / (110 * 1270120454) \Rightarrow r^2 = 0.46$$

$r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation

Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre d'avions	65902.5	77400

Cas : Arrivée « International + Domestique »

$$b = 126367 / 110 \Rightarrow b = 1149$$

$$a = 20313 - 1149 * 1998 \Rightarrow a = -2275389$$

$$\text{D'où } Y = -2275389 + 1149 T$$

$$r^2 = (126367)^2 / (110 * 317858868.2) \Rightarrow r^2 = 0.46$$

$r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation

Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre d'avions	32952	38697

Cas : Départ « International + Domestique »

Application numérique : (du tableau)

$$b = 126570 / 110 \Rightarrow \boxed{b = 1151}$$

$$a = 20295.5 - 1151 * 1998 \Rightarrow \boxed{a = -2279402.5}$$

D'où $\boxed{Y = -2279402.5 + 1151 T}$

$$r^2 = (126570)^2 / (110 * 317204972.7) \Rightarrow \boxed{r^2 = 0.46}$$

$r^2 \rightarrow 0 \Rightarrow$ Mauvaise Adaptation

Prévision pour 2009 et 2014 :

Année	2009	2014
Nombre d'avions	32956.5	38711.5

2.4 – ANALYSE DES DONNEES :

D'après les résultats obtenus dans l'étude de la prévision des trafics « Passager et Avion » ; nous constatons une augmentation de ce dernier dans les prochaines années.

	AVION	VARIATION	PAX	VARIATION
2003	43558	-	3345218	-
2009	65902.5	+ 1,51 % / 2003	3834232.5	+ 1,14 % / 2003
2014	77400	+ 1,77 % / 2003	4115035	+ 1,23 % / 2003

Cette évolution induira une progression du nombre de vols, ce qui nous pousse à faire une étude sur les capacités :

- capacité piste
- capacité parking.

CHAPITRE 3 :

MINIMA D'ESPACEMENT ET VITESSE D'APPROCHE

3.2 - MINIMA D'ESPACEMENT ENTRE DEUX DEPARTS DUS AUX TURBULANCES DE SILLAGE :

Les minima d'espacement résultant de la turbulence de sillage à appliquer entre deux aéronefs au départ sont explicités dans le tableau suivant (DOC 4444 – 5.8.3.1.), les valeurs présentées entre parenthèses correspondant au cas de l'avion suiveur décollant d'une partie intermédiaire de la piste (DOC 4444 – 5.8.3.2..)

Avion de tête \ Avion suiveur	Light	Medium	Heavy
Light MTOW ≤ 7 t	(*)	(*)	(*)
Medium 7t ≤ MTOW ≤ 136t	120 s (180 s)	(*)	(*)
Heavy MTOW > 136 t	120 s (180 s)	120 s (180 s)	(*)

(*) pas de contrainte d'espacement due à la turbulence de sillage

MTOW : Maximum Take-Off Weight

Sur cette base, ont été définis les minima d'espacement résultant de la turbulence de sillage à prendre en compte entre deux aéronefs au départ de type i et j (de 1 à 4). Ils sont explicités dans le tableau suivant (les valeurs présentées entre parenthèses correspondant au cas de l'avion suiveur décollant d'une partie intermédiaire de la piste) :

Avion de tête \ Avion suiveur	Type 1 (Be -58)	Type 2 (ATR-42)	Type 3 (B-737)	Type 4 (B-747)
Type 1 MTOW ≤ 7 t	(*)	(*)	(*)	(*)
Type 2 7 t ≤ MTOW ≤ 40 t	120 s (180 s)	120 s (180 s)	120 s (180 s)	(*)
Type 3 40t ≤ MTOW ≤ 136t	120 s (180 s)	120 s (180 s)	120 s (180 s)	(*)
Type 4 MTOW > 136 t	120 s (180 s)	120 s (180 s)	120 s (180 s)	120 s (180 s)

3.1 - MINIMA D'ESPACEMENT ENTRE DEUX ARRIVEES DUS AUX TURBULANCES DE SILLAGE :

Les minima d'espacement résultant de la turbulence de sillage à appliquer entre deux aéronefs à l'arrivée sont explicités dans le tableau suivant (DOC 4444 - 5.8.2.1.1.)

Avion suiveur Avion de tête	Light	Medium	Heavy
Light MTOW ≤ 7 t	(*)	(*)	(*)
Medium 7t ≤ MTOW ≤ 136t	180 s	(*)	(*)
Heavy MTOW > 136 t	180 s	120 s	(*)

(*) pas de contrainte d'espacement due à la turbulence de sillage

MTOW : Maximum Take-Off Weight

En considérant le (DOC 4444(ATM / 501) - 8.7.4.4.), ont été définis les minima d'espacement radar résultant de la turbulence de sillage à prendre en compte entre deux aéronefs à l'arrivée de types I et j (de 1 à 4) sur la trajectoire d'approche finale. Ils sont explicités dans le tableau suivant (il a été vérifié que les espacements ci-dessus sont respectés) :

Avion suiveur Avion de tête	Type 1 (Be -58)	Type 2 (ATR-42)	Type 3 (B-737)	Type 4 (B-747)
Type 1 MTOW ≤ 7 t	(*)	(*)	(*)	(*)
Type 2 7 t ≤ MTOW ≤ 40 t	4 NM	3 NM	3 NM	(*)
Type 3 40t ≤ MTOW ≤ 136t	4 NM	3 NM	3 NM	(*)
Type 4 MTOW > 136 t	6 NM	5 NM	5 NM	4 NM

4.1 - SCENARIOS PISTES :

L'aéroport d'Alger « Houari Boumediene » est desservi par deux pistes :

- 05 / 23 « Piste principale »
- 09 / 27 « Piste secondaire »

Les caractéristiques de chacune d'elles sont jointes dans la présentation de l'aérodrome.

Scénario :

Chaque piste peut être utilisée pour un décollage ou un atterrissage.

Comme a l'aéroport d'Alger il y a 2 pistes, on combine entre les deux ; c'est-à-dire la principale est utilisée pour les décollages alors que la secondaire est utilisée pour les atterrissages.

Exemple :

Lorsque le QFU 23 est utilisé pour les atterrissages, le QFU 27 est utilisé pour les décollages.

	Piste	Décollage	Atterrissage
Scénario 1	09/27		09
	05/23	05	
Scénario 2	09/27	27	
	05/23		23

Remarque :

On ne peut jamais combiner entre deux atterrissages pour les QFU 23 et 27 à la fois, car les procédures d'approche ne le permettent pas dans le cas d'une remise des gaz à l'extrémité de la piste 23.

4.2 – DISTANCES ENTRE SEUIL DES PISTES EST VOIES DE**SORTIE :**

(voir plan joint dans l'annexe)

	QFU 23	QFU 09
Distance du seuil d'exploitation à la bretelle de sortie rapide	2088 m	2352 m
Distance du seuil d'exploitation à la bretelle de sortie I2		1230 m
Distance du seuil d'exploitation à la bretelle de sortie A8		3500 m
Distance du seuil d'exploitation à la bretelle de sortie F2	1200 m	
Distance du seuil d'exploitation à la bretelle de sortie E2	1950 m	
Distance du seuil d'exploitation à la bretelle de sortie D2	2665 m	
Distance du seuil d'exploitation à la bretelle de sortie C3	3500 m	
Angle entre l'axe de piste et la bretelle de sortie rapide	30°	30°
Distance entre le seuil d'exploitation et la raquette	Pas de raquette	3500 m

4.3 - TEMPS D'OCCUPATION DE PISTE AU DEPART :

Le RCA3 – 5.6.6.1. Précise qu'une autorisation de décollage ne peut être délivrée à un aéronef tant que celui qui le précède n'a pas franchi l'extrémité de la piste en service ou amorcé un virage.

Le temps d'occupation de piste au départ peut être calculé (voir méthode ci-après) ou mesuré in - situ. Dans la méthode de calcul explicitée ci-dessous, le temps d'occupation de piste par l'avion au départ ne prend pas en compte le temps de trajet ' point d'attente – seuil d'exploitation '. Cette durée peut être ajoutée aux cadences élémentaires 'départs - départs'

Méthode de calcul :

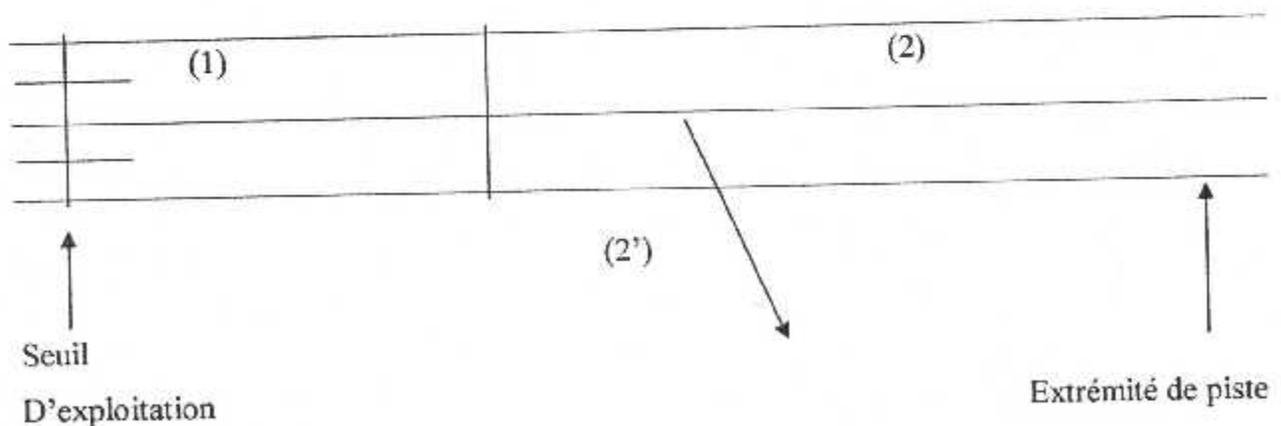
Hypothèses :

Le temps d'occupation de piste au départ (top) et les données nécessaires à son calcul dépendent du type d'avion considéré (4 types d'avions).

Le temps mis par un avion pour passer de la vitesse V_1 (en Kts) à la vitesse V_2 à accélération constante sur une distance D (en m) est $4D / (V_1 + V_2)$. Le temps mis par un avion pour parcourir une distance D (en m) à une vitesse V (en Kts) est $2D / V$.

Calcul de top :

Schéma de principe :



(1) : Accélération constante, la vitesse variant de 0 à la vitesse de décollage sur une distance égale à la distance de décollage

(2) : Survol jusqu'à l'extrémité de piste à la vitesse de décollage

(2') : Virage après décollage

Formulation :

$$\text{top} = 4 Dd / Vd + 2(L - Dd) / Vd \quad \text{(1) (2)} \quad \text{(si décollage dans l'axe de piste)}$$

ou :

$$\text{top} = 4 Dd / Vd + Tdv \quad \text{(1) (2')} \quad \text{(si virage dégagement avant l'extrémité de piste)}$$

avec :

L (en mètres) = longueur de piste.

Dd (en mètres) = distance de décollage

Vd (en mètres) = vitesse de décollage

Tdv = temps de dégagement en vol de l'axe de piste

Quelques valeurs caractéristiques :

Valeur Type d'avion	Dd (**) (m)	Vd (Kts)	Tdv (s)
Type 1 Be-58	800	100	à mesurer
Type 2 ATR-42	1500	130	à mesurer
Type 3 B-737	1800	160	à mesurer
Type 4 B-747	2500	170	(*)

(*) Sans objet

(**) Valeurs moyennes

Application sur les pistes de l'aérodrome d'Alger « Houari Boumediene » :

Les 2 pistes ont une longueur de 3500 m ($L = 3500$ m) .

Le temps moyen de dégagement avant l'extrémité des pistes est « $T_{dv} = 30$ secondes »

- mesuré in situ -, et ce pour tout les types d'avion .

Application numérique :

1- Si le décollage est dans l'axe de piste :

valeur Type d'avion	Dd (m)	Vd (Kts)	top
Type 1 Be-58	800	100	86
Type 2 ATR-42	1500	130	77
Type 3 B-737	1800	160	76
Type 4 B-747	2500	170	71

2- Si virage de dégagement avant l'extrémité de piste :

valeur Type d'avion	Dd (m)	Vd (Kts)	Tdv (s)	top
Type 1 Be-58	800	100	30	62
Type 2 ATR-42	1500	130	30	76
Type 3 B-737	1800	160	30	75
Type 4 B-747	2500	170	(*)	(*)

(*) Sans objet

4.4 - TEMPS D'OCCUPATION DE PISTE A L'ARRIVEE :

Le RCA3 – 5.6.6.1 précise qu'une autorisation d'atterrissage ou de décollage ne peut être délivrée à un aéronef si un aéronef à l'arrivée qui le précède n'a pas dégagé la piste en service, hormis le cas où les espacements peuvent être réduits (RCA3 – 5.6.6.3.1.), le temps d'occupation de piste à l'arrivée peut être calculé (voir la méthode ci-dessous) ou mesuré in situ.

Méthode de calcul :

Hypothèses :

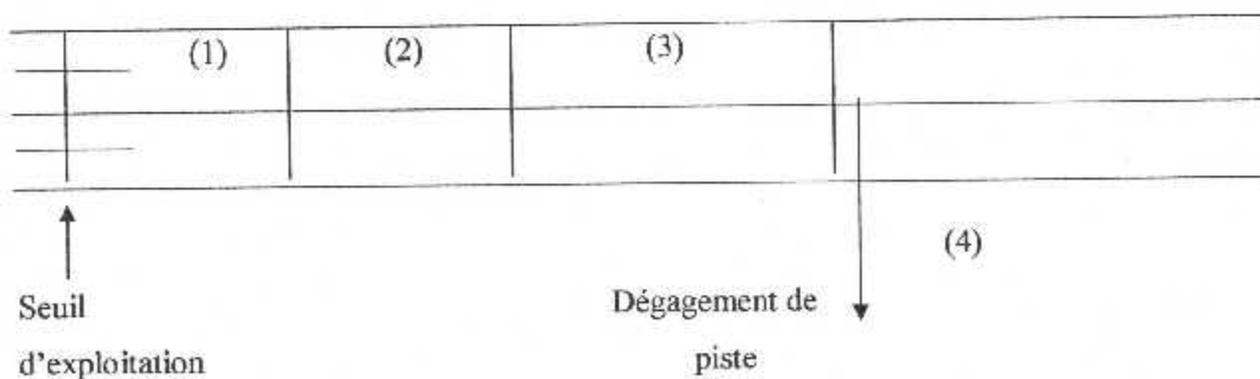
Le temps d'occupation de piste à l'arrivée (TOP) et les données nécessaires à son calcul dépendent du type d'avion considéré (4 types d'avions). Chaque type d'avion est affecté à une bretelle de sortie.

Le temps mis par un avion pour passer de la vitesse $V1$ (en Kts) à la vitesse $V2$ à décélération constante sur une distance D (en m) est $4 D / (V1 + V2)$. Le temps mis par un avion pour parcourir une distance D (en m) à une vitesse V (en Kts) est $2 D / V$.

Après la phase (2) de stabilisation de l'avion au sol (voir schéma de principe ci-après), l'avion décélère de manière uniforme afin d'atteindre la bretelle de sortie à la vitesse spécifiée.

Calcul de TOP :

Schéma de principe :



- (1) : Survol de la piste à décélération constante (de la vitesse de passage au seuil à la vitesse de toucher des roues) du seuil d'exploitation au point de toucher des roues

- (2) : Roulage à vitesse constante (vitesse de toucher des roues) pour stabiliser l'avion
 (3) : Freinage à décélération constante (de la vitesse de toucher des roues à la vitesse de sortie) jusqu'à la sortie de piste
 (4) : Roulage à vitesse constante (vitesse de sortie) de l'axe de piste au point de dégagement

Formulation :

$$\text{TOP} = \frac{4 D_s}{(V_s + V_t)} + \frac{2 D_{st}}{V_t} + \frac{4 (d_b - D_{st} - D_s)}{(V_t + V_S)} + \frac{2 d_{ag} \cdot \sin(\text{axe, bretelle})}{V_S}$$

avec :

- V_s (en Kts) = vitesse de passage au seuil d'exploitation
 D_s (en mètres) = distance de vol du seuil d'exploitation au point de toucher des roues
 V_t (en Kts) = vitesse de toucher des roues
 D_{st} (en mètres) = distance nécessaire à la stabilisation de l'avion
 d_b (en mètres) = distance du seuil d'exploitation à la bretelle de sortie à laquelle l'avion est affecté
 d_{ag} (en mètres) = distance perpendiculaire entre l'axe de piste et le point de dégagement
 $\sin(\text{axe, bretelle})$ = sinus de l'angle entre l'axe de piste et la bretelle de sortie
 V_S (en Kts) = vitesse de sortie
 V_r (en Kts) = vitesse de roulage sur la piste

CHAPITRE 4 :

ETUDE DES CAPACITES PISTES

Quelques valeurs caractéristiques :

Valeur Type Avion	Vs (Kts)	Ds (m)	Vt (Kts)	Dst (m)	dag (m)	VS (Kts)	Angle (axe, bretelle)	Vr (Kts)
Type 1 Be-58	75	200	70	175	90	10 kts si sortie droite (90°)		15
Type 2 ATR-42	105	400	100	250	90	30 kts si sortie rapide à 60°		15
Type 3 B-737	135	500	130	325	90	40 kts si sortie rapide à 45°		15
Type 4 B-747	145	600	140	350	140	55 kts si sortie rapide à 30°		15

Application sur les pistes de l'aérodrome d'Alger « Houari Boumediene » :

Les 2 pistes on une longueur de 3500 m ($L = 3500$ m) .chaque piste contient une sortie rapide et des sorties droites :

Piste 23 : 3 sorties droite (F2, E2, et D2) et 1 sortie rapide (D4).

Piste 09 : 1 sorite droite (I2) et 1 sortie rapide (H4).

Application numérique :**QFU 23 :**

On pour les différents dégagement les valeurs suivantes :

Dégagement par F2 :

$$db = 1200 \text{ m} \quad VS = 10 \text{ kts} \quad \text{angle (axe, bretelle)} = 90^\circ$$

Dégagement par E2 :

$$db = 1950 \text{ m} \quad VS = 10 \text{ kts} \quad \text{angle (axe, bretelle)} = 90^\circ$$

Dégagement par D2 :

$$db = 2665 \text{ m} \quad VS = 10 \text{ kts} \quad \text{angle (axe, bretelle)} = 90^\circ$$

Dégagement par D4 (S.G.V) :

$$db = 2088 \text{ m} \quad VS = 55 \text{ kts} \quad \text{angle (axe, bretelle)} = 30^\circ$$

Valeur Type Avion	Vs (Kts)	Ds (m)	Vt (Kts)	Dst (m)	dag (m)	VS (Kts)	Angle (axe, bretelle)	Vr (Kts)	TOP (s) « F2 »	TOP (s) « E2 »	TOP (s) « D2 »	TOP (s) « D4 » 'SGV'
Type 1 Be-58	75	200	70	175	90			15	70	107	143	67
Type 2 ATR-42	105	400	100	250	90	10 kts si sortie droite (90°)		15	51	78	104	51.5
Type 3 B-737	135	500	130	325	90	55 kts si sortie rapide à 30°		15	41	63	83	41.5
Type 4 B-747	145	600	140	350	140			15	48	68	87	39

QFU 09 :

On pour les différents dégagement les valeurs suivantes :

Dégagement par I2 :

$db = 1230 \text{ m}$ $VS = 10 \text{ kts}$ $\text{angle (axe, bretelle)} = 90^\circ$

Dégagement par H4 (S.G.V) :

$db = 2352 \text{ m}$ $VS = 55 \text{ kts}$ $\text{angle (axe, bretelle)} = 30^\circ$

Valeur Type avion	Vs (kts)	Ds (m)	Vt (kts)	Dst (m)	dag (m)	Angle (axe, br etelle)		TOP (s) "H4" ,SGV'
						VS (kts)	Vr (kts)	
Type 1 Be-58	75	200	70	175	90		15	75
Type 2 ATR-42	105	400	100	250	90	10 kts si sortie droite (90°)		78
Type 3 B-737	135	500	130	325	90	55 kts si sortie rapide à 30°		48
Type 4 B-747	145	600	140	350	140		15	45

CHAPITRE 5 :

LES CADENCES

5.1 - CADENCES ELEMENTAIRES :

Les cadences élémentaires sont définies pour chaque séquence ('arrivée - arrivée', 'arrivée - départ', 'départ - arrivée' et 'départ - départ') en fonction des catégories des avions de tête et de queue.

Elles représentent la durée entre deux passages successifs au seuil de piste. Elles sont saisies directement par l'utilisateur ou calculées à partir de paramètres opérationnels saisis par l'utilisateur.

Représentation des cadences :

Les cadences élémentaires 'arrivée - arrivée' sont représentées par la matrice $4 * 4$ $A = [a_{ij}]$ ou a_{ij} (en secondes) = espacement minimal de deux arrivées de type i et j au seuil de piste.

Les cadences élémentaires 'arrivée - départ' sont représentées par la matrice $4 * 4$ $B = [b_{ij}]$ ou b_{ij} (en secondes) = espacement minimal entre une arrivée de type i et un départ de type j au seuil de piste.

Les cadences élémentaires 'départ - arrivée' sont représentées par la matrice $4 * 4$ $C = [c_{ij}]$ ou c_{ij} (en secondes) = espacement minimal entre un départ de type i et une arrivée de type j au seuil de piste.

Les cadences élémentaires 'départ - départ' sont représentées par la matrice $4 * 4$ $D = [d_{ij}]$ ou d_{ij} (en secondes) = espacement minimal de deux départs de type i et j au seuil de piste.

5 . 1 . 1 - CALCUL DES CADENCES ELEMENTAIRES A PARTIR DES PROCEDURES :

Cadences élémentaires 'arrivée – arrivée' :

Règles :

L'espacement minimal à appliquer au seuil de piste entre deux avions à l'arrivée dépend :

- De l'espacement longitudinal minimal dû à la qualité de la surveillance qui doit être appliqué sur la trajectoire d'approche finale.
- De l'espacement longitudinal minimal dû à la turbulence de sillage qui doit être appliqué sur la trajectoire d'approche finale.
- Du temps d'occupation de piste de l'avion de tête et du temps mis par l'avion suiveur pour aller de la limite d'autorisation d'atterrir en amont d'un point fictif, situé à une distance spécifiée par rapport au seuil, lorsque l'avion de tête a dégagé la piste. La position de ce point dépend du type d'approche IFR, qui peut être de précision ou non.

Méthode de calcul :

Les cadences élémentaires « arrivée – arrivée » sont représentées par la matrice 4 * 4 $A = [a_{ij}]$ ou a_{ij} (en secondes) = espacement minimal de deux arrivées de types i et j au seuil de piste.

Calcul de a_{ij} :

- 1^{er} cas ; $V_{a_i} \leq V_{a_j}$. V_{a_i} (en kts) = vitesse moyenne sur la trajectoire d'approche finale de l'avion de type i .

L'avion suiveur rattrape l'avion de tête, l'espacement m_{ij} peut être appliqué au seuil de piste.

$$a_{ij} = \max (3600 * m_{ij} / V_{a_j} , 3600 * LAA / V_{a_j} + TOP_i)$$

avec :

$$m_{ij} \text{ (en NM)} = \max (E , TS_{ij})$$

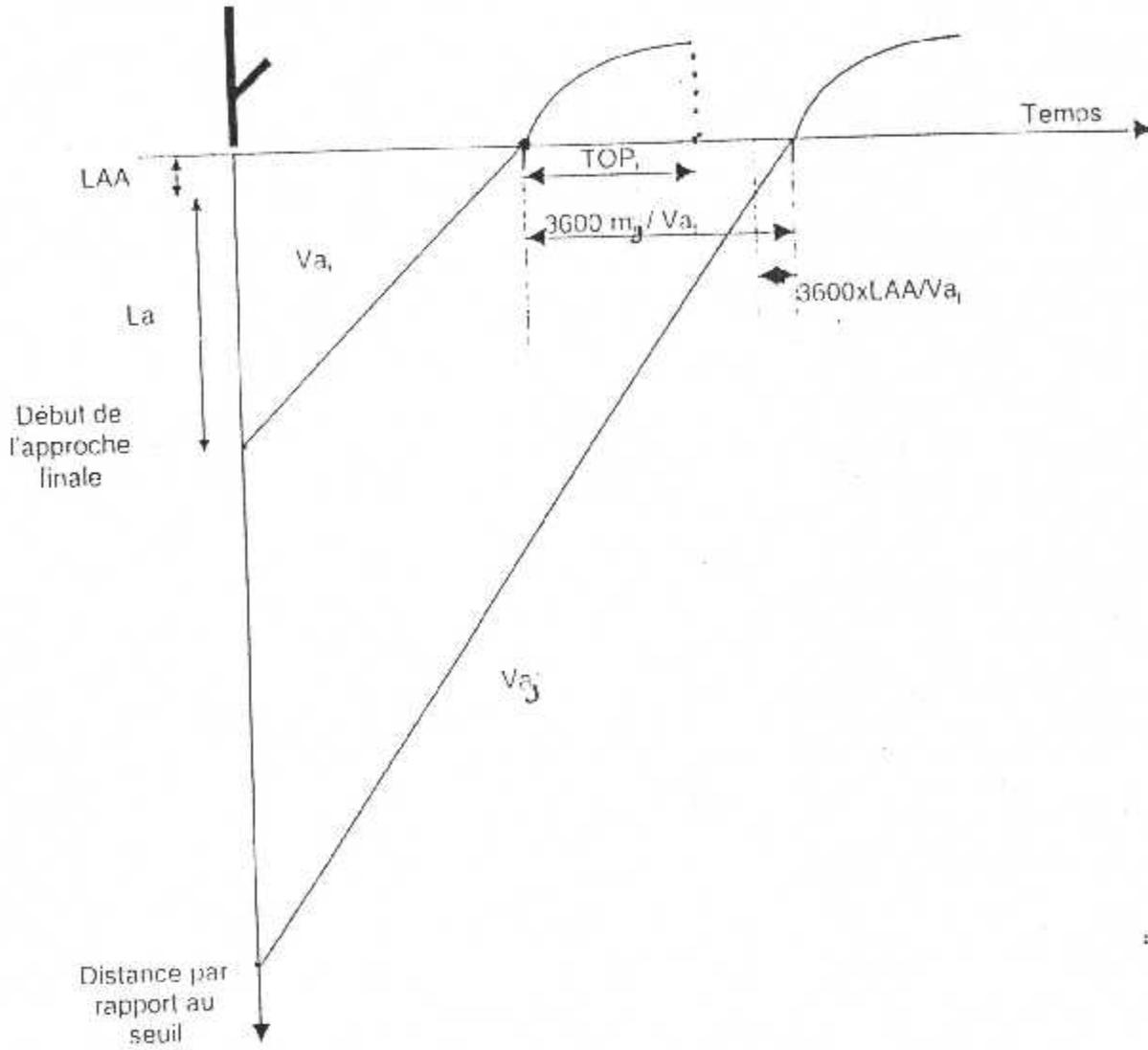
E (en NM) = espacement longitudinal minimal lié à la qualité de la surveillance.

TS_{ij} (en NM) = espacement longitudinal minimal des avions types i et j dû à la turbulence de sillage

TOP_i (en s) = temps d'occupation de piste à l'arrivée de l'avion de type i

LAA (en NM) = distance entre la limite d'autorisation d'atterrir et le seuil.

Diagramme temps-distance (cas d'une piste unique):



- 2^{ème} cas : $V_{a_i} > V_{a_j}$. V_{a_i} (en kts) = vitesse moyenne sur la trajectoire d'approche finale de l'avion de type i.

L'avion de tête est plus rapide que l'avion suiveur, l'espacement minimal m_{ij} doit donc être appliqué dès le début de l'approche finale.

$$a_{ij} = \max(3600 * m_{ij} / V_{a_i} + L_a (1 / V_{a_{ij}} - 1 / V_{a_i}), 3600 * LAA / V_{a_j} + TOP_i)$$

avec :

$$m_{ij} \text{ (en NM)} = \max(E, TS_{ij})$$

E (en NM) = espacement longitudinal minimal lié à la qualité de la surveillance.

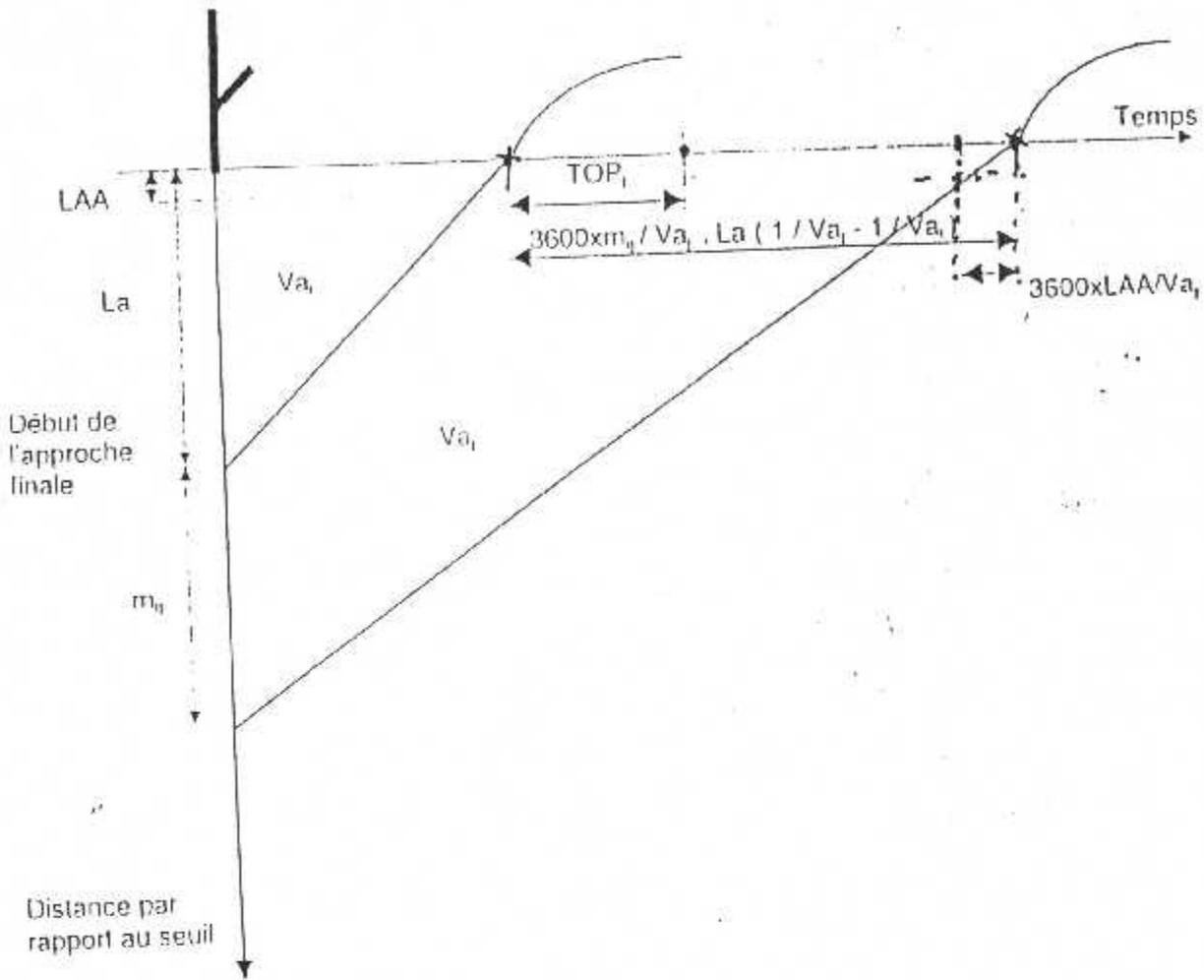
TS_{ij} (en NM) = espacement longitudinal minimal des avions types i et j dû à la turbulence de sillage.

L_a (en NM) = longueur de la trajectoire d'approche finale.

TOP_i (en s) = temps d'occupation de piste à l'arrivée de l'avion de type i

LAA (en NM) = distance entre la limite d'autorisation d'atterrir et le seuil.

Diagramme temps-distance (cas d'une piste unique) :



Cadences élémentaires 'arrivée - départ' :Règles :

L'espace minimal à appliquer au seuil de piste entre un avion à l'arrivée et un avion au départ dépend :

- du temps d'occupation de piste de l'avion de tête (l'avion suiveur peut être autorisé à décoller lorsque l'avion de tête a dégagé la piste)
- en cas de seuil décalé, de l'espace minimal dû à la turbulence de sillage.

Méthode de calcul :

Les cadences élémentaires « arrivée - départ » sont représentées par la matrice $4 * 4$
 $B = [b_{ij}]$ ou b_{ij} (en secondes) = espace minimal entre une arrivée de type i et un départ de type j au seuil de piste.

Calcul de b_{ij} :

$$b_{ij} = \max (TOP_i , S_{ij})$$

avec :

TOP_i = temps d'occupation de piste à l'arrivée de l'avion de type i .

$$s_{ij} = \begin{cases} ts_{ij} & \text{s'il existe un seuil décalé.} \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$$

ts_{ij} = espace minimal des avions de types i et j dû à la turbulence de sillage

Cadences élémentaires 'départ - arrivée' :Règles :

Les arrivées sont prioritaires à parties d'un point fictif, situé en amont du seuil de piste, appelé « *verrou* ». L'espacement minimal à appliquer entre un avion au départ et un avion à l'arrivée correspond donc à la distance entre le verrou et le seuil de piste.

En cas de remontée de piste par l'avion au départ, il faut éloigner le verrou du seuil de manière à ce que l'avion à l'arrivée atteigne le verrou initial lorsque l'avion au départ est prêt à décoller au seuil de piste.

Méthode de calcul :

Les cadences élémentaire « départ – arrivée » sont représentées par la matrice $4 * 4$ $C = [c_{ij}]$ ou c_{ij} (en secondes) = espacement minimal à appliquer entre un départ de type i et une arrivée de type j au seuil de piste.

Calcul de c_{ij} :

$$c_{ij} = 3600 * X_{ij} / V_{a_j}$$

avec :

X_{ij} (en NM) = distance entre un point fictif, appelé 'verrou', en aval duquel une arrivée de type j 'bloque' un départ de type i , et le seuil de piste.

V_{a_j} (en kts) = vitesse moyenne sur la trajectoire d'approche finale de l'avion de queue.

Cadences élémentaires 'départ – départ' :Règles :

L'espace minimal à appliquer au seuil de piste entre deux avions au départ dépend :

- du temps d'occupation de piste par l'avion de tête (une autorisation de décollage ne peut être délivrée tant que l'avion qui le précède n'a pas franchi l'extrémité de la piste en service ou amorcé un virage).
- De l'espace minimal dû à la turbulence de sillage qui doit être appliqué au point d'attente.
- Des autres contraintes d'espace dues à la qualité de surveillance, au mode de séparation (vertical, longitudinal), aux routes utilisées (divergentes ou non).

Méthode de calcul :

Les cadences élémentaires « départ – départ » sont représentées par la matrice $4 * 4$ $D = [d_{ij}]$ ou d_{ij} (en secondes) = espace minimal de deux départs de types i et j au seuil de piste.

Calcul de d_{ij} :

$$d_{ij} = \max (top_i, ts_{ij}, e_{ij})$$

avec:

top_i (en s) = temps d'occupation de piste au départ d'un avion de type i .

ts_{ij} (en s) = espace minimal des avions de types i et j dû à la turbulence de sillage

e_{ij} (en s) = autres contraintes d'espace des avions de types i et j liées à la qualité de la surveillance, au mode d'espace (vertical, longitudinal), au routage (divergentes ou non).

5.2 - VERROUS :

Les arrivées sont prioritaires à partir d'un point fictif, situé en amont du seuil de piste, appelé « *verrou* ».

L'espacement minimal à appliquer entre un avion au départ et un avion à l'arrivée correspond à la distance entre le verrou et le seuil de piste, il doit être positionné de manière à tenir compte des approches interrompues, de la limite d'autorisation d'atterrir et du temps d'occupation de piste au départ (RCA3 – 5.6.6.1 : il ne doit pas être délivré de clairance d'atterrissage à un aéronef tant que l'aéronef qui le précède n'a pas franchi l'extrémité de piste ou amorcé un virage). Sa position dépend donc des catégories d'avions en présence.

En cas de remontée de piste par l'avion au départ, il faut éloigner le verrou du seuil de manière à ce que l'avion à l'arrivée atteigne le verrou initial lorsque l'avion au départ est autorisé à décoller.

5.3 – CADENCES MOYENNES :

Une cadence moyenne est calculée pour chaque séquence. Elle représente la durée moyenne, exprimée en secondes, entre deux arrivées successives, deux départs successifs, une arrivées et un départ successifs ou un départ et une arrivée successifs.

Méthode de calcul :

$$\text{Cadence moyenne 'arrivée - arrivée'} = {}^tP \cdot A \cdot P = t_a$$

$$\text{Cadence moyenne 'arrivée - départ'} = {}^tP \cdot B \cdot P = t_{ad}$$

$$\text{Cadence moyenne 'départ - arrivée'} = {}^tP \cdot C \cdot P = t_{da}$$

$$\text{Cadence moyenne 'départ - départ'} = {}^tP \cdot D \cdot P = t_d$$

Avec :

$P = [P_i] =$ matrice 1×4 où P_i ($i = 1 \text{ à } 4$) = proportion des avions de type i par rapport au volume total de trafic .

tP : La matrice transposé de la matrice P

$A = [a_{ij}] =$ matrice 4×4 où a_{ij} (en secondes) = espacement minimal de deux arrivées de type i et j au seuil de piste.

$B = [b_{ij}] =$ matrice 4×4 où b_{ij} (en secondes) = espacement minimal entre une arrivée de type i et un départ de type j au seuil de piste.

$C = [c_{ij}] =$ matrice 4×4 où c_{ij} (en secondes) = espacement minimal entre un départ de type i et une arrivée de type j au seuil de piste.

$D = [d_{ij}] =$ matrice 4×4 où d_{ij} (en secondes) = espacement minimal de deux départs de type i et j au seuil de piste.

5.4 – APPLICATIONS :

5.4.1 - CALCUL DES CADENCES ELEMENTAIRES :

Application sur la piste 05/23 :

Pour le calcul des cadences élémentaires. On prend le cas le plus échéant, c-à-d lorsqu'un avion atterrit il dégage par la sortie a grande vitesse (S.G.V).

Et un espacement longitudinal minimal de 5 NM (surveillance radar).

1. Cadences élémentaires 'arrivée – arrivée' :

1^{er} cas : $V_{a_i} \leq V_{a_j}$:

$$a_{ij} = \text{Max} (3600 * m_{ij} / V_{a_j} , 3600 * LAA / V_{a_j} + TOP_i)$$

2^{ème} cas : $V_{a_i} > V_{a_j}$:

$$a_{ij} = \text{Max} (3600 * m_{ij} / V_{a_i} + La (1 / V_{a_j} - 1 / V_{a_i}) , 3600 * LAA / V_{a_j} + TOP_i)$$

Avec :

$$LAA = 7 \text{ NM} \quad \text{et} \quad La = 15 \text{ NM}$$

Construction de la matrice $A = [a_{ij}]$:

$$A = \begin{pmatrix} 347 & 277 & 235 & 224.5 \\ 332 & 262 & 220 & 209.5 \\ 321 & 251 & 209 & 198.5 \\ 319 & 249 & 207 & 196.5 \end{pmatrix}$$

2. Cadences élémentaires 'arrivée – départ' :

$$b_{ij} = \text{Max} (TOP_i ; s_{ij})$$

Dans notre cas on n'a pas de seuil décalé donc $S_{ij} = 0$ quelque soit i et j.

Construction de la matrice $B = [b_{ij}]$:

$$B = \begin{pmatrix} 67 & 67 & 67 & 67 \\ 52 & 52 & 52 & 52 \\ 41 & 41 & 41 & 41 \\ 39 & 39 & 39 & 39 \end{pmatrix}$$

3. Cadences élémentaires 'départ - arrivée' :

$$c_{ij} = 3600 * x_{ij} / Va_j$$

Dans notre cas le verrou (OA) se trouve a une distance de 6.64 NM pour n'importe quel type d'appareil donc $x_{ij} = 6.64$ NM quelque soient i et j.

Construction de la matrice $C = [c_{ij}]$:

$$C = \begin{pmatrix} 266 & 199 & 159 & 149 \\ 266 & 199 & 159 & 149 \\ 266 & 199 & 159 & 149 \\ 266 & 199 & 159 & 149 \end{pmatrix}$$

4. Cadences élémentaires 'départ - départ' :

$$d_{ij} = \text{Max} (top_i ; ts_{ij})$$

On prend le cas où les avions dégagent sur l'axe de piste.

Construction de la matrice $D = [d_{ij}]$:

$$D = \begin{pmatrix} 86 & 86 & 86 & 86 \\ 120 & 120 & 120 & 77 \\ 120 & 120 & 120 & 66 \\ 120 & 120 & 120 & 120 \end{pmatrix}$$

5.4.2 - CADENCES MOYENNE DE LA PISTE 23 :

Etude de la journée du : Mardi 20 Juillet 2004.

- * Nombre du trafic avion de la journée : 139 mouvements.
- * Heure où il y'a eu le plus de mouvement avions : 10 H → 11 H .

Nombre de mouvements : 14 mouvements dont :

- 10 Départs
- 4 Arrivées .

* Types d'appareils :

- Type 1 : 0 soit 0 / 14
- Type 2 : 4 soit 4 / 14
- Type 3 : 8 soit 8 / 14
- Type 4 : 2 soit 2 / 14

Construction de la matrice P :

Soit $P = [P_i]$ -la matrice $1 * 4$ où P_i ($i = 1$ à 4) - la proportion des avions de type i par rapport au volume total du trafic de 10h à 11h.

$$P = \begin{pmatrix} 0 \\ 4/14 \\ 8/14 \\ 2/14 \end{pmatrix} \quad \Rightarrow \quad P = \begin{pmatrix} 0 \\ 2/7 \\ 4/7 \\ 1/7 \end{pmatrix}$$

Soit tP la matrice transposé de la matrice P où :

$${}^tP = [0 \quad 2/7 \quad 4/7 \quad 1/7]$$

1 – Calcul de la cadence moyenne « Arrivée – Arrivée » :Soit « t_a » la cadence moyenne 'A-A'

$$t_a = 'P * A * P$$

$$t_a = [0 \quad 2/7 \quad 4/7 \quad 1/7] * \begin{pmatrix} 347 & 277 & 235 & 224.5 \\ 332 & 262 & 220 & 209.5 \\ 321 & 251 & 209 & 198.5 \\ 319 & 249 & 207 & 196.5 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0 \\ 2/7 \\ 4/7 \\ 1/7 \end{pmatrix}$$

$$t_a = 222 \text{ s}$$

2 – Calcul de la cadence moyenne « Arrivée – Départ » :Soit « t_{ad} » la cadence moyenne 'A-D'

$$t_{ad} = 'P * B * P$$

$$t_{ad} = [0 \quad 2/7 \quad 4/7 \quad 1/7] * \begin{pmatrix} 67 & 67 & 67 & 67 \\ 52 & 52 & 52 & 52 \\ 41 & 41 & 41 & 41 \\ 39 & 39 & 39 & 39 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0 \\ 2/7 \\ 4/7 \\ 1/7 \end{pmatrix}$$

$$t_{ad} = 44 \text{ s}$$

3 – Calcul de la cadence moyenne « Départ – Arrivée » :Soit « t_{da} » la cadence moyenne 'D-A'

$$t_{da} = 'P * C * P$$

$$t_{da} = [0 \quad 2/7 \quad 4/7 \quad 1/7] * \begin{pmatrix} 266 & 199 & 159 & 149 \\ 266 & 199 & 159 & 149 \\ 266 & 199 & 159 & 149 \\ 266 & 199 & 159 & 149 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0 \\ 2/7 \\ 4/7 \\ 1/7 \end{pmatrix}$$

$$t_{da} = 169 \text{ s}$$

4 - Calcul de la cadence moyenne « Départ - Départ » :

Soit « t_d » la cadence moyenne 'D-D'

$$t_d = 'P * D * P$$

$$t_d = [0 \quad 2/7 \quad 4/7 \quad 1/7] * \begin{pmatrix} 86 & 86 & 86 & 86 \\ 120 & 120 & 120 & 77 \\ 120 & 120 & 120 & 66 \\ 120 & 120 & 120 & 120 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0 \\ 2/7 \\ 4/7 \\ 1/7 \end{pmatrix}$$

$$t_d = 114 \text{ s}$$

5.4.3 - CALCUL DES CADENCES ELEMENTAIRES :

Application sur la piste 09/27 :

Pour le calcul des cadences élémentaires. On prend le cas le plus écheant, c-à-d lorsqu'un avion atterrit il dégage par la sortie à grande vitesse (S.G.V).

Et un espacement longitudinal minimal de 5 NM (surveillance radar).

1. Cadences élémentaires 'arrivée - arrivée' :

1^{er} cas : $V_{a_i} \leq V_{a_j}$:

$$a_{ij} = \text{Max} (3600 * m_{ij} / V_{a_j} , 3600 * LAA / V_{a_j} + TOP_i)$$

2^{ème} cas : $V_{a_i} > V_{a_j}$:

$$a_{ij} = \text{Max} (3600 * m_{ij} / V_{a_i} + La (1 / V_{a_j} - 1 / V_{a_i}) , 3600 * LAA / V_{a_j} + TOP_i)$$

Avec :

$$LAA = 7 \text{ NM} \quad \text{et} \quad La = 15 \text{ NM}$$

Construction de la matrice $A = [a_{ij}]$:

$$A = \begin{pmatrix} 355 & 285 & 243 & 232.5 \\ 338 & 268 & 226 & 215.5 \\ 328 & 258 & 216 & 205.5 \\ 325 & 255 & 213 & 202.5 \end{pmatrix}$$

2. Cadences élémentaires 'arrivée - départ' :

$$b_{ij} = \text{Max} (TOP_i ; s_{ij})$$

Dans notre cas on n'a pas de seuil décalé donc $S_{ij} = 0$ quelque soit i et j.

Construction de la matrice $B = [b_{ij}]$:

$$B = \begin{pmatrix} 75 & 75 & 75 & 75 \\ 58 & 58 & 58 & 58 \\ 48 & 48 & 48 & 48 \\ 45 & 45 & 45 & 45 \end{pmatrix}$$

3. Cadences élémentaires 'départ - arrivée' :

$$c_{ij} = 3600 * x_{ij} / Va_j$$

Dans notre cas le verrou (OA) se trouve a une distance de 5.5 NM pour n'importe quel type d'appareil donc $x_{ij} = 5.5$ NM quelque soient i et j.

Construction de la matrice C = [c_{ij}] :

$$C = \begin{pmatrix} 220 & 165 & 132 & 124 \\ 220 & 165 & 132 & 124 \\ 220 & 165 & 132 & 124 \\ 220 & 165 & 132 & 124 \end{pmatrix}$$

4. Cadences élémentaires 'départ - départ' :

$$d_{ij} = \text{Max} (top_i ; ts_{ij})$$

On prend le cas où les avions dégagent sur l'axe de piste.

Construction de la matrice D = [d_{ij}] :

$$D = \begin{pmatrix} 86 & 86 & 86 & 86 \\ 120 & 120 & 120 & 77 \\ 120 & 120 & 120 & 66 \\ 120 & 120 & 120 & 120 \end{pmatrix}$$

5.4.4 - CADENCES MOYENNE DE LA PISTE 09 :

Etude de la journée du Mardi 20 Juillet 2004.

* Nombre du trafic de la journée : 139 mouvements.

* Heure où il y'a eu le plus de mouvement avions : 10 H → 11 H .

Nombre de mouvement : 14 mouvements dont :

- 10 Départ
- 4 Arrivée .

* Types d'appareils :

- Type 1 : 0 soit 0 / 14
- Type 2 : 4 soit 4 / 14
- Type 3 : 8 soit 8 / 14
- Type 4 : 2 soit 2 / 14

Construction de la matrice P :

Soit $P = [P_i]$ -la matrice $1 * 4$ où P_i ($i = 1$ à 4) - la proportion des avions de type i par rapport au volume total du trafic de 10h à 11h.

$$P = \begin{pmatrix} 0 \\ 4/14 \\ 8/14 \\ 2/14 \end{pmatrix} \quad \Rightarrow \quad P = \begin{pmatrix} 0 \\ 2/7 \\ 4/7 \\ 1/7 \end{pmatrix}$$

Soit tP la matrice transposé de la matrice P où :

$${}^tP = [0 \quad 2/7 \quad 4/7 \quad 1/7]$$

1 – Calcul de la cadence moyenne « Arrivée – Arrivée » :Soit « t_a » la cadence moyenne 'A-A'

$$t_a = {}^1P * A * P$$

$$t_a = [0 \quad 2/7 \quad 4/7 \quad 1/7] * \begin{pmatrix} 355 & 285 & 243 & 232.5 \\ 338 & 268 & 226 & 215.5 \\ 328 & 258 & 216 & 205.5 \\ 325 & 255 & 213 & 202.5 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0 \\ 2/7 \\ 4/7 \\ 1/7 \end{pmatrix}$$

$$t_a = 212 \text{ s}$$

2 – Calcul de la cadence moyenne « Arrivée – Départ » :Soit « t_{ad} » la cadence moyenne 'A-D'

$$t_{ad} = {}^1P * B * P$$

$$t_{ad} = [0 \quad 2/7 \quad 4/7 \quad 1/7] * \begin{pmatrix} 75 & 75 & 75 & 75 \\ 58 & 58 & 58 & 58 \\ 48 & 48 & 48 & 48 \\ 45 & 45 & 45 & 45 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0 \\ 2/7 \\ 4/7 \\ 1/7 \end{pmatrix}$$

$$t_{ad} = 50 \text{ s}$$

3 – Calcul de la cadence moyenne « Départ – Arrivée » :Soit « t_{da} » la cadence moyenne 'D-A'

$$t_{da} = {}^1P * C * P$$

$$t_{da} = [0 \quad 2/7 \quad 4/7 \quad 1/7] * \begin{pmatrix} 220 & 165 & 132 & 124 \\ 220 & 165 & 132 & 124 \\ 220 & 165 & 132 & 124 \\ 220 & 165 & 132 & 124 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0 \\ 2/7 \\ 4/7 \\ 1/7 \end{pmatrix}$$

$$t_{da} = 140 \text{ s}$$

4 - Calcul de la cadence moyenne « Départ - Départ » :

Soit « t_d » la cadence moyenne 'D-D'

$$t_d = 'P * D * P$$

$$t_d = [0 \quad 2/7 \quad 4/7 \quad 1/7] * \begin{pmatrix} 86 & 86 & 86 & 86 \\ 120 & 120 & 120 & 77 \\ 120 & 120 & 120 & 66 \\ 120 & 120 & 120 & 120 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0 \\ 2/7 \\ 4/7 \\ 1/7 \end{pmatrix}$$

$$t_d = 114 \text{ s}$$

CHAPITRE 6 :

**METHODES DE CALCUL DES
CAPACITES**

6.1 – ARRIVEE PRIORITAIRE VUE A ET D :

Ce mode de représentation graphique permet de visualiser directement le nombre de départs qu'il est possible d'insérer dans le flux des arrivées en les 'desserrant' petit à petit.

Valeurs caractéristiques :

- Capacité horaire 'arrivées' Ch_a :

Définition :

La capacité horaire 'arrivée', exprimée en mouvement d'avions par heure, représente le nombre maximal d'arrivée que le système de piste (s) peut écouler en une heure, le seuil de piste 'arrivées' étant pris comme référence.

$$Ch_a \text{ (mvt/h)} = 3600 / t_a \quad \text{où} \quad t_a \text{ (s)} = \text{cadence moyenne des arrivées}$$

- Capacité horaire 'départs' Ch_d :

Définition :

La capacité horaire 'départ', exprimée en mouvement d'avions par heure, représente le nombre maximal de départs que le système de piste (s) peut écouler en une heure, le seuil de piste 'départs' étant pris comme référence.

$$Ch_d \text{ (mvt/h)} = 3600 / t_d \quad \text{où} \quad t_d \text{ (s)} = \text{cadence moyenne des arrivées}$$

- Capacité horaire mixte avec priorité aux arrivées Chm_a :

Définition :

La capacité horaire mixte avec priorité aux arrivées (Chm_a) est égale à la somme de la capacité horaire 'arrivée' Ch_a et du nombre N_d de départs qu'il est possible d'insérer par heure dans le flux des arrivées, celles-ci étant prioritaires.

Pour la détermination du nombre de départs qu'il est possible d'insérer dans le flux des arrivées, il doit être tenu compte du débit des départs qui, s'il est insuffisant, peut limiter l'insertion des départs dans les 'trous' du flux des arrivées.

Méthode de calcul :

Soient T_i et T_j les instants de passage au seuil de piste des avions tête, de type i , et queue, de type j .

g_{ij} (en s) = $t_i - t_j$ représente l'intervalle de temps pendant lequel il est possible d'insérer un ou plusieurs départs entre les deux arrivées.

Avec :

$$t_i = T_i + b'_i$$

$$t_j = T_j + c'_j$$

où b'_i = cadence élémentaire 'arrivée de type i - départ « moyen »' = $\sum P_k b_{ik}$ ($k=1$ à 4)

et c'_j = cadence élémentaire 'départ « moyen » - arrivée de type j ' = $\sum P_k c_{kj}$ ($k=1$ à 4)

Avec :

P_k = proportion des avions de type k

b_{ik} { = cadence élémentaire 'arrivée de type j - départ de type k '
= $\max(TOP_i, s_{ik})$

TOP_i = temps d'occupation de piste à l'arrivée de l'avion de type i

s_{ik} { = ts_{ik} s'il existe un seuil d'exploitation décalé
= 0 sinon

ts_{ik} (en s) = espacement minimal des avions de types i et k dû à la turbulence de sillage

C_{kj} { = cadence élémentaire 'départ de type k - arrivée de type j '
= X_{kj} / Va_j

X_{kj} (en NM) = distance entre un point fictif, appelé 'verrou', au delà duquel une arrivée de type j 'bloque' un départ de type k , et le seuil de piste.

Va_j (en Kts) = vitesse moyenne sur la trajectoire d'approche finale de l'avion de type j .

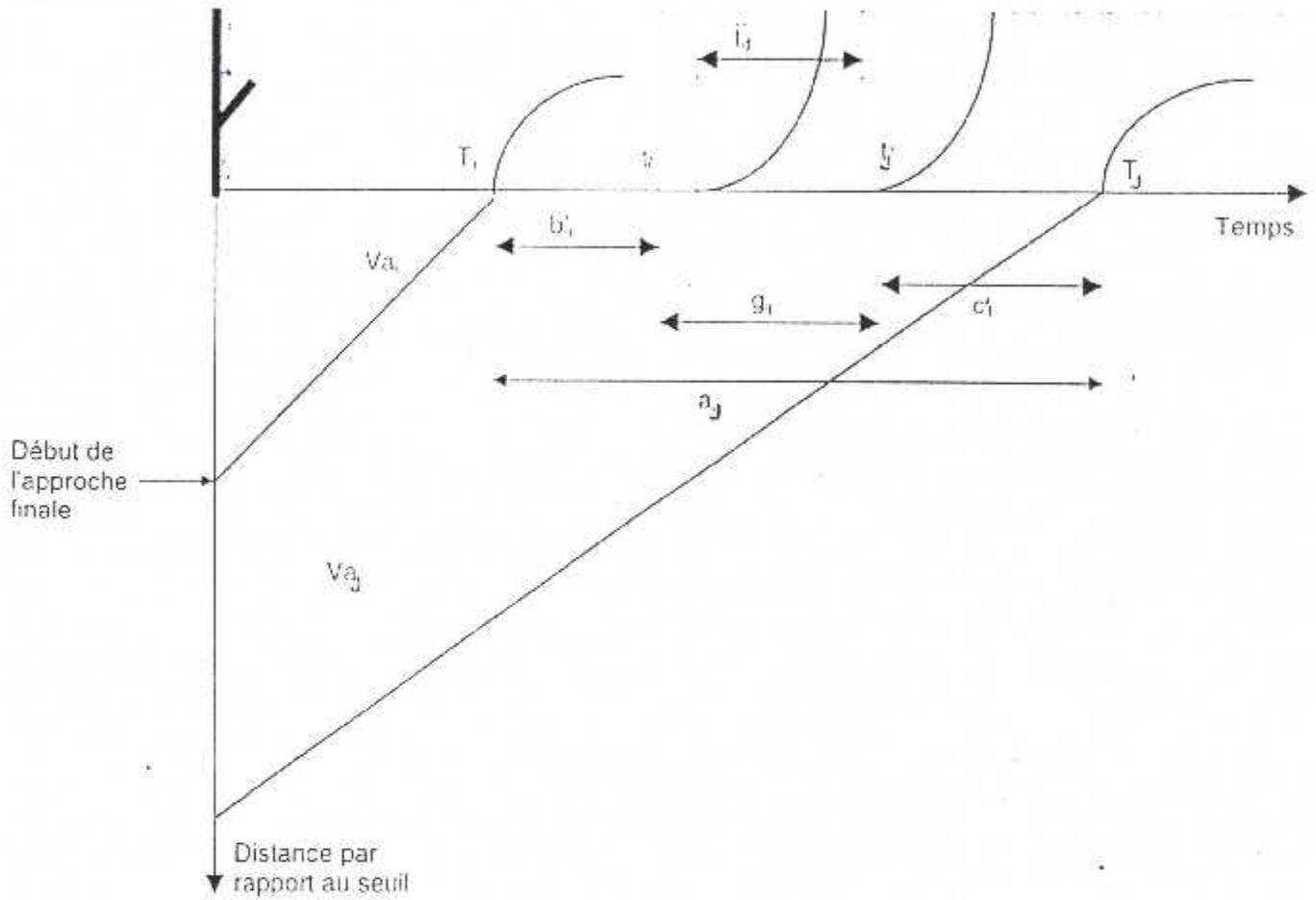
On a :

$$g_{ij} = T_i - T_j - (b'_i - c'_j) = a_{ij} - (b'_i - c'_j)$$

Avec a_{ij} = cadence élémentaire 'arrivée de type i - arrivée de type j '

Diagrammes distance-temps (cas particulier où $h_i = \bar{h}$: on peut insérer 2 arrivées)

- Piste unique



nd_{ij} représente le nombre de départs qu'il est possible d'insérer entre deux arrivées de types i et j , dans l'hypothèse où le débit est suffisant pour ne pas limiter leur insertion dans les 'trous' du flux des arrivées.

$$nd_{ij} \begin{cases} = E(g_{ij} / t_d) + 1 & \text{si } g_{ij} \geq 0 \\ = 0 & \text{(sinon)} \end{cases}$$

Soit la matrice $4 * 4$ $n_d = [nd_{ij}]$

Soit n_d le nombre moyen de départs qu'il est possible d'insérer entre deux arrivées, dans l'hypothèse où le débit des départs est suffisant pour ne pas limiter leur insertion dans les 'trous' du flux des arrivées.

$$n_d = 'P * n_d * P$$

Avec :

$$P \begin{cases} = [P_i] \text{ matrice } 1 * 4 \text{ où } P_i (i = 1 \text{ à } 4) \\ = \text{proportion des avions de type } i \text{ par rapport au volume total de trafic.} \end{cases}$$

Soit N_d le nombre de départs qu'il est possible d'insérer dans le flux des arrivées par heure, dans l'hypothèse où le débit des départs peut limiter leur insertion dans les 'trous' du flux des arrivées.

N_d ne peut être supérieur à Ch_d .

Si les départs se présentent correctement devant les trous du flux des arrivées ($Ch_a / Ch_d \leq 1$).

$$N_d = \min (Ch_d ; Ch_a * n_d)$$

Dans le cas contraire, il faut diviser le terme $Ch_a * n_d$ par le terme $ABS[E(1 - Ch_a / Ch_d)] + 1$, avec ABS = 'valeur absolue' et E = 'partie entière', pour représenter le fait que l'on peut insérer un départ que tous les deux trous, les trois trous...

On obtient donc la formule générale suivante :

$$N_d = \min \{ Ch_d ; Ch_a * n_d / (ABS[E(1 - Ch_a / Ch_d)] + 1) \}$$

D'où

$$Ch_{m_a} = Ch_a + N_d$$

$$Ch_{m_a} = Ch_a + \min \{ Ch_d ; Ch_a * n_d / (ABS[E(1 - Ch_a / Ch_d)] + 1) \}$$

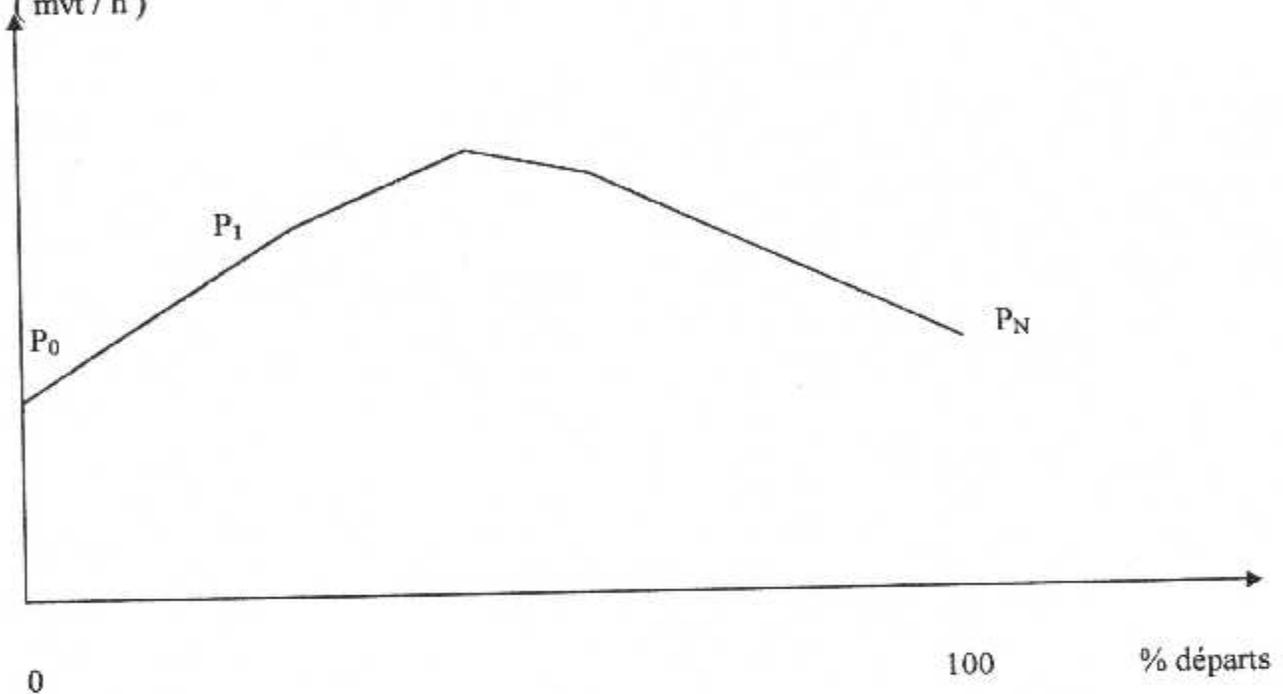
6.2 – ARRIVEE PRIORITAIRE VUE A + D :

La capacité horaire est définie en fonction de la proportion de départ qu'il est possible d'insérer dans le flux des arrivées en les 'desserrant' petit à petit.

Représentation graphique :

Capacité horaire

(mvt / h)



Cette représentation graphique permet de repérer facilement la capacité horaire maximale et le pourcentage de départs correspondant. Elle est obtenue en appliquant les transformations suivantes à la courbe 'priorité aux arrivées vue A et D'.

Soient (x, y) et (X, Y) les coordonnées d'un point des courbes 'priorité aux arrivées vue A et D' et 'priorité aux arrivées vue A + D'.

$$X = 100 * (x + y)$$

$$Y = x + y$$

Le point $p_0 (0, Ch_a)$ est transformé en $P_0 (0, Ch_a)$

Le point $p_1 (N_d, Ch_a)$ est transformé en $P_1 (100N_d / (Ch_a + N_d), Ch_a + N_d)$

Le point $p_N (Ch_d, 0)$ est transformé en $P_N (100, ch_d)$

6.3 – DEPART PRIORITAIRE VUE D ET A :

Ce mode de représentation graphique permet de visualiser directement le nombre d'arrivées qu'il est possible d'insérer dans le flux des départs en les 'desserrant' petit à petit.

Valeurs caractéristiques :

- Capacité horaire 'départs' Ch_d :

Définition :

La capacité horaire 'départ', exprimée en mouvement d'avions par heure, représente le nombre maximal de départs que le système de piste (s) peut écouler en une heure, le seuil de piste 'départs' étant pris comme référence.

$$Ch_d \text{ (mvt/h)} = 3600 / t_d \quad \text{où} \quad t_d \text{ (s)} = \text{cadence moyenne des arrivées}$$

- Capacité horaire 'arrivées' Ch_a :

Définition :

La capacité horaire 'arrivée', exprimée en mouvement d'avions par heure, représente le nombre maximal d'arrivée que le système de piste (s) peut écouler en une heure, le seuil de piste 'arrivées' étant pris comme référence.

$$Ch_a \text{ (mvt/h)} = 3600 / t_a \quad \text{où} \quad t_a \text{ (s)} = \text{cadence moyenne des arrivées}$$

- Capacité horaire mixte avec priorité aux départs $Ch_{m,d}$:

Définition :

La capacité horaire mixte avec priorité aux départs ($Ch_{m,d}$) est égale à la somme de la capacité horaire 'départs' Ch_d et du nombre N_a d'arrivées qu'il est possible d'insérer par heure dans le flux des départs, celles-ci étant prioritaires.

Pour la détermination du nombre d'arrivées qu'il est possible d'insérer dans le flux des départs, il doit être tenu compte du débit des arrivées qui, s'il est insuffisant, peut limiter l'insertion des arrivées dans les 'trous' du flux des départs.

Méthode de calcul :

Soient T_i et T_j les instants de passage au seuil de piste des avions tête, de type i , et queue, de type j .

h_{ij} (en s) = $t_i - t_j$ représente l'intervalle de temps pendant lequel il est possible d'insérer une ou plusieurs arrivées entre les deux départs, dans l'hypothèse où une arrivée a déjà été insérée.

Avec :

$$t_i = T_i + c'_i$$

$$t_j = T_j + b'_j$$

où c'_i = cadence élémentaire 'départ de type i - arrivée « moyen »' = $\sum P_k c_{ik}$ ($k=1$ à 4)

et b'_j = cadence élémentaire 'arrivée « moyen » - départ de type j ' = $\sum P_k b_{kj}$ ($k=1$ à 4)

Avec :

P_k = proportion des avions de type k par rapport au volume total de trafic.

$$C_{ik} \begin{cases} = \text{cadence élémentaire 'départ de type } j - \text{ arrivée de type } k' \\ = 3600 * X_{ik} / Va_i \end{cases}$$

X_{ik} (en NM) = distance entre un point fictif, appelé 'verrou', au delà duquel une arrivée de type k 'bloque' un départ de type i , et le seuil de piste.

Va_i (en Kts) = vitesse moyenne sur la trajectoire d'approche finale de l'avion de type i .

$$b_{kj} \begin{cases} = \text{cadence élémentaire 'arrivée de type } k - \text{ départ de type } j' \\ = \max (TOP_k, s_{kj}) \end{cases}$$

TOP_k = temps d'occupation de piste à l'arrivée de l'avion de type k

$$s_{kj} \begin{cases} = ts_{kj} \text{ s'il existe un seuil d'exploitation décalé} \\ = 0 \text{ sinon} \end{cases}$$

ts_{kj} (en s) = espacement minimal des avions de types k et j dû à la turbulence de sillage

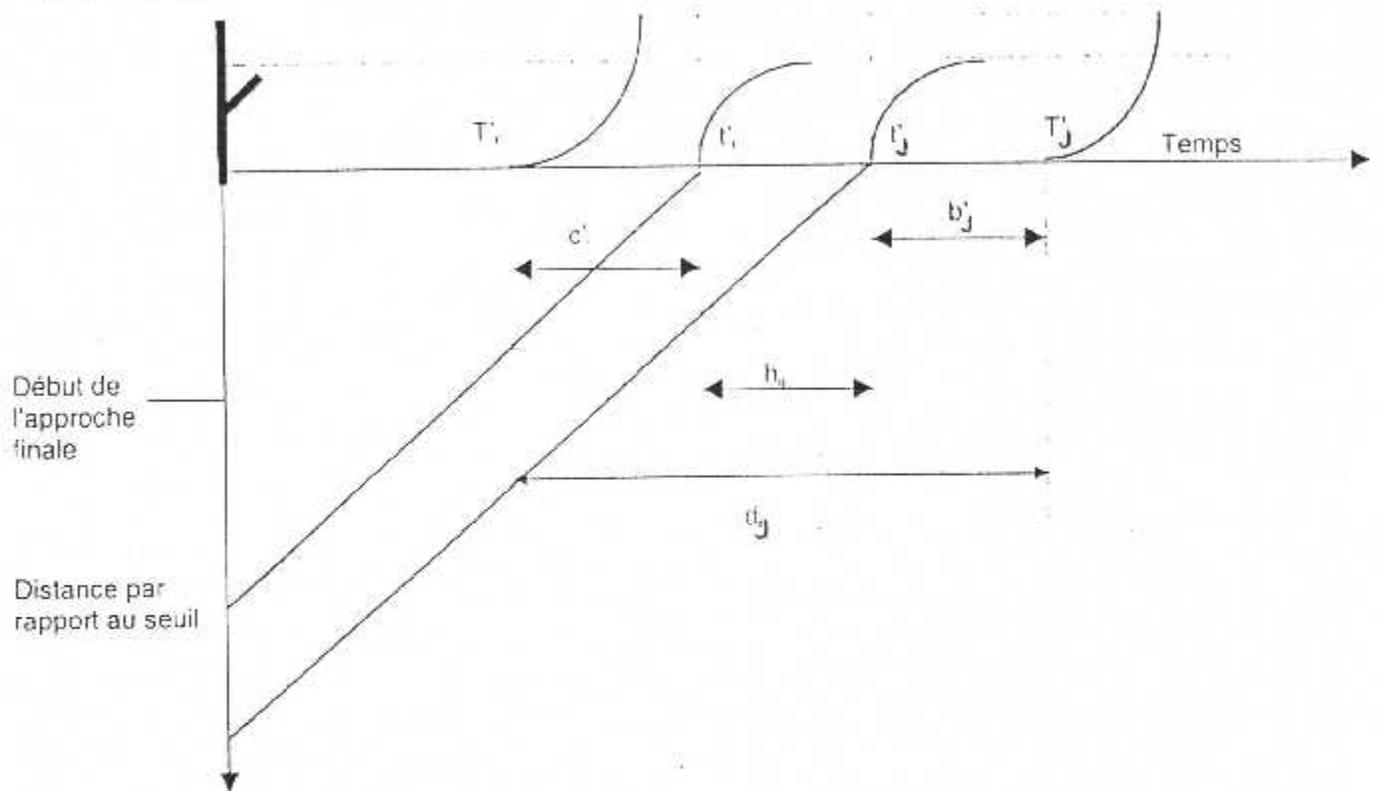
On a :

$$h_{ij} = T_i - T_j - (b'_j - c'_i) = d_{ij} - (b'_j - c'_i)$$

Avec d_{ij} = cadence élémentaire 'départ de type i - départ de type j '

Diagrammes distance - temps : (cas particulier où $h_j = m$ on peut insérer 2 arrivées)

▪ Piste unique



na_{ij} représente le nombre d'arrivées qu'il est possible d'insérer entre deux départs de types i et j , dans l'hypothèse où le débit des arrivées est suffisant pour ne pas limiter leur insertion dans les 'trous' du flux des départs.

$$nd_{ij} \begin{cases} = E(h_{ij} / ta) + 1 & \text{si } h_{ij} \geq 0 \\ = 0 & \text{(sinon)} \end{cases}$$

Soit la matrice $4 * 4$ $n_a = [na_{ij}]$

Soit n_a le nombre moyen d'arrivées qu'il est possible d'insérer entre deux départs, dans l'hypothèse où le débit des arrivées est suffisant pour ne pas limiter leur insertion dans les 'trous' du flux des départs.

$$n_a = {}^tP * n_a * P$$

Avec :

$$P \begin{cases} = [P_i] \text{ matrice } 1 * 4 \text{ où } P_i (i = 1 \text{ à } 4) \\ = \text{proportion des avions de type } i \text{ par rapport au volume total de trafic.} \end{cases}$$

Soit N_a le nombre de arrivées qu'il est possible d'insérer dans le flux des départs par heure, dans l'hypothèse où le débit des arrivées peut limiter leur insertion dans les 'trous' du flux des départs.

N_a ne peut être supérieur à Ch_a .

Si les arrivées se présentent correctement devant les trous du flux des départs ($Ch_d / Ch_a \leq 1$).

$$N_a = \min (Ch_a ; Ch_d * n_a)$$

Dans le cas contraire, il faut diviser le terme $Ch_d * n_a$ par le terme $ABS[E(1 - Ch_d / Ch_a)] + 1$, avec $ABS =$ 'valeur absolue' et $E =$ 'partie entière', pour représenter le fait que l'on peut insérer une arrivée que tous les deux trous, les trois trous...

On obtient donc la formule générale suivante :

$$N_a = \min \{ Ch_a ; Ch_d * n_a / (ABS[E(1 - Ch_d / Ch_a)] + 1) \}$$

D'où

$$Ch_{m_d} = Ch_d + N_a$$

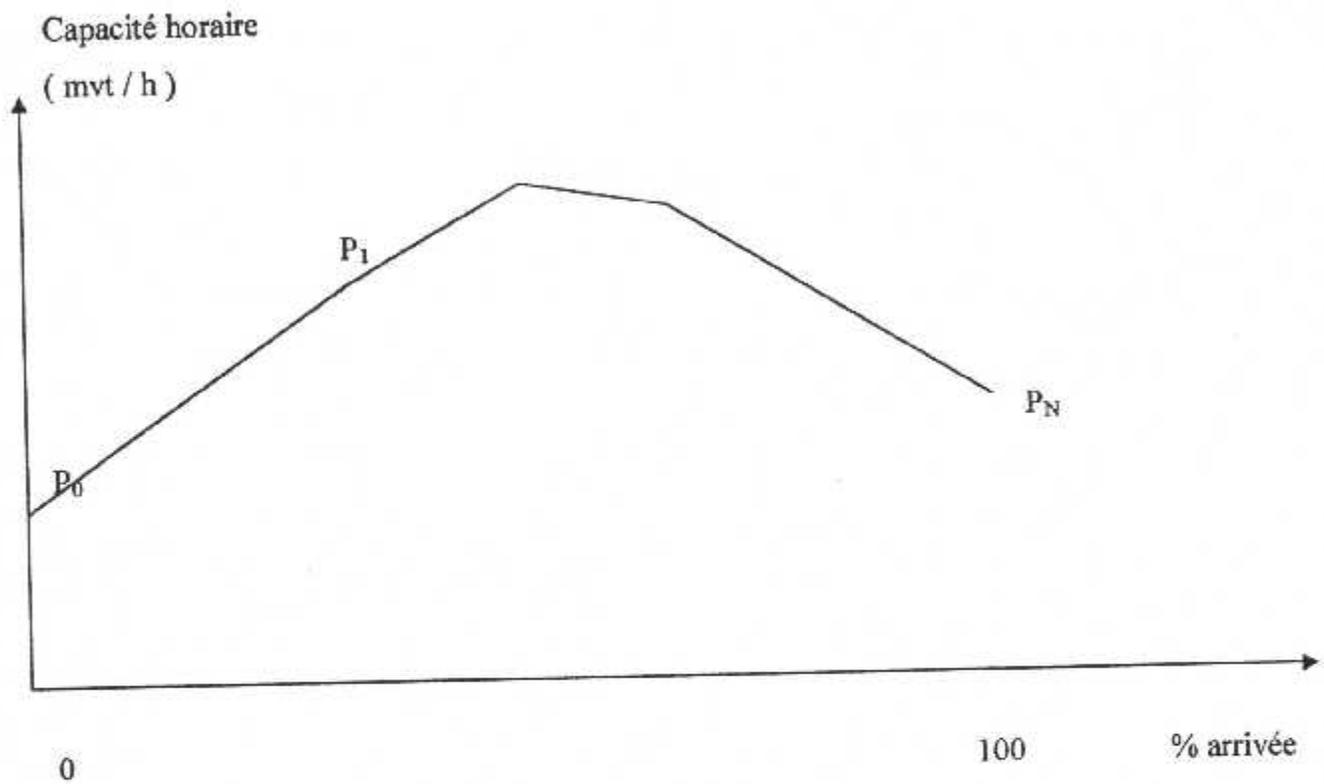
$$Ch_{m_d} = Ch_d + \min \{ Ch_a ; Ch_d * n_a / (ABS[E(1 - Ch_d / Ch_a)] + 1) \}$$

(en mouvements / heure)

6.4 – DEPART PRIORITAIRE VUE D + A :

La capacité horaire est définie en fonction de la proportion d'arrivée qu'il est possible d'insérer dans le flux des départs en les 'desserrant' petit à petit.

Représentation graphique :



Cette représentation graphique permet de repérer facilement la capacité horaire maximale et le pourcentage d'arrivées correspondant. Elle est obtenue en appliquant les transformations suivantes à la courbe 'priorité aux départs vue D et A'.

Soient (x, y) et (X, Y) les coordonnées d'un point des courbes 'priorité aux départs vue D et A' et 'priorité aux départs vue D + A'.

$$X = 100 * (x + y)$$

$$Y = x + y$$

Le point $p_0 (0, Ch_d)$ est transformé en $P_0 (0, Ch_d)$

Le point $p_1 (N_a, Ch_a)$ est transformé en $P_1 (100N_a / (Ch_d + N_a), Ch_d + N_a)$

Le point $p_N (Ch_a, 0)$ est transformé en $P_N (100, ch_a)$

CHAPITRE 7 :

**CALCUL DES CAPACITES
HORAIRES**

7.1 – APPLICATION SUR LA PISTE 05 / 23 :**7.1.1 – ARRIVEE PRIORITAIRE VUE A ET D :**• **Capacité horaire « Arrivées » Ch_a :**

$$Ch_a \text{ (mvt / h)} = 3600 / t_a$$

$$\text{On a : } t_a = 222$$

$$Ch_a = 3600 / 222 \quad \Rightarrow \quad \boxed{Ch_a = 16 \text{ mvt / h}}$$

• **Capacité horaire « Départ » Ch_d :**

$$Ch_d \text{ (mvt / h)} = 3600 / t_d$$

$$\text{On a : } t_d = 114$$

$$Ch_d = 3600 / 114 \quad \Rightarrow \quad \boxed{Ch_d = 31 \text{ mvt / h}}$$

• **Capacité horaire mixte avec priorité aux arrivées Ch_{m_a} :**

$$Ch_{m_a} = Ch_a + N_d$$

- Calcul des proportion des avions de type k par rapport au trafic total :

$$\text{Nombre du trafic total} = 14 \Rightarrow$$

$$P_1 = 0$$

$$P_2 = 2 / 7$$

$$P_3 = 4 / 7$$

$$P_4 = 1 / 7$$

- Calcul des cadences élémentaire 'arrivée de type i - départ « moyen »' :

On a $b'_i = \sum P_k * b_{ik}$ avec (K = 1 à 4) (1)

* Calcul des cadences élémentaires 'arrivée de type i - départ de type k' :

$$b_{ik} = \text{Max} (\text{TOP}_i ; s_{ik})$$

Dans notre cas on n'a pas de seuil décalé donc $S_{ik} = 0$ quelque soit i et k.

TOP_i : Temps d'occupation de la piste a l'arrivée de l'avion de type i

Pour les différents i et k on trouve les résultats suivants :

Type i \ Type k	1	2	3	4
1 ($\text{TOP}_1 = 67 \text{ s}$)	67 s	67 s	67 s	67 s
2 ($\text{TOP}_2 = 52 \text{ s}$)	52 s	52 s	52 s	52 s
3 ($\text{TOP}_3 = 41 \text{ s}$)	41 s	41 s	41 s	41 s
4 ($\text{TOP}_4 = 39 \text{ s}$)	39 s	39 s	39 s	39 s

Calcul de b'_i :

Application dans la formule (1)

i	1	2	3	4
b'_i	67 s	52 s	41 s	39 s

- Calcul des cadences élémentaire 'départ « moyen » - arrivée de type j' :

$$\text{On a } c'_j = \sum P_k * c_{kj} \text{ avec } (k = 1 \text{ à } 4) \quad (2)$$

* Calcul des cadences élémentaires 'départ de type k - arrivée de type j' :

$$c_{kj} = 3600 * x_{kj} / V_{aj}$$

Dans notre cas le verrou (OA) se trouve a une distance de 6.64 NM pour n'importe quel type d'appareil donc $x_{kj} = 6.64$ NM quelque soient k et j.

V_{aj} : vitesse d'approche de l'avion de type j .

Pour les différents k et j on trouve les résultats suivants :

Type k \ Type j	1	2	3	4
1	266 s	266 s	266 s	266 s
2	199 s	199 s	199 s	199 s
3	159 s	159 s	159 s	159 s
4	149 s	149 s	149 s	149 s

Calcul de c'j:

Application dans la formule (2) :

j	1	2	3	4
c'j	169 s	169 s	169 s	169 s

- Calcul de g_{ij} :

$$\text{On a : } g_{ij} = a_{ij} - (b'_i + c'_j)$$

Pour les différents i et j on trouve les résultats suivants :

Type i \ Type j	1	2	3	4
1	111 s	41 s	-1 s	-11.5 s
2	111 s	41 s	-1 s	-11.5 s
3	111 s	41 s	-1 s	-11.5 s
4	111 s	41 s	-1 s	-11.5 s

- Calcul de nd_{ij} :

$$nd_{ij} = E(g_{ij} / t_d) + 1 \quad g_{ij} \geq 0$$

$$= 0 \text{ sinon}$$

avec E = partie entière de (g_{ij} / t_d) .

t_d : cadence moyenne « départ - départ ». « $t_d = 114$ »

- Conception de la matrice n_d :

$$n_d = [nd_{ij}]$$

$$n_d = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

- Calcul du nombre moyen de départ n_d :

$$n_d = {}^t P * n_d * P$$

$$n_d = [0 \quad 2/7 \quad 4/7 \quad 1/7] * \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0 \\ 2/7 \\ 4/7 \\ 1/7 \end{pmatrix}$$

$$n_d = 0.28 \approx 0$$

- Calcul du nombre de départ N_d :

On a : $Ch_a / Ch_d = 16 / 31$

$Ch_a / Ch_d = 0.51 < 1$ donc :

$$N_d = \min (Ch_d ; Ch_a * n_d)$$
$$= \min (31 ; 16 * 0) = \min (31 ; 0)$$

$N_d = 0$

- Calcul de la Chm_a :

$$Chm_a = Ch_a + N_d$$

$$= 16 + 0$$

$Chm_a = 16 \text{ mvt / h}$

Représentation graphique :

Soient les coordonnées des points : p_0 , p_1 , p_n :

Les coordonnées du point p_0 sont $x_0 = 0$ et $y_0 = Ch_a$ (capacité horaire 'arrivées')

Les coordonnées du point p_1 sont $x_1 = N_d$ et $y_0 = Ch_a$

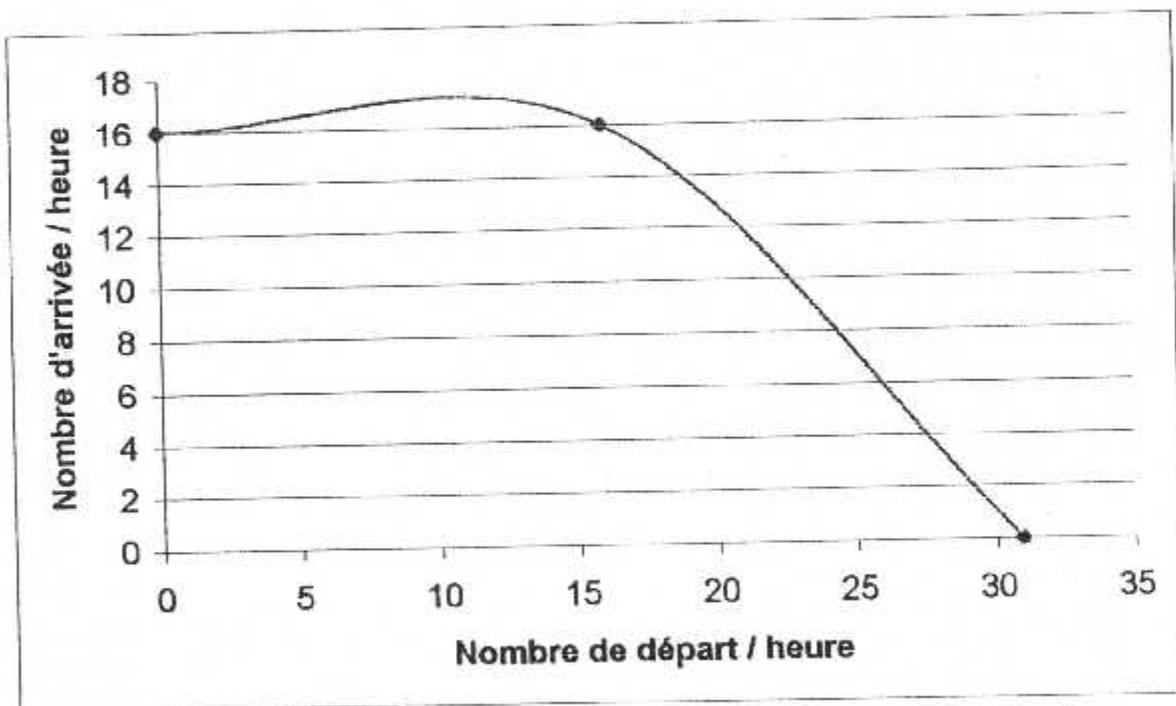
Les coordonnées du point p_n sont $x_n = Ch_d$ et $y_0 = 0$

Donc

$p_0 (0, 16)$

$p_1 (16, 16)$

$p_n (31, 0)$



7.1. II – ARRIVEE PRIORITAIRE VUE A + D :**Représentation graphique :**

Soient (x, y) et (X, Y) les coordonnées d'un point des courbes 'priorité aux arrivées vue A et D' et 'priorité aux arrivées vue A + D'

$$X = 100 * (x + y)$$

$$Y = x + y$$

Soient les coordonnées des points P_0, P_1, P_2 :

Les coordonnées des point $P_0 (0, Ch_a)$

Les coordonnées des point $P_1 (100 * N_d / (Ch_a + N_d), Ch_a + N_d)$

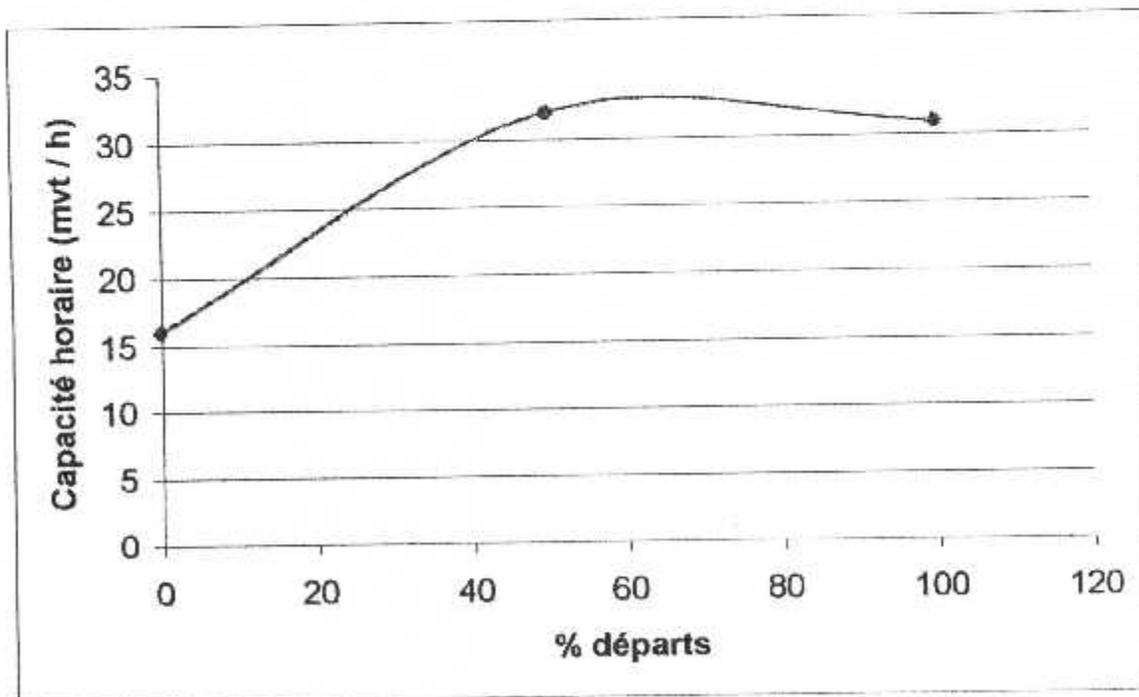
Les coordonnées des point $P_N (100, Ch_d)$

Donc :

$$P_0 (0, 16)$$

$$P_1 (100 * 16 / (16 + 16), 16 + 16) \Rightarrow P_1 (50, 32)$$

$$P_N (100, 31)$$



7.1. III – DEPART PRIORITAIRE VUE D ET A :

- **Capacité horaire « Départ » Ch_d :**

$$Ch_d \text{ (mvt / h)} = 3600 / t_d$$

$$\text{On a : } t_d = 114$$

$$Ch_d = 3600 / 114 \quad \Rightarrow \quad \boxed{Ch_d = 31 \text{ mvt / h}}$$

- **Capacité horaire « Arrivées » Ch_a :**

$$Ch_a \text{ (mvt / h)} = 3600 / t_a$$

$$\text{On a : } t_a = 222$$

$$Ch_a = 3600 / 222 \quad \Rightarrow \quad \boxed{Ch_a = 16 \text{ mvt / h}}$$

- **Capacité horaire mixte avec priorité aux départs Ch_{m_d} :**

$$Ch_{m_d} = Ch_d + N_a$$

- **Calcul des proportion des avions de type k par rapport au trafic total :**

$$\text{Nombre du trafic total} = 14 \Rightarrow$$

$$P_1 = 0$$

$$P_2 = 2 / 7$$

$$P_3 = 4 / 7$$

$$P_4 = 1 / 7$$

- Calcul des cadences élémentaire 'départ de type i – arrivée « moyen »' :

$$\text{On a } c'_i = \sum P_k * c_{ik} \text{ avec } (K = 1 \text{ à } 4) \quad (3)$$

* Calcul des cadences élémentaires 'départ de type i – arrivée de type k' :

$$c_{ik} = 3600 * x_{ik} / V_{a_i}$$

Dans notre cas le verrou (OA) se trouve a une distance de 6.64 NM pour n'importe quel type d'appareil donc $x_{ik} = 6.64$ NM quelque soient i et k.

V_{a_i} : vitesse d'approche de l'avion de type i.

Pour les différents i et k on trouve les résultats suivants :

Type i \ Type k	1	2	3	4
1	266 s	199 s	159 s	149 s
2	266 s	199 s	159 s	149 s
3	266 s	199 s	159 s	149 s
4	266 s	199 s	159 s	149 s

Calcul de c'_i :

Application dans la formule (3)

i	1	2	3	4
c'_i	266 s	199 s	159 s	149 s

- Calcul des cadences élémentaire 'arrivée « moyen » - départ de type j' :

On a $b'_j = \sum P_k * c_{kj}$ avec $(K = 1 \text{ à } 4)$ (4)

* Calcul des cadences élémentaires 'arrivée de type k - départ de type j' :

$$b_{kj} = \text{Max} (\text{TOP}_k ; s_{kj})$$

Dans notre cas on n'a pas de seuil décalé donc $S_{kj} = 0$ quelque soit k et j.

TOP_k : Temps d'occupation de la piste a l'arrivée de l'avion de type k.

Pour les différents k et j on trouve les résultats suivants :

Type k \ Type j	1	2	3	4
1 ($\text{TOP}_1 = 67 \text{ s}$)	67 s	67 s	67 s	67 s
2 ($\text{TOP}_2 = 52 \text{ s}$)	52 s	52 s	52 s	52 s
3 ($\text{TOP}_3 = 41 \text{ s}$)	41 s	41 s	41 s	41 s
4 ($\text{TOP}_4 = 39 \text{ s}$)	39 s	39 s	39 s	39 s

Calcul de b'_j :

Application dans la formule (4)

j	1	2	3	4
b'_j	67 s	52 s	41 s	39 s

- Calcul de h_{ij} :

$$\text{On a : } h_{ij} = d_{ij} - (b'_j + c'_i)$$

Pour les différents i et j on trouve les résultats suivants :

Type i \ Type j	1	2	3	4
1	-247 s	-232 s	-221 s	-219 s
2	-146 s	-131 s	-120 s	-161 s
3	-106 s	-91 s	-80 s	-132 s
4	-96 s	-81 s	-70 s	-68 s

- Calcul de na_{ij} :

On constate que dans tous les cas $h_{ij} < 0$ donc :

$$na_{ij} = 0$$

- Conception de la matrice na :

$$na = [na_{ij}]$$

$$na = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

- Calcul du nombre moyen de départ na :

$$na = 'P * na * P$$

$$na = [0 \quad 2/7 \quad 4/7 \quad 1/7] * \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0 \\ 2/7 \\ 4/7 \\ 1/7 \end{pmatrix}$$

$$\boxed{na = 0}$$

- Calcul du nombre de départ N_a :

On a : $Ch_d / Ch_a = 31 / 16$

$Ch_a / Ch_d = 1.93 > 1$ donc :

$$N_a = \min \{ Ch_a ; Ch_d * na / (ABS [E (1 - Ch_d / Ch_a)] + 1) \}$$

$$= \min (16 ; 31 * 0 / (ABS [E (1 - 31 / 16)] + 1)) = \min (16 ; 1)$$

$N_a = 1$

- Calcul de la Chm_d :

$$Chm_d = Ch_d + N_a$$

$$= 31 + 1$$

$Chm_d = 32 \text{ mvt / h}$

Représentation graphique :

Soient les coordonnées des points : p_0, p_1, p_n :

Les coordonnées du point p_0 sont $x_0 = 0$ et $y_0 = Ch_d$ (capacité horaire 'départs')

Les coordonnées du point p_1 sont $x_1 = Na$ et $y_1 = Ch_d$

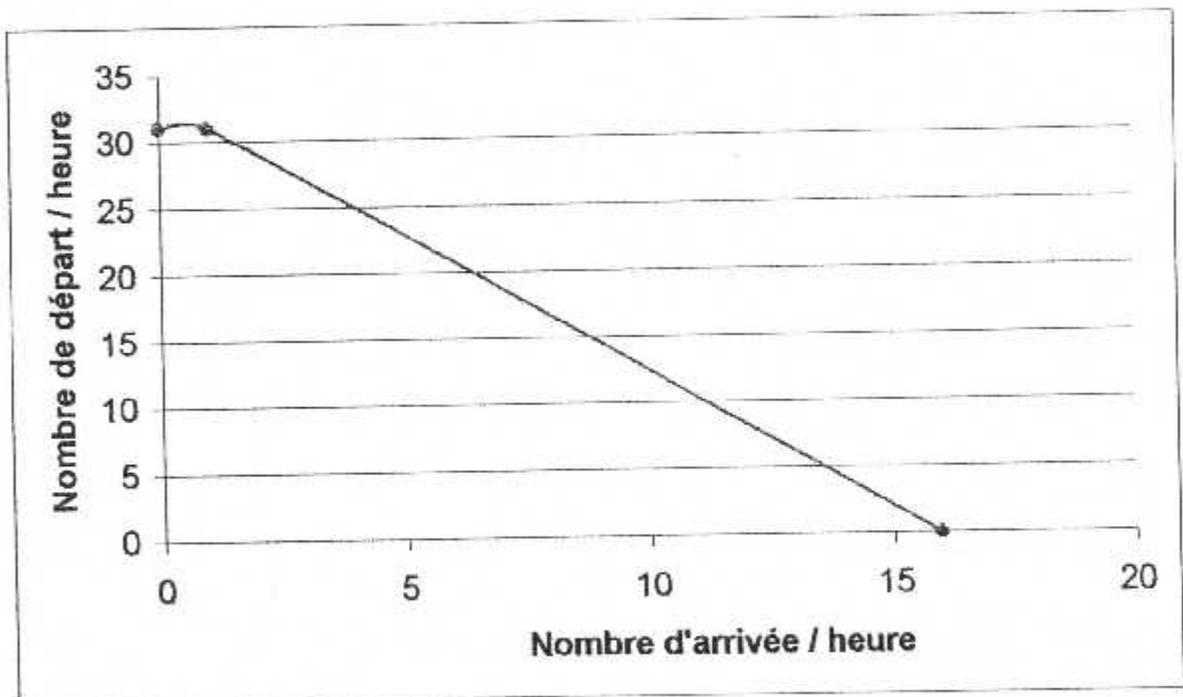
Les coordonnées du point p_n sont $x_n = Ch_a$ et $y_n = 0$

Donc

$p_0 (0, 31)$

$p_1 (1, 31)$

$p_n (16, 0)$



7.1. IV – DEPART PRIORITAIRE VUE D + A :

Représentation graphique :

Soient (x, y) et (X, Y) les coordonnées d'un point des courbes 'priorité aux départs vue D et A' et 'priorité aux départs vue D + A'

$$X = 100 * (x + y)$$

$$Y = x + y$$

Soient les coordonnées des points P_0, P_1, P_2 :

Les coordonnées des point $P_0 (0, Ch_d)$

Les coordonnées des point $P_1 (100 * Na / (Ch_d + Na), Ch_d + Na)$

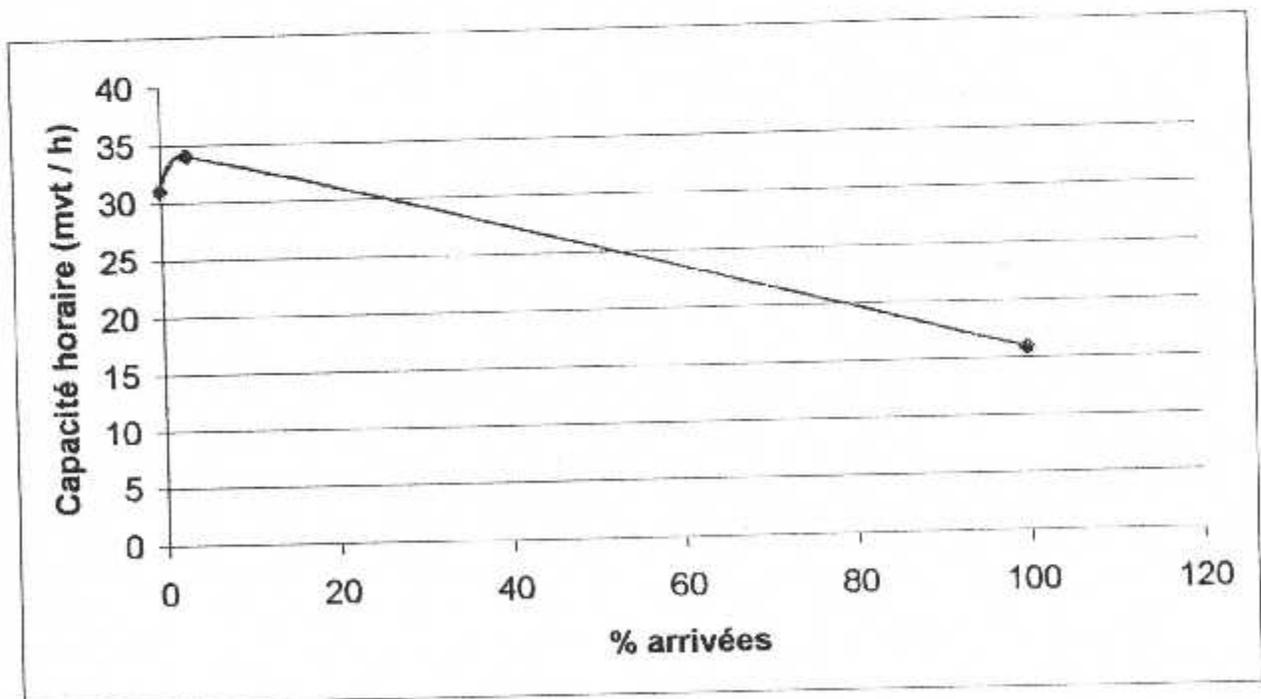
Les coordonnées des point $P_N (100, Ch_a)$

Donc :

$$P_0 (0, 31)$$

$$P_1 (100 * 1 / (31 + 1), 31 + 1) \Rightarrow P_1 (3.125, 34)$$

$$P_N (100, 16)$$



7.2 - APPLICATION POUR LA PISTE 09 / 27 :

7.2.I - ARRIVEE PRIORITAIRE VUE A ET D :

- Capacité horaire « Arrivées » Ch_a :

$$Ch_a \text{ (mvt / h)} = 3600 / t_a$$

$$\text{On a : } t_a = 212$$

$$Ch_a = 3600 / 212 \quad \Rightarrow \quad \boxed{Ch_a = 17 \text{ mvt / h}}$$

- Capacité horaire « Départ » Ch_d :

$$Ch_d \text{ (mvt / h)} = 3600 / t_d$$

$$\text{On a : } t_d = 114$$

$$Ch_d = 3600 / 114 \quad \Rightarrow \quad \boxed{Ch_d = 31 \text{ mvt / h}}$$

- Capacité horaire mixte avec priorité aux arrivées Ch_{m_a} :

$$Ch_{m_a} = Ch_a + N_d$$

- Calcul des proportion des avions de type k par rapport au trafic total :

Nombre du trafic total = 14 =>

$$P_1 = 0$$

$$P_2 = 2 / 7$$

$$P_3 = 4 / 7$$

$$P_4 = 1 / 7$$

- Calcul des cadences élémentaire 'arrivée de type i – départ « moyen »' :

$$\text{On a } b'_i = \sum P_k * b_{ik} \text{ avec } (K = 1 \text{ à } 4) \quad (5)$$

* Calcul des cadences élémentaires 'arrivée de type i – départ de type k' :

$$b_{ik} = \text{Max} (\text{TOP}_i ; s_{ik})$$

Dans notre cas on n'a pas de seuil décalé donc $S_{ik} = 0$ quelque soit i et k.

TOP_i : Temps d'occupation de la piste a l'arrivée de l'avion de type i

Pour les différents i et k on trouve les résultats suivants :

Type i \ Type k	1	2	3	4
1 ($\text{TOP}_1 = 75 \text{ s}$)	75 s	75 s	75 s	75 s
2 ($\text{TOP}_2 = 58 \text{ s}$)	58 s	58 s	58 s	58 s
3 ($\text{TOP}_3 = 48 \text{ s}$)	48 s	48 s	48 s	48 s
4 ($\text{TOP}_4 = 45 \text{ s}$)	45 s	45 s	45 s	45 s

Calcul de b'_i :

Application dans la formule (5)

i	1	2	3	4
b'_i	75 s	58 s	48 s	45 s

- Calcul des cadences élémentaire 'départ « moyen » - arrivée de type j' :

$$\text{On a } c'_j = \sum P_k * c_{kj} \text{ avec } (K = 1 \text{ à } 4) \quad (6)$$

* Calcul des cadences élémentaires 'départ de type k - arrivée de type j' :

$$c_{kj} = 3600 * x_{kj} / V_{aj}$$

Dans notre cas le verrou (OA) se trouve a une distance de 5.5 NM pour n'importe quel type d'appareil donc $x_{kj} = 5.5$ NM quelque soient k et j.

V_{aj} : vitesse d'approche de l'avion de type j.

Pour les différents k et j on trouve les résultats suivants :

Type i \ Type j	1	2	3	4
1	220 s	220 s	220 s	220 s
2	165 s	165 s	165 s	165 s
3	132 s	132 s	132 s	132 s
4	124 s	124 s	124 s	124 s

Calcul de c'_j :

Application dans la formule (6)

j	1	2	3	4
c'_j	140 s	140 s	140 s	140 s

- Calcul de g_{ij} :

$$\text{On a : } g_{ij} = a_{ij} - (b'_i + c'_j)$$

Pour les différents i et j on trouve les résultats suivants :

Type i \ Type j	1	2	3	4
1	140 s	70 s	28 s	17.5 s
2	140 s	70 s	28 s	17.5 s
3	140 s	70 s	28 s	17.5 s
4	140 s	70 s	28 s	17.5 s

- Calcul de nd_{ij} :

On constate que dans tous les cas $g_{ij} > 0$ donc :

$$nd_{ij} = E(g_{ij} / t_d) + 1$$

avec $E =$ partie entière de (g_{ij} / t_d) .

t_d : cadence moyenne « départ – départ ». « $t_d = 114$ »

Pour les différents i et j on trouve les résultats suivants :

Type i \ Type j	1	2	3	4
1	2 s	1 s	1 s	1 s
2	2 s	1 s	1 s	1 s
3	2 s	1 s	1 s	1 s
4	2 s	1 s	1 s	1 s

- Conception de la matrice n_d :

$$n_d = [nd_{ij}]$$

$$n_d = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

- Calcul du nombre moyen de départ n_d :

$$n_d = 'P * n_d * P$$

$$n_d = [0 \quad 2/7 \quad 4/7 \quad 1/7] * \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0 \\ 2/7 \\ 4/7 \\ 1/7 \end{pmatrix}$$

$$\boxed{n_d = 1}$$

- Calcul du nombre de départ N_d :

$$\text{On a : } Ch_a / Ch_d = 17 / 31$$

$$\boxed{Ch_a / Ch_d = 0.54 < 1} \text{ donc :}$$

$$N_d = \min (Ch_d ; Ch_a * n_d)$$

$$= \min (31 ; 17 * 1) = \min (31 ; 17)$$

$$\boxed{N_d = 17}$$

- Calcul de la Chm_a :

$$Chm_a = Ch_a + N_d$$

$$= 17 + 17$$

$$\boxed{Chm_a = 34 \text{ mvt / h}}$$

Représentation graphique :

Soient les coordonnées des points : p_0 , p_1 , p_N :

Les coordonnées du point p_0 sont $x_0 = 0$ et $y_0 = Ch_a$ (capacité horaire 'arrivées')

Les coordonnées du point p_1 sont $x_1 = N_d$ et $y_0 = Ch_a$

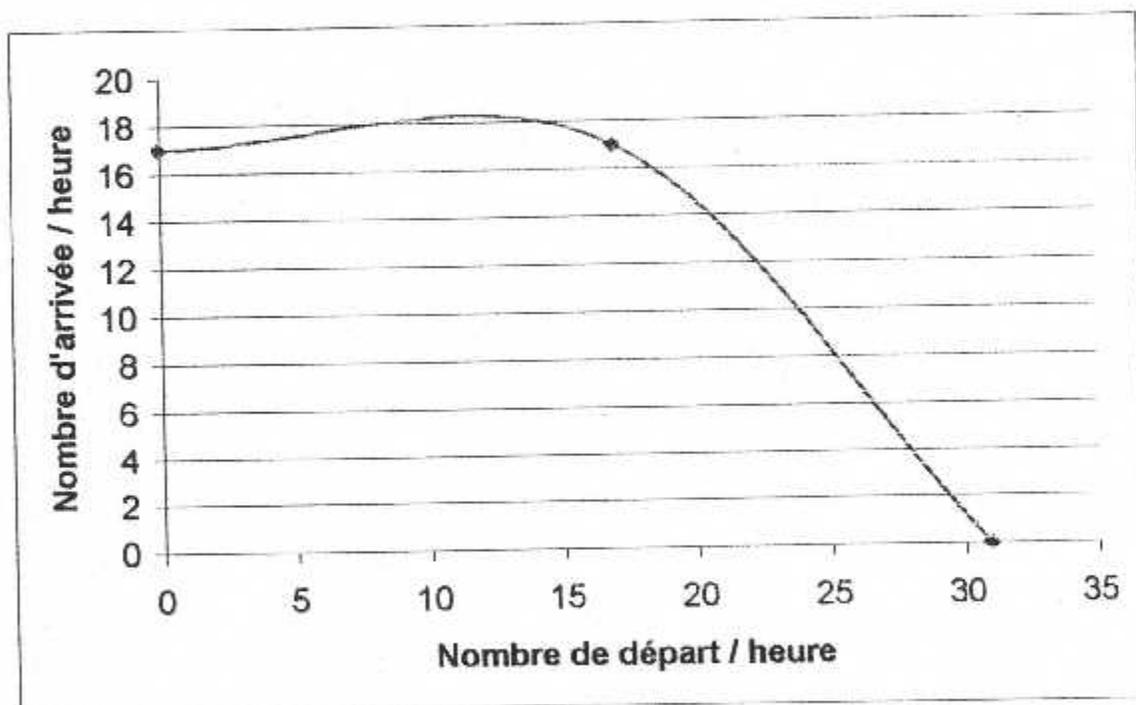
Les coordonnées du point p_n sont $x_n = Ch_d$ et $y_0 = 0$

Donc

$p_0 (0, 17)$

$p_1 (17, 17)$

$p_n (31, 0)$



7.2. II – ARRIVEE PRIORITAIRE VUE A + D :

Représentation graphique :

Soient (x, y) et (X, Y) les coordonnées d'un point des courbes 'priorité aux arrivées vue A et D' et 'priorité aux arrivées vue A + D'

$$X = 100 * (x + y)$$

$$Y = x + y$$

Soient les coordonnées des points P_0, P_1, P_2 :

Les coordonnées des point $P_0 (0, Ch_a)$

Les coordonnées des point $P_1 (100 * N_d / (Ch_a + N_d), Ch_a + N_d)$

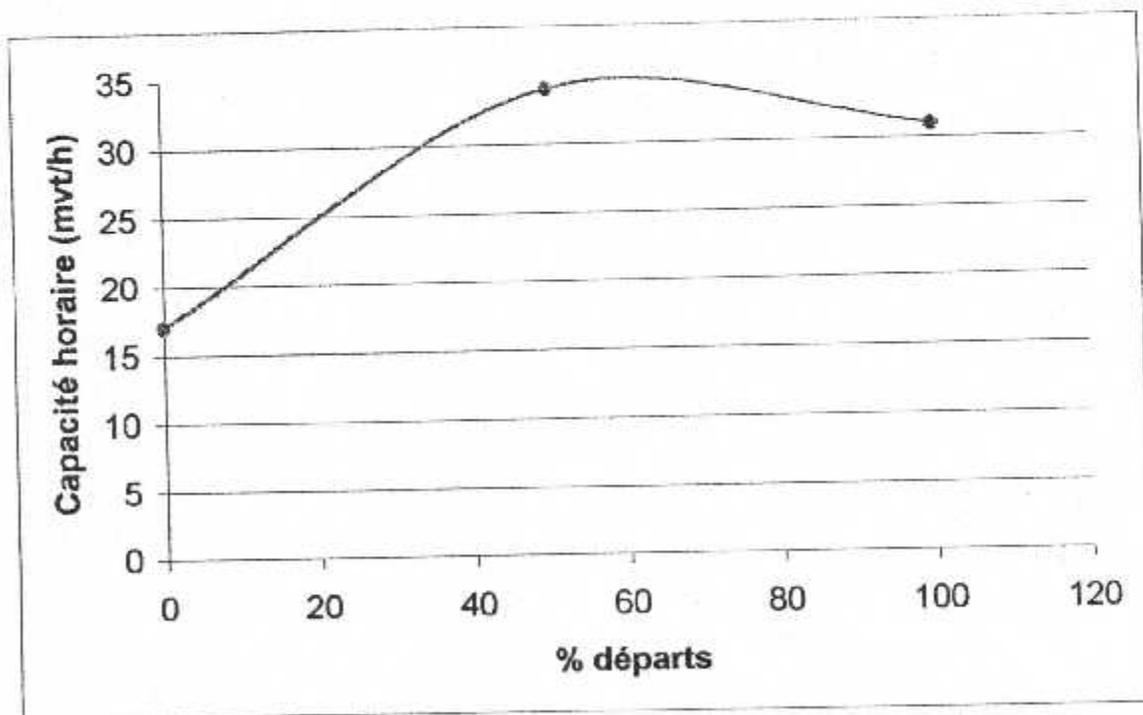
Les coordonnées des point $P_N (100, Ch_d)$

Donc :

$$P_0 (0, 17)$$

$$P_1 (100 * 17 / (17 + 17), 17 + 17) \Rightarrow P_1 (50, 34)$$

$$P_N (100, 31)$$



7.2. III – DEPART PRIORITAIRE VUE D ET A :

- **Capacité horaire « Départ » Ch_d :**

$$Ch_d \text{ (mvt / h)} = 3600 / t_d$$

$$\text{On a : } t_d = 114$$

$$Ch_d = 3600 / 114 \quad \Rightarrow \quad \boxed{Ch_d = 31 \text{ mvt / h}}$$

- **Capacité horaire « Arrivées » Ch_a :**

$$Ch_a \text{ (mvt / h)} = 3600 / t_a$$

$$\text{On a : } t_a = 212$$

$$Ch_a = 3600 / 212 \quad \Rightarrow \quad \boxed{Ch_a = 17 \text{ mvt / h}}$$

- **Capacité horaire mixte avec priorité aux départs Ch_{m_d} :**

$$Ch_{m_d} = Ch_d + N_a$$

- Calcul des proportion des avions de type k par rapport au trafic total :

Nombre du trafic total = 14 =>

$$P_1 = 0$$

$$P_2 = 2 / 7$$

$$P_3 = 4 / 7$$

$$P_4 = 1 / 7$$

- Calcul des cadences élémentaire 'départ de type i - arrivée « moyen »' :

$$\text{On a } c'_i = \sum P_k * c_{ik} \text{ avec } (K = 1 \text{ à } 4) \quad (7)$$

* Calcul des cadences élémentaires 'départ de type i - arrivée de type k' :

$$c_{ik} = 3600 * x_{ik} / V_{a_i}$$

Dans notre cas le verrou (OA) se trouve a une distance de 5.5 NM pour n'importe quel type d'appareil donc $x_{ik} = 5.5$ NM quelque soient i et k.

V_{a_i} : vitesse d'approche de l'avion de type i.

Pour les différents i et k on trouve les résultats suivants :

Type i \ Type k	1	2	3	4
1	220 s	165 s	132 s	124 s
2	220 s	165 s	132 s	124 s
3	220 s	165 s	132 s	124 s
4	220 s	165 s	132 s	124 s

Calcul de c'_i

Application dans la formule (7)

i	1	2	3	4
c'_i	220 s	165 s	132 s	124 s

- Calcul des cadences élémentaire 'arrivées « moyen » - départ de type j' :

On a $b'_j = \sum P_k * c_{kj}$ avec (K = 1 à 4) (8)

* Calcul des cadences élémentaires 'arrivées de type k - départ de type j' :

$$b_{kj} = \text{Max} (\text{TOP}_k ; s_{kj})$$

Dans notre cas on n'a pas de seuil décalé donc $S_{kj} = 0$ quelque soit k et j.

TOP_k : Temps d'occupation de la piste à l'arrivée de l'avion de type k.

Pour les différents k et j on trouve les résultats suivants :

Type j \ Type k	1	2	3	4
1 ($\text{TOP}_1 = 75 \text{ s}$)	75 s	75 s	75 s	75 s
2 ($\text{TOP}_2 = 58 \text{ s}$)	58 s	58 s	58 s	58 s
3 ($\text{TOP}_3 = 48 \text{ s}$)	48 s	48 s	48 s	48 s
4 ($\text{TOP}_4 = 45 \text{ s}$)	45 s	45 s	45 s	45 s

Calcul de b'_j :

Application dans la formule (8)

j	1	2	3	4
b'_j	75 s	58 s	48 s	45 s

- Calcul de h_{ij} :

$$\text{On a : } h_{ij} = d_{ij} - (b'_j + c'_i)$$

Pour les différents i et j on trouve les résultats suivants :

Type i \ Type j	1	2	3	4
1	- 209 s	- 192 s	- 182 s	- 179 s
2	- 120 s	- 103 s	- 93 s	- 133 s
3	- 87 s	- 70 s	- 60 s	- 111 s
4	- 79 s	- 62 s	- 52 s	- 49 s

- Calcul de na_{ij} :

On constate que dans tous les cas $h_{ij} < 0$ donc :

$$na_{ij} = 0$$

- Conception de la matrice n_a :

$$n_a = [na_{ij}]$$

$$n_a = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

- Calcul du nombre moyen de départ n_a :

$$n_a = 'P * n_a * P$$

$$n_a = [0 \quad 2/7 \quad 4/7 \quad 1/7] * \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0 \\ 2/7 \\ 4/7 \\ 1/7 \end{pmatrix}$$

$$\boxed{n_a = 0}$$

- Calcul du nombre de départ N_a :

On a : $Ch_d / Ch_a = 31 / 17$

$Ch_d / Ch_a = 1.82 > 1$ donc :

$$N_a = \min \{ Ch_a ; Ch_d * n_a / (\text{ABS} [E (1 - Ch_d / Ch_a)] + 1) \}$$
$$= \min (17 ; 31 * 0 / (\text{ABS} [E (1 - 31 / 17)] + 1)) = \min (17 ; 1)$$

$N_a = 1$

- Calcul de la Chm_d :

$$Chm_d = Ch_d + N_a$$

$$= 31 + 1$$

$Chm_d = 32 \text{ mvt / h}$

Représentation graphique :

Soient les coordonnées des points : p_0, p_1, p_n :

Les coordonnées du point p_0 sont $x_0 = 0$ et $y_0 = Ch_d$ (capacité horaire 'départs')

Les coordonnées du point p_1 sont $x_1 = N_a$ et $y_0 = Ch_d$

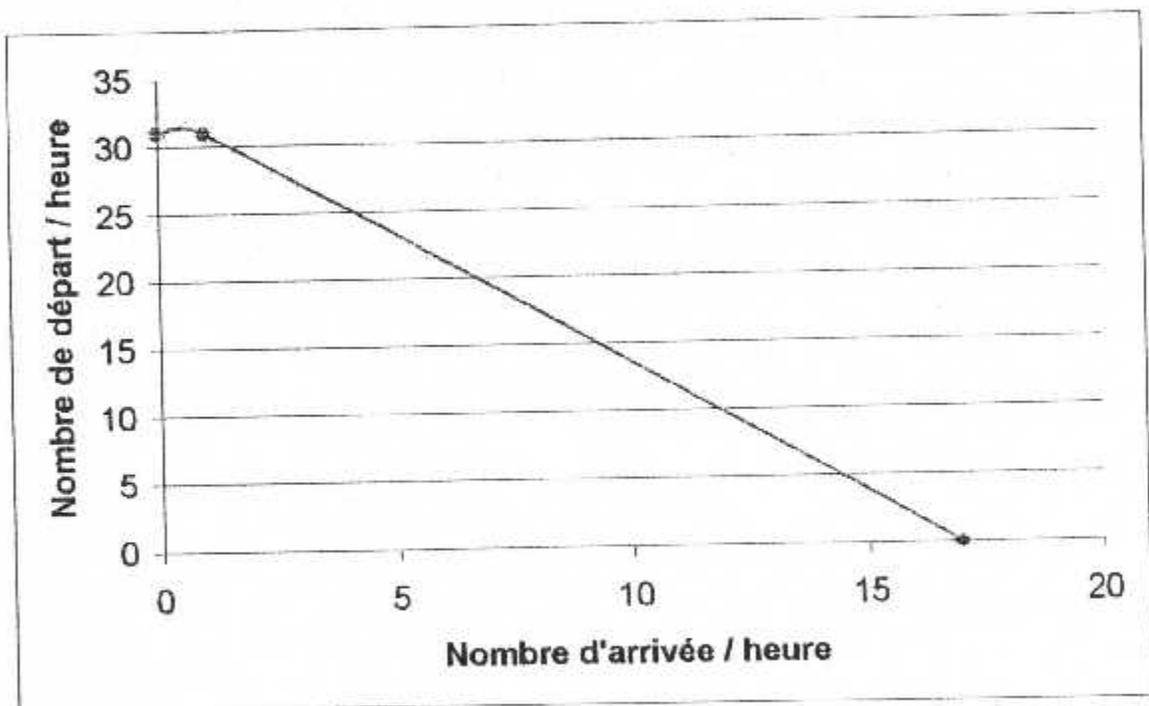
Les coordonnées du point p_n sont $x_n = Ch_a$ et $y_0 = 0$

Donc

$p_0 (0, 31)$

$p_1 (1, 31)$

$p_n (17, 0)$



7.2.IV – DEPART PRIORITAIRE VUE D + A :**Représentation graphique :**

Soient (x, y) et (X, y) les coordonnées d'un point des courbes 'priorité aux départs vue D et A' et 'priorité aux départs vue D + A'

$$X = 100 * (x + y)$$

$$Y = x + y$$

Soient les coordonnées des points P_0, P_1, P_2 :

Les coordonnées des point $P_0 (0, Ch_d)$

Les coordonnées des point $P_1 (100 * N_a / (Ch_d + N_a), Ch_d + N_a)$

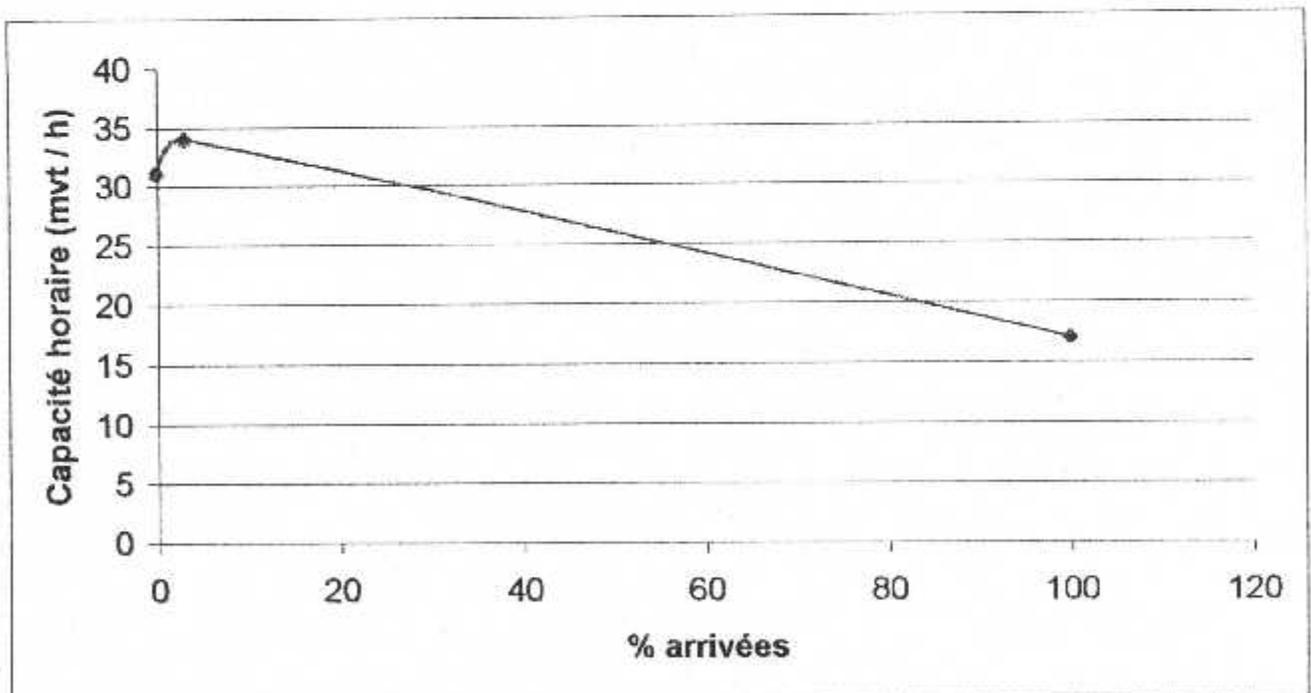
Les coordonnées des point $P_N (100, Ch_a)$

Donc :

$$P_0 (0, 31)$$

$$P_1 (100 * 1 / (31 + 1), 31 + 1) \Rightarrow P_1 (3.125, 34)$$

$$P_N (100, 17)$$



7.3 - ETUDE DE LA CAPACITE PISTE FAITE A LA DSA :

Arrivées pistes QFU 23 :

- A) – La trajectoire d'approche finale : 9 NM.
- B) – Espacement entre 2 arrivées y compris la turbulence de sillage : 3 NM.
- C) – Vitesse d'approche des aéronefs 160 KTS.
- D) – Temps d'occupations de piste pour type d'avions confondus : 2 min.

Capacité horaires QFU 23 MODE IMC 12 aéronefs / heure.

Cette capacité peut être augmenter en mode VMC en diminuant le temps d'occupation de piste à 1 minute (voir DOC 9426 minimum de séparation).

Capacité horaires QFU 23 MODE IMC 15 aéronefs / heure.

Départs pistes QFU 27 :

La capacité est fonction de différents paramètres parmi lesquels :

- Types d'aéronef (vitesse, turbulence de sillage)
- Route.
- Conditions météorologiques.

Capacité est en moyenne de 20 Départs / heure.

Comparaison entre les deux méthodes :

La méthode de calcul utilisée par les Français, prend en considération les 4 catégories d'aéronefs existant (A, B, C, D, et E) donc toutes les séparations existantes entre ces aéronefs, leurs vitesses d'approche moyennes, le temps d'occupation de la piste pour chaque catégorie .

Tandis que la méthode utilisée par la DSA prend des valeurs moyennes, et un temps maximum pour lequel un aéronef peut occuper la piste. C'est ce qui fait que les résultats diffèrent.

TROISIÈME PARTIE
CAPACITÉ PARKING

CHAPITRE 8 :

CAPACITE PARKING

8.1 – INTRODUCTION :

L'aéroport d'Alger « Houari Boumediene », dispose de 39 postes de stationnement, on prévoit 12 à 14 postes de stationnement pour la nouvelle aérogare, ce qui fera un total de 52 postes répartis comme suit :

- Parking P1 « Central » : 10 postes pour les moyens porteurs.
- Parking P2 « Sud » : 7 postes dont :
 - 3 pour les grands porteurs de type A
 - 3 pour les grands porteurs de type B
 - 1 pour les B727 sculement.
- Parking P5 « GLAM » : 12 postes dont :
 - 9 pour les ATR 42 / 72 et FK27.
 - 3 pour les moyens porteurs excepté les B727
 - et 2 pour Hélicoptère.
- Parking P7 « H 400 » : 4 postes dont :
 - 1 pour l'Hercule C130
 - 3 pour les moyens porteurs excepté les B727.
- Parking P9 « Aviation légère » : 5 postes pour les ATR 42 / 72
- Poste 11 : Pour les grands porteurs de type A
- Nouvelle Aérogare : 12 à 14 postes. (Non opérationnelles encore, dont 6 pour les grands porteurs et 8 pour les moyens porteurs).

Note :

On prévoit la réalisation de 20 autres postes de stationnement, ce qui fera un total de 72 postes.

8.2 – PARKING SELON TYPE D'APPAREIL :

Désignation	Nombre de poste	Type d'aéronef associés
P1 « Parking Central »	10	B727 – B737 – A319 – A320 DC9
P2 / 1 « Parking Sud »	3	B747 – B777 – A330 – A340
P2 / 2 « Parking Sud »	3	B767 – A300 – A310
P2 / 3 « Parking Sud »	1	MAX B727
P5 / 1 « GLAM »	9	ATR 42 / 72 – FK27
P5 / 2 « GLAM »	3	B737 – A319 / 320
P7 « H 400 »	1 3	Hercule C130 B737 – A319 / 320
P9 « Aviation Légère »	5	ATR 42 / 72 – FK27
Poste 11	1	B767 – A300 – A310
TOTAL	39	-

8.3 - AIRES DE STATIONNEMENT :

Chaque catégorie d'aéronef dispose d'un certain nombre de poste de stationnement, et d'un certain temps d'occupation du poste qui lui est désignée.

Catégorie poste	Type d'aéronef	Ni	Ti
A et B	CL60 – FK27 – ATR42 – ATR72	14	60 min
C	B737 – A320 – A319 – B727	18	90 min
D	B767 – A310 – A300	4	100 min
E	A330 – A340 – B747 – B777	3	120 min
Coefficient D'utilisation	80 %		

Ni : Nombre de postes de stationnement par type d'aéronef

Ti : Temps de traitement par type d'aéronef

8.4 - CALCUL DE LA CAPACITE THEORIQUE OU MAXIMALE :

DEFINITIONS :

1. Capacité Théorique : Cette capacité est une limite qui ne peut être dépassée qu'au déterminant de la sécurité ou encore une capacité potentielle.
2. Capacité Opérationnelle : La capacité opérationnelle est exprimée en mouvement d'aéronef par heure.

Méthode de calcul :

$$C = 60 * \sum (N_i / T_i) \quad \text{avec } i = 1 \text{ à } n$$

60 : Temps de traitement = 1 Heure

Sachant que N = 39 postes de stationnement réparti comme suit :

N₁ : 7 postes pour gros porteurs (GP).

N₂ : 18 postes pour moyens porteurs (MP).

N₃ : 14 postes pour petits porteurs (PP).

Application numérique :

$$C = 60 (7 / 120 + 18 / 90 + 14 / 60)$$

$$C = 3 \text{ GP} + 12 \text{ MP} + 14 \text{ PP}$$

$$\boxed{C = 29 \text{ Avions / heure}}$$

1. Calcul de la capacité théorique :

- Utilisation gros porteur :

$$C_t = 60 (7 / 120 + 0 / 90 + 0 / 60)$$

$$\boxed{C_t = 3 \text{ avions / heure}}$$

- Utilisation moyen porteur :

Les postes réservés aux GP sont apte à recevoir les MP donc on aura 7 + 18 = 25 postes de stationnement pour MP

$$C_t = 60 (0 / 120 + 25 / 90 + 0 / 60)$$

$$\boxed{C_t = 16 \text{ avions / heure}}$$

Remarque : Excepté les B727 qui ne doivent pas stationner ou P5 et P7

Et le P2 / 3 Sud est utilisé au max pour B727.

- Utilisation Petit porteur :

Tous les postes de stationnement reçoivent les Petits porteurs ce qui fera un total de 39 postes pour PP.

$$C_t = 60 (0 / 120 + 0 / 90 + 39 / 60)$$

$$C_t = 39 \text{ avions / heure}$$

8.5 - CALCUL DE LA CAPACITE OPERATIONNELLE :

On un coefficient d'utilisation égal à 80 % ($U = 80\%$)

$$C_o = C_t * 0.80$$

- Utilisation gros porteur :

$$C_o = 3 * 0.80 \Rightarrow \boxed{C_o = 2 \text{ avions / heure}}$$

- Utilisation moyen porteur :

$$C_o = 16 * 0.80 \Rightarrow \boxed{C_o = 13 \text{ avions / heure}}$$

- Utilisation petit porteur :

$$C_o = 39 * 0.80 \Rightarrow \boxed{C_o = 31 \text{ avions / heure}}$$

8.6 - METHODE DE PREVISION DU NOMBRE DE POSTES DE STATIONNEMENT :

Plusieurs méthodes sont utilisées à fin de déterminer le nombre de postes de stationnement à prévoir pour un aéroport à fort trafic ; parmi elle la méthode employée aux Etats-Unis, qui dépend du volume du trafic de l'aéroport et du nombre de postes de stationnement en service :

$$N = [(N_0 - 2) T_f / T_0] - 2$$

Avec :

N : Nombre de postes à prévoir.

N_0 : Nombre de poste en service.

T_0 : Le trafic actuel.

T_f : Le trafic futur.

Application numérique :

$N_0 = 38$ postes de stationnement

$T_0 = 43558$ mouvements avions (Pour l'année 2003)

1. Prévision pour 2009 :

$T_f = 65902.5$ mouvements avions

$$\boxed{N = 52 \text{ postes}}$$

2. Prévision pour 2014 :

$T_f = 77400$ mouvements avions

$$\boxed{N = 64 \text{ postes}}$$

CONCLUSION :

Pour 2009 le nombre de postes de stationnement à prévoir sera égal au nombre de poste de stationnement en service c'est-à-dire 52 postes, vu que la nouvelle aéroport prévoit 12 à 14 postes de stationnement en plus.

Mais pour 2014 il y'aura saturation parking, donc il faut prévoir d'autre postes de stationnement à fin de résoudre le problème.

$$\text{Nombre de poste à ajouter : } N = N_{2014} - N_{2009} \Rightarrow N = 64 - 52 \Rightarrow \boxed{N = 12 \text{ postes}}$$

CONCLUSION

CONCLUSION GENERALE

Cette étude a pour but de déterminer les capacités pistes et parkings de l'aéroport d'Alger.

D'après les scénarios pistes utilisés, et si nous prenons en considération l'approche de l'aéroport d'Alger, nous pouvons dire qu'il peut y avoir à la fois un atterrissage et un décollage sur deux pistes différentes.

Si on prend le scénario 1, nous trouvons un total de 48 mouvements /heure, soit 17 atterrissages pour le QFU 09 et 31 décollages pour le QFU 05.

Pour le scénario 2, nous avons un total de 47 mouvements /heure, soit 16 atterrissages pour le QFU 23 et 31 décollages pour le QFU 27.

Le trafic pour la journée est de 1128 à 1152 mouvements /jour.

Sur une année nous obtiendrons 411720 à 420480 mouvements / an.

Ces résultats annuels dépassent largement le nombre de mouvements prévus pour les dix prochaines années (en 2014 les prévisions du trafic sont de 38711.5 mouvements / an).

Donc jusqu'à l'année 2014, il ne risque pas d'avoir une saturation de piste.

En ce qui concerne le parking ; nous avons calculé les capacités pour les différentes catégories de porteur (gros, moyen, petit), et nous avons obtenu des résultats assez satisfaisants des capacités opérationnelles des moyens et petits porteurs.

Elles sont respectivement :

- de 13 avions / heure soit 312 avions / jour pour les moyens porteurs
- 31 avions / heure soit 744 avions / jour pour les petits porteurs

En ce qui concerne les gros porteurs, nous avons obtenu une capacité opérationnelle de 2 avions / heure soit 48 avions / jour, ce qui est peu pour un aéroport international ; mais ce problème devrait être résolu avec l'ouverture de la nouvelle aérogare qui contiendra 8 postes gabariés pour les gros porteurs ce qui amènera notre capacité à 5 avions / heure. Malgré ces capacités il va falloir prévoir d'autres postes de stationnement afin de ne pas tomber dans le problème de saturation.

Donc nous pourrions dire qu'actuellement l'aéroport d'Alger « Houari Boumediene » n'est pas un aéroport saturé. Mais reste à prévoir d'autre changement dans l'évolution du trafic aérien (Arrivée de nouvelles compagnies aériennes privée ou étrangère...)

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- MANUEL DE PREVISION DU TRAFIC AERIEN
« DOC 8991-AT / 722/2 » 2^{ème} édition – 1985 (OACI)
- REGLES DE L'AIR ET SERVICES DE LA CIRCULATION AERIENNE
« DOC 4444 – RAC / 501 » (OACI)
- EXPLOIATION TECHNIQUE DES AERONEFS
« DOC 8168 – OPS / 611 » (OACI)
- MANUEL DE PLANIFICATION DES SERVICES DE LA CIRCULATION
AERIENNE « DOC 9426 – AN/924 » 1^{ère} édition provisoir 1984 (OACI)
- CARACTERISTIQUES GENERALES DES AERONEFS
« TOME 3 » 5^{ème} édition 1996 - PATRICK VACHER -
- ANNEXE 14 AERODROMES
« VOLUME I » 3^{ème} édition – juillet 1999 (OACI)
- AIP 2003 (PUBLICATION INFORMATION AERONAUTIQUE)
- INSTRUCTION TECHNIQUE SUR LES AERODROMES CIVILS
CLASSEUR - 1 DECEMBRE 1998
- ETUDE DE LA CAPACITE DES PISTES DE L'AEROPORT DE LYON
STBA/EGA- JUIN 2000
- REGLEMENTATION CIRCULATION AERIENNE TELECOMMUNICATIONS
ET INFRASTRUCTURE DU PP - IFR
JEAN PIERRE TOURRES – édition 1996

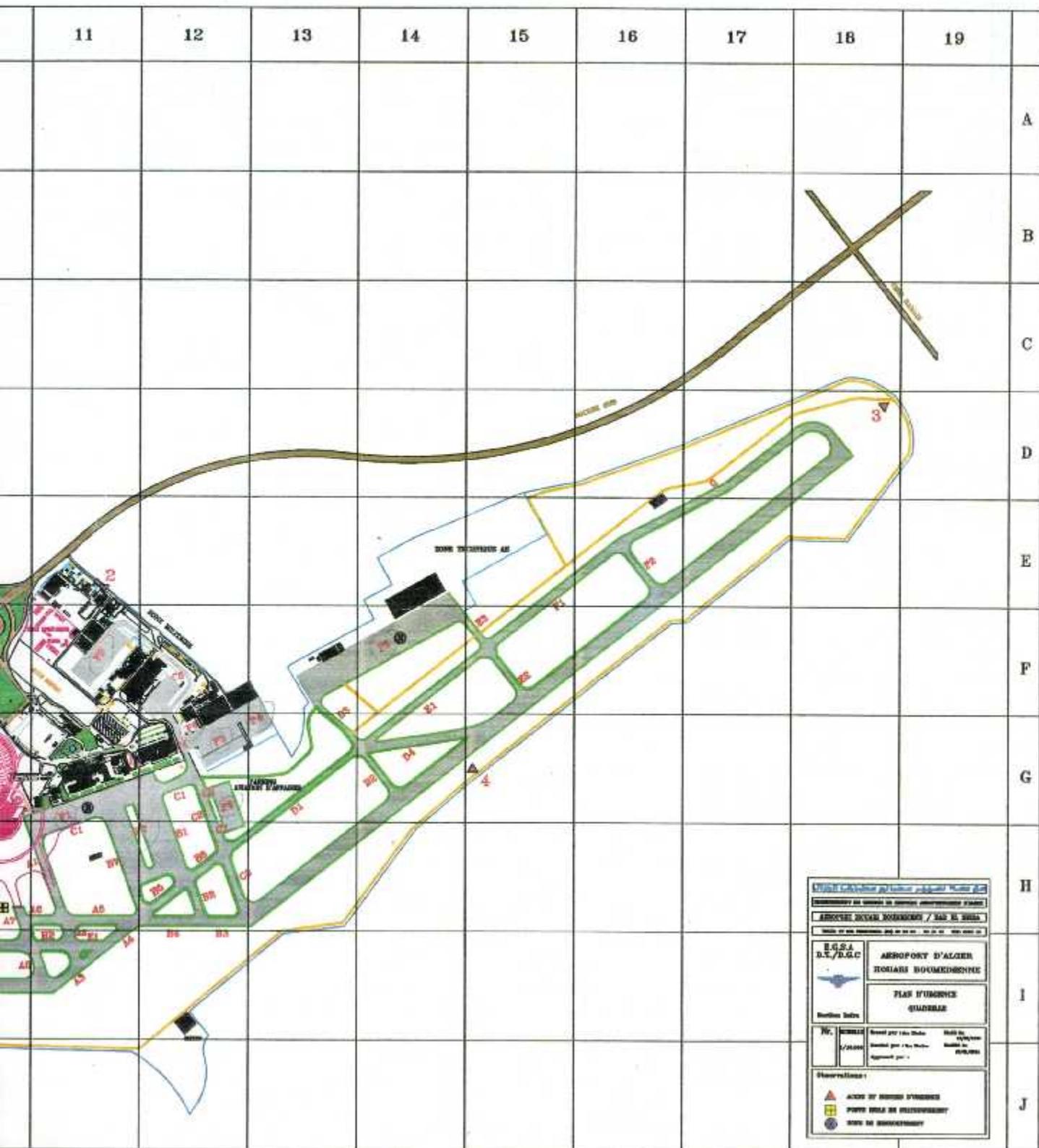
- ETUDE DE LA COORDINATION DE L'AEROPORT D'ALGER
DSA « 2002 »

- PROGRAMME ETE 2004 (AIR ALGERIE)

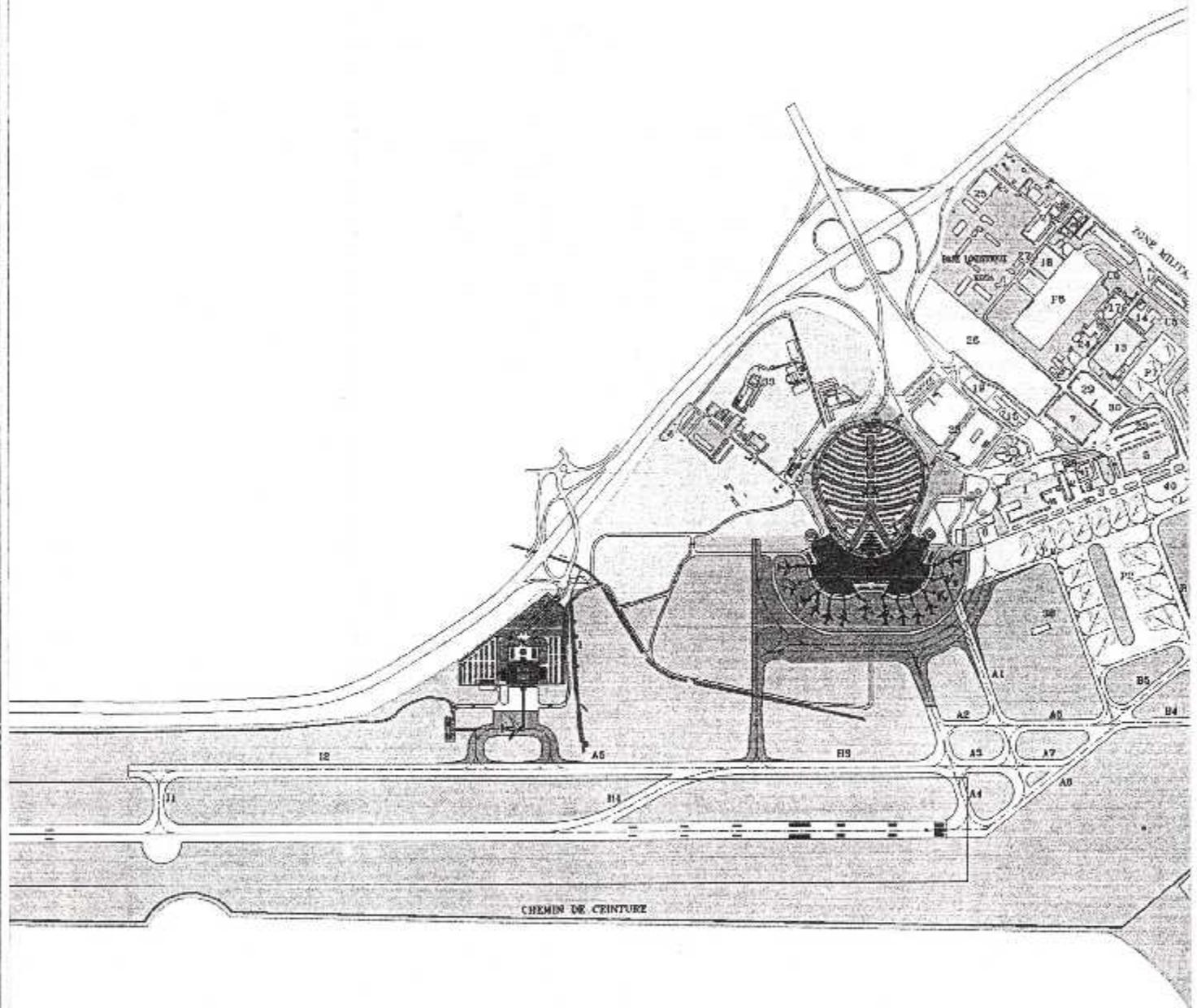
- HISTORIQUE «1988 / 2003 » (NOMBRE PASSAGER ET MOUVEMENT AVION)
EGSA

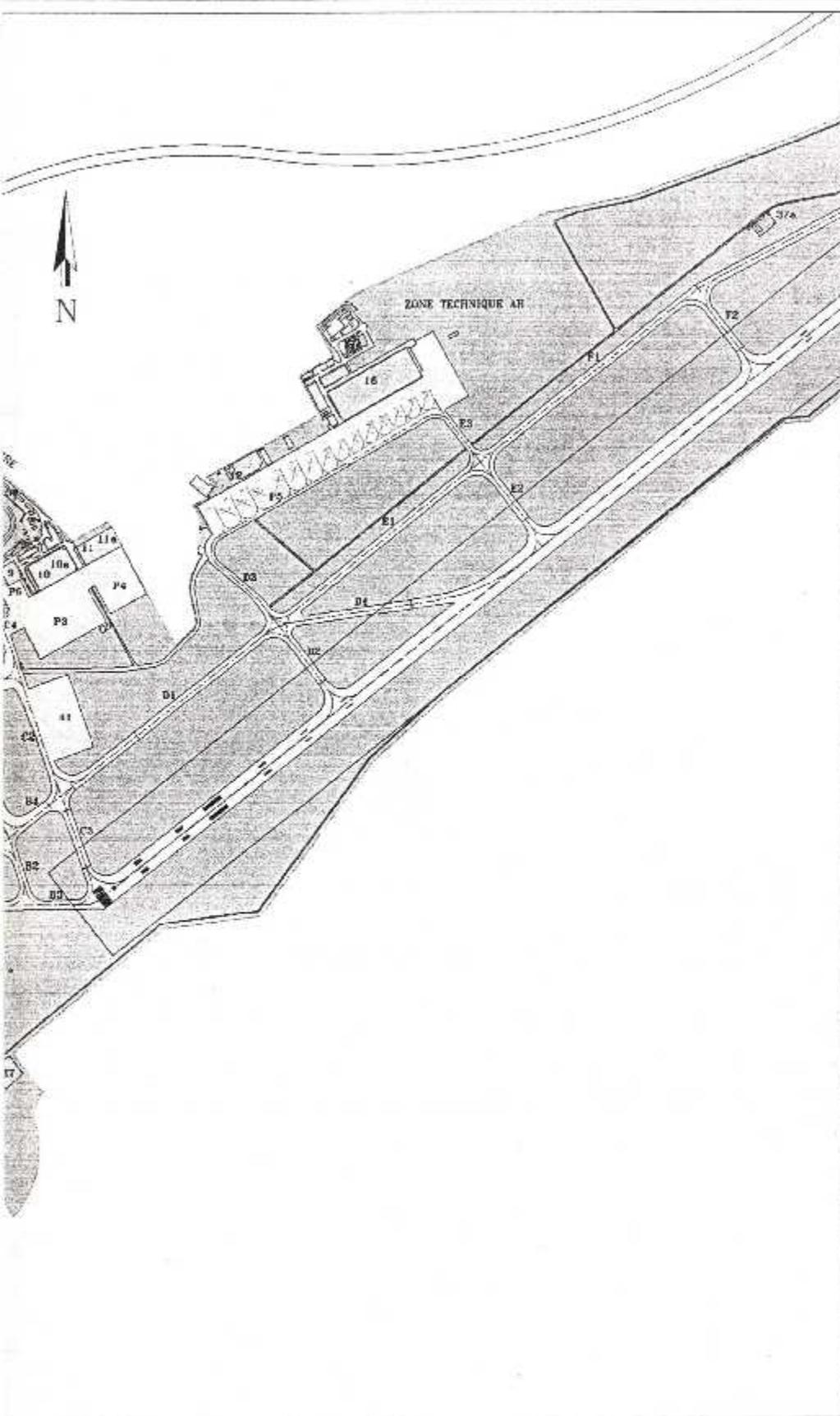
- LISTE DES AERONEFS FREQUANTANT L'AEROPORT D'ALGER
EGSA

ANNEXE



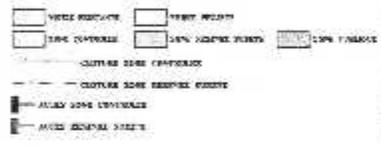
E.G.S.A. D.T./D.G.C.		
AEROPORT D'ALGER HOUAÏRA HOUMEDHENE		
PLAN D'URGENCE QUADRILE		
Notice Info		
No. 1/2000	Date de l'Etat 1/2000	Date de l'Etat 1/2000
Observations:		
	AXES DE SECOURS D'URGENCE	
	PARTIE BÂTIE DE L'AEROPORT	
	AXES DE NAVIGATION	





LEGENDE

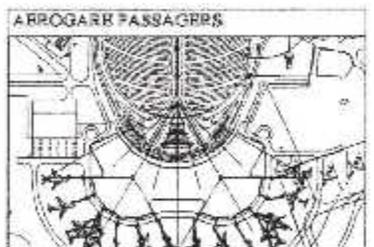
- ① - AEROPORT INTERNATIONAL
- ② - RUE THERIAULT + TRAVEL CLAUDE
- ③ - RUE KAFI
- ④ - CENTRALE ELECTRIQUE
- ⑤ - AERODROME NATIONAL
- ⑥ - PAVILLON TROUSSE
- ⑦ - BANGLOE PAYS
- ⑧ - BANGLOE AERODROME INTERNATIONAL
- ⑨ - ESTRIERES MOBILES ESCALIER-ELICA
- ⑩ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ⑪ - BANGLOE ESCALIER AU 200
- ⑫ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ⑬ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ⑭ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ⑮ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ⑯ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ⑰ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ⑱ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ⑲ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ⑳ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㉑ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㉒ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㉓ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㉔ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㉕ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㉖ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㉗ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㉘ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㉙ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㉚ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㉛ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㉜ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㉝ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㉞ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㉟ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㊱ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㊲ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㊳ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㊴ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㊵ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㊶ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㊷ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㊸ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㊹ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㊺ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㊻ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㊼ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㊽ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㊾ - BANGLOE ESCALIER AU 100
- ㊿ - BANGLOE ESCALIER AU 100



LES DIMENSIONS ET LES COULEURS SONT DONNEES EN MILLIMETRES SUR LE PLAN ET EN METRES SUR LE PHOTO-AEROPHOTO. LES DIMENSIONS SONT DONNEES EN METRES SUR LE PHOTO-AEROPHOTO. LES DIMENSIONS SONT DONNEES EN METRES SUR LE PHOTO-AEROPHOTO. LES DIMENSIONS SONT DONNEES EN METRES SUR LE PHOTO-AEROPHOTO.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

AEROPORT INTERNATIONAL ALGER
BOULEVARD EXOJIMEDIENNE



REPUBLIQUE ALGERIENNE
DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

مؤسسة تسيير مصالح مطارات الجزائر

ADP
AEROPORT INTERNATIONAL ALGER

PLAN DE MAIRIE ZONE AEROPORT

340307 01 A I 0010

DEFINITIONS

Aérodrome : Surface définie sur terre ou sur l'eau (comprenant, éventuellement, bâtiments, installations et matériel) destinée à être utilisée, en totalité ou en partie, pour l'arrivée, le départ et les évolutions des aéronefs à la surface.

Aéronef : Tout appareil capable de s'élever ou de circuler dans les aires.

Aéroport coordonné : Un aéroport coordonné est une plate forme aéroportuaire saturé pendant toute une période de l'année.

Aire d'atterrissage : Partie d'une aire de mouvement destinée à l'atterrissage et au décollage des aéronefs

Aire de manœuvre : Partie d'un aérodrome qui doit être utilisée pour les décollages, les atterrissages et la circulation en surface des aéronefs, à l'exclusion des aires de trafic.

Aire de trafic : Aire définie, sur un aérodrome terrestre, destinée aux aéronefs pour l'embarquement ou le débarquement des voyageurs, le chargement ou le déchargement de la poste ou du fret, l'avitaillement ou la reprise de carburant, le stationnement ou l'entretien.

Avion : tout aéronef sustenté en vol par des réactions aérodynamiques sur des surfaces restant fixes dans des conditions données de vol et entraîné par un ou plusieurs organes moteurs. Cette définition comprend notamment les aéronefs ultralégers motorisés (U.L.M)

Altitude de transition : Altitude à laquelle ou dessous de laquelle la position verticale d'un aéronef est donnée par son altitude.

Centre de contrôle d'approche (APP) : Organisme de la circulation aérienne chargé d'assurer les services de la circulation aérienne au bénéfice des aéronefs évoluant dans les espaces aériens contrôlés relevant de son autorité.

Circulation aérienne : Ensemble des aéronefs évoluant dans l'espace aérien ou sur l'aire de manœuvre d'un aérodrome.

Clairance : Autorisation délivrée à un aéronef de manœuvre dans des conditions spécifiées par un organisme du contrôle de la circulation aérienne dans le but de lui fournir le service du contrôle de la circulation aérienne.

Créneau horaire : Heure prévue d'arrivée ou de départ, disponible ou attribuée à un mouvement d'aéronef, à une date précise, dans un aéroport coordonné.

Espace aérien Contrôlé : Portion de région d'information de vol, ou de région supérieure d'information de vol, de dimensions déterminées, à l'intérieur de laquelle le service du contrôle de la circulation aérienne est assuré au bénéfice des vols contrôlés.

Espace aérien Contrôlé de classe D : espace aérien où sont admis les vols IFR et les vols VFR.

Dans cet espace, les organismes du contrôle de la circulation aérienne assurent des espacements entre les vols IFR et fournissent des informations de trafic aux vols IFR sur les vols VFR et aux vols VFR sur les vols IFR et sur les autres vols VFR.

Espacement : Intervalle ménagé par un organisme du contrôle de la circulation aérienne entre les positions de deux aéronefs et exprimé en distance horizontale, en différence de niveau ou en temps de vol.

Piste : Aire définie, sur un aérodrome terrestre, aménagée afin de servir au décollage et à l'atterrissage des aéronefs.

Tour de contrôle (TWR) : Organisme de la circulation aérienne chargé d'assurer les services de la circulation aérienne au bénéfice de la circulation d'aérodrome.

Voie de circulation : Voie définie, sur un aérodrome terrestre, choisie ou aménagée pour la circulation au sol des aéronefs.

INDEX ALPHABETIQUE**A**

A : Arrivée

AIS : Aeronautical Information Service

APP : Approche

ASDA : Accelerate Stop Distance Available

ATS : Air Traffic Service (service de la circulation aérienne)

B

BMS : Bulletin Météorologique Spécial

C

C : Celsius

CAT : Catégorie

CCR : Centre de Contrôle Régional

CTR : Control Terminal Region (Zone de contrôle terminal)

CWY : Clear Way (prolongement dégagé)

D

D : Départ

DME : Distance Measuring Equipment (dispositif de mesure de distance)

DSA : Direction de la Sécurité Aéronautique

E

E : East (Est)

ENESA : Entreprise Nationale d'Exploitation et de Sécurité Aéronautique.

ENNA : Entreprise National de la Navigation Aérienne

EPIC : Etablissement Public Industriel et Commercial

F

FL : Flight Level (niveau de vol)

G

GND : Ground (sol)

GP : Glide Path (plan de descente)

H

H : Heure

I

IATA : International Air Transportation Association

IEBA : Infrastructure Electrique et Balisage de l'aérodrome d'ALGER

IFR : Instrument Flight Rule

ILS : Instrument Landing System (système d'atterrissage aux instruments)

K

KHZ : Kilo Hertz

Km : Kilomètre

Kt : Knot (nœud)

L

L : Locator (radiobalise locator BF / MF)

LDA : Landing Distance Available

LLZ : Localizer

M

m : Mètre

MAG : Magnétique

MET : Météorologie

METAR : Meteorological Aerodrome Report (compte rendu météorologique d'aérodrome)

MLS : Microwave Landing System (système d'atterrissage tout temps)

MM : Middle Marker (radioborne moyenne)

MSL : Mean Sea Level (niveau moyen de la mer)

MTOW : Maximum Take Off Weight (Masse maximum de décollage)

MVA : Méga Volt Ampère

mvt : Mouvement

N

N : North (Nord)

NDB : No Directional Beacon (radiophare non directionnel)

NIL : Nulle

NM : Nautical Mile (mille marin)

O

OACI : Organisation de l'Aviation Civile Internationale

OM : Outer Marker (radioborne extérieure)

P

PCN : Numéro de classification de la chaussée

Q

QFU : Orientation magnétique d'une piste exprimée en degrés.

R

RWY : Run Way (piste)

S

S.G.V : Sortie à Grande Vitesse

S.I.E : Sécurité Interne de l'Entreprise

SIGMET : Significant Meteorological cal report (message du temps significatif)

SPECI : Special Report (message d'observations spéciales)

STBA : Service Technique des Base Aérienne

SWY : Stop Way (prolongement arrêt)

T

TAF : Terminal Air Forecast (message de prévision d'aérodrome)

TEMSI : Temps Significatif

THR : Threshold (seuil de piste)

TODA : Take Off Distance Available

TOP : Temps d'Occupation de la piste à l'arrivée

top : Temps d'Occupation de la piste au départ

TORA : Take Off Run Available

TRAFCA : Traitement Automatique des Fonctions de la Circulation Aérienne

TWR : Tower (Tour de contrôle)

TWY : Taxi Way

V

VDF VHF: Direction Finding Frequency (station radiogoniométrique VHF)

VFR : Visual Flight Rules (Règles de vol à vue)

VHF : Very High Frequency (Très haute fréquence)

VMC : Visual Meteorological Conditions (conditions météorologiques de vol à vue)

VOR : VHF Omni-Range (radiophare omnidirectionnel VHF)

W

W : West (ouest)