

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
Université de BLIDA 1



Institut d'Aéronautique et des Etudes Spatiales

Département : Navigation Aérienne

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master en  
Aéronautique

Option : OPERATIONS AERIENNES

## THEME

ELABORATION D'UNE APPLICATION  
INFORMATIQUE VERIFIANT L'ADMISSIBILITE  
DES AVIONS AUX DIFFERENTES CHAUSSEES  
EN SE BASANT SUR LA METHODE ACN-PCN

Réalisé Par :

\* Mr. MEDJADI Cherif Ahmed Youcef

\* Mme. HERIBI Faiza

Dirigé par :

Mme. HAMLATI Zineb

Promotion : 2019 - 2020

# Remerciements

*L'achèvement de ce travail mené sur plusieurs mois procure une grande satisfaction. Il est l'occasion de se remémorer les différentes embûches qu'il a fallu surmonter mais surtout les personnes qui m'ont permis d'en arriver là.*

*Il n'est meilleur remerciement que notre reconnaissance à Dieu le tout puissant et miséricordieux, maître des temps et des circonstances, le créateur de l'univers qui nous a maintenu en santé pour mener à bien cette année et qui nous a donné du courage et de la volonté pour accomplir ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer nos vifs et chaleureux remerciements pour notre grande et respectueuse professeure, **Madame HAMLATI Zineb**, d'avoir dirigé nos recherches et de nous avoir encadrés. Nous la remercions également pour la confiance qu'elle nous a témoignée tout au long de ces mois et pour tous ses judicieux conseils et remarques constructives qui nous ont permis d'améliorer grandement la qualité de nos travaux et de ce mémoire. Nous la remercions également pour toute la patience et la disponibilité dont elle a fait preuve à notre égard. Son contact a d'ailleurs été très enrichissant tant au niveau humain qu'au niveau de notre travail. Il peut être assuré de notre sincère respect et de notre profonde gratitude.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à l'ingénieur **Monsieur NEGADI Islam**, ingénieur d'état en informatique, qui s'est montré très patient à notre endroit. Ses qualités en pédagogie et ses habilités en informatique et en programmation ont fait de lui une aide précieuse pour la réalisation de notre application. Nous saluons à cette occasion son amabilité, sa patience, sa disponibilité, sa souplesse d'esprit et son savoir.*

*Nos chaleureux remerciements vont à toute la famille de contrôleurs et ingénieurs de l'ENNA – BISKRA – et spécialement au directeur de la sécurité aéronautique **Monsieur DIMMI Mohamed El Habib**.*

*Nous remercions également toute l'équipe pédagogique d'institut d'aéronautique et des études spatiales et les intervenants professionnels, responsables de notre formation qu'ont partagé leurs connaissances et expériences dans le domaine, tout en nous accordant leur confiance et pour nous avoir accordé des entretiens et avoir répondu à nos questions. Nous remercions aussi toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé notre réflexion et ont accepté de nous rencontrer durant nos recherches et surtout dans la crise sanitaire que notre pays vit.*

*Nos remerciements vont aussi à toute l'équipe de professeurs et enseignants qui s'est rendue disponible pour nous au cours de ces deux années de Master. Nous souhaiterions tout particulièrement remercier la famille des Opérations Aériennes pour leur implication quotidienne auprès de nous et pour avoir su nous pousser vers un secteur professionnel qui nous correspond.*

*Nous tenons à remercier aussi tous les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail en acceptant d'examiner ce mémoire et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Un merci spécial à tous ceux et celles qui nous ont aidé et encouragé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail, par leur patience, leurs compétences et leurs interventions adéquates aux plans technique, économique et moral. Il nous serait difficile de les citer tous. Qu'ils trouvent ici, l'expression de notre reconnaissance.*

***' Ce présent travail a pu voir le jour grâce à votre soutien. '***

## *Dédicace*

*A mes deux mères, en témoignage de ma gratitude pour leur écoute, leur soutien et leurs encouragements dans les moments difficiles, sans vous rien n'aurait été possible. Merci pour votre soutien et votre amour.*

*A mon frère et mon bras droit ' Yamani ', ma sœur et ma petite ' Rahef ' et mon frère et mon ange ' Noor ' et mes chers cousins ' Rafik ', ' Doha ', et ' Mouaine '.*

*A mon binôme Madame ' H'ERIBI Faiza ' et toute sa famille.*

*A ma grand-mère, tous mes oncles et mes tantes.*

*A mes deux chers amis ' Maamar ' et ' Hamid ' et ma chère amie ' Mélissa ' et son fils ' Ilyane ' sans oublier sa maman ma tante adorable ' Dalila '.*

*Merci énormément pour vos encouragements.*

*Cherif Ahmed Youcef.*

## *Dédicace*

*A l'homme dont je suis fière d'être sa fille, mon père 'Mohamed', en signe d'amour, de reconnaissance et de gratitude pour tous les soutiens et les sacrifices dont il a fait.*

*A ma raison d'être, ma mère 'Ouarda', la lanterne qui éclaire mon chemin et m'illumine de douceur et d'amour.*

*A mon cher frère 'Riadh', et ma chère sœur 'Amira'.*

*A celui que j'aime beaucoup et qui m'a toujours soutenu, mon mari 'DEHILI Anouar' et ma belle-famille.*

*A mon binôme Monsieur 'MEDJADI Cherif Ahmed Youcef' et toute sa famille.*

*A la mémoire de mes grands-parents 'Abdallah', 'Fatiha' et ma tante 'Hayette' que DIEU garde leurs âmes dans son vaste paradis.*

*A toute ma famille.*

*A toutes mes amies particulièrement 'Saliha', 'Hanane' et 'Yasmine'.*

*A vous cher lecteur.*

*Faiza.*

## Résumé :

Nous présentons dans ce travail la méthode ACN-PCN (Aircraft Classification Number-Pavement Classification Number) et son application pratique. Le but de ce projet est de faciliter la tâche quotidienne des agents BIA, des contrôleurs et des agents techniques des opérations aériennes en leur proposant un outil de travail informatique adéquat qui leur permettra de mieux préparer les vols d'une manière sûre et efficace.

Pour cela nous avons réalisé une application informatique que nous avons nommé " APC " pour ACN-PCN Calculator. Cette application a été développée sur la base d'une comparaison des ACN et PCN à l'aide de l'algorithme d'admissibilité. APC est donc un outil informatique conçu pour étudier et vérifier l'admissibilité des aéronefs sur des chaussées aéronautiques.

**Mots clés** : ACN et PCN, La méthode ACN-PCN, L'algorithme d'admissibilité, Chaussée aéronautique.

## المخلص:

نقدم في هذا العمل طريقة ACN-PCN (رقم تصنيف الطائرة - رقم تصنيف الأرضية) و تطبيقها العملي. الهدف من هذا المشروع هو تسهيل المهمة اليومية لوكلاء BIA و المراقبين و وكلاء عمليات الطيران التقنيين من خلال تزويدهم بأداة عمل تقنية معلوماتية مناسبة تسمح لهم بتحضير الرحلات بشكل أفضل بطريقة آمنة و فعالة.

لهذا قمنا بإنشاء تطبيق كمبيوتر أطلقنا عليه اسم " APC " لـ ACN-PCN Calculator. تم تطوير هذا التطبيق على أساس مقارنة بين ACN و PCN باستخدام خوارزمية القابلية. لذا فإن APC هي أداة معلوماتية مصممة لدراسة و التحقق من مقبولية الطائرات في المطارات.

**الكلمات المفتاحية** : ACN et PCN، طريقة ACN-PCN، خوارزمية القابلية، أرضية الطيران.

## **Abstract :**

Through this final thesis we have presented the ACN-PCN method (Aircraft Classification Number-Pavement Classification Number) and its practical application. The main purpose of this project is to facilitate the daily tasks of the BIA agents, air traffic controllers and the flight operation officers by offering them an adequate work tool. That will allow them to accomplish their flight preparations safely and effectively.

For that we have made a computer application that we have named “ APC ” for ACN PCN Calculator. This application was developed on the basis of a comparison between ACN and PCN by using the admissibility algorithm. Indeed APC is a computer tools designed to study and verify the admissibility of aircrafts on airfields.

**Key words** : ACN and PCN, ACN-PCN method, admissibility algorithm, AIRFEILD.

## Tableau des abréviations et acronymes

Abréviation et acronyme	Signification en français	Signification en anglais
ACN	Numéro de classification d'aéronef.	Aircraft Classification Number.
AIP	Publication d'information aéronautique.	Aeronautical Information Publication.
BIA	Bureau d'information aéronautique.	AIS office.
CBR	Indice portant de Californie.	Californian Bearing Ratio.
CP	Coefficient de Pondération.	Weight factor.
MEDEVAC	Evacuation médicale.	Medical Evacuation.
OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale.	International Civil Aviation Organization.
PCN	Numéro de classification de chaussée.	Pavement Classification Number.
RSE	Roue Simple Equivalente.	Equivalent single wheel.
RSI	Roue Simple Isolée.	Single wheel isolated.
SSLI	Service de Sauvetage et Lutte contre l'Incendie.	Rescue and aircraft fire fighting service.

## *Liste des figures*

<b>Figure I.1</b> : Correction des ACN en fonction de la pression réelle $q'$ de gonflage des pneumatiques sur chaussée rigide.....	11
<b>Figure II.1</b> : Fréquence d'admissibilité en fonction de $P'/P_o$ .....	27
<b>Figure II.2</b> : Algorithme d'admissibilité.....	28
<b>Figure II.3</b> : Abaque pour la pondération des mouvements réels.....	30
<b>Figure III.1</b> : L'algorithme de l'application.....	43
<b>Figure III.2</b> : Base des données de l'APC.....	44
<b>Figure III.3</b> : Diagramme de cas d'utilisation.....	45
<b>Figure III.4</b> : Le diagramme d'activité indiquant le cheminement de l'application.....	46
<b>Figure III.5</b> : Le diagramme d'activité indiquant le cheminement permettant de calculer l'ACN.....	47
<b>Figure III.6</b> : L'interface d'utilisation.....	48
<b>Figure III.7</b> : Liste des aéronefs.....	49
<b>Figure III.8</b> : Ajout d'un aéronef.....	49
<b>Figure III.9</b> : Liste des constructeurs.....	50
<b>Figure III.10</b> : Interface de calcul d'accessibilité d'aéronef.....	51
<b>Figure III.11</b> : Fiche technique de l'avion en question.....	52
<b>Figure III.12</b> : Les données à jour de chaussée et d'aéronef.....	52
<b>Figure III.13</b> : Le champ d'insertion de la valeur de la masse à jour de l'aéronef.....	53
<b>Figure III.14</b> : Le choix de type de chaussée.....	53
<b>Figure III.15</b> : Le choix de la catégorie de résistance du sol support.....	53
<b>Figure III.16</b> : Le champ d'insertion de la valeur de la pression des pneumatiques.....	53

---

<b>Figure III.17</b> : La sélection de la pression maximale admissible des pneumatiques.....	54
<b>Figure III.18</b> : Le choix de la base d'évaluation.....	54
<b>Figure III.19</b> : Le champ d'insertion de la valeur du PCN.....	54
<b>Figure III.20</b> : Le choix de l'aire utilisée.....	54
<b>Figure III.21</b> : Le champ d'insertion de la valeur numérique de nombre des mouvements réels en surcharge.....	55
<b>Figure III.22</b> : Le champ d'insertion de la valeur numérique de nombre des mouvements réels contenus dans le trafic de référence.....	55
<b>Figure III.23</b> : Le champ d'insertion de la valeur numérique du trafic équivalent total.....	55
<b>Figure III.24</b> : La valeur numérique d'ACN et son intervalle.....	55
<b>Figure III.25</b> : La Portion du code 1.....	56
<b>Figure III.26</b> : Les valeurs numériques de $P_0$ et $P'$ .....	56
<b>Figure III.27</b> : La Portion du code 2.....	57
<b>Figure III.28</b> : B737-800 accessible à l'aérodrome de BISKRA sur la chaussée de la piste 13/31.....	57
<b>Figure III.29</b> : A340-600 non accessible à l'aérodrome d'Afrique de Sud sur la chaussée de ses voies de circulation.....	58

***Liste des tableaux***

**Tableau I.1** : Caractéristiques des chaussées.....07

**Tableau I.2** : Catégories de résistance du sol support.....19

**Tableau II.1** : Caractéristiques des chaussées et leur codification.....23

**Tableau II.2** : Feuille de calcul du trafic équivalent  $T'$ .....30

**Tableau II.3** : Exemple 01 de calcul du trafic équivalent  $T'$ .....31

**Tableau II.4** : Modèle 01 du trafic de référence.....32

**Tableau II.5** : Modèle 02 du trafic de référence.....33

**Tableau II.6** : Exemple 02 de calcul du trafic équivalent  $T'$ .....37

**Tableau i.1** : Les charges totales et les charges sur atterrisseur.....64

## *Liste des équations*

<b>Equation (1) :</b> La formule de calcul de l'ACN.....	10
<b>Equation (2) :</b> La formule de calcul de l'ACN corrigé pour les chaussées souples.....	11
<b>Equation (3) :</b> La formule de calcul de l'ACNi correspondant à la charge Poi.....	19
<b>Equation (4) :</b> La formule de calcul du PCN.....	19
<b>Equation (5) :</b> La formule de calcul de la charge admissible totale Pto d'avion.....	25
<b>Equation (6) :</b> La règle des 5 %.....	25
<b>Equation (7) :</b> La formule de calcul du coefficient de pondération CPi des mouvements réels.....	29
<b>Equation (8) :</b> La formule de calcul du nombre de mouvements équivalents n'i.....	30
<b>Equation (9) :</b> La formule de calcul du trafic équivalent total T'.....	31
<b>Equation (10) :</b> Le rapport entre le trafic équivalent total T' et le nombre de mouvements équivalents n'i.....	31
<b>Equation (11) :</b> La formule de calcul de la charge admissible Po d'avion.....	35
<b>Equation (12) :</b> La formule de calcul de la charge pondérée P' d'avion.....	35

**TABLE DES MATIERES**

Remerciements.....	i
Dédicaces.....	ii
Résumé.....	iii
Liste des abréviations et acronymes.....	iv
Liste des figures.....	v
Liste des tableaux.....	vi
Liste des équations.....	vii
Introduction générale.....	01

**CHAPITRE I : ACN ET PCN**

<b>I.1</b> Introduction.....	04
<b>I.2</b> La méthode ACN-PCN.....	04
<b>I.3</b> ACN.....	08
<b>I.3.1</b> Introduction.....	08
<b>I.3.2</b> Détermination théorique.....	08
<b>I.3.3</b> Détermination pratique.....	09
<b>I.3.4</b> Exemples.....	12
<b>I.4</b> PCN.....	15
<b>I.4.1</b> Principe.....	15
<b>I.4.2</b> Codification des PCN.....	16
<b>I.4.3</b> Calcul approché du PCN.....	17

<b>I.4.4</b> Calcul optimisé du PCN.....	18
<b>I.4.4.1</b> Processus de calcul optimisé du PCN.....	18
<b>I.4.4.2</b> Remarque.....	20
<b>I.4.5</b> PCN publiés par expérience.....	21

## **CHAPITRE II : L'ETUDE THEORIQUE DE LA METHODE ACN-PCN**

<b>II.1</b> Introduction.....	23
<b>II.2</b> Données.....	23
<b>II.2.1</b> PCN des chaussées.....	23
<b>II.2.2</b> Trafic de référence.....	24
<b>II.2.3</b> Caractérisation des chaussées.....	24
<b>II.3</b> Admissibilité des chaussées.....	24
<b>II.3.1</b> Pressions limites.....	24
<b>II.3.2</b> Charges admissibles des avions.....	25
<b>II.3.3</b> Comparaison des ACN et PCN.....	25
<b>II.4</b> Procédure en cas de dépassement du PCN.....	25
<b>II.5</b> Le trafic équivalent total.....	29
<b>II.6</b> Exemples.....	32

## **CHAPITRE III**

### **CONCEPTION, PRESENTATION ET VALIDATION DE L'APPLICATION**

<b>III.1</b> Introduction.....	40
<b>III.2</b> Présentation de l'étude.....	40

<b>III.3 Outils de développement Web utilisés.....</b>	<b>41</b>
<b>III.3.1 Le HyperText Markup Language (HTML).....</b>	<b>41</b>
<b>III.3.2 Cascading Style Sheets 3 (CSS3).....</b>	<b>41</b>
<b>III.3.3 Asynchronous JavaScript and XML (Ajax).....</b>	<b>42</b>
<b>III.3.4 JavaScript.....</b>	<b>42</b>
<b>III.3.5 MySQL.....</b>	<b>43</b>
<b>III.4 L’algorithme de l’application.....</b>	<b>43</b>
<b>III.5 Modélisation, conception et présentation de l’application ACN PCN Calculator (APC).....</b>	<b>44</b>
<b>III.5.1 La conception de l’application.....</b>	<b>44</b>
<b>III.5.2 Présentation de l’application.....</b>	<b>48</b>
<b>III.6 Validation des résultats.....</b>	<b>57</b>
Conclusion générale.....	59
Références bibliographiques.....	61
Annexes.....	63

# **I**NTRODUCTION GENERALE

‘ Le besoin engendre la création ’. C’est sur cette base que l’idée de notre projet de fin d’étude a été déclenchée.

Pour qu’un avion soit autorisé à utiliser une chaussée aéronautique (pour les atterrissages, décollages et la circulation au sol), il doit impérativement remplir certaines conditions relatives à cette chaussée (soit pour la piste, les voies de circulation ou les postes de stationnement). Parmi ces conditions, on distingue la compatibilité de l’ACN (Aircraft Classification Number) de l’appareil en question avec le PCN (Pavement Classification Number) de la chaussée réceptrice. Ces deux paramètres ACN et PCN font appel à un calcul normalisé par l’O.A.C.I. (Organisation de l’Aviation Civile Internationale) à travers un algorithme de la méthode ACN-PCN.

Ce calcul peut être simple et fait manuellement si on parle d’un petit avion qui veut rejoindre la piste mais dans la plupart du temps ce n’est pas le cas. Le but est d’avoir une utilisation optimale et maximale de la chaussée, en toute sécurité et sans restrictions.

Pour la majorité des avions, d’autres paramètres doivent être prises en compte dans le calcul. Ce qui amplifie la complexité du calcul, d’où la nécessité d’un outil informatique pour résoudre ce problème.

Le bloque de la circulation aérienne de l’aérodrome de Biskra a exprimé le besoin d’informatiser la méthode ACN-PCN afin d’améliorer les procédures actuelles, pour un gain de temps et d’efficacité. En effet, l’automatisation et l’informatisation des méthodes de travail comptent parmi les principaux facteurs clés de réussite et de développement. Les ingénieurs au sein de l’ENNA de l’aérodrome de Biskra utilisent actuellement des calculs manuels et une méthode fastidieuse et très longue pour vérifier l’admissibilité des avions sur les chaussées aéronautiques. Nous leurs avons proposé de concevoir une application informatique qui permettra de faire ces calculs plus rapidement et donnera en temps réel le résultat des formules mathématiques. En effet, Ces dernières années, la numérisation du secteur aéronautique s’est accélérée. L’objectif de la digitalisation est de fluidifier les processus de travail, pas de les complexifier. Cela passe par une interface qui s’inscrit de manière simple dans l’environnement.

Dans ce contexte, ce travail représente une étude portant sur l’automatisation de processus de vérification d’accessibilité des aérodromes. Pour cela une application informatique sera élaborée, elle aura pour but la vérification de l’accessibilité des aéronefs aux chaussées et pistes des aérodromes et donne une

idée sur l'agressivité de ces avions sur les chaussées en appliquant la réglementation et les règles de calcul selon la spécificité de chaque type d'avion.

Nous avons donc été accueillis au sein de l'aérodrome de Biskra pour développer ce thème et collecter toutes les données nécessaires à la conception et au développement de l'application. Nous avons été accueillis par des personnes qui nous ont permis de poser toutes les questions possibles mais également y trouver des réponses.

Ce projet de numérisation de la méthode ACN-PCN a été bien accueilli par l'équipe qui nous a pris en charge. Les contrôleurs, agents BIA (Bureau d'Information Aéronautique), les ingénieurs opérant dans le bloque CA (circulation aérienne) ainsi que le DSA (Directeur de la sécurité aéronautique) nous ont beaucoup aidés à obtenir toutes les sources des données et toute la documentation utiles.

Une base de données contenant les informations relatives aux avions sera nécessaire pour effectuer le calcul .Cette base contient des données de la compagnie JEPPESEN de sa dernière édition (19 octobre2018).

Les langages informatiques PHP, HTML, Java Script et autres seront utilisés pour manipuler, traiter, et comparer ces données.

Le présent mémoire est donc composé de trois parties. Le chapitre I est un chapitre bibliographique qui présente les connaissances déjà acquises concernant le calcul des ACN (Aircraft Classification Number) et des PCN (Pavement Classification Number).

Le chapitre II traite l'étude théorique de la méthode ACN-PCN utilisée dans la plupart des pays et l'admissibilité des aéronefs.

Le chapitre III présente les étapes de la réalisation du projet ainsi que de la conception et de la concrétisation du produit final c'est à dire l'application de vérification de l'admissibilité (APC).

Enfin, la conclusion et les perspectives du projet sont présentées.

*« Pour chaque être, il existe une sorte d'activité où il serait utile  
à la société, En même temps qu'il y trouverait son bonheur. »*

*Maurice BARRES, écrivain français (1862-1923).*

# *Chapitre I*

# *ACN et PCN*

---

## Chapitre I : ACN et PCN

### I.1 Introduction :

Nous allons voir dans ce chapitre quelques rappels et notions de base sur la méthode ACN-PCN, puis nous allons étudier les méthodes de détermination théorique et pratique de l'ACN et quelques exemples sur le calcul de l'ACN de quelques avions. Après nous verrons des généralités sur le PCN et ses deux méthodes de calcul approchée et optimisée et comment il se détermine pratiquement.

### I.2 La méthode ACN-PCN :

La méthode ACN-PCN, système international de publication des charges admissibles, constitue une norme élaborée et recommandée par l'O.A.C.I. dans le cadre des renseignements à déterminer et à communiquer sur la résistance des chaussées. [1]

Elle est applicable à l'ensemble des états membres depuis novembre 1983 et l'adoption par un état d'un système de publication différent doit faire l'objet d'une notification dans l'annexe 14 à la convention relative à l'aviation civile internationale. [2]

Elle est ainsi applicable en Algérie et en France, à la suite d'une étude de simulation, qui a jugé satisfaisante la compatibilité entre les charges admissibles déduites de la méthode ACN-PCN – autrement dit de la méthode américaine de dimensionnement – et les charges admissibles déduites des abaques de dimensionnement. [1]

Les spécifications de l'O.A.C.I. sur les renseignements à communiquer sur la résistance des chaussées résident dans les huit points suivants : [2]

1. La force portante d'une chaussée devra être déterminée.
2. La force portante d'une chaussée destinée à des aéronefs dont la masse sur l'aire de trafic est supérieure à 5700 kg sera communiquée au moyen de la méthode ACN-PCN en indiquant tous les renseignements suivants :
  - . Numéro de classification de chaussée (PCN) arrondi à un chiffre entier ;
  - . Type de chaussée considéré pour la détermination des numéros ACN-PCN ;
  - . Catégorie du terrain de fondation ;

- . Pression maximale admissible des pneumatiques ;
  - . Base d'évaluation.
3. Le numéro de classification de chaussée (PCN) communiqué indiquera qu'un aéronef dont le numéro de classification (ACN) est inférieur ou égal à ce PCN peut utiliser la chaussée sous réserve de toute limite relative à la pression des pneumatiques.
  4. Le numéro ACN d'un aéronef sera déterminé conformément aux procédures normalisées qui sont associées à la méthode ACN-PCN.
  5. Pour déterminer l'ACN, le comportement d'une chaussée sera classé comme équivalent à celui d'une construction rigide ou souple.

### Remarque :

Ainsi, les chaussées composites devront-elles être assimilées soit à une chaussée souple, soit à une chaussée rigide, selon l'importance de l'épaisseur de renforcement et le comportement face à l'application des charges.

6. Les renseignements concernant le type de chaussée considéré pour la détermination des ACN et PCN, la résistance du terrain de fondation, la pression maximale admissible des pneumatiques et la base d'évaluation seront communiqués en utilisant les lettres de code spécifiées ci-après (Tableau I.1).

### Exemples :

- a. Si la portance d'une chaussée souple reposant sur un sol support de résistance faible, par évaluation technique, a été fixée à PCN = 75 et compte tenu de l'absence de limite de pression des pneumatiques sur une structure souple, les renseignements communiqués sont les suivants :

$$PCN = 75/F/C/W/T$$

- b. Si la portance d'une chaussée composite, qui se comporte comme une chaussée rigide et qui repose sur un sol support de résistance moyenne, a été évaluée, en utilisant l'expérience acquise sur les avions, à PCN = 80, et si la pression maximale admissible des pneumatiques est de 0.50 MPa, les renseignements communiqués sont les suivants :

$$PCN = 80/R/B/Z/U$$

7. Recommandation : il est recommandé d'établir des critères pour réglementer l'utilisation d'une chaussée par un aéronef dont l'ACN est plus élevé que le PCN communiqué pour cette chaussée.
8. La force portante d'une chaussée (chaussée traditionnelle dite " légère ") destinée à des aéronefs dont la masse sur l'aire de trafic est inférieure ou égale à 5700 kg sera communiqué en indiquant les renseignements suivants :
  - . Masse maximale admissible de l'aéronef ;
  - . Pression maximale admissible des pneumatiques.

Tableau I.1 : Caractéristiques des chaussées. [3]

Catégorie d'indications	Lettre de code
<p>1 - Type de chaussée</p> <p style="padding-left: 40px;">Souple</p> <p style="padding-left: 40px;">Rigide</p> <p>* si la construction est composite ou non normalisée, une note le précisant est ajoutée.</p>	<p>F</p> <p>R</p>
<p>2 - Catégorie de résistance du sol support</p> <p><u>Résistance élevée</u> caractérisée par <math>K = 150 \text{ MN/m}^3</math> et représentant toutes les valeurs <math>K</math> supérieures à <math>120 \text{ MN/m}^3</math> pour les chaussées rigides, ou par <math>\text{CBR} = 15</math> et représentant toutes les valeurs <math>\text{CBR}</math> supérieures à 13 pour les chaussées souples.</p>	A
<p><u>Résistance moyenne</u> caractérisée par <math>K = 80 \text{ MN/m}^3</math> représentant une gamme de valeurs <math>K</math> de 60 à <math>120 \text{ MN/m}^3</math> pour les chaussées rigides, ou par <math>\text{CBR} = 10</math> et représentant une gamme de valeurs <math>\text{CBR}</math> de 8 à 13 pour les chaussées souples.</p>	B
<p><u>Résistance faible</u> caractérisée par <math>K = 40 \text{ MN/m}^3</math> et représentant une gamme de valeurs de <math>K</math> de 25 à <math>60 \text{ MN/m}^3</math> pour les chaussées rigides, ou par <math>\text{CBR} = 6</math> et représentant une gamme de valeurs de <math>\text{CBR}</math> 4 à 8 pour les chaussées souples.</p>	C
<p><u>Résistance ultra-faible</u> caractérisée par <math>K = 20 \text{ MN/m}^3</math> et représentant toutes les valeurs de <math>K</math> inférieures à <math>25 \text{ MN/m}^3</math> pour les chaussées rigides, ou par <math>\text{CBR} = 3</math> et représentant toutes les valeurs de <math>\text{CBR}</math> inférieures à 4 pour les chaussées souples.</p>	D
<p>3 - Pression maximale admissible des pneumatiques</p> <p style="padding-left: 40px;">Catégorie de pression des pneumatiques</p> <p style="padding-left: 80px;"><u>Elevée</u> (pas de limite de pression)</p> <p style="padding-left: 80px;"><u>Moyenne</u> (pression limitée à 1.50 MPa)</p> <p style="padding-left: 80px;"><u>Faible</u> (pression limitée à 1.00 MPa)</p> <p style="padding-left: 80px;"><u>Très faible</u> (pression limitée à 0.50 MPa)</p>	<p>W</p> <p>X</p> <p>Y</p> <p>Z</p>
<p>4 - Base d'évaluation</p> <p style="padding-left: 40px;"><u>Evaluation technique</u> : étude spécifique des caractéristiques de la chaussée et utilisation de techniques d'études du comportement des chaussées.</p> <p style="padding-left: 40px;"><u>Evaluation faisant appel à l'expérience acquise sur les avions</u> : connaissance du type et de la masse spécifique des avions utilisés régulièrement et que la chaussée supporte de façon satisfaisante.</p>	<p>T</p> <p>U</p>

**Principe général :**

La méthode ACN-PCN, dont le mode et les conditions d'application ont été spécifiés dans les huit points précédents, peut en résumé être régie par le principe général suivant : [4]

Le PCN indique qu'un avion dont l'ACN est inférieur ou égal à ce PCN peut utiliser sans restriction la chaussée sous réserve de limitation due à la pression des pneumatiques.

De manière plus explicite, un avion peut utiliser sans restriction une chaussée si les deux conditions suivantes sont simultanément vérifiées : [4]

- . L'ACN de l'avion, déterminé pour le type de chaussée et la catégorie de sol support publiés pour la chaussée, est inférieur ou égal au PCN de celle-ci ;
- . La pression des pneumatiques de l'avion n'excède pas la pression maximale admissible publiée pour la chaussée.

Au cas où une (ou les deux) condition n'est pas respectée, l'avion peut éventuellement être admis sur autorisation particulière (chapitre II).

**I.3 ACN (Aircraft Classification Number) :****I.3.1 Introduction :**

La diversité des méthodes de dimensionnement des chaussées aéronautiques en vigueur dans les états membres a conduit l'O.A.C.I. à fixer une méthode de dimensionnement pour fonder et normaliser le calcul des ACN, en l'occurrence la méthode américaine. [5]

Or cette méthode diffère sur plusieurs points de la méthode française qui ne peut pas être employée pour le calcul systématique des ACN. [5]

**I.3.2 Détermination théorique :**

L'ACN d'un avion se définit numériquement comme étant égal à deux fois la charge calculée sur roue simple (gonflée à la pression normalisée de 1,25 MPa) exprimée en milliers de kilos, équivalente à l'atterrisseur principal de l'avion considéré (gonflé à la pression standard  $q$  de ses pneumatiques).

L'ACN est un nombre sans dimension, le facteur 2 ayant été choisi pour procurer une gamme de valeurs comprises entre 0 et 100 pour la grande majorité des avions existants.

Le mode de calcul de l'ACN consiste à rechercher la charge sur roue simple gonflée à 1,25 MPa qui exerce à une certaine profondeur de la chaussée la même contrainte que l'atterrisseur de l'avion, gonflé à la pression standard  $q$  de ses pneumatiques. Ce calcul obéit aux deux étapes – régies par la méthode américaine de dimensionnement – suivantes :

- . Recherche de l'épaisseur de chaussée nécessaire pour supporter l'atterrisseur à la pression  $q$  ;
- . Puis détermination de la charge sur roue simple gonflée à 1,25 MPa correspondant à cette épaisseur.

La valeur de la RSE (Roue Simple Equivalente) ainsi calculée est utilisée sans autre référence à l'épaisseur et l'ACN obtenu est associé à la pression  $q$ .

De manière pratique, le calcul de l'ACN est généré par deux programmes informatiques pour chaussée souple et chaussée rigide, établis sur la base de la méthode américaine de dimensionnement. Ces programmes sont publiés dans le manuel de conception des aérodromes, 3<sup>ème</sup> partie, chaussées – O.A.C.I. «3». [1]

### **I.3.3 Détermination pratique :**

#### **a. Tableau des ACN :**

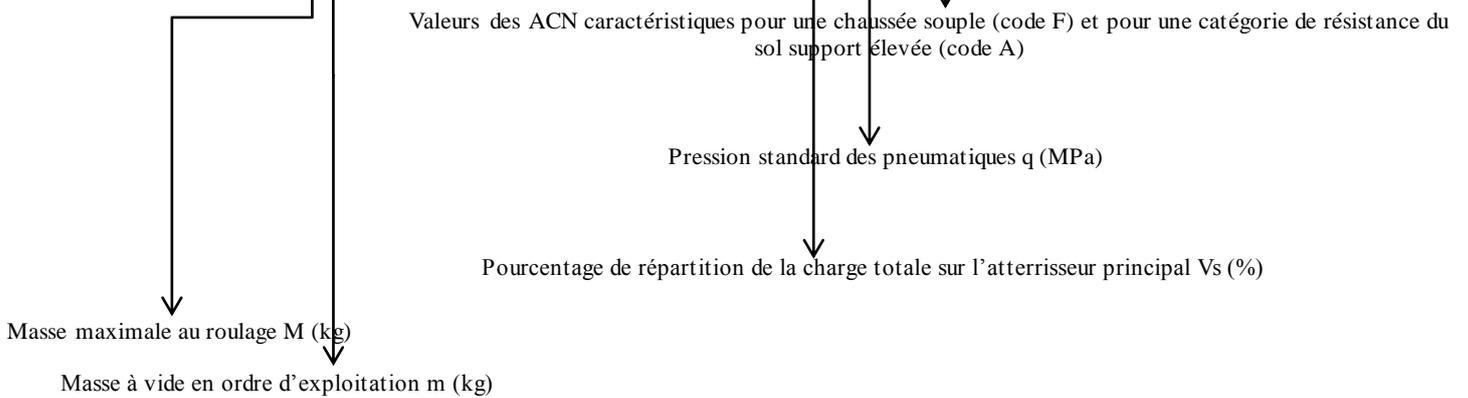
Les ACN des principaux avions existants ont été calculés et publiés par l'O.A.C.I. . Ils sont fournis pour chaque type de chaussée sur la base des quatre catégories de résistance de sol support (tableau I.1), pour la pression standard  $q$  de gonflage des pneumatiques de chaque avion et pour deux masses caractéristiques : la masse maximale au roulage et la masse à vide en ordre d'exploitation. Est en outre indiquée la répartition de la charge (en %) sur l'atterrisseur principal. [1]

L'ensemble de ces données est répertorié en annexe II (tableau des ACN caractéristiques) pour la plupart des avions qui peuvent être rencontrés sur tous les aérodromes du monde à la date de publication de cet ouvrage.

#### **Exemple :**

Les ACN “ caractéristiques ” du B737-800 sont visualisés de la manière suivante : [6]

Type d'avions	Masses (kg)			ACN							
	Maximale M	Vs (%)	q (MPa)	Chaussée souple				Chaussée rigide			
				A	B	C	D	A	B	C	D
B737-800	79333 41413	46.6	1.41	43	45	50	55	49	52	54	56
				20	21	22	26	23	24	25	27



Pour calculer l'ACN pour toute masse comprise entre les deux valeurs caractéristiques m et M, il est admis que l'ACN varie linéairement entre ces deux masses.

**b. Calcul de l'ACN d'un avion :**

Soit un avion de masse réelle totale  $M_t$  et de pression réelle des pneumatiques  $q'$  fréquentant une chaussée pour laquelle un PCN est publié.

Le tableau des ACN " caractéristiques " fournit pour l'avion, selon le type de chaussée et la catégorie de sol support indiqués dans la publication du PCN, les données suivantes :

- . ACN max. : ACN correspondant à la masse maximale au roulage M,
- . ACN min. : ACN correspondant à la masse à vide en ordre d'exploitation m,
- . q : pression standard de gonflage des pneumatiques.

Le calcul de l'ACN procède alors d'une simple interpolation :

$$ACN = ACN \text{ max.} - (ACN \text{ max.} - ACN \text{ min.}) * \frac{M - M_t}{M - m} \quad (1)$$

Toutefois si la pression effective de gonflage des pneumatiques  $q'$  diffère sensiblement de la pression standard  $q$  ( $q' - q > 0,1 \text{ MPa}$ ), une correction doit être réalisée selon les indications suivantes :

➤ **Chaussées souples :**

La formule suivante est appliquée :

$$\text{ACN corrigé} = \text{ACN} * \frac{\frac{1}{0,5695 \text{ CBR}} - \frac{1}{32,035 q'}}{\frac{1}{0,5695 \text{ CBR}} - \frac{1}{32,035 q}} \quad (2)$$

ACN : valeur calculée avec la pression standard  $q$  (relation 1).

➤ **Chaussées rigides :**

L'abaque ci-après est utilisé :

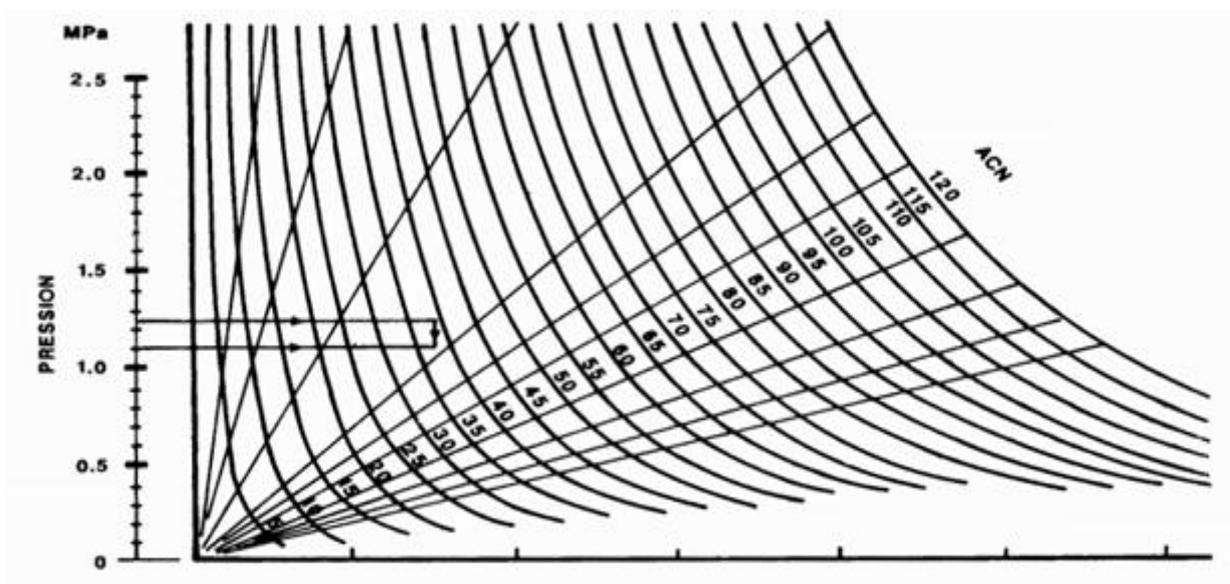


Figure I.1 : correction des ACN en fonction de la pression réelle  $q'$  de gonflage des pneumatiques sur chaussée rigide. [1]

**I.3.4 Exemples :**

**Exemple 01 :**

Un avion de type A300-B2 est prévu à une masse réelle de 125 tonnes pour une pression effective de gonflage des pneumatiques  $q'$  de 1,1 MPa sur une piste pour laquelle les renseignements sont communiqués par PCN = 45 R/B/W/T.

Cette publication permet de caractériser la chaussée :

Code R : chaussée rigide.

Code B : catégorie de résistance du sol support “moyenne”.

Code W : pas de limite de pression des pneumatiques.

Code T : évaluation technique du PCN.

Le tableau des ACN “ caractéristiques ” fournit (chaussée rigide, catégorie B de résistance du sol support) pour l’avion les données suivantes : [6]

Type d’avion	Masses (kg)			ACN							
	Maximale M	Vs (%)	q (MPa)	Chaussée souple				Chaussée rigide			
				A	B	C	D	A	B	C	D
A300-B2	142900	47.0	1.28	37	41	50	65	37	44	53	60
	87259			20	22	25	33	20	23	27	31

Valeurs des ACN caractéristiques pour une chaussée rigide (code R) et pour une catégorie de résistance moyenne (code B)

Pression standard des pneumatiques

Masse maximale au roulage M (kg)

Masse à vide en ordre d’exploitation m (kg)

ACN max. = 44

ACN min. = 23

Masse maximale au roulage :  $M = 142900$  kg

Masse à vide en ordre d'exploitation :  $m = 87259$  kg

Pression standard des pneumatiques :  $q = 1,28$  MPa

L'ACN de l'avion pour la pression standard de gonflage des pneumatiques à sa masse réelle se déduit de la relation (1) :

$$\text{ACN} = 44 - (44 - 23) * \frac{142900 - 125000}{142900 - 87851} \approx 37$$

Les pressions réelle et standard de gonflage des pneumatiques diffèrent sensiblement ( $q' = 1,10$  MPa,  $q = 1,28$  MPa). Il convient de procéder à une correction de l'ACN suivant l'abaque correspondant (exemple sur la figure I.1) :

$$\text{ACN corrigé} = 37$$

L'ACN de l'avion (37) est inférieur au PCN de la piste (45). L'avion peut donc être admis sans restriction.

### Exemple 02 :

Un avion de type B737-800 est prévu à une masse réelle de 72 tonnes pour une pression réelle de gonflage des pneumatiques  $q'$  de 1.45 MPa sur une piste pour laquelle un PCN égal à 44 F/C/W/T.

Il s'agit d'une piste souple (code F) reposant sur un sol support de résistance faible (code C) pour laquelle aucune limite de pression de gonflage des pneumatiques n'est imposée (code W). Enfin la détermination du PCN se déduit d'une évaluation technique (code T).

Le tableau des ACN " caractéristiques " donne pour le B737-800 les indications suivantes : [6]

Type d'avion	Masses (kg)			ACN							
	Maximale M	Vs (%)	q (MPa)	Chaussée souple				Chaussée rigide			
				A	B	C	D	A	B	C	D
B737-800	79333	46.6	1.41	43	45	50	55	49	52	54	56
	41413			20	21	22	26	23	24	25	27

Valeurs des ACN caractéristiques pour une chaussée souple (code F) et pour une catégorie de résistance du sol support faible (code C)

Masse maximale au roulage M (kg)  
Masse à vide en ordre d'exploitation m (kg)

L'ACN de l'avion à sa masse réelle (72000 kg) pour la pression standard de gonflage des pneumatiques (q = 1.45 MPa) s'obtient par application de la relation (1) :

$$ACN = 50 - (50 - 22) * \frac{79333 - 72000}{79333 - 41413} = 44.6 \text{ arrondi à } 45$$

La différence entre la pression réelle q' (1,45 MPa) et la pression standard q (1,41 MPa) de gonflage des pneumatiques est égale à 0,04 MPa et apparait donc négligeable.

Une correction de l'ACN en fonction de la pression n'est pas requise et l'ACN de l'avion est finalement égal à 45.

Cette valeur de l'ACN est supérieure au PCN de la piste (44) ; l'avion ne peut donc pas être admis sans restriction et une étude particulière doit être menée au niveau de l'autorité aéroportuaire pour juger de l'octroi d'une éventuelle autorisation.

---

## I.4 PCN (Pavement Classification Number) :

### I.4.1 Principe :

La finalité de la publication des PCN en remplacement des charges par atterrisseurs types est de fournir des charges admissibles déduites du PCN les plus voisines de celles résultant de la méthode de dimensionnement. [1]

Dans ces conditions, l'admissibilité des avions et l'octroi des autorisations ne doivent pas différer lors du passage de la méthode par atterrisseurs types à la méthode ACN-PCN.

Le respect de ces objectifs impose la connaissance, avec la meilleure précision possible, des caractéristiques du sol support et de la chaussée :

- CBR (Californian Bearing Ratio) du sol support, épaisseur équivalente totale pour les chaussées souples ;
- Module de réaction corrigé du sol support, ou module de réaction de la fondation, épaisseur réelle de la dalle de béton, contrainte admissible de traction par flexion du béton pour les chaussées rigides.

Le calcul du PCN peut alors être effectué pour les deux types de chaussée de deux manières :

#### 1 - Calcul approché :

Le PCN est déterminé sur la base des caractéristiques de la chaussée sans référence au trafic. Il constitue un PCN caractéristique de la portance de la chaussée, et il peut être retenu pour la publication des charges admissibles en l'absence de données de trafic.

#### 2 - Calcul optimisé :

La détermination du PCN prend en compte à la fois les caractéristiques de la chaussée et le trafic pour lequel la chaussée est destinée. Ce calcul, par la prise en compte des effets relatifs de chaque type d'avion, s'accorde mieux que le calcul approché au principe même du concept ACN-PCN. Ce mode de détermination du PCN est donc requis lorsque les données de trafic sont connues.

Compte tenu des incertitudes couramment admises sur les données, l'erreur relative sur le PCN atteint généralement 10 % pour les chaussées souples et 5 % pour les chaussées rigides. Aussi, le dépassement d'un PCN par l'ACN d'un avion ne devient-il significatif qu'au-delà de ces valeurs respectives. Ceci explique la relative tolérance des règles d'octroi des autorisations dans la limite de ces valeurs. De même est-il illusoire de spécifier des valeurs non entières de PCN. Les PCN, pour être publiés, seront donc systématiquement arrondis au nombre entier. [4]

## I.4.2 Codification des PCN :

Les quatre lettres de code associées au numéro PCN sont déterminées conformément au tableau I.1 : [2]

### Type de chaussée :

- . F pour une chaussée souple.
- . R pour une chaussée rigide.

### Catégorie de résistance du sol support :

Le tableau I.1, permet immédiatement de déterminer la catégorie correspondant au CBR ou au module de réaction K du sol de fondation.

### Pression maximale de gonflage des pneumatiques :

Le code W (pas de limitation de pression) est en général adapté. Les autres codes, qui limitent la pression ne sont retenus que lorsqu'il existe un risque démontré pour la couche de roulement de la chaussée.

### Méthode d'évaluation :

#### a. Chaussée neuve :

Le trafic de référence est celui choisi pour le dimensionnement de la chaussée et est donc admissible pour sa durée de vie normale. Un PCN évalué techniquement (code T) est publié dans tous les cas :

#### b. Chaussée existante :

1 - La chaussée a été évaluée récemment :

\* le trafic de référence est admissible vis-à-vis des caractéristiques de la chaussée (trafic équivalent total inférieur à 10 mouvements par jour pour une durée de vie de 10 ans). Il n'est donc pas nécessaire de prévoir des travaux de renforcement avant 10 ans et un PCN est évalué techniquement (code T) et publié.

\* le trafic de référence s'avère non admissible vis-à-vis des caractéristiques de la chaussée. Des travaux de renforcement sont donc à réaliser à plus ou moins longue échéance.

- . Ces travaux ne sont pas urgents : Un PCN évalué par expérience du trafic existant (code U) est publié. Un PCN évalué techniquement (code T), inférieur au précédent est également communiqué au gestionnaire pour lui permettre de gérer au mieux les chaussées. Parallèlement le renforcement est étudié.
- . Ces travaux sont urgents : C'est en général le cas lorsque la chaussée se dégrade sous l'action du trafic existant. Il est alors inutile de publier un PCN et il suffit de conserver la valeur actuelle du

---

PCN ou les charges admissibles par atterrisseurs types éventuellement abaissées en fonction des résultats de l'évaluation et de la programmation des travaux.

2 - La chaussée n'a pas été évaluée récemment :

\* la chaussée se trouve dans un état normal : Un PCN évalué par expérience du trafic existant (code U) est publié.

\* la chaussée présente des signes anormaux de fatigue : il est nécessaire de procéder à une évaluation de la portance. Un PCN ne peut être publié et la valeur actuelle de PCN ou les charges admissibles par atterrisseurs types sont conservées ou abaissées selon l'état de la chaussée.

c. Chaussée renforcée :

Il est possible de déterminer techniquement un PCN (code T) en fonction du renforcement réalisé :

\* le renforcement réalisé est celui défini lors des études consécutives à l'évaluation de la portance : Ce PCN permettra de recevoir pendant la durée de vie normale le trafic prévu ;

\* le renforcement réalisé est inférieur à celui défini lors des études consécutives à l'évaluation de la portance : Ce PCN ne permettra pas de recevoir pendant la durée de vie normale le trafic prévu. Il sera nécessaire d'effectuer le choix entre :

- . La publication de ce PCN évalué techniquement (code T) qui entraînera des restrictions (charges, nombre de mouvements) ;
- . La publication d'un PCN plus fort, correspondant au trafic prévu (code T) mais qui entraînera un risque de diminution de la durée de vie.

### **I.4.3 Calcul approché du PCN :**

Ce calcul est applicable aux chaussées souples et rigides et ne fait pas intervenir le trafic. Il exige la détermination de la RSI (Roue Simple Isolée gonflée à 0.6 MPa) en qualité de valeur caractéristique de la portance de la chaussée. [1]

#### **Remarque :**

- . Si la chaussée étudiée est justifiable d'un coefficient de pondération des charges réelles CP de la fonction de cette chaussée, le PCN obtenu est divisé par CP.

- Les valeurs de PCN obtenues, bien qu' " approchées ", caractérisent la portance réelle et expriment une bonne connaissance de la chaussée. Elles doivent être publiées avec la lettre de code T.

#### **I.4.4 Calcul optimisé du PCN :**

Sur une chaussée donnée, les différents avions qui composent le trafic sont admissibles au sens de la méthode française de dimensionnement à des charges différentes auxquelles correspond la même RSE (Roue Simple Equivalente) à une pression donnée. [1]

Mais compte tenu des différences existant entre la méthode adoptée par l'O.A.C.I. et par l'Algérie et la méthode française pour le calcul des RSE, ces avions n'ont pas rigoureusement la même RSE à 1.25 MPa au sens de la méthode O.A.C.I. et par conséquent pas le même.

La méthode optimisée a pour objectif de déterminer un PCN égal à une moyenne pondérée de ces ACN, la pondération tenant compte de la part de trafic équivalent de chaque avion.

Le PCN qui résulte de cette méthode de calcul est mieux adapté au trafic réel reçu par la chaussée que le PCN issu du calcul approché. En général, les deux méthodes donnent des résultats voisins.

##### **I.4.4.1 Processus de calcul du PCN optimisé :**

###### **a. Recensement des données :**

- Coefficient de pondération CP des charges réelles fonction de la chaussée étudiée ;
- Pour les chaussées souples, CBR du sol support et épaisseur équivalente e de la chaussée ;
- Pour les chaussées rigides, module de réaction K corrigé du sol support, épaisseur h de la dalle de béton, contrainte admissible de traction par flexion du béton.

###### **b. Recensement du trafic :**

Seuls les avions produisant un effet significatif (voir annexe I) sur la chaussée sont pris en compte.

Le trafic choisi pourra être soit le trafic ayant servi de base au dimensionnement pour une chaussée neuve, soit le trafic " in situ " ou prévu à plus ou moins court terme pour une chaussée existante. Ce trafic constituera ensuite le trafic de référence nécessaire à l'application des procédures d'autorisation.

###### **c. Calcul des charges admissibles Poi de chaque avion et pondération éventuelle :**

Le calcul des charges admissibles Poi est réalisé dans le calcul du trafic équivalent total (paragraphe II.5 – chapitre II -).

Si la chaussée est justifiable d'un coefficient de pondération des charges CP, la charge à prendre en compte dans la suite des calculs est Poi/CP.

**d. Calcul de l'ACNi correspondant à la charge Poi ou Poi/CF de chaque avion (i) :**

- Choix de la catégorie de résistance du sol support conformément à la codification de l'O.A.C.I. (tableau I.1), la catégorie est déterminée comme suit (tableau I.2) :

Tableau I.2 : Catégories de résistance du sol support.

Catégorie	A	B	C	D
Chaussées souples CBR	$13 < \text{CBR}$	$8 \leq \text{CBR} \leq 13$	$4 \leq \text{CBR} \leq 8$	$\text{CBR} < 4$
Chaussées rigides K (MN/m <sup>3</sup> )	$120 < K$	$60 \leq K \leq 120$	$25 \leq K \leq 60$	$K < 25$

- Calcul de l'ACNi :

L'ACN pour la charge Poi (ou Poi/CP) considérée a pour expression :

$$\text{ACNi} = \text{ACNi max.} - (\text{ACNi max.} - \text{ACNi min.}) * \frac{\text{Ptoi} - \text{mi}}{\text{Mi} - \text{mi}} \quad (3)$$

Ptoi : charge totale admissible, égale à Poi/pi (ou Poi/CP/pi),

pi : pourcentage de répartition de la charge totale sur l'atterrisseur principal,

Mi : masse maximale au roulage,

mi : masse à vide en ordre d'exploitation,

(Annexe II : tableau des ACN caractéristiques).

**e. Calcul final du PCN :**

Le PCN est donné par la relation suivante :

$$\text{PCN} = \text{ACN1} \cdot t^1 + \text{ACN2} \cdot t^2 + \dots + \text{ACNn} \cdot t^n \quad (4)$$

Ce PCN traduit une bonne connaissance des caractéristiques de la chaussée et reflète sa portance réelle. Il doit donc être publié avec la lettre de code T.

#### I.4.4.2 Remarque :

La détermination théorique du PCN d'une chaussée prend en compte ou renseigne sur la charge admissible à laquelle les avions peuvent être acceptés sur la chaussée à raison de 10 mouvements par jour pendant 10 ans. [1]

Mais dans la pratique, le PCN est comparé aux ACN des avions dont la détermination tient compte de leur charge réelle. Or pour les avions significatifs pris en compte dans le trafic de référence, leur nombre réel de mouvements est en général inférieur à 10 mouvements par jour et leur charge réelle est le plus souvent supérieure à leur charge admissible. [7]

Ainsi, certains avions peuvent être en dépassement apparent bien que la chaussée soit correctement dimensionnée pour les recevoir aux fréquences prévues pendant sa durée de vie.

Cette situation, pénalisante pour certains avions fréquentant régulièrement la chaussée, peut être résolue, sous réserve de précautions d'emploi, en envisageant la solution suivante : [1]

- 1 - Est pris en compte le trafic réel total de référence en nombre de mouvements des avions significatifs.
- 2 - Les ACN des avions significatifs sont calculés sur la base de leur charge réelle.
- 3 - La valeur maximale des ACN obtenue est divisée par 1.1 pour les chaussées souples et par 1.05 pour les chaussées rigides.
- 4 - Le résultat obtenu est pris comme PCN de la chaussée (sauf si le PCN résultant du calcul optimisé lui est supérieur).

De cette manière, tous les avions pris en compte dans le trafic de référence sont tels que leur ACN est inférieur ou égal à  $1.1PCN$  pour les chaussées souples et à  $1.05PCN$  pour les chaussées rigides. [7]

Il convient de bien considérer les dangers inhérents à la publication d'un tel PCN :

Si elle minimise les contraintes opérationnelles pour les avions contraignants contenus dans le trafic de référence, elle accepte selon le principe de la méthode ACN-PCN la venue sans restriction de tout avion nouveau dont l'ACN est inférieur au PCN retenu et supérieur au PCN résultant du calcul optimisé.

Elle accepte également toute augmentation du trafic des avions contraignants contenus dans le trafic de référence (sous réserve du respect de la règle de 5 % : voir le paragraphe II.4 – chapitre II -).

Elle peut aussi conduire la chaussée à supporter un trafic pour lequel elle est sous dimensionnée, avec tous les risques que peut induire une telle situation, en particulier pour les avions.

En toute rigueur et dans un souci de sécurité pour les avions, publier un tel PCN exige de vérifier à chaque modification ou augmentation du trafic de référence, l'admissibilité du trafic total obtenu.

Recourir à une telle publication est par conséquent vivement déconseillé. Dans l'éventualité où cette solution était toutefois choisie, le PCN issu de la remarque (I.4.4.2) – chapitre I - doit impérativement être publié avec la lettre U.

#### **I.4.5 PCN publiés par expérience :**

Tous les PCN issus du calcul approché et du calcul optimisé expriment une bonne connaissance des caractéristiques de la chaussée et sont publiés avec la lettre de code U.

Il peut s'avérer nécessaire de publier un PCN d'une chaussée dont les caractéristiques sont mal connues :

- Soit parce que la chaussée n'a jamais fait l'objet d'une évaluation ;
- Soit parce que la chaussée a fait anciennement l'objet d'une évaluation mais ses caractéristiques se sont modifiées (cas d'une chaussée en fin de durée de vie).

Dans ce cas, le PCN est publié par expérience du trafic en fonction de l'ACN de l'avion le plus critique qui vient régulièrement et de l'état des chaussées.

Le PCN ainsi déterminé est publié avec la lettre de code U.

*Chapitre II*

*Etude théorique  
de la méthode  
ACN-PCN*

## Chapitre II : Etude théorique de la méthode ACN-PCN

### II.1 Introduction :

Dans ce chapitre nous allons présenter la procédure détaillée et complète qui est utilisée pour la mise en œuvre de la méthode ACN-PCN proposée par l'O.A.C.I. comme système normalisé de communication des renseignements permettant de déterminer l'admissibilité d'un avion sur un aéroport en fonction de la résistance des chaussées de la plate-forme concernée et la charge de l'avion utilisé.

Cette méthode réside en une comparaison entre les deux numéros de classification, l'un affecté à la chaussée (PCN : Pavement Classification Number), l'autre aux avions (ACN : Aircraft Classification Number). Elle s'applique lors des études relatives aux dossiers issus des compagnies aériennes dont le but d'avoir une dérogation d'utilisation de piste et à la gestion des chaussées aéronautiques. [8]

### II.2 Données :

#### II.2.1 PCN des chaussées :

Un PCN est publié dans les cartes AIP (Aeronautical Information Publication) pour exprimer la résistance des chaussées. La codification qui accompagne cette publication renseigne sur les caractéristiques des chaussées de la manière suivante :

Tableau II.1 : Caractéristiques des chaussées et leur codification. [9]

Type de chaussée(*)	Souple	F
	Rigide	R
Catégorie de résistance du sol support	Elevée	A
	Moyenne	B
	Faible	C
	Ultra-faible	D
Pression maximale Admissible q <sub>0</sub> des pneumatiques	Pas de limite	W
	q <sub>0</sub> = 1,5 MPa	X
	q <sub>0</sub> = 1,0 MPa	Y
	q <sub>0</sub> = 0,5 MPa	Z
Base d'évaluation	Technique	T
	Par expérience	U

(\*) Si la construction est composite ou non normalisée, une note le précisant est rajoutée.

### II.2.2 Trafic de référence :

La détermination du PCN est fondée sur le choix d'un trafic de référence (avions significatifs, nombre de mouvements par jour, masses réelles totales), non publié dans les cartes AIP, mais dont ont connaissance les autorités locales compétentes pour la délivrance des autorisations.

Le trafic de référence est admissible vis-à-vis de la chaussée par définition. [5]

Nr = nombre total des mouvements réels des avions pris en compte dans le trafic de référence.

### II.2.3 Caractérisation des chaussées :

Si la détermination du PCN a fait l'objet d'une évaluation technique (code T), les caractéristiques des chaussées sont connues avec suffisamment d'exactitude pour vérifier de manière rigoureuse l'admissibilité de certains avions pénalisants. L'autorité locale doit dans ce cas disposer pour appliquer les procédures d'autorisations des renseignements suivants : [1]

Chaussées souples (code F)

- . épaisseur équivalente  $e$  de la chaussée ;
- . indice CBR du sol support.

Chaussées rigides (code R)

- . épaisseur  $h$  et contrainte admissible de traction par flexion  $\sigma_a$  des dalles de béton,
- . module de westergaard  $K$  du sol support.

## II.3 Admissibilité des avions :

### II.3.1 Pressions limites :

Lorsque le PCN comporte une lettre de code indiquant une limitation de pression de gonflage des pneumatiques (code X , Y , Z), les avions dont la pression effective  $q'$  dépasse la valeur limite  $q_0$  ne peuvent être admis sur la chaussée, quelle que soit leur charge.

**II.3.2 Charge admissible des avions :**

La charge admissible totale Pto d'un avion se calcule à partir du PCN par la relation : [7]

$$P_{to} = m + (M - m) * \frac{PCN - ACN_{min.}}{ACN_{max.} - ACN_{min.}} \quad (5)$$

ACN max. : Valeur d'ACN correspondant à la masse maximale au roulage M ;

ACN min. : Valeur d'ACN correspondant à la masse vide en ordre d'exploitation m ;

Pour le type de chaussée et la catégorie de résistance du sol support communiqués dans le PCN (Annexe II : Tableau des ACN).

**II.3.3 Comparaison des ACN et des PCN :**

L'ACN des avions est calculé à leur masse réelle selon les renseignements communiqués dans le PCN de la chaussée vers laquelle il se destine (paragraphe I.2.3 – chapitre I - , Détermination pratique des ACN).

Si  $ACN \leq PCN$  : L'avion peut être admis sans restriction.

Si  $ACN > PCN$  : Une étude particulière doit être menée pour juger de l'admissibilité de l'avion (voir ci-après).

**II.4 Procédure en cas de dépassement du PCN :**

Cas 1  $PCN < ACN \leq 1.1PCN$  Pour les chaussées souples

$PCN < ACN \leq 1.05PCN$  Pour les chaussées rigides

L'avion peut être autorisé sous réserve du respect de la condition suivante, dite règle des 5 % : [7]

Le nombre annuel des mouvements réels en surcharge ne doit pas excéder 5 % du total annuel des mouvements réels contenus dans le trafic de référence :

$$n \leq 0.05 N_r \quad (6)$$

$N_r$  : nombre total des mouvements réels des avions pris en compte dans le trafic de référence.

n : nombre total des mouvements réels de l'avion considéré.

- . Si l'avion est répertorié dans le trafic de référence,  $n$  représente l'augmentation de fréquence en nombre de mouvements réels.
- . Si d'autres avions ont auparavant subit la même procédure, il convient d'inclure dans  $n$  leur nombre de mouvements réels.

Cas 2 ACN > 1.1PCN Pour les chaussées souples  
 ACN > 1.05PCN Pour les chaussées rigides ou condition  
 précédente non respectée

- a. Si le PCN comporte la lettre de code U pour la base d'évaluation, la caractérisation de la chaussée est insuffisamment précise pour vérifier rigoureusement l'admissibilité de l'avion. La prudence conseille dans ce cas d'interdire l'accès à l'avion, tout au moins selon la fréquence et la masse proposée (sauf l'atterrissage d'urgence).
- b. Si le PCN a été évalué techniquement (code T), il convient de se ramener à la charge admissible  $P_0$  de l'avion qui est comparée à la charge réelle pondérée  $P'$  pour chaque partie d'aire.
  - $P' \leq P_0$  : L'avion peut être admis sans restriction.
  - $P_0 < P' \leq 1.1P_0$  : L'avion peut être autorisé sous respect de la condition (6) ou " règle des 5 % ".
  - $1.1P_0 < P' < 1.5P_0$  ou condition (6) non respectée :

Il convient de procéder au calcul du trafic équivalent total  $T'$  (en mouvements par jour) que supporte la chaussée (paragraphe II.5 – chapitre II -).

- . Si  $T'$  est supérieur à 10 mouvements équivalents par jour, l'autorisation doit être refusée à moins d'admettre une usure rapide des chaussées.
- . Si  $T'$  est inférieur à 10 mouvements équivalents par jour, l'avion peut être autorisé à la charge réelle  $P$ , mais en limitant sa fréquence aux valeurs suivantes et sous réserve d'un suivi des chaussées, selon les fréquences d'admissibilité en fonction de  $P'/P_0$  ci-après présentées sous forme de graphe ci-dessous :

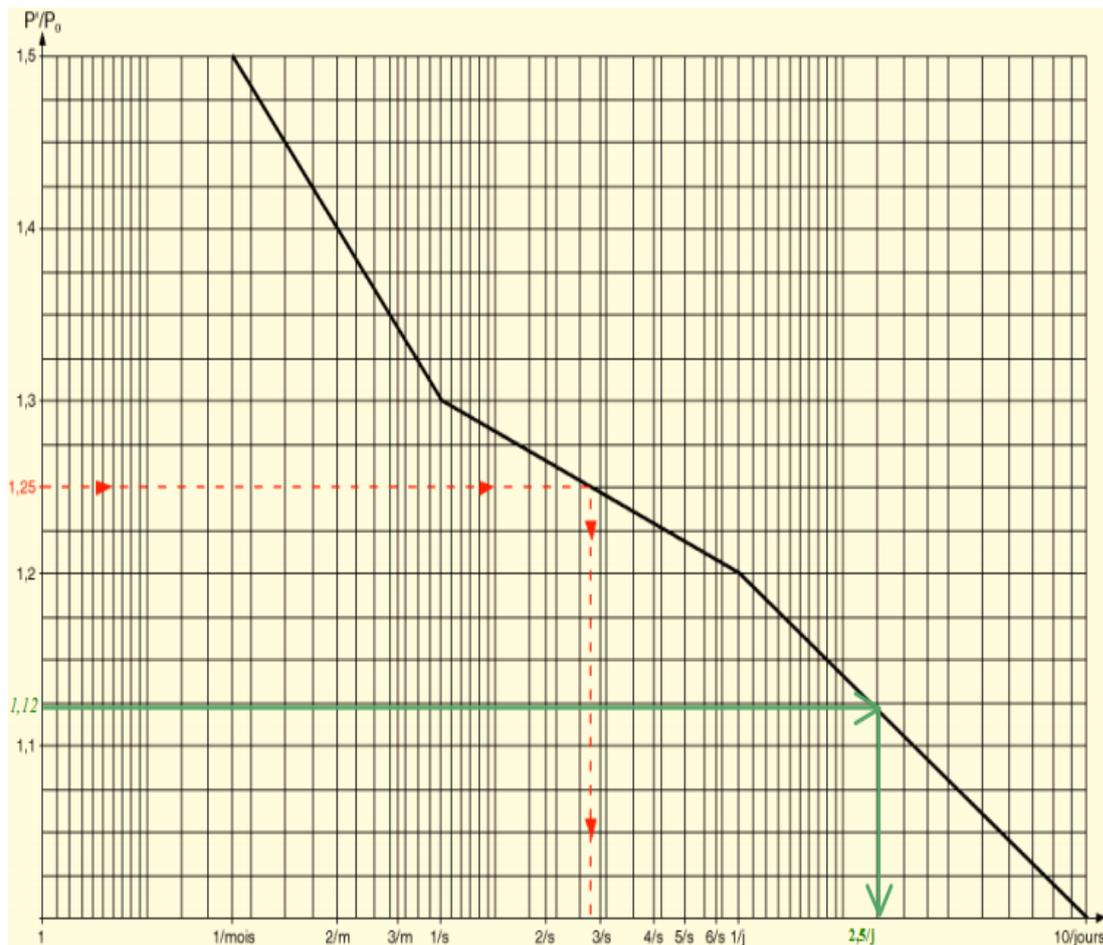


Figure II.1 : Fréquence d'admissibilité en fonction de  $P'/P_o$ . [7]

Ce graphe nous permet de déduire la fréquence des mouvements de l'aéronef en question sur la chaussée étudiée en fonction de  $P'/P_o$  obtenu en cas de dépassement du PCN.

- $P' > 1.5P_o$  : L'autorisation doit être impérativement refusée, sauf atterrissage d'urgence pour les pistes.

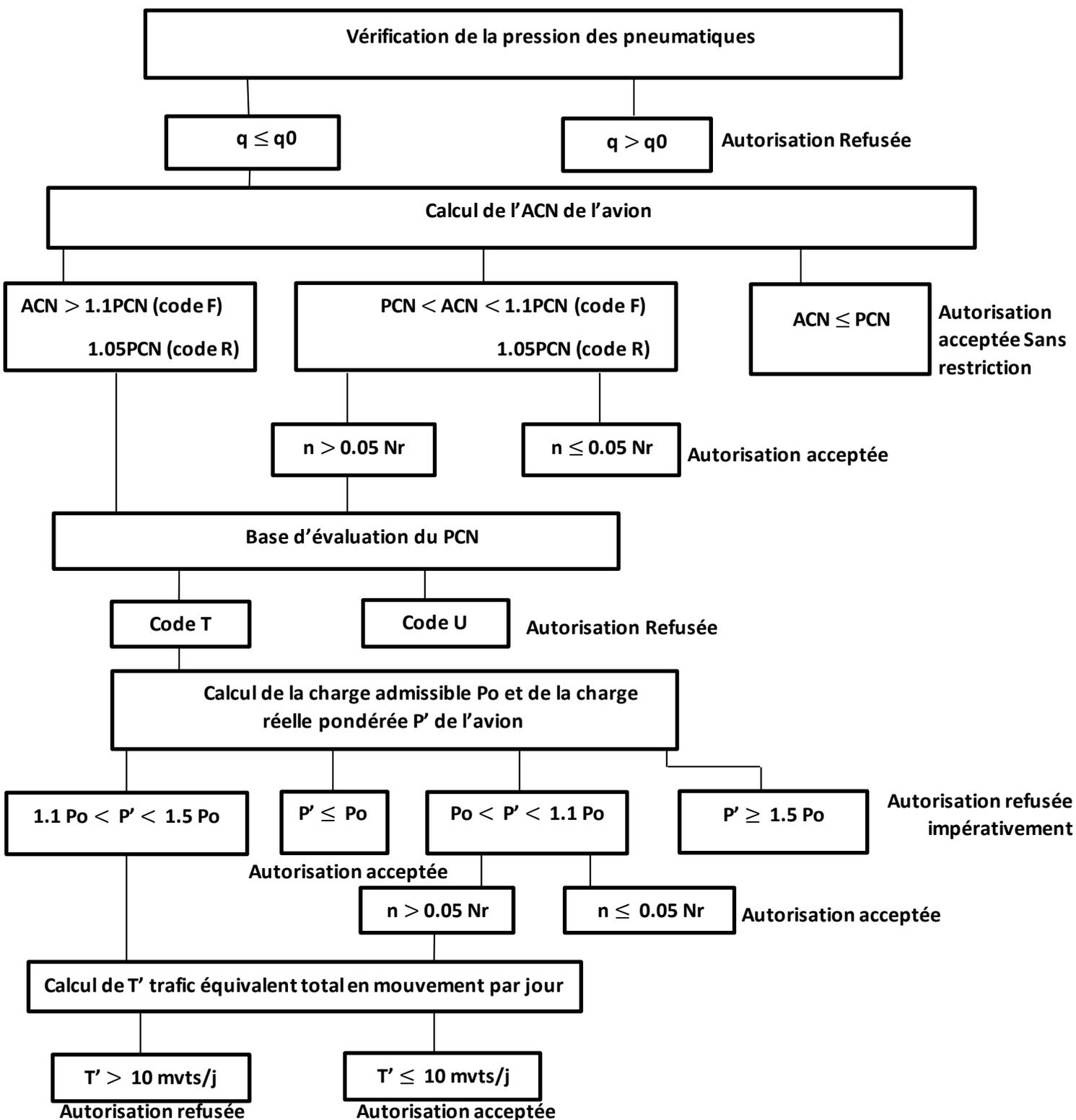


Figure II.2 : Algorithme d'admissibilité. [1]

Tel que :

- $q$  : pression réelle de gonflage des pneumatiques de l'avion.
- $q_0$  : pression limite de gonflage des pneumatiques.
- $Nr$  : nombre total des mouvements réels des avions pris en compte dans le trafic de référence.
- $n$  : nombre total des mouvements réels des avions en surcharge.

## II.5 Le trafic équivalent :

a) Tous les modèles d'avions sont recensés : [10]

- Deux modèles du même avion sont considérés comme différents si les caractéristiques de leurs atterrisseurs sont différentes (nombre de roues, dimensions, pression...).
- Pour chaque avion (i) sont pris en compte sa charge totale  $P_{ti}$  et son nombre de mouvements réels  $n_i$  (en mouvements par jour).
- Les charges réelles totales  $P_{ti}$  par application du pourcentage de répartition  $V_s$  sur l'atterrisseur principal.
- Les charges réelles  $P_i$  sont transformées en charges réelles pondérées  $P'_i$  pour tenir compte de la fonction de l'aire (en général,  $P'_i = P_i$  pour les pistes, bretelles et voies de circulation et  $P'_i = 1.2P_i$  pour les aires de stationnement).

b) Pour chaque modèle d'avion (i), la charge admissible  $P_{oi}$  est déterminée soit en utilisant sa formule, soit à partir des abaques des chaussées souples ou des chaussées rigides en fonction des caractéristiques de la chaussée : [8]

- e, CBR pour les chaussées souples,
- h,  $\sigma_a$ , K pour les chaussées rigides.

Les abaques sont disponibles dans l'instruction sur le dimensionnement des chaussées. S'il n'existe pas d'abaque pour l'avion considéré, celui du modèle d'avion dont les caractéristiques de l'atterrisseur sont les plus proches est utilisé. [11]

c) Pour chaque modèle d'avion (i) les  $n_i$  mouvements réels de chaque charge réelle pondérée  $P'_i$  sont convertis en  $n'_i$  mouvements équivalents à la charge admissible  $P_{oi}$ . Pour cela, pour chaque modèle d'avion (i) et chaque charge  $P'_i$  : [10]

- Le rapport  $R_i = P'_i / P_{oi}$  est calculé.
- Le coefficient de pondération  $CP_i$  des mouvements réels est calculé soit par relation :

$$CP_i = 10^5 (R_i - 1) \quad (7)$$

Soit à l'aide de l'abaque ci-après (figure II.3) :

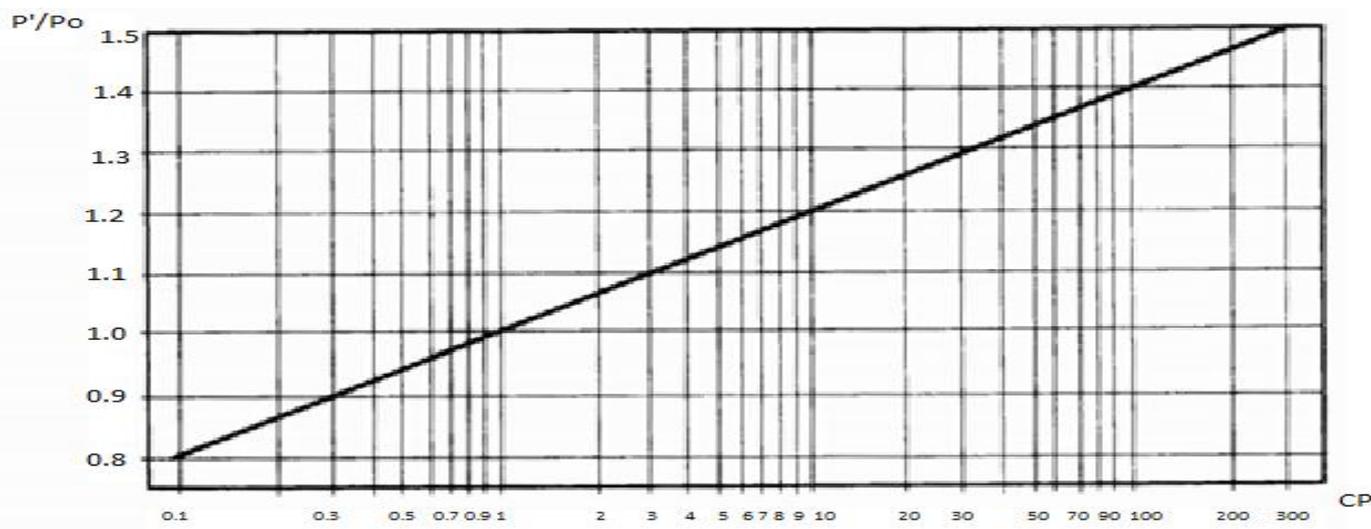


Figure II.3 : abaque pour la pondération des mouvements réels. [1]

- Le nombre de mouvements équivalents  $n'i$  est égal au nombre de mouvements réels  $n_i$  multipliés par  $CP_i$  :

$$n'i = n_i * CP_i \quad (8)$$

- d)** Le nombre total des mouvements équivalents de tous les modèles d'avions est calculé en additionnant tous les mouvements équivalents  $n'i$ . Ce nombre est appelé trafic équivalent total et noté  $T'$ . [10]

Pour l'ensemble de ces opérations, il est conseillé d'utiliser une feuille de calcul du modèle suivant lorsque les calculs sont effectués manuellement. la direction des opérations aériennes dispose d'un modèle de calcul informatique. [1]

Tableau II.2 : feuille de calcul du trafic équivalent. [10]

Avion	Charge réelle totale $P_t$	Charge réelle sur l'atterrisseur $P$	Charge réelle pondérée $P'$	Charge admissible $P_o$	$R = P' / P_o$	CP	Mouvements réels $N$	Mouvements équivalents $N' = CP.N$
1	$P_{t1}$	$P_1$	$P'_1$	$P_{o1}$	$R_1$	$CP_1$	$N_1$	$N'_1$
2	$P_{t2}$	$P_2$	$P'_2$	$P_{o2}$	$R_2$	$CP_2$	$N_2$	$N'_2$
...	...	...	...	...	...	...	...	...
$i$	$P_{ti}$	$P_i$	$P'_i$	$P_{oi}$	$R_i$	$CP_i$	$N_i$	$N'_i$
...	...	...	...	...	...	...	...	...
$N$	$P_{tn}$	$P_n$	$P'_n$	$P_{on}$	$R_n$	$CP_n$	$N_n$	$N'_n$
							Trafic équivalent total $T'$	$T' = \sum_{i=1}^n N'_i$

A titre de comparaison, le trafic équivalent total d'une chaussée parfaitement dimensionnée pour le trafic considéré est égal à 10 mouvements par jour.

### Calcul du trafic équivalent :

D'une part, ce calcul permet de vérifier l'admissibilité du trafic de référence choisi vis-à-vis des règles de dimensionnement et de la politique de gestion de l'aérodrome. A titre indicatif la valeur de référence est de 10 mouvements par jour pour une durée de vie normale de 10 ans, soit au total 36500 mouvements équivalents.

D'autre part, en utilisant les désignations suivantes :

$T'$  : nombre de mouvements ou trafic équivalent total ,

$n^i$  : nombre des mouvements équivalents ou trafic équivalent de l'avion (i) ,

$N$  : nombre total d'avions considérés.

Peuvent être exprimées les relations :

$$T' = \sum_{i=1}^N n^i \quad (9) \quad \text{ou} \quad \left( \sum_{i=1}^N n^i \right) / T' = 1 \quad (10)$$

La fonction  $n^i/T'$  notée  $t^i$  est le trafic équivalent relatif de chaque avion et représente sa part dans le trafic équivalent total.

### Exemple de calcul du trafic équivalent $T'$ :

Tableau II.3 : Exemple 01 de calcul du trafic équivalent.

Type avion	Circuit	Masse maxi	CP	Nbre mvt réel	Trafic équivalent
B767-200	Décollage	163747	33	6	198
B767-200	Atterrissage	163747	5	6	30
A321	Décollage	83400	599	6	3594
A321	Atterrissage	78400	71	6	426
Total					<b>4248</b>

## II.6 Exemples :

- i. Les cartes A.I.P correspondant à l'aéroport considéré fournissent les renseignements sur la résistance des chaussées sous la forme suivante : [12]

$$PCN = 60 \text{ F/C/W/T}$$

Le gestionnaire dispose en outre des éléments suivants :

- . Le PCN résulte d'un calcul optimisé.
- . Le trafic de référence se compose des mouvements suivants :

Tableau II.4 : Modèle 01 d'un trafic de référence.

Avions	Nombre des mouvements annuels	Charge réelle totale Pt (tonnes)
ATR 72	785	19
B736	14	56
B738	828	65

- . La chaussée est caractérisée par :
  - Un indice CBR du sol support de 6,
  - Un coefficient de pondération des charges CP de 1.

Examinons l'admissibilité des avions dans les situations successives suivantes : [13]

- a. Trafic régulier prévu dans le trafic de référence de la B738 à 65 tonnes de la compagnie Air Algérie, à raison de deux mouvements par jour.
- b. Augmentation du trafic régulier de l'ATR 72 à 19 tonnes de la compagnie Air Algérie à raison de huit mouvements supplémentaires par semaine.

A. L'ACN de la B738 à 65 tonnes pour une chaussée souple reposant sur un sol support de catégorie de résistance C résulte de la relation :

$$ACN = ACN \text{ max.} - (ACN \text{ max.} - ACN \text{ min.}) * \frac{M - Mt}{M - m} \quad (1)$$

Les valeurs ACN min. , m et M sont issues du tableau des ACN caractéristiques (voir annexe II) pour l'avion , le type de chaussée et la catégorie de résistance du sol support correspondants :

Mt (la masse à jour de l'aéronef) = 65 tonnes

ACN min. = 22 m = 41.413 t

ACN max. = 50 M = 79.333 t

$$ACN = 50 - (50 - 22) * \frac{79.333 - 65}{79.333 - 41.413} = 39.42 \text{ arrondi à } 40$$

L'ACN de la B738 à 65 tonnes est inférieur au PCN (60) publié. La B738 peut donc être accueillie sans restriction sur la chaussée et à fortiori à 2 mouvements par jour, soit 730 mouvements annuels.

**B.** L'ACN de l'ATR 72 à 19 tonnes est déterminé de manière analogue au cas A :

$$ACN = 14 - (14 - 7) * \frac{21530 - 19000}{21530 - 12200} = 12.10 \text{ arrondi à } 13$$

L'ACN de l'ATR 72 à 19 tonnes est inférieur au PCN (60) publié. L'ATR 72 peut donc être accueilli sans restriction sur la chaussée et à fortiori à 8 mouvements par semaine, soit 416 mouvements annuels.

**ii.** Les cartes A.I.P correspondant à l'aéroport considéré fournissent les renseignements sur la résistance des chaussées sous la forme suivante : [12]

$$PCN = 49 \text{ F/C/W/T}$$

Le gestionnaire dispose en outre des éléments suivants :

- . Le PCN résulte d'un calcul optimisé.
- . Le trafic de référence se compose des mouvements suivants :

Tableau II.5 : Modèle 02 d'un trafic de référence.

Avions	Nombre des mouvements annuels	Charge réelle totale Pt (tonnes)
A300-B2	2750	120
B747-400	515	310

- . La chaussée est caractérisée par :
  - Une épaisseur équivalente de 71 cm,
  - Un indice CBR du sol support de 7,
  - Un coefficient de pondération des charges CP de 1.

Examinons l'admissibilité des avions dans les situations successives suivantes : [14]

- a. Trafic régulier prévu dans le trafic de référence de l'A300-B2 à 120 tonnes de la compagnie Air France, à raison de quatre mouvements par jour.
- b. Trafic régulier prévu dans le trafic de référence du B747-400 à 310 tonnes de la compagnie British Airways, à raison de six mouvements supplémentaires par semaine.
- c. Augmentation du trafic régulier de B747-400 à 310 tonnes de la compagnie British Airways dans la limite de cinq mouvements supplémentaires par semaine.
- d. Trafic régulier du B747-400 à 320 tonnes de la compagnie Lufthansa à raison de deux mouvements par mois.
- e. Trafic régulier annoncé par Volga-Dnepr Airlines de l'An-124-100 à 370 tonnes à raison de deux mouvements par jour.

A. L'ACN de l'A300-B2 à  $M_t = 120$  tonnes pour une chaussée souple reposant sur un sol support de catégorie de résistance C résulte de la relation :

$$ACN = ACN \text{ max.} - (ACN \text{ max.} - ACN \text{ min.}) * \frac{M - M_t}{M - m} \quad (1)$$

Les valeurs ACN min. , m et M sont issues du tableau des ACN caractéristiques (voir annexe II) pour l'avion, le type de chaussée et la catégorie de résistance du sol support correspondants :

$$ACN \text{ min.} = 25 \qquad m = 87.851 \text{ t}$$

$$ACN \text{ max.} = 50 \qquad M = 142.9 \text{ t}$$

$$ACN = 50 - (50 - 25) * \frac{142.9 - 120}{142.9 - 87.851} = 39.6 \text{ arrondi à } 40$$

L'ACN de l'A300-B2 à 120 tonnes est inférieur au PCN (49) publié. L'A300-B2 peut donc être accueilli sans restriction sur la chaussée et à fortiori à 4 mouvements par jour, soit 1460 mouvements annuels.

B. L'ACN du B747-400 à 310 tonnes est déterminé de manière analogue a cas A :

$$ACN = 73 - (73 - 24) * \frac{398.345 - 310}{398.345 - 184.612} = 52.75 \text{ arrondi à } 53$$

Nous avons  $PCN = 49$  et  $1.1PCN = 54$ . Nous sommes donc en présence du cas de figure  $PCN < ACN \leq 1.1PCN$  pour une chaussée flexible. Or, le trafic du B747-400 à 310 tonnes représente 6 mouvements

par semaine soit 312 mouvements annuels. Il est inclus dans le trafic de référence, par définition admissible.

Le B747-400 peut donc être accueilli à la charge et à la fréquence prévues.

**C.** L'ACN du B747-400 à 310 tonnes a été déterminé dans le cas précédent (ACN = 53). Il obéit au cas de figure  $PCN < ACN \leq 1.1PCN$ . Cependant l'augmentation de trafic envisagée amène à considérer 6 mouvements + 5 mouvements supplémentaires, soit 11 mouvements par semaine ou 572 mouvements annuels de cet avion. Cette situation conduit à un dépassement des 515 mouvements annuels prévus dans le trafic de référence, dans une marge de 57 mouvements annuels.

L'ACN du B747-400 à 310 tonnes peut être accepté selon cette prévision de trafic si la règle des 5 % est respectée, c'est-à-dire si :

$$n \leq 0.05Nr \quad (6)$$

$n$  : nombre des mouvements réels en surcharge, en l'occurrence 57 mouvements annuels.

$Nr$  : nombre des mouvements réels des avions contenus dans le trafic de référence.

$Nr = 2750 + 515 = 3265$  mouvements annuels.

$0.05Nr$  représente 163.25 mouvements annuels. La règle des 5 % est par conséquent respectée et l'augmentation de trafic du B747-400 à la charge et à la fréquence prévues peut être autorisée.

**D.** L'ACN du B747-400 à 320 tonnes est déterminé :

$$ACN = 73 - (73 - 24) * \frac{398.345 - 320}{398.345 - 184.612} = 55.04 \text{ arrondi à } 56$$

Par conséquent, ACN est supérieur à  $1.1.PCN$  (54). Il convient de se ramener à la charge admissible  $Po$  du B747-400 déterminée sur la base des caractéristiques de la chaussée, et de comparer  $Po$  à la charge réelle pondérée  $P'$  de l'avion :

$$Po = [m + (M - m) * \frac{PCN - ACN \text{ min.}}{ACN \text{ max.} - ACN \text{ min.}}] * Vs \quad (11)$$

$$. Po = [184.612 + (398.345 - 184.612) * (\frac{49-24}{73-24})] * 0.233$$

$Po = 68.42$  tonnes.

$$P' = Mt * Vs * CP \quad (12)$$

$$. P' = 320 * 0.233 * 1 = 74.56 \text{ tonnes.}$$

(Pourcentage de répartition de la charge sur l'atterrisseur  $Vs$  de 23.3%, et coefficient de pondération  $CP$  égal à 1 et la masse à jour de l'aéronef  $Mt$  de 320 tonnes).

Nous obtenons ainsi  $P_o (68.42) < P' (74.56) \leq 1.1.P_o (75.26)$  et l'autorisation peut être octroyée à l'avion si la règle des 5% est respectée. Le trafic prévu du B747-400 à 320 tonnes se compose de deux mouvements par mois, soit 24 mouvements annuels, qui constituent des mouvements en surcharge auxquels il convient d'ajouter les 57 mouvements pris en compte dans le cas ii.C :

- .  $n = 24 + 57 = 81$  mouvements annuels.
- .  $0.05Nr = 163.25$  mouvements annuels.

Soit  $n \leq 0.05Nr$  (6)

La règle des 5% est respectée et l'avion peut être admis à la charge et à la fréquence prévues.

E. L'ACN de l'An-124-100 à 370 tonnes est déterminé :

$$ACN = 56 - (56 - 17) * \frac{398 - 370}{398 - 180} = 50.99 \text{ arrondi à } 51$$

Nous avons ainsi  $PCN (49) < ACN (51) \leq 1.1.PCN (54)$ .

Les mouvements de l'An-124-100 à 370 tonnes constituent par conséquent ces mouvements en surcharge et l'autorisation d'accès pour l'avion est conditionnée par le respect de la règle des 5%.

Le trafic de l'An-124-100 se compose de deux mouvements par jour soit 730 mouvements réels annuels. Le nombre total des mouvements en surcharge devient ainsi égal à  $730 + 81 = 811$  mouvements réels, qui excèdent 5% du nombre  $Nr$  de mouvements réels du trafic de référence (163.25 mouvements).

Cette situation amène à comparer la charge admissible  $P_o$  et la charge réelle pondérée  $P'$  de l'An-124-100 :

- .  $P_o = 164.36$  tonnes (est déterminé de manière analogue au cas ii.D).
- .  $P' = 370 * 0.458 * 1 = 169.46$  tonnes.

Soit  $P_o (164.36) < P' (169.46) \leq 1.1.P_o (180.8)$ .

La règle des 5% n'étant pas respectée, un calcul du trafic total équivalent est nécessaire pour juger de l'admissibilité du trafic total. Le calcul doit tenir compte du trafic de référence et des augmentations de trafic prévues dans les cas précédents, en raisonnant sur des mouvements annuels :

Tableau II.6 : Exemple 02 de calcul du trafic équivalent

Avions	Pt	Vs (%)	P	P'	Po	P'/Po	CP	n	n'
A300-B2	120	47.0	56.40	56.40	66.82	0.84	0.16	2750	440
B747-400	310	23.3	72.23	72.23	68.42	1.06	2.00	572	1144
B747-400	320	23.3	74.56	74.56	68.42	1.09	2.82	24	67.68
An-124-100	370	45.8	169.46	169.46	164.36	1.03	1.41	730	1029.3
Trafic équivalent total T' (mouvements annuels)									<b>2680.98</b>

Le trafic équivalent total T' représente 2680.98 mouvements annuels soit 7.35 mouvements par jour qui s'avèrent inférieurs à la limite des 10 mouvements par jour pendant 10 ans. Le trafic total obtenu est donc admissible et l'An-124-100 peut être reçu à la fréquence prévue et à la charge de 370 tonnes.

En outre, l'admissibilité du trafic total permet de le qualifier de trafic de référence à retenir pour de nouvelles procédures d'autorisation.

iii. On prend l'A321 qui veut se poser sur la piste de portance publiée 27/F/A/W/T.

a. Supposons que cet A321 veut opérer à une masse de 50 tonnes. L'ACN est alors de 25 suivant le même calcul précédemment. Dès lors  $ACN < PCN$ , l'appareil peut venir sans restriction. Dans le cas contraire, c'est-à-dire si  $ACN > PCN$ , l'avion peut, néanmoins, être accepté sous certaines conditions, en se voyant appliquer des limitations en terme de masse et/ou de fréquence d'accueil.

b. Soit le même exemple précédent à une masse de 60 tonnes, on sait déjà que l'A321 présente un ACN de 31 à 60 tonnes. On constate donc que  $ACN > PCN$ . Donc l'acceptation de cet appareil mérite une attention particulière.

c. Reprenons l'A321 qui veut se poser sur la piste de portance publiée 27/F/A/W/T. On sait qu'à 60 tonnes l'A321 présente un ACN de 31. On peut par ailleurs calculer  $Po$  :

$$P_o = m + (M - m) * \left[ \frac{(PCN - ACN \text{ min.})}{(ACN \text{ max.} - ACN \text{ min.})} \right] * V_s = 46.959 + (83.4 - 46.959) * \left[ \frac{(27 - 23)}{(45 - 23)} \right] * 0.47 \quad (11)$$

$V_s$  : pourcentage de répartition de la charge sur l'atterrisseur principal.

On a donc ici  $P_o = 25.62$  tonnes.

Or  $P' = \text{Masse réelle} * V_s * CP$ , soit 28.68 tonnes ( $CP = 1$ ).

On obtient un ratio  $P'/P_o$  de 1.12 ce qui signifie que suivant la procédure en cas de dépassement du PCN, on peut accueillir cet appareil avec une fréquence de 5 mouvements pour 2 jours (voir la figure II.1).

d. Reprenons l'A321 qui veut se poser sur la piste de portance publiée 27/F/A/W/T, mais cette fois-ci, avec une masse d'exploitation de 75 tonnes. En suivant le même cheminement que précédemment on sait qu'à 75 tonnes correspond un ACN de 40 pour l'A321. On a alors  $P' = 35.25$  tonnes d'où  $P'/P_o = 1.39$  ce qui signifie suivant la procédure en cas de dépassement du PCN, on ne peut accueillir en toute rigueur cet appareil qu'avec une fréquence de 2 mouvements (voir la figure II.1).

## *Chapitre III*

# *Conception, présentation et validation de l'application*

## **Chapitre III : Conception, présentation et validation de l'application**

### **III.1 Introduction :**

L'informatique vient satisfaire le besoin inhérent de l'homme : le désir d'aller plus vite. Actuellement, elle intervient dans tous les secteurs d'activité de la vie quotidienne, de la démonstration d'un théorème mathématique, jusqu'à l'imagerie médicale.

La rapidité d'exécution de l'informatique est son principal avantage doublé d'une utilisation efficace des espaces de stockage. Ce qui fait d'elle, l'allier idéal dans toutes les applications aéronautiques. Ce puissant outil, nous servira à diminuer la charge qui incombe au facteur humain (concernant les pilotes et les contrôleurs), ce qui permet une meilleure gestion de l'espace aérien international et par conséquent augmentation de la sécurité des vols.

A travers ce dernier chapitre l'application que nous avons réalisée, sera présentée.

### **III.2 Présentation de l'étude :**

L'étude présente une réalisation d'une application de vérification des accessibilités des aérodromes par rapport aux aéronefs exploités. L'application prévoit l'automatisation de processus de vérification d'accessibilité des aérodromes et donne une idée sur l'agressivité de ces avions sur les chaussées en appliquant la réglementation et les règles de calcul selon la spécificité de chaque type d'avion.

Et ce qui concerne les données implémentées nous nous sommes basés sur les formules de calcul [8] et les données récoltées depuis : [14...17]

- La compagnie JEPPESEN.
- MANEX Air Algérie.
- MANEX TAL.
- AIP Algérie.
- Rapports de pesée relatifs à chaque type d'appareils étudiés.

Ce chapitre donne dans un premier temps, un rappel de quelques notions et outils de développement web utilisés, les éléments de base ainsi que leurs caractéristiques sont brièvement rappelés.

La deuxième partie de ce chapitre, concerne la conception et la présentation du projet.

La troisième partie est dédiée à la création et réalisation de l'application. Enfin quelques portions de code utilisé ont été présentées.

### **III.3 Outils de développement web utilisés :**

#### **III.3.1 Le HyperText Markup Language (HTML) :**

Le HyperText Markup Language, généralement abrégé HTML ou dans sa dernière version HTML5, est le langage de balisage conçu pour représenter les pages web. C'est un langage permettant d'écrire de l'hypertexte, d'où son nom. HTML permet également de structurer sémantiquement et logiquement et de mettre en forme le contenu des pages, d'inclure des ressources multimédias dont des images, des formulaires de saisie et des programmes informatiques. Il permet de créer des documents interopérables avec des équipements très variés de manière conforme aux exigences de l'accessibilité du web. Il est souvent utilisé conjointement avec le langage de programmation JavaScript et des feuilles de style en cascade (CSS). HTML est inspiré du Standard Generalized Markup Language (SGML). Il s'agit d'un format ouvert.

#### **III.3.2 Cascading Style Sheets 3 (CSS3) :**

Les feuilles de style en cascade, généralement appelées CSS de l'anglais Cascading Style Sheets, forment un langage informatique qui décrit la présentation des documents HTML et XML. Les standards définissant CSS sont publiés par le World Wide Web Consortium (W3C). Introduit au milieu des années 1990, CSS devient couramment utilisé dans la conception de sites web et bien pris en charge par les navigateurs web dans les années 2000.

Le développement du troisième niveau des feuilles de styles en cascade commence dès 1999, parallèlement à celui de CSS2 et CSS1.

CSS3 devient « modulaire », afin de faciliter ses mises à jour, mais aussi son implémentation par des agents utilisateurs aux capacités et aux besoins de plus en plus variés (navigateurs graphiques, navigateurs pour mobiles, navigateurs vocaux). Les navigateurs peuvent ainsi implémenter des sous-ensembles de CSS3.

### III.3.3 Asynchronous JavaScript and XML (Ajax) :

Ajax est une architecture informatique qui permet de construire des applications Web et des sites web dynamiques interactifs sur le poste client en se servant de différentes technologies ajoutées aux navigateurs web entre 1995 et 2005. Ajax est l'acronyme d'asynchronous JavaScript and XML : JavaScript et XML asynchrones.

Ajax combine JavaScript et DOM, qui permettent de modifier l'information présentée dans le navigateur en respectant sa structure, les API Fetch et XMLHttpRequest, qui servent au dialogue asynchrone avec le serveur Web ; ainsi qu'un format de données (XML ou JSON), afin d'améliorer maniabilité et confort d'utilisation des applications internet riches. XML, cité dans l'acronyme, était historiquement le moyen privilégié pour structurer les informations transmises entre serveur Web et navigateur, de nos jours le JSON tend à le remplacer pour cet usage.

### III.3.4 JavaScript :

JavaScript est un langage de programmation de scripts principalement employé dans les pages web interactives mais aussi pour les serveurs avec l'utilisation (par exemple) de Node.js. C'est un langage orienté objet à prototype, c'est-à-dire que les bases du langage et ses principales interfaces sont fournies par des objets qui ne sont pas des instances de classes, mais qui sont chacun équipés de constructeurs permettant de créer leurs propriétés, et notamment une propriété de prototypage qui permet de créer des objets héritiers personnalisés. En outre, les fonctions sont des objets de première classe. Le langage supporte le paradigme objet, impératif et fonctionnel. JavaScript est le langage possédant le plus large écosystème grâce à son gestionnaire de dépendances npm, avec environ 500 000 paquets en août 2017.

JavaScript a été créé en 1995 par Brendan Eich. Il a été standardisé sous le nom d'ECMAScript en juin 1997 par Ecma International dans le standard ECMA-262. Le standard ECMA-262 en est actuellement à sa 8<sup>e</sup> édition. JavaScript n'est depuis qu'une implémentation d'ECMAScript, celle mise en œuvre par la fondation Mozilla. L'implémentation d'ECMAScript par Microsoft (dans Internet Explorer jusqu'à sa version 9) se nomme JScript, tandis que celle d'Adobe Systems se nomme ActionScript.

Avec les technologies HTML et CSS, JavaScript est parfois considéré comme l'une des technologies cœur du World Wide Web. Le langage JavaScript permet des pages web interactives, et à ce titre est une partie essentielle des applications web. Une grande majorité des sites web l'utilisent, et la majorité des navigateurs web disposent d'un moteur JavaScript dédié pour l'interpréter, indépendamment des considérations de sécurité qui peuvent se poser le cas échéant.

### III.3.5 MySQL :

MySQL est un système de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR). Il est distribué sous une double licence GPL et propriétaire. Il fait partie des logiciels de gestion de base de données les plus utilisés au monde, autant par le grand public (applications web principalement) que par des professionnels, en concurrence avec Oracle, PostgreSQL et Microsoft SQL Server.

Son nom vient du prénom de la fille du cocréateur Michael Widenius, My. SQL fait référence au Structured Query Language, le langage de requête utilisé.

Depuis mai 2009, son créateur Michael Widenius a créé MariaDB (Maria est le prénom de sa deuxième fille) pour continuer son développement en tant que projet Open Source.

### III.4 L'algorithme de l'application :

L'algorithme de l'application est présenté sur la figure III.1.

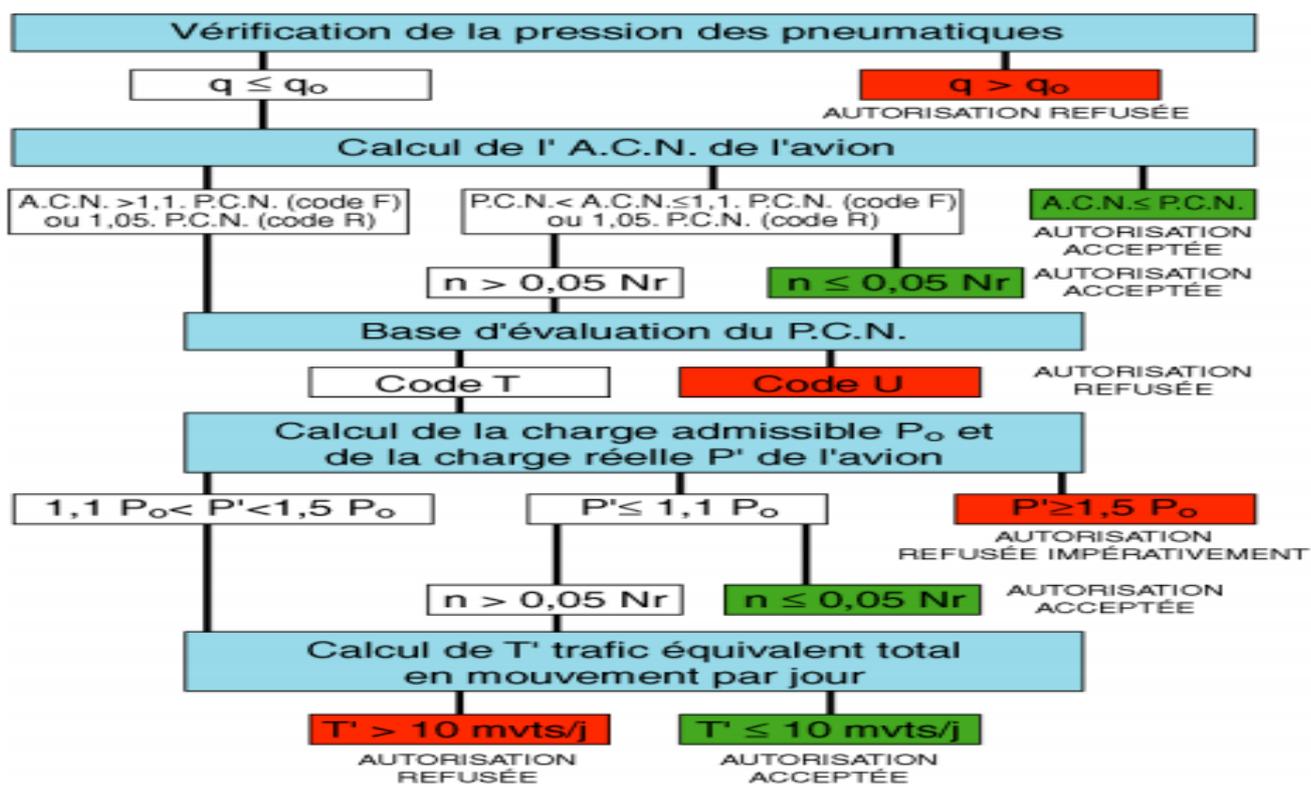


Figure III.1 : L'algorithme de l'application. [8]

### III.5 Modélisation, conception et présentation de l'application ACN PCN Calculator (APC) :

Nous avons nommé notre application APC (ACN PCN Calculator). Cette application permet de vérifier l'admissibilité des aéronefs sur différentes chaussées aéronautiques et permet aux agents des opérations aériennes de vérifier également les accessibilités des aérodromes par rapport aux aéronefs exploités. Elle est réalisée sur la base de plusieurs langages de programmation principalement HyperText Markup Language (HTML) et JavaScript.

Cette application va apporter des solutions et avantages opérationnelles et permettra au personnel responsable de la préparation des vols de gagner en efficacité et en flexibilité tout en réduisant la charge de travail et éviter les erreurs humaines.

#### III.5.1 La conception de l'application:

L'application comporte une interface d'utilisation. Le développement de cette interface facilite grandement l'utilisation de l'application. Ainsi une base de données pour tous les appareils (voir la figure III.2) a été élaborée.

	idcraft	fab	ton	mv	mm	fa1	fa2	fb1	fb2	fc1	fc2	fd1	fd2	ra1	ra2	rb1	rb2	rc1	rc2	rd1	rd2	mat	q	vs
Éditer Copier Supprimer	13	Airbus	H	92016	150900	22	41	23	45	26	54	35	70	22	41	25	49	29	58	34	66	A300-B4	1.4	47
Éditer Copier Supprimer	14	Airbus	H	89382	153900	21	42	22	46	25	56	34	72	21	43	24	51	28	59	33	68	A300-B4	1.4	47
Éditer Copier Supprimer	15	Airbus	H	91104	158400	22	43	23	48	26	59	35	75	22	45	25	54	29	63	34	71	A300-B4	1.48	47
Éditer Copier Supprimer	16	Airbus	H	91104	158400	21	43	23	48	26	58	35	75	20	42	23	51	28	60	33	69	A300-B4	1.22	47
Éditer Copier Supprimer	17	Airbus	H	91104	158400	21	42	22	47	26	58	35	75	19	40	23	49	27	59	32	68	A300-B4	1.1	47
Éditer Copier Supprimer	18	Airbus	H	91022	165900	22	46	23	51	26	63	35	80	22	48	25	57	29	67	34	75	A300-B4	1.46	47
Éditer Copier Supprimer	19	Airbus	H	91022	165900	21	45	23	51	26	63	35	80	21	46	24	55	28	65	33	74	A300-B4	1.28	47
Éditer Copier Supprimer	20	Airbus	H	91022	165900	22	46	23	51	26	63	35	80	22	48	25	57	29	67	34	75	A300-B4	1.16	47
Éditer Copier Supprimer	21	Airbus	H	91554	165900	22	46	23	52	27	64	35	81	21	46	24	56	29	66	34	75	A300-600 B4	1.28	47.5
Éditer Copier Supprimer	22	Airbus	H	91554	165900	21	46	23	52	26	63	35	81	20	45	24	54	28	65	33	74	A300-600 B4	1.16	47.5
Éditer Copier Supprimer	23	Airbus	H	91759	165900	21	45	23	51	26	63	35	80	21	46	24	55	29	65	33	74	A300-600 C4	1.28	47
Éditer Copier Supprimer	24	Airbus	H	91759	165900	21	45	23	51	26	62	35	79	20	44	23	53	28	64	32	73	A300-600 C4	1.16	47
Éditer Copier Supprimer	25	Airbus	H	90576	171400	22	48	23	55	26	67	35	84	21	50	24	59	29	70	33	79	A300-600R B4F	1.34	47.5
Éditer Copier Supprimer	26	Airbus	H	92719	171400	22	48	24	55	27	67	36	84	22	50	25	59	30	70	34	79	A300-600R B4	1.34	47.5
Éditer Copier Supprimer	27	Airbus	H	92775	172600	22	49	24	55	27	67	36	85	22	50	25	60	30	70	34	79	A300-600R B4	1.34	47.5
Éditer Copier Supprimer	28	Airbus	H	92775	172600	22	48	23	55	27	67	36	85	21	48	24	58	29	69	34	78	A300-600R B4	1.21	47.5
Éditer Copier Supprimer	29	Airbus	M	79882	125900	18	31	19	34	21	41	28	55	17	30	19	36	23	43	27	50	A310-300F	1.17	46.7
Éditer Copier Supprimer	30	Airbus	M	80871	132900	18	34	19	37	22	45	29	59	17	33	20	39	24	47	28	54	A310-200F	1.23	46.7
Éditer Copier Supprimer	31	Airbus	M	80871	132900	18	33	19	36	22	44	29	59	16	30	19	37	22	45	26	52	A310-200F	1.02	46.7
Éditer Copier Supprimer	32	Airbus	M	77117	135900	17	35	18	38	20	46	27	61	17	34	19	40	22	48	26	55	A310-300F	1.23	46.7
Éditer Copier Supprimer	33	Airbus	H	79839	139500	18	37	19	40	22	49	29	64	18	36	20	43	24	51	28	59	A310-300F	1.3	47.2
Éditer Copier Supprimer	34	Airbus	H	79839	139500	18	36	19	40	22	49	29	64	17	34	19	41	23	49	27	57	A310-300F	1.08	47.2

Figure III.2 : Base des données de l'APC.

### Méthodologie de développement suivie :

#### Diagramme de cas d'utilisation (User case) :

Dans le but de représenter l'interaction d'un utilisateur avec notre système et montrer la relation entre l'utilisateur et les différents cas d'utilisation dans lesquels l'utilisateur est impliqué, un diagramme de cas d'utilisation a été fait, il est illustré sur la figure III.3, le but est d'identifier les différents types d'utilisateurs du système et les différents cas d'utilisation.

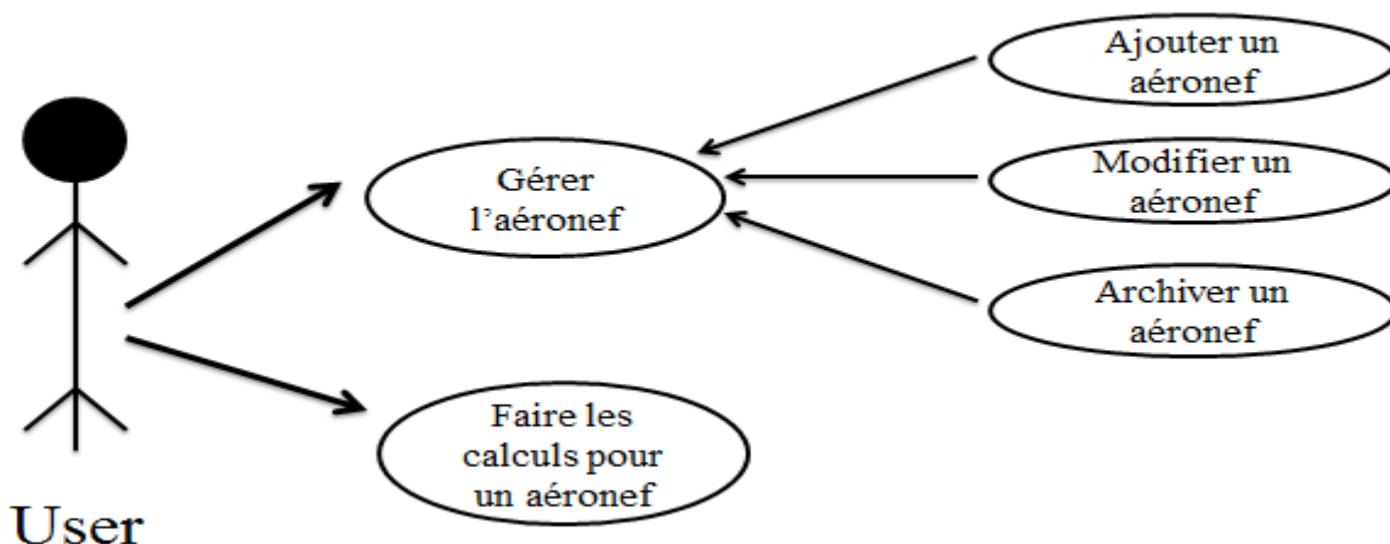


Figure III.3 : Diagramme de cas d'utilisation.

#### Diagramme d'activité (Activity diagram) :

Un diagramme d'activité permet de modéliser un processus interactif, global ou partiel pour un système donné (logiciel, système d'information). Il est recommandable pour exprimer une dimension temporelle sur une partie du modèle, à partir de diagrammes de classes ou de cas d'utilisation, par exemple.

Le diagramme d'activité est une représentation proche de l'organigramme ; la description d'un cas d'utilisation par un diagramme d'activité correspond à sa traduction algorithmique. Une activité est l'exécution d'une partie du cas d'utilisation, elle est représentée par un rectangle aux bords arrondis.

Le diagramme d'activité illustré sur la figure III.4 permet de comprendre le cheminement de l'application :

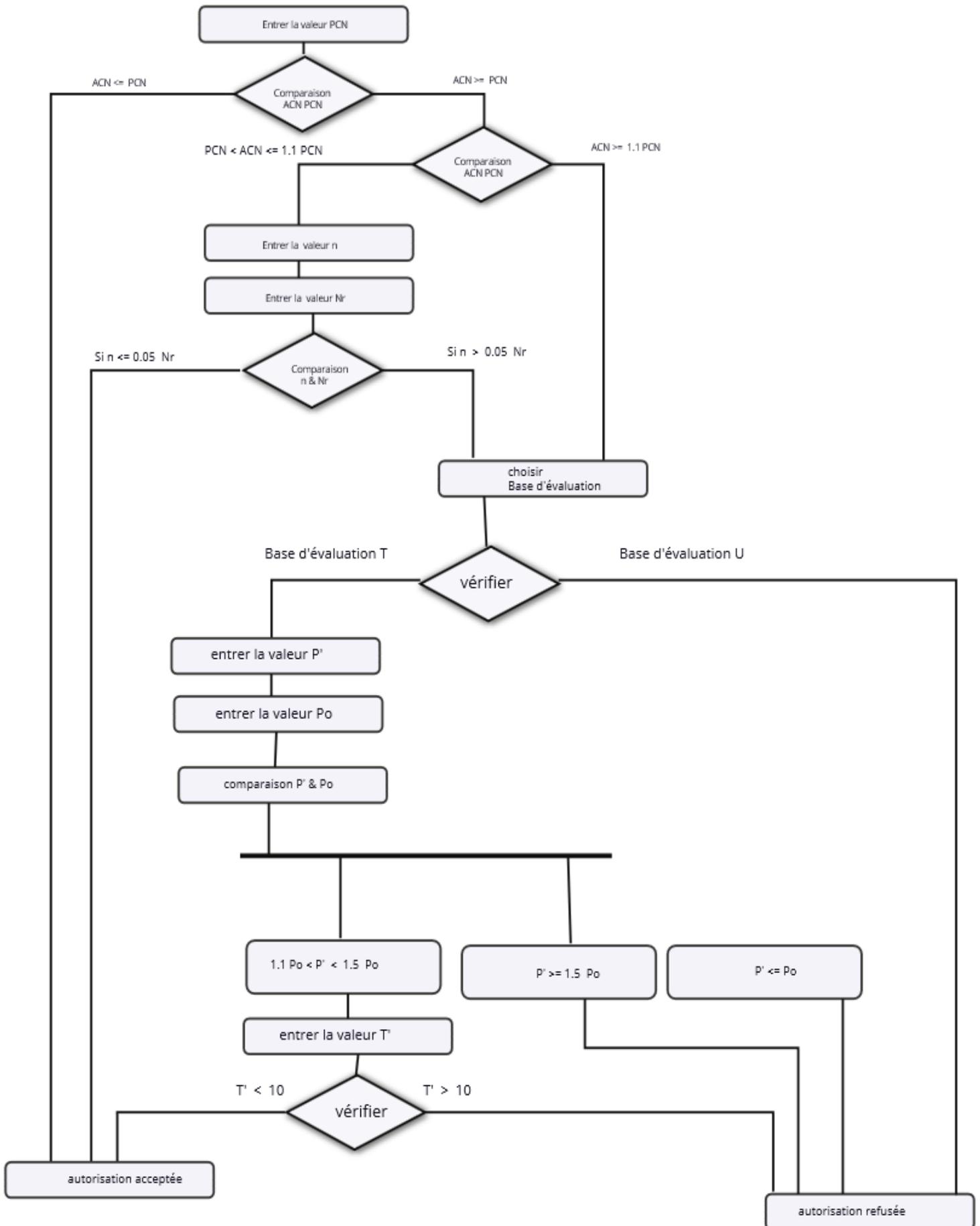


Figure III.4 : Le diagramme d'activité indiquant le cheminement de l'application.

Le diagramme d'activité illustré sur la figure III.5 permet de comprendre le cheminement suivi pour calculer l'ACN de l'aéronef en question :

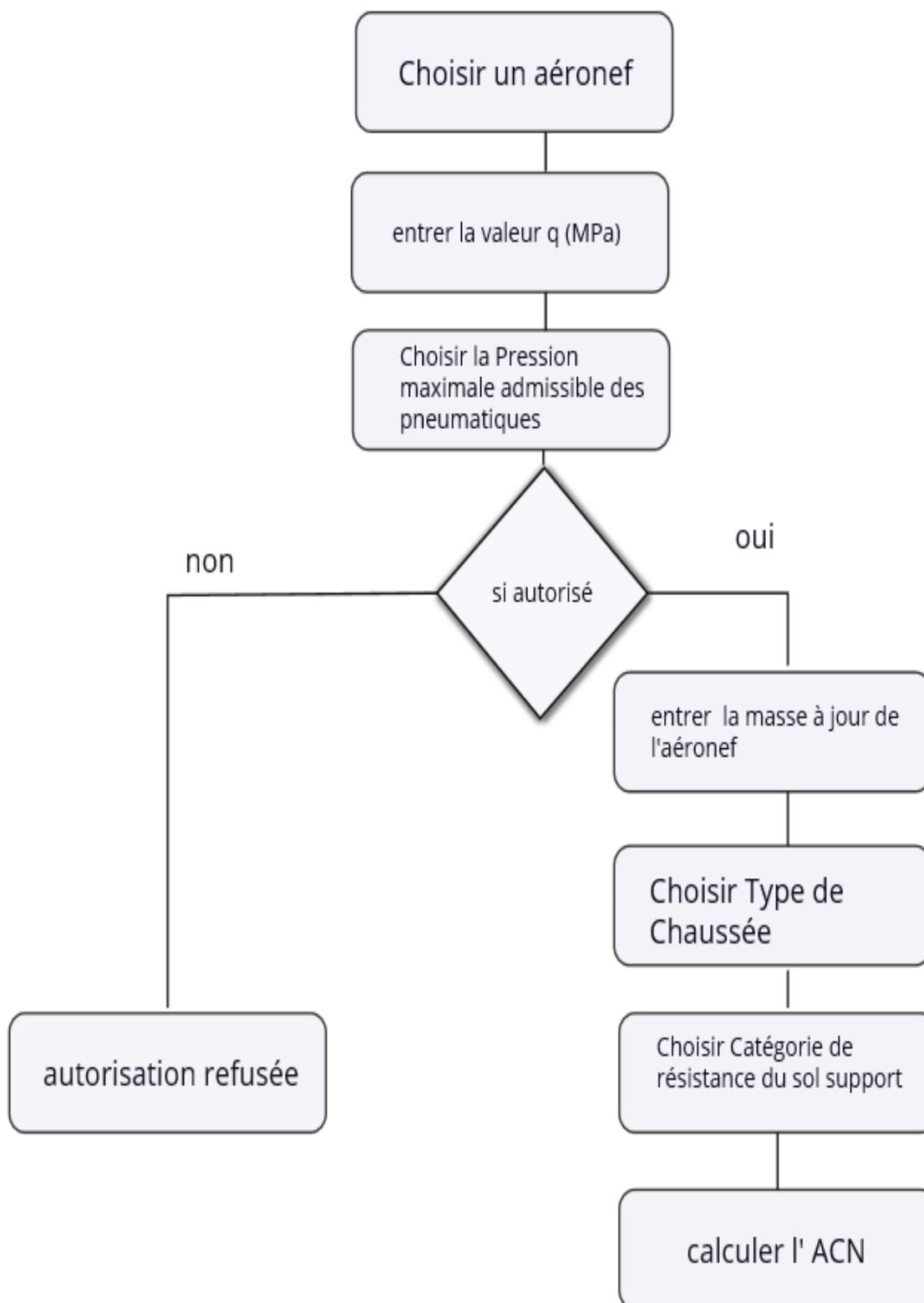


Figure III.5 : Le diagramme d'activité indiquant le cheminement permettant de calculer l'ACN.

### III.5.2 Présentation de l'application :

Après avoir tracé les grandes lignes de phase de spécification de besoins, ainsi que la modélisation des piliers de conception de l'application, qui reste une phase fondamentale dans le cycle de vie d'une application.

On doit maintenant concrétiser la réalisation de l'application car cette dernière phase a pour objectif de déduire la spécification de l'architecture du système et l'élaboration de l'interface finale (interface d'utilisation).

#### L'interface d'utilisation :

Notre application est composée d'une interface d'utilisation principale consiste à superviser l'ensemble de notre travail (figure III.6).



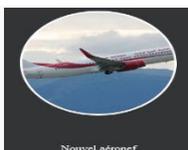
Figure III.6 : L'interface d'utilisation.

L'application contient deux boutons :



Le bouton ' Liste des aéronefs ' «  » fait apparaître la liste de tous les aéronefs enregistrés dans notre base des données permettant ainsi de commencer les opérations (figure III.7).

CONCEPTION, PRESENTATION ET VALIDATION DE L'APPLICATION



Le bouton ‘ Nouvel aéronef ’ «  » permet d’ajouter un aéronef à la base de données (figure III.8).

LISTE DES AERONEFS.						
Constructeur	Type d'aéronef	Tonnage	Masse à Vide (Kg)	Masse Max au roulage (Kg)	Vs (%)	Verifier
Antonov	An-225	H	270000	650000	46.1	<input type="button" value="Verifier"/>
Airbus	A300-B2	H	87259	137900	47	<input type="button" value="Verifier"/>
Airbus	A300-B2	H	87851	142900	47	<input type="button" value="Verifier"/>
Airbus	A300-B4	H	92016	150900	47	<input type="button" value="Verifier"/>

Figure III.7 : Liste des aéronefs.

### AJOUTER UN AIRCRAFT .

Constructeur :

Tonnage :

Type d'aéronef :

Masse A Vide .

Masse Max au roulage (vide) .

**SOUPLE.**

A min .

B min .

C min .

D min .

A Max .

B Max .

C Max .

D Max .

**RIGIDE.**

A min .

B min .

C min .

D min .

A Max .

B Max .

C Max .

D Max .

Figure III.8 : Ajout d’un aéronef.

**CONCEPTION, PRESENTATION ET VALIDATION DE L'APPLICATION**

Dans la figure III.3 on trouve label « Constructeur » sur lequel apparait la liste de tous les constructeurs des aéronefs enregistrés dans la base des données (figure III.9).

Constructeur	Type d'aéronef	Tonnage	Masse à Vide (Kg)	Masse Max au
Airbus	An-225	H	270000	650000
ATR				
Avro				
British Aerospace	A300-B2	H	87259	137900
<b>Boeing</b>				
Bombardier	A300-B2	H	87851	142900
Douglas				
McDonnell Douglas				
Dornier	A300-B4	H	92016	150900
Embraer				
Fokker	A300-B4	H	89382	153900
Lockheed				
NAMC				
Ilyushin	A300-B4	H	91104	158400
Saab				
Sukhoi	A300-B4	L	91104	158400

Figure III.9 : Liste des constructeurs.

La figure III.7 présente les données essentielles des aéronefs pour l'effectuation des opérations telles que :

- Le tonnage (H ' Gros porteur ', M ' Moyen tonnage ' et L ' Faible tonnage '),
- La masse à vide en ordre d'exploitation (m),
- La masse maximale au roulage (M),
- Pourcentage de répartition de la charge totale sur l'atterrisseur principal (Vs),
- Et le bouton « **Verifier** » qui nous permet d'accéder à l'aéronef pour lequel on veut calculer son ACN et vérifier son admissibilité sur une chaussée aéronautique.

Sur la figure III.8 est présenté le formulaire d'ajout de nouveaux aéronefs à la base des données contenant les éléments à insérer :

- Le constructeur de cet aéronef,
- Son tonnage (H, M ou L),
- Son type,

- Sa masse à vide en ordre d'exploitation,
- Sa masse maximale au roulage,
- Les valeurs d'ACN (min et max) pour les deux types de la chaussée (souple et rigide).

Un clic sur le bouton **Valider** permet cet ajout.

Une fois l'aéronef est sélectionné (figure III.7), l'interface présentée ci-dessous (figure III.10) apparaît aux utilisateurs, c'est une interface de calcul d'accessibilité pour l'aéronef choisi.

Constructeur	Antonov
Type d'aéronef	An-225
Tonnage	H
Masse A Vide	270000 Kg
Masse Max au roulage	650000 Kg
Vs	46.1 %

Figure III.10 : Interface de calcul d'accessibilité d'aéronef.

La partie gauche de cette interface contient toutes les données et les caractéristiques concernant l'avion en question (la fiche technique) telles que (figure III.11) :

- Sa photo,
- Son constructeur,
- Son tonnage,
- Son type,
- Sa masse à vide en ordre d'exploitation,
- Sa masse maximale au roulage et le pourcentage de répartition de la charge totale sur l'atterrisseur principal (Vs).



Constructeur	Antonov	
Type d'aéronef	An-225	
Tonnage	H	
Masse A Vide	270000	Kg
Masse Max au roulage	650000	Kg
Vs	46.1	%

Figure III.11 : Fiche technique de l'avion en question.

A droite on trouve le champ à remplir par les données à jour de l'aéronef à vérifier son admissibilité et de la chaussée réceptrice (figure III.12).

Masse à jour de l'aéronef (Kg)	PCN
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Type de Chaussée	n
Souple	<input type="text"/>
Catégorie de résistance du sol support	mvt
A	Nr
q (MPa)	<input type="text"/>
Pression maximale admissible des pneumatiques	mvt
W	CP
Base d'évaluation	bretelles et voies de circulation
T	Trafic equivalent total
	<input type="text"/>
	mvt/j

Figure III.12 : Les données à jour de chaussée et d'aéronef.

Et parmi les données à jour à insérer (voir le chapitre I) :

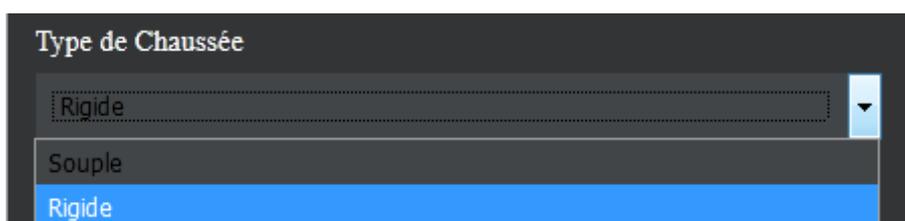
- ❖ La valeur numérique de la masse à jour de l'aéronef en (kg) (figure III.13).



Masse à jour de l'aéronef (Kg)

Figure III.13 : Le champ d'insertion de la valeur de la masse à jour de l'aéronef.

- ❖ Le type de la chaussée (Souple ou rigide) (figure III.14).



Type de Chaussée

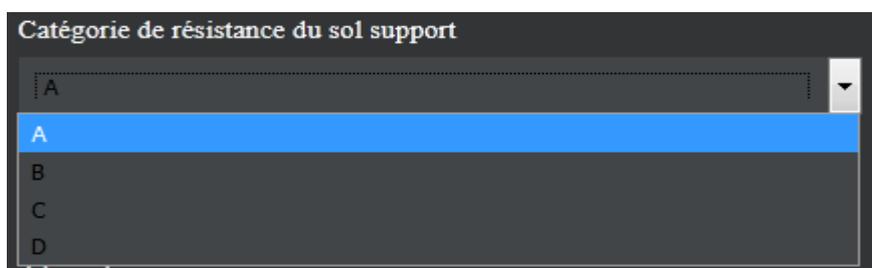
Rigide

Souple

Rigide

Figure III.14 : Le choix de type de chaussée.

- ❖ La catégorie de résistance du sol support (figure III.15).



Catégorie de résistance du sol support

A

A

B

C

D

Figure III.15 : Le choix de la catégorie de résistance du sol support.

- ❖ La valeur numérique de la pression des pneumatiques en (MPa) (figure III.16).



q (MPa)

Figure III.16 : Le champ d'insertion de la valeur de la pression des pneumatiques.

**CONCEPTION, PRESENTATION ET VALIDATION DE L'APPLICATION**

- ❖ La pression maximale admissible des pneumatiques (W, X, Y ou Z) (Figure III.17).

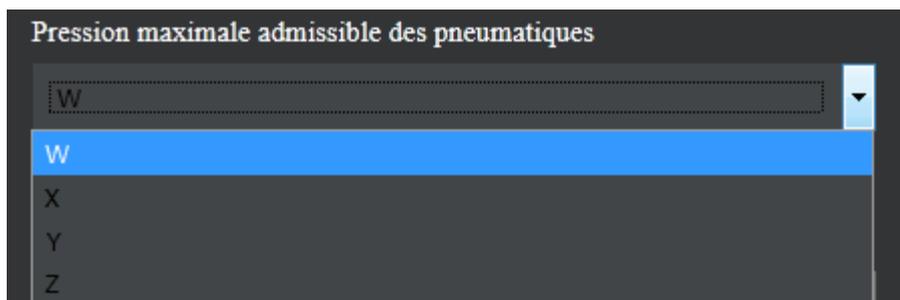


Figure III.17 : La sélection de la pression maximale admissible des pneumatiques.

- ❖ La base d'évaluation (T ou U) (Figure III.18).

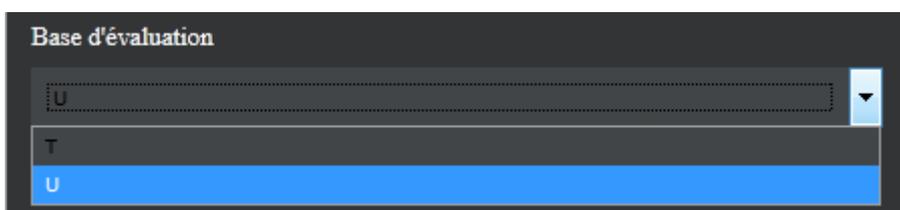


Figure III.18 : Le choix de la base d'évaluation.

- ❖ La valeur numérique du PCN (figure III.19).



Figure III.19 : Le champ d'insertion de la valeur du PCN.

- ❖ Le coefficient de pondération en fonction de la nature de l'aire utilisée par l'aéronef en question (bretelles et voies de circulation ou aires de stationnement) (figure III.20).

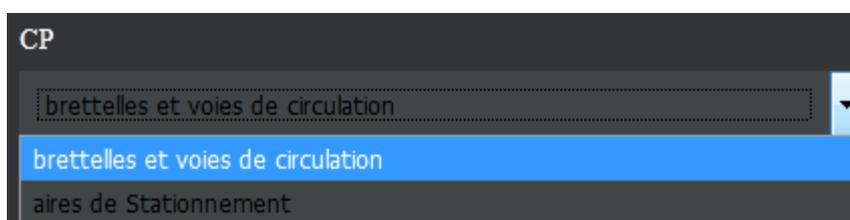


Figure III.20 : Le choix de l'aire utilisée.

**CONCEPTION, PRESENTATION ET VALIDATION DE L'APPLICATION**

- ❖ Le nombre des mouvements réels en surcharge (figure III.21).

A screenshot of a dark-themed user interface. At the top left, the letter 'n' is displayed. Below it is a long, empty white rectangular input field. At the bottom left of the input field, the text 'mvt' is visible.

Figure III.21 : Le champ d’insertion de la valeur numérique de nombre des mouvements réels en surcharge.

- ❖ Le nombre des mouvements réels des avions contenus dans le trafic de référence (figure III.22).

A screenshot of a dark-themed user interface. At the top left, the text 'Nr' is displayed. Below it is a long, empty white rectangular input field. At the bottom left of the input field, the text 'mvt' is visible.

Figure III.22 : Le champ d’insertion de la valeur numérique de nombre des mouvements réels contenus dans le trafic de référence.

- ❖ Le trafic équivalent total en (mvt/j) (figure III.23).

A screenshot of a dark-themed user interface. At the top left, the text 'Trafic equivalent total' is displayed. Below it is a long, empty white rectangular input field. At the bottom left of the input field, the text 'mvt/j' is visible.

Figure III.23 : Le champ d’insertion de la valeur numérique du trafic équivalent total.

**Calcul de l’ACN :**

L’insertion de la valeur numérique de la masse à jour de l’aéronef en question et le choix du type de la chaussée et la catégorie de résistance du sol support permettent un calcul rapide de l’ACN et l’affichage de son intervalle (ACN max. et ACN min.) afin d’avoir une idée sur l’agressivité de cet aéronef sur la chaussée utilisée (figure III.24).

ACN Max :	46	ACN Min :	16
ACN	22.32		

Figure III.24 : La valeur numérique d’ACN et son intervalle.

La Portion du code 1 (figure III.25) qui permet de calculer l'ACN de l'appareil en question et l'affichage d'ACN min. et ACN max. :

```

771
772 fonction acn(mx, mn){
773     var mv = parseFloat(document.getElementById("mv").value);
774     var mm = parseFloat(document.getElementById("mm").value);
775     var mj = document.getElementById("maj").value;
776     // $acn = $max - (((($mm-$maj)/($mm-$mv))*($max-$min));
777     var nacnn = (mx - (((mm-mj)/(mm-mv))*(mx-mn)));
778     var mxmn = document.getElementById("mxmn");
779     var lacn = document.getElementById("acn");
780     var vacn = document.getElementById("vacn");
781     vacn.innerHTML = nacnn.toFixed(2);
782     mxmn.classList.remove("hidden");
783     lacn.classList.remove("hidden");
784
785 }

```

Figure III.25 : La Portion du code 1.

### Calcul de la charge réelle pondérée P' et la charge admissible Po :

Le choix de l'aire utilisée par l'aéronef en question permet de prendre un coefficient de pondération permettant un calcul rapide de deux charges celle réelle pondérée et l'autre admissible, en (kg) qui sont nécessaires aux vérifications d'admissibilité (l'algorithme d'admissibilité) (figure III.26).

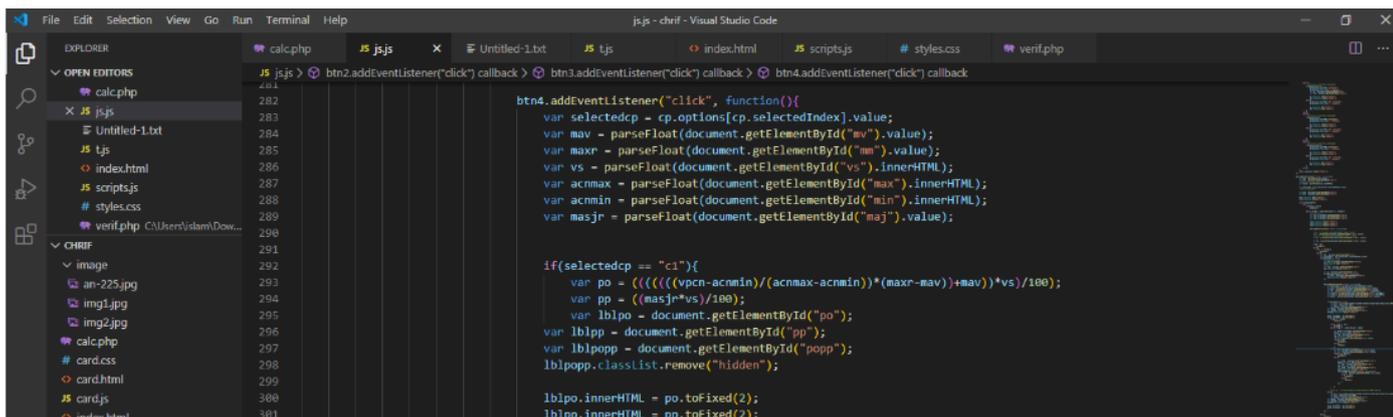
CP

bretelles et voies de circulation

Po : 147827.33      P' : 161350.00

Figure III.26 : Les valeurs numériques de Po et P'.

La Portion du code 2 (figure III.27) qui permet de calculer  $P_o$  et  $P'$  de l'appareil en question :



```

444
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
    btn4.addEventListener("click", function(){
    var selectedcp = cp.options[cp.selectedIndex].value;
    var mav = parseFloat(document.getElementById("mv").value);
    var maxr = parseFloat(document.getElementById("mm").value);
    var vs = parseFloat(document.getElementById("vs").innerHTML);
    var acnmax = parseFloat(document.getElementById("max").innerHTML);
    var acnmin = parseFloat(document.getElementById("min").innerHTML);
    var masjr = parseFloat(document.getElementById("maj").value);

    if(selectedcp == "c1"){
        var po = ((((((vpcn-acnmin)/(acnmax-acnmin))*(maxr-mav)+mav)*vs)/100);
        var pp = ((masjr*vs)/100);
        var lblpo = document.getElementById("po");
        var lblpp = document.getElementById("pp");
        var lblpopp = document.getElementById("popp");
        lblpopp.classList.remove("hidden");

        lblpo.innerHTML = po.toFixed(2);
        lblpp.innerHTML = pp.toFixed(2);
    }
  });

```

Figure III.27 : La Portion du code 2.

### III.6 Validation des résultats :

Afin de valider les résultats, on va prendre des exemples d'aéronefs autorisés à circuler sur des chaussées aéronautiques et d'autre qui ne le sont pas et vérifier l'autorisation et l'accessibilité à cette chaussée selon l'aéronef exploité.

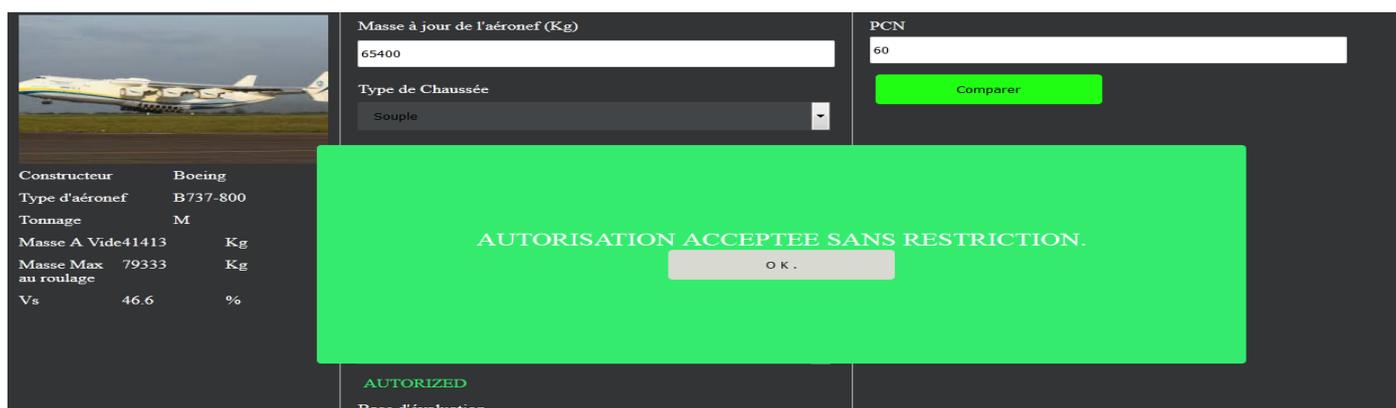
#### ➤ Exemple d'aéronef autorisé :

Aéronef exploité : B737-800 portant une charge de 65400 kg.

Aérodrome : BISKRA (DAUB).

Piste : 13/31.

PCN = 60/F/C/W/T.



Constructeur	Boeing
Type d'aéronef	B737-800
Tonnage	M
Masse A Vide	41413 Kg
Masse Max au roulage	79333 Kg
Vs	46.6 %

Masse à jour de l'aéronef (Kg): 65400

Type de Chaussée: Souple

PCN: 60

**AUTORISATION ACCEPTEE SANS RESTRICTION.**

AUTORIZED  
Base d'évaluation

Figure III.28 : B737-800 accessible à l'aérodrome de BISKRA sur la chaussée de la piste 13/31.

**Résultats :**

Le B737-800 est **autorisé** à circuler sur la chaussée de la piste 13/31 d'aérodrome de BISKRA (figure III.28).

➤ **Exemple d'aéronef non autorisé :**

Aéronef exploité : A340-600 portant une charge de 356.9 tonnes.

Aérodrome : Afrique du Sud (FAAB).

Voies de circulation.

PCN = 65/R/C/X/T.

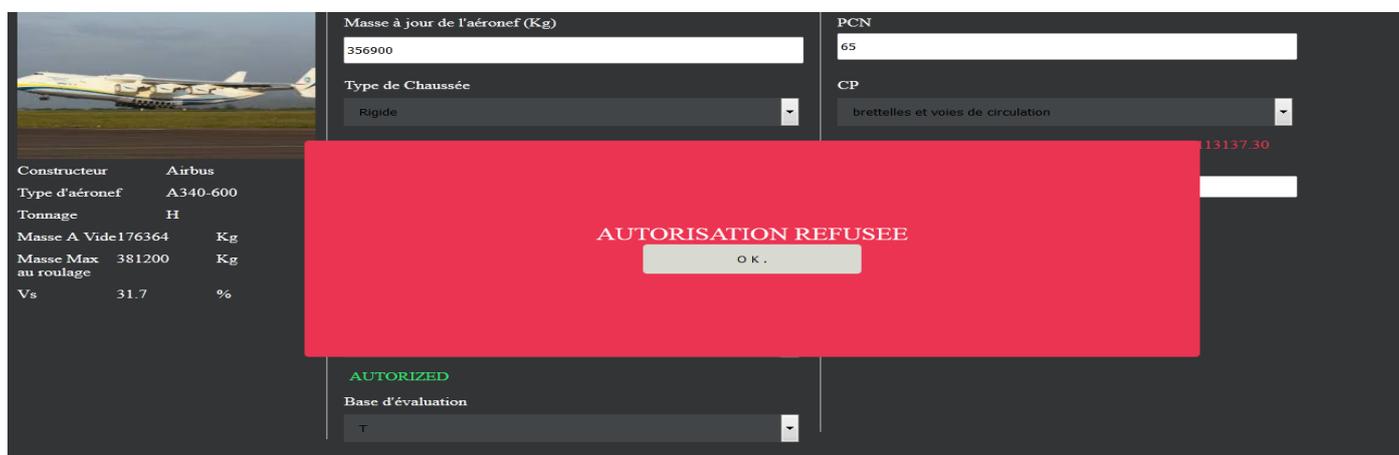


Figure III.29 : A 340-600 non accessible à l'aérodrome d'Afrique de Sud sur la chaussée de ses voies de circulation.

**Résultats :**

L'A340-600 n'est pas **autorisé** à circuler sur la chaussée des voies de circulation d'aérodrome d'Afrique de Sud (figure III.29).

# C ONCLUSION GENERALE

Le présent travail avait pour objectif principal la conception d'une application qui fait le calcul des ACN et vérifier l'admissibilité des avions. Cette application est destinée à être exploitée sur les ordinateurs de bureaux sur les terrains et les lieux de travail.

A ce stade, on a pu mettre en place une application considérée comme première et exclusive en Algérie qui remplace la méthode manuelle traditionnelle existante. Pour la réalisation de ce travail, nous avons effectué une recherche bibliographique sur ACN, PCN, la méthode ACN-PCN, les langages de programmation et les documents réglementaires de l'OACI, afin d'avoir des connaissances et données conformes aux normes internationales en matière de sécurité, fiabilité, gain du temps et gain financier.

Nous avons donc réussi à élaborer une application qui peut constituer un outil très pratique pour les agents, techniciens, ingénieurs et contrôleurs pour la vérification d'admissibilité des avions sur les chaussées aéronautiques soit pour une vérification ordinaire ou une vérification de dernière minute surtout si on parle des vols d'urgence ( MEDEVAC (Medical Evacuation),ou des vols VIP).

Le fruit de notre travail, s'il sera mis sur le terrain, permettra plus de fiabilité dans les calculs, un gain de temps considérable, moins de personnel (un simple agent peut faire l'opération en quelques clics), et surtout, il nous positionne à l'échelle internationale pour la méthode ACN-PCN et le calcul des ACN.

Cette application peut être exploitée par l'ENNA, Air Algérie, Tassili..., vu le besoin observé au sein de leurs sièges.

A l'avenir, l'application peut par exemple être utilisée sur les smartphones ou les tablettes ce qui permettra plus de mobilité. Aussi, si on veut couvrir tous les paramètres liés à la délivrance d'une autorisation d'accessibilité à un aéroport, d'autres fonctionnalités peuvent être ajoutées à l'application comme la vérification de la catégorie SSLI (Service de Sauvetage et Lutte contre l'Incendie) exigée en fonction de certains paramètres.

Notre travail peut aussi contribuer à construire une base de données qui sera utile aux futures études et statistiques. Et pourquoi pas proposer des solutions dans le cas où l'autorisation d'accueil de l'avion est refusée, par exemple une limitation de la masse de décollage de l'appareil.

Notre souhait est que le présent travail soit utile et serve de base pour de futurs travaux dans le cadre de préparation des vols et garantir aussi une bonne gestion des vols et de l'aviation dans notre glorieux pays l'ALGERIE.

## *Références bibliographiques*

[1] Guide pratique d'utilisation de la méthode ACN-PCN. Editeur STBA. Edition 1988.

[2] Cours Infrastructures et Balisages\_M.LAGHA, institut d'aéronautique et des études spatiales, université de BLIDA 01, 2001.

[3] <https://www.aviationcivile.gov.ma> (Date de consultation : 21/04/2020).

[4] Instruction de la direction de l'aviation civile et de la météorologie (DACM) n° 1398 relative aux conditions d'admissibilité d'un aéronef sur les chaussées aéronautiques.

[5] [https://www.infralab.ch>2016/approche\\_pratique\\_de\\_la\\_méthode\\_ACN/PCN-Infralab\\_SA](https://www.infralab.ch>2016/approche_pratique_de_la_méthode_ACN/PCN-Infralab_SA) (Date de consultation : 25/02/2020).

[6] <https://www.jeppesen.com> (Date de consultation : 27/12/2019).

[7] <https://www.aviationcivile.gov.ma> (Date de consultation : 21/04/2020).

[8] MEZIANI Louiza, Elaboration d'une application aide aux agents techniques des opérations aériennes " TAL DISPACH PRO ", Mémoire de Master, Institut d'aéronautique et des études spatiales, UNIVERSITE de BLIDA 01 (Opérations Aériennes), 2015.

[9] Annexe 14, Section 19, Appendice A. Edition 2018.

[10] <https://www.stac.aviation-civile.gouv.fr> (Date de consultation : 21/04/2020).

[11] Doc O.A.C.I. 9157, Manuel De Conception Des Aérodomes. Edition 2013.

[12] AIP Algérie. Edition Février 2020.

[13] Manex Air Algérie, Edition 2, Révision 17. Edition 2020.

[14] Airport Planning Manuel pour A300-B2, B747-400, An-124-100 et A321. Edition Septembre 2015.

[15] MANEX TAL partie A et C. Edition 2019.

[16] <https://www.chezgigli.net/fiches/fiche-abreviation> (Date de consultation : 01/06/2020).

[17] CHEVALIER Max, Interface adaptative Pour l'Aide A La Recherche D'information Sur Le Web,

THESE DOCTORAT, UNIVERSITE PAUL SABATIER DE TOULOUSE, 2002.

[18] [https://aviation\\_dictionary.enacademic.com/368/aircraft\\_classification\\_number](https://aviation_dictionary.enacademic.com/368/aircraft_classification_number) (Date de consultation : 08/05/2020).

## Annexe I : DEFINITIONS

### *ACN "Aircraft Classification Number "*

Nombre exprimant l'effet relatif d'un avion sur une chaussée pour une catégorie spécifiée de sol support.

### *PCN "Pavement Classification Number "*

Nombre exprimant la force portante de la chaussée pour une exploitation sans restriction.

### *Portance*

Portance (ou force portante ou résistante) d'une chaussée représente son aptitude à supporter les charges dues aux avions en garantissant l'intégrité de sa structure pendant sa durée de vie.

### *Durée de vie*

La durée de vie d'une chaussée est la période à la fin de laquelle la portance de la chaussée devient insuffisante pour que la chaussée puisse continuer à supporter sans risque le trafic. La durée de vie d'une chaussée neuve est de dix ans par convention (dans le cas des chaussées rigides d'aérodromes à fort trafic, une durée de vie de 10 à 20 ans peut être choisie pour fonder le dimensionnement).

### *Charges*

- Charge réelle P : Charge effectivement appliquée par un mouvement d'avion à n mouvements par jour pendant 10 ans.
- Charge réelle pondérée P' : Charge réelle P pondérée selon la fonction de la chaussée étudiée (en règle générale, les coefficients de pondération des charges réelles sont pris égaux à 1.2 pour les aires de stationnement et à 1 pour les aires de manœuvre).
- Charge normale de calcul P'' : Charge à 10 mouvements par jour pendant 10 ans utilisée dans les formules et abaques pour le calcul de dimensionnement des chaussées, associée à la charge P'.

- Charge admissible  $P_o$  : Charge admissible associée à un atterrisseur donné pour une chaussée donnée selon les règles de dimensionnement pour le trafic normal (trafic constitué par dix mouvements par jour de l'avion produisant la charge normale de calcul pour une durée de vie normale).
- Charge admissible déduite des publications  $P_a$  : Charge maximale admissible à laquelle un atterrisseur peut être reçu sur une chaussée à 10 mouvements par jour pendant 10 ans.

Les charges définies ci-dessus désignent une charge sur un atterrisseur. Toutefois, certaines données sont fournies sous la forme de charge totale par avion. Afin d'éviter toute confusion, il est recommandé d'employer les notations suivantes :

Tableau (i.1) : Les charges totales et les charges sur atterrisseur.

Type de charge	Sur atterrisseur	Totale
Charge réelle	$P$	$P_t$
Charge réelle pondérée	$P'$	$P't$
Charge normale de calcul	$P''$	$P''t$
Charge admissible	$P_o$	$P_{to}$
Charge admissible déduite des publications	$P_a$	$P_{ta}$

### Masses

Les masses des avions nécessaires à l'application de la méthode ACN-PCN résident dans :

- . La masse maximale au roulage  $M$  ;
- . La masse à vide en ordre d'exploitation  $m$ .

La masse effective d'un avion est toujours comprise entre  $m$  et  $M$ .

### Mouvements

- Mouvement réel : Un mouvement réel d'avion représente un passage d'avion sur une chaussée par l'intermédiaire d'un atterrisseur réel lors d'une manœuvre. De manière générale, un mouvement réel se réduit à un atterrissage ou un décollage. Ainsi, un aller et retour sur une aire de manœuvre est assimilé à deux mouvements.

- Mouvements équivalent : Pour un avion (i) reçu sur une chaussée donnée, ni mouvements réels de la charge réelle pondérée  $P_i$  appliquée par l'atterrisseur peuvent être convertis en  $n_i$  mouvements de la charge admissible  $P_{oi}$  de l'atterrisseur.  $n_i$  est appelé nombre de mouvements équivalents de l'avion.

### *Trafics*

- Le trafic pris en compte dans le dimensionnement représente le trafic (avions, masses, mouvements réels) ayant servi de base au dimensionnement de la chaussée.
- Le trafic de référence représente le trafic (avions significatifs, masses et nombre de mouvements réels) – admissible vis-à-vis de la chaussée – que supporte ou que devra supporter réellement la chaussée à la date où est établi le PCN.
- Le trafic équivalent total  $T'$  est la somme des mouvements équivalents des avions qui fréquentent la chaussée. Il représente le cumul des effets relatifs de chaque avion sur la chaussée.

### *Avion significatif*

Un avion est dit significatif si sa part de trafic équivalent  $n'/T'$  (rapport du nombre de mouvements équivalents des avions composant le trafic) est supérieure à quelques pour cent.

Les différents trafics définis ci-avant ne prennent en compte que les avions significatifs, c'est-à-dire ceux dont l'effet relatif sur la chaussée est non négligeable.

### *Pression de gonflage des pneumatiques*

- $q$  : Pression standard de gonflage des pneumatiques des atterrisseurs de l'avion considéré.
- $q'$  : Pression réelle de gonflage des pneumatiques de l'avion.
- $q_0$  : Pression limite de gonflage des pneumatiques publiée pour la chaussée.

### *RSE*

Roue Simple Equivalente à un atterrisseur : charge sur une roue simple qui produit à une profondeur donnée de la chaussée les mêmes contraintes que l'atterrisseur considéré.

*RSI*

Charge sur une Roue Simple Isolée gonflée à 0.6 MPa, caractéristique de la portance de la chaussée considérée.

*Essai CBR "Californian-Bearing-Ratio "*

L'essai CBR est un essai de portance (aptitude des matériaux à supporter les charges) des remblais et des couches de formes compactées des ouvrages routiers.

Il s'agit de déterminer l'indice portant immédiat, indice CBR après immersion d'un sol ou d'un matériau granulaire utilisé dans la construction des ouvrages en terre ou des assises de chaussées. C'est un essai de poinçonnement à l'aide d'une presse standard (presse CBR) à vitesse constante (1.27 tr/min) et le diamètre du piston 19.6 cm.

*CBR du sol*

Épaisseur équivalente totale pour les chaussées souples.

*K " Module de réaction "*

Épaisseur équivalente totale pour les chaussées rigides.

**Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’**  
**Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘**  
**CARACTERISTIQUES ’**

Aircraft Type	Ailop Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass) (Operating Mass Empty)		Load on one main gear leg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K = 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K = 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K = 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K = 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR = 15%	Medium CBR = 10%	Low CBR = 6%	Vary low CBR = 3%
	lbs	kg		psi	kg/cm <sup>2</sup>	m Pa	A	B	C	D	A	B	C	D
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Airbus A300-B2	304014	137900	47.0	174	12.2	1.20	34	41	49	57	35	39	47	52
	162371	87289					19	22	26	31	20	21	24	32
Airbus A300-B2	315037	142900	47.0	185	13.1	1.28	37	44	53	60	37	41	50	55
	169576	87881					20	23	27	31	20	22	25	33
Airbus A300-B4	352574	159900	47.0	203	14.3	1.40	41	49	58	66	41	45	54	70
	202858	92015					22	25	29	34	22	23	26	35
Airbus A300-B4	359288	163900	47.0	203	14.3	1.40	43	51	59	68	42	46	56	72
	197082	89382					21	24	28	33	21	22	25	34
Airbus A300-B4	349209	158400	47.0	215	15.1	1.48	45	54	63	71	43	48	59	75
	200848	91104					22	25	29	34	22	23	26	35
Airbus A300-B4	349209	158400	47.0	177	12.4	1.22	42	51	60	69	43	48	58	75
	200848	91104					20	23	28	33	21	23	26	35
Airbus A300-B4	349209	158400	47.0	160	11.2	1.10	40	49	59	68	42	47	58	75
	200848	91104					19	23	27	32	21	22	25	33
Airbus A300-B4	355743	163900	47.0	212	14.9	1.45	48	57	67	75	45	51	63	80
	200557	91022					22	25	29	34	22	23	26	35
Airbus A300-B4	355743	163900	47.0	185	13.1	1.28	45	55	65	74	45	51	63	80
	200557	91022					21	24	28	33	21	23	26	35
Airbus A300-B4	355743	163900	47.0	168	11.8	1.15	44	53	64	73	45	51	62	79
	200557	91022					20	23	27	32	21	22	25	33
Airbus A300-600 B4	355743	163900	47.5	185	13.1	1.28	45	55	66	75	45	52	64	81
	201840	91554					21	24	29	34	22	23	27	35
Airbus A300-600 B4	355743	163900	47.5	168	11.8	1.15	45	54	65	74	45	52	63	81
	201840	91554					20	24	28	33	21	23	26	35
Airbus A300-600 C4	355743	163900	47.0	185	13.1	1.28	45	55	65	74	45	51	63	80
	202292	91759					21	24	29	33	21	23	26	35
Airbus A300-600 C4	355743	163900	47.0	168	11.8	1.15	44	53	64	73	45	51	62	79
	202292	91759					20	23	28	32	21	23	26	35
Airbus A300-600R B4F	377858	171400	47.5	194	13.7	1.34	50	59	70	79	48	55	67	84
	199584	90975					21	24	29	33	22	23	26	35
Airbus A300-600R B4	377858	171400	47.5	194	13.7	1.34	50	59	70	79	48	55	67	84
	204408	92719					22	25	30	34	22	24	27	36
Airbus A300-600R B4	380814	172600	47.5	194	13.7	1.34	50	60	70	79	49	55	67	85
	204532	92775					22	25	30	34	22	24	27	36

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	Ailup Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass) (Operating Mass Empty)		Load on one main gear leg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K = 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K = 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K = 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K = 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR = 15%	Medium CBR = 10%	Low CBR = 5%	Vary low CBR = 3%
	lbs	kgs	psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Airbus A300-600R B4	380514	172500	47.5	175	12.3	1.21	48	58	69	78	48	58	67	83
	204932	92775					31	24	29	34	22	23	27	34
Airbus A310-300F	277559	125900	46.7	170	11.9	1.17	30	36	43	50	31	34	41	55
	175108	79882					17	19	23	27	18	19	21	28
Airbus A310-300F	292991	132900	46.7	178	12.5	1.23	33	39	47	54	34	37	45	59
	178288	80871					17	20	24	28	18	19	22	29
Airbus A310-200F	292991	132900	46.7	148	10.4	1.02	30	37	45	52	33	36	44	59
	178288	80871					15	19	22	26	18	19	22	29
Airbus A310-300F	299505	135900	46.7	178	12.5	1.23	34	40	48	55	35	38	46	61
	170012	77117					17	19	22	26	17	18	20	27
Airbus A310-300F	307542	139500	47.2	189	13.3	1.30	36	43	51	59	37	40	49	64
	175013	79839					18	20	24	28	18	19	22	29
Airbus A310-300F	307542	139500	47.2	157	11.0	1.08	34	41	49	57	36	40	49	64
	175013	79839					17	19	23	27	18	19	22	29
Airbus A310-200	315037	142900	46.7	193	13.6	1.33	37	45	53	60	37	41	50	65
	178837	81120					18	21	24	28	18	20	22	29
Airbus A310-200	315037	142900	46.7	150	11.2	1.10	35	42	50	58	37	41	50	65
	178837	81120					17	19	23	27	18	19	22	29
Airbus A310-300	339288	153900	47.2	212	14.9	1.46	44	52	60	69	42	47	57	73
	181849	82485					19	22	26	30	19	20	23	30
Airbus A310-300	339288	153900	47.2	174	12.2	1.20	40	49	58	66	41	46	56	73
	181849	82485					18	21	24	29	19	20	23	30
Airbus A310-300	348105	157900	47.2	215	15.1	1.48	45	54	63	71	44	48	59	75
	184955	83900					20	23	26	30	20	21	23	31
Airbus A310-300	348105	157900	47.2	180	12.6	1.24	42	51	61	69	43	48	59	75
	184955	83900					19	21	25	29	19	20	23	31
Airbus A310-300	384720	160900	47.2	193	12.8	1.26	44	53	62	71	44	49	60	77
	183855	83401					19	21	25	29	19	20	23	31
Airbus A310-300	383539	164900	47.2	187	13.2	1.29	46	55	65	74	45	51	62	80
	187314	84953					19	22	26	30	20	21	24	32
Airbus A318-100	124339	56400	45.1	148	10.4	1.02	27	29	32	33	26	27	30	35
	85578	38818					18	19	20	22	17	17	19	22
Airbus A318-100	130953	59400	44.9	155	11.5	1.14	30	32	34	36	28	29	32	37
	85578	38818					18	20	21	22	17	17	19	22
Airbus A318-100	135352	61400	44.7	155	11.5	1.14	31	33	35	37	29	30	33	38
	85578	38818					18	19	21	22	17	17	19	22
Airbus A318-100	135455	61900	44.5	155	11.5	1.14	31	33	36	37	29	30	33	38
	85578	38818					18	19	21	22	17	17	19	22

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	All-up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass) (Operating Mass Empty)		Load on one main gear leg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K = 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K = 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K = 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K = 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR = 1.5%	Medium CBR = 10%	Low CBR = 5%	Very low CBR = 3%
lbs	kgs	psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Airbus A319-100	139772 88578	63400 38818	44.5	165	11.6	1.14	32	34	36	38	30	31	34	39
Airbus A319-100	150798 88578	68400 38818	44.5	180	12.6	1.24	36	38	41	43	33	34	37	43
Airbus A319-100 (CG 36%)	137867 90389	63400 41000	45.7	173	12.1	1.19	33	35	37	39	30	31	34	40
Airbus A319-100 (CG 39%)	137867 90389	63400 41000	46.3	173	12.1	1.19	33	36	38	40	31	32	35	41
Airbus A319-100 (CG 36%)	141976 90389	64400 41000	45.7	173	12.1	1.19	34	37	39	41	32	32	36	41
Airbus A319-100 (CG 39%)	141976 90389	64400 41000	46.3	173	12.1	1.19	35	37	39	41	32	33	36	42
Airbus A319-100 (CG 36%)	146385 90389	66400 41000	45.7	181	12.7	1.25	36	38	41	42	33	34	37	43
Airbus A319-100 (CG 38.8%)	146385 90389	66400 41000	46.2	181	12.7	1.25	37	39	41	43	33	34	38	44
Airbus A319-100 (CG 36%)	150798 90389	68400 41000	45.7	181	12.7	1.25	37	40	42	44	34	35	39	44
Airbus A319-100 (CG 38.1%)	150798 90389	68400 41000	46.1	181	12.7	1.25	38	40	42	44	34	35	39	45
Airbus A319-100 (CG 36%)	159204 90389	70400 41000	45.7	187	13.1	1.29	39	41	44	46	35	36	40	46
Airbus A319-100 (CG 37.5%)	159204 90389	70400 41000	46.0	187	13.1	1.29	39	42	44	46	35	36	41	46
Airbus A319-100 (CG 36%)	162920 90389	73900 41000	45.7	194	13.7	1.34	42	44	47	49	37	39	43	49
Airbus A319-100 (CG 36.52%)	162920 90389	73900 41000	45.8	194	13.7	1.34	42	44	47	49	37	39	43	49
Airbus A319-100	167329 90389	75900 41000	45.7	200	14.1	1.38	44	46	49	51	39	40	45	50
Airbus A319-CJ	159204 90389	70400 41000	45.8	200	14.1	1.38	40	42	44	46	36	37	40	46
Airbus A319-CJ	167329 90389	75900 41000	45.8	200	14.1	1.38	44	46	49	51	39	40	45	50
Airbus A319-CJ	169534 90389	76900 41000	45.8	200	14.1	1.38	44	47	49	51	39	41	45	51
Airbus A319 Neo (CG 34%)	141976 90389	64400 41000	45.5	173	12.1	1.19	34	36	38	40	31	32	35	41

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	All-up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass) (Operating Mass Empty)		Load on one main gear leg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K = 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K = 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K = 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K = 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR = 15%	Medium CBR = 10%	Low CBR = 8%	Very low CBR = 3%
psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Airbus A319 Neo	141975	64400	46.3	173	12.1	1.19	35	37	39	41	32	33	36	42
	90389	41000					20	22	23	25	19	19	21	24
Airbus A319 Neo	155204	70400	46.0	187	13.2	1.29	39	42	44	46	35	36	41	46
	90389	41000					21	22	24	25	19	19	21	24
Airbus A319 Neo (CG 34%)	167329	79900	46.3	200	14.1	1.38	43	45	48	50	38	40	44	50
	90389	41000					21	22	24	25	19	19	21	24
Airbus A319 Neo	167329	79900	46.7	200	14.1	1.38	44	46	49	51	39	40	45	50
	90389	41000					21	22	24	25	19	19	21	24
Airbus A320-100	146385	66400	47.1	178	12.5	1.23	37	40	42	44	34	35	39	45
	90927	41244					21	23	24	25	20	20	22	25
Airbus A320-100	150795	68400	47.1	186	13.1	1.28	39	41	44	46	35	36	40	46
	90927	41244					22	23	24	26	20	20	22	25
Airbus A320-200	146385	66400	47.5	178	12.5	1.23	37	40	42	44	34	35	39	45
	92593	42000					22	23	25	26	20	21	22	26
Airbus A320-200	148390	67400	47.5	186	13.1	1.28	39	41	43	45	35	36	40	46
	92593	42000					22	24	25	26	21	21	22	26
Airbus A320-200	150795	68400	47.5	186	13.1	1.28	39	42	44	46	35	36	41	47
	92593	42000					22	24	25	26	21	21	22	26
Airbus A320-200	155204	70400	47.4	186	13.1	1.28	41	43	46	48	37	38	42	48
	92593	42000					22	24	25	26	20	21	22	26
Airbus A320-200	158511	71900	47.3	200	14.1	1.38	42	45	47	49	38	39	43	49
	92593	42000					23	24	27	28	20	21	22	26
Airbus A320-200	162920	73900	47.0	200	14.1	1.38	44	46	48	50	39	40	44	50
	92593	42000					22	24	25	26	20	20	22	26
Airbus A320-200	167329	79900	46.6	200	14.1	1.38	45	47	50	52	40	41	46	52
	92593	42000					22	24	25	26	20	20	22	25
Airbus A320-200	170636	77400	46.6	209	14.7	1.44	46	49	51	53	41	42	47	53
	92593	42000					23	24	25	26	20	21	22	25
Airbus A320-200	172841	78400	46.4	209	14.7	1.44	47	49	52	54	41	43	47	53
	92593	42000					22	24	25	26	20	20	22	25
Airbus A320-200 Boeing	162920	73900	46.9	177	12.4	1.22	18	21	25	28	18	19	22	31
	92593	42000					9	10	12	13	9	9	10	13
Airbus A320 Neo	155204	70400	47.2	186	13.1	1.28	41	43	46	48	36	37	42	48
	92593	42000					22	24	25	26	20	21	22	26
Airbus A320 Neo	162920	73900	47.0	200	14.1	1.38	44	46	48	50	39	40	44	50
	92593	42000					22	24	25	26	20	20	22	26
Airbus A320 Neo	170636	77400	46.6	209	14.7	1.44	46	49	51	53	41	42	47	53
	92593	42000					23	24	25	26	20	21	22	25

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	Ail-up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass) (Operating Mass Empty)		Load on one main gear kg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K = 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K = 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K = 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K = 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR = = 15%	Medium CBR = = 10%	Low CBR = = 5%	Very low CBR = = 3%
psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Airbus A320 Neo	175045	79400	46.3	210	34.8	1.43	48	50	53	55	41	44	48	54
	92593	42000					22	24	25	26	20	20	22	23
Airbus A321-100	172841	78400	47.8	186	33.1	1.28	47	50	52	54	42	44	49	55
	103526	46959					23	27	29	30	23	24	26	30
Airbus A321-100	183854	83400	47.8	197	33.9	1.36	51	54	57	59	45	48	53	59
	103526	46959					26	28	29	31	23	24	26	30
Airbus A321-100	188273	85400	47.8	202	34.2	1.39	53	56	59	61	47	49	55	61
	103526	46959					26	28	29	31	23	24	26	30
Airbus A321-100	197091	89400	47.4	212	34.9	1.46	56	59	62	64	49	52	58	63
	103526	46959					26	28	29	31	23	24	26	30
Airbus A321-200	172841	78400	47.8	186	33.1	1.28	47	50	52	54	42	44	49	55
	103526	46959					23	27	29	30	23	24	26	30
Airbus A321-200	177250	80400	47.8	197	33.9	1.36	49	52	54	57	43	45	51	56
	103526	46959					26	28	29	31	23	24	26	30
Airbus A321-200	183854	83400	47.7	197	33.9	1.36	51	54	57	59	45	47	53	59
	103526	46959					26	27	29	30	23	24	26	30
Airbus A321-200	188273	85400	47.8	202	34.2	1.39	53	56	58	61	46	49	54	60
	103526	46959					26	28	29	30	23	24	26	30
Airbus A321-200	197091	89400	47.5	212	34.9	1.46	56	59	62	64	49	52	58	63
	103526	46959					26	28	29	31	23	24	26	30
Airbus A321-200	205910	93400	47.6	218	35.3	1.50	60	63	66	68	52	55	61	67
	103526	46959					27	28	30	31	24	24	26	30
Airbus A321-200	207012	93900	47.5	218	35.3	1.50	61	64	66	69	53	56	61	67
	103526	46959					27	28	30	31	24	24	26	30
Airbus A321 Neo	197093	89400	47.8	212	34.9	1.46	57	60	62	65	50	52	58	64
	103617	47000					27	28	30	31	24	24	26	30
Airbus A321 Neo	207014	93900	47.6	218	35.3	1.50	61	64	66	69	53	56	61	67
	103617	47000					27	28	30	31	24	24	26	30
Airbus A321 Neo	177252	80400	47.7	197	33.9	1.36	49	52	54	56	43	45	50	56
	103617	47000					26	27	29	30	23	24	26	30
Airbus A330-200	425272	192900	47.3	206	34.5	1.42	43	49	57	67	46	49	56	73
	264555	120000					28	27	31	35	26	27	30	37
Airbus A330-200	447318	202900	47.3	206	34.5	1.42	45	52	61	71	49	52	60	80
	264555	120000					28	27	31	35	26	27	30	37
Airbus A330-200	464955	210900	47.4	206	34.5	1.42	47	54	64	75	51	55	63	83
	264555	120000					28	27	31	35	26	27	30	37
Airbus A330-200	480387	217900	47.4	206	34.5	1.42	48	57	67	78	53	57	66	89
	264555	120000					28	27	31	35	26	27	30	37

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	All-up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass) (Operating Mass Empty)		Load on one main gear leg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K = 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K = 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K = 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K = 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR = 15%	Medium CBR = 10%	Low CBR = 5%	Very low CBR = 3%
psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D				
1	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
AirbusA330-200	487001 264555	220900 120000	47.4	206	14.5	1.42	46	58	68	80	54	58	67	91
AirbusA330-200	509047 264555	230900 120000	47.3	206	14.5	1.42	53	61	72	85	57	62	71	97
AirbusA330-200	515661 264555	233900 120000	47.3	206	14.5	1.42	54	62	74	86	58	63	73	98
AirbusA330-200	522275 264555	236900 120000	46.7	206	14.5	1.42	54	62	74	86	58	63	73	98
AirbusA330-200	526684 264555	238900 120000	46.3	206	14.5	1.42	54	62	74	86	58	63	73	98
AirbusA330-200	526684 264555	238900 120000	46.8	213	15.0	1.47	55	64	75	88	59	64	74	100
AirbusA330-200	531094 264555	240900 120000	46.5	213	15.0	1.47	55	64	76	88	59	64	74	100
AirbusA330-200	535503 264555	242900 120000	46.3	213	15.0	1.47	56	64	76	89	59	64	74	101
Airbus A330-200F	502434 264555	227900 120000	47.3	206	14.5	1.42	52	60	71	83	56	61	70	93
Airbus A330-200F	515661 264555	233900 120000	47.3	206	14.5	1.42	54	62	74	86	58	63	73	98
AirbusA330-300	407633 275578	184900 125000	47.9	190	13.4	1.31	40	45	53	62	44	47	53	71
AirbusA330-300	469359 275578	212900 125000	47.4	190	13.4	1.31	46	53	63	73	51	55	64	86
AirbusA330-300	483932 275578	209900 125000	47.6	193	13.6	1.33	45	52	62	72	50	54	62	83
AirbusA330-300	462780 275578	209900 125000	47.8	193	13.6	1.33	46	53	63	74	51	55	63	86
AirbusA330-300	469364 275578	212900 125000	47.6	193	13.6	1.33	47	54	65	76	52	56	64	87
AirbusA330-300	475973 275578	215900 125000	47.2	193	13.6	1.33	47	54	65	76	52	56	65	87
AirbusA330-300	475973 275578	215900 125000	47.8	193	13.6	1.33	47	55	66	77	53	57	66	89
AirbusA330-300 (CG 33.5%)	480362 275578	217900 125000	47.0	193	13.6	1.33	47	55	65	76	52	56	65	88
AirbusA330-300 (CG 39.13%)	480362 275578	217900 125000	47.8	193	13.6	1.33	48	56	67	78	53	58	67	90

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	All-up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass) (Operating Mass Empty)		Load on one main gear leg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K = 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K = 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K = 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K = 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR = 15%	Medium CBR = 10%	Low CBR = 5%	Very low CBR = 3%
psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
AirbusA330-300	482592 275578	218900 125000	47.8	193	13.6	1.33	48	36	67	79	54	58	67	91
AirbusA330-300	438500 275578	198900 125000	47.9	206	14.5	1.42	43	31	60	70	48	52	59	79
AirbusA330-300	453932 275578	205900 125000	47.9	206	14.5	1.42	46	33	63	73	50	54	62	83
AirbusA330-300	480384 275578	217900 125000	47.8	206	14.5	1.42	49	37	68	79	54	58	67	90
AirbusA330-300	509047 275578	230900 125000	47.8	206	14.5	1.42	53	42	73	86	58	62	72	98
AirbusA330-300	407635 275578	184900 125000	47.8	210	14.8	1.45	42	47	55	64	44	47	53	71
AirbusA330-300	420853 275578	190900 125000	47.9	210	14.8	1.45	43	48	57	67	46	49	56	74
AirbusA330-300	438500 275578	198900 125000	47.9	210	14.8	1.45	45	31	60	70	48	52	59	79
AirbusA330-300	440704 275578	199900 125000	47.9	210	14.8	1.45	45	32	61	71	49	52	59	80
AirbusA330-300	453932 275578	205900 125000	47.9	210	14.8	1.45	47	34	63	74	50	54	62	83
AirbusA330-300	469384 275578	212900 125000	47.8	210	14.8	1.45	48	36	66	77	52	56	65	87
AirbusA330-300	475978 275578	215900 125000	47.8	210	14.8	1.45	49	37	67	79	53	57	66	89
AirbusA330-300	480387 275578	217900 125000	47.8	210	14.8	1.45	49	38	68	80	54	58	67	90
AirbusA330-300	509047 275578	230900 125000	47.8	210	14.8	1.45	54	42	74	88	58	62	72	98
AirbusA330-300	515661 275578	233900 125000	47.7	210	14.8	1.45	53	43	73	87	59	63	74	100
AirbusA330-300	520071 275578	235900 125000	47.3	210	14.8	1.45	55	43	75	87	59	63	74	100
AirbusA330-300	526684 275578	238900 125000	47.3	215	15.2	1.49	56	43	77	89	60	64	75	101
AirbusA330-300	531094 275578	240900 125000	47.1	215	15.2	1.49	56	43	77	90	60	63	75	102
AirbusA330-300	535503 275578	242900 125000	46.9	215	15.2	1.49	57	44	78	90	60	63	75	103

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	All-up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass) (Operating Mass Empty)		Load on one main gear leg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K = 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K = 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K = 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K = 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR = 15%	Medium CBR = 10%	Low CBR = 5%	Very low CBR = 3%
psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
AirbusA330-800	509047	230900	47.3	213	15.0	1.47	54	62	73	85	57	62	71	97
	297624	135000					31	31	36	41	30	31	34	43
AirbusA330-800	517866	234900	47.2	213	15.0	1.47	55	63	75	87	58	63	73	99
	297624	135000					31	31	36	41	30	31	34	43
AirbusA330-900	526684	238900	46.8	213	15.0	1.47	55	64	75	88	59	64	74	100
	297624	135000					31	31	36	41	30	31	34	43
AirbusA330-900	535503	242900	46.3	213	15.0	1.47	56	64	76	89	59	64	74	101
	297624	135000					30	31	36	40	29	31	35	42
AirbusA330-900	509047	230900	47.8	216	15.2	1.49	55	63	74	86	58	63	72	98
	308647	140000					32	33	38	44	32	33	37	46
AirbusA330-900	517866	234900	47.6	216	15.2	1.49	56	64	76	88	59	64	74	100
	308647	140000					32	33	38	44	32	33	36	46
AirbusA330-900	526684	238900	47.3	216	15.2	1.49	56	65	77	89	60	64	75	101
	308647	140000					32	33	38	43	31	33	36	46
AirbusA330-900	535503	242900	46.9	216	15.2	1.49	57	66	78	90	60	65	76	103
	308647	140000					32	33	37	43	31	32	36	46
AirbusA340-200	560850	254400	39.1	189	13.3	1.30	45	52	62	73	50	54	62	84
	276109	125242					22	24	25	28	22	22	25	30
AirbusA340-200	573180	260900	39.2	191	13.5	1.32	47	54	65	76	52	56	65	88
	276109	125242					23	23	25	29	22	23	25	30
AirbusA340-200	608249	275900	39.7	206	14.5	1.42	53	61	73	85	57	62	72	97
	276109	125242					23	25	26	30	22	23	25	30
AirbusA340-300	560850	254400	39.4	190	13.4	1.31	46	53	63	74	51	55	63	85
	276109	125242					20	23	25	29	22	23	25	30
AirbusA340-300	568366	257900	39.4	191	13.5	1.32	47	54	64	76	52	56	64	87
	276109	125242					19	23	25	29	22	23	25	30
AirbusA340-300	573180	260900	39.1	191	13.5	1.32	47	54	65	76	52	56	65	87
	276109	125242					23	24	25	28	22	23	25	30
AirbusA340-300	573180	260900	40.0	206	14.5	1.42	50	58	68	80	54	58	67	90
	276109	125242					24	25	26	30	23	23	25	31
AirbusA340-300	579389	262900	40.0	206	14.5	1.42	49	58	69	80	54	59	68	91
	276109	125242					24	25	26	30	23	23	25	31
AirbusA340-300	599431	271900	40.0	206	14.5	1.42	52	61	72	84	57	61	71	96
	276109	125242					24	25	26	30	23	23	25	31
AirbusA340-300	608249	275900	40.0	206	14.5	1.42	53	62	73	85	58	62	72	98
	276109	125242					24	25	26	30	23	23	25	31
AirbusA340-300	611356	277400	39.7	206	14.5	1.42	53	62	73	85	57	62	72	98
	276109	125242					23	25	26	30	22	23	25	30

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	All-up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass) (Operating Mass Empty)		Load on one main gear kg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K = 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K = 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K = 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K = 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR = 15%	Medium CBR = 10%	Low CBR = 8%	Vary low CBR = 3%
	lbs	kg		psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
AirbusA340-500	813938 375568	369200 170370	32.0	234	16.4	1.61	61	71	83	96	64	69	80	108
AirbusA340-500	822787 375568	373300 170370	32.0	234	16.4	1.61	62	72	85	98	65	70	82	110
AirbusA340-500 M.GW	840394 375568	381200 170370	31.6	234	16.4	1.61	63	73	86	99	66	71	83	111
AirbusA340-600	807323 388812	366300 176364	32.2	234	16.4	1.61	61	71	83	96	64	69	80	108
AirbusA340-600	813938 388812	369200 176364	32.2	234	16.4	1.61	62	71	84	97	64	69	81	109
AirbusA340-600	840394 388812	381200 176364	31.7	234	16.4	1.61	63	73	86	100	66	71	83	112
AirbusA350-900	592824 308547	268900 140000	46.6	241	16.9	1.66	63	70	82	95	65	69	79	108
AirbusA350-900	608255 308547	275900 140000	46.9	244	17.1	1.68	65	73	85	98	68	72	82	113
AirbusA350-900	601642 308547	272900 140000	47.4	244	17.1	1.68	65	73	85	98	68	72	82	113
AirbusA350-900	592824 308547	268900 140000	47.7	241	16.9	1.66	64	72	84	97	67	71	81	111
AirbusA350-900	575185 308547	260900 140000	47.9	241	16.9	1.66	63	69	81	94	65	68	78	107
AirbusA350-900	553140 308547	250900 140000	48.1	241	16.9	1.66	60	66	77	89	62	66	74	102
AirbusA350-900	534094 308547	240900 140000	48.4	220	15.5	1.52	55	61	72	84	59	62	71	96
AirbusA350-900	564163 308547	255900 140000	48.0	241	16.9	1.66	61	68	79	91	63	67	76	104
AirbusA350-900	619278 308547	280900 140000	46.5	248	17.4	1.71	66	74	87	100	69	73	83	115
AirbusA350-900	520070 308547	235900 140000	48.4	220	15.5	1.52	55	60	70	81	57	61	69	93
AirbusA350-900	464954 308547	210900 140000	48.2	197	13.9	1.36	46	50	58	68	49	52	58	78
Airbus A350-1000	681008 352740	308900 160000	47.1	220	15.5	1.52	55	72	82	111	55	61	75	104
Airbus A350-1000	687622 352740	311900 160000	47.1	220	15.5	1.52	57	73	83	113	55	62	76	105

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	All-up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass) (Operating Mass Empty)		Load on one main gear leg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K = 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K = 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K = 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K = 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR = 15%	Medium CBR = 10%	Low CBR = 6%	Very low CBR = 3%
psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
AirbusA380-800	1052528	492000	19.0 (WLG)	218	15.3	1.50	47	54	63	74	48	52	60	83
	661387	300000	28.5 (BLG)				27	29	34	39	27	29	31	40
AirbusA380-800	1084574	492000	19.0 (WLG)	203	14.3	1.40	46	54	64	75	46	53	62	85
	661387	300000	28.5 (BLG)				26	29	33	38	27	28	31	40
AirbusA380-800	1128766	512000	19.0 (WLG)	203	14.3	1.40	49	57	68	79	51	56	66	90
	661387	300000	28.5 (BLG)				26	29	33	38	27	28	31	40
AirbusA380-800	1238997	562000	19.0 (WLG)	218	15.3	1.50	56	66	78	91	59	64	75	102
	661387	300000	28.5 (BLG)				27	29	34	39	27	29	31	40
AirbusA380-800	1258839	571000	18.9 (WLG)	218	15.3	1.50	57	67	79	91	59	64	76	104
	661387	300000	28.3 (BLG)				27	29	33	38	27	28	31	40
AirbusA380-800	1267626	575000	18.9 (WLG)	218	15.3	1.50	58	67	80	92	60	65	77	105
	661387	300000	28.3 (BLG)				27	29	33	38	27	28	31	40
AirbusA380-800	1272067	577000	18.9 (WLG)	218	15.3	1.50	58	68	80	93	60	65	77	105
	661387	300000	28.3 (BLG)				27	29	33	38	27	28	31	40
Antonov An-12	141100	64000	46.33	120	8.46	0.83	16	19	22	26	16	18	21	25
	70550	32000	7				7	9	10	7	7	8	10	
Antonov An-22	301600	227500	43.55	71	5.00	0.49	24	24	25	35	22	27	32	45
	261200	118500	11				13	15	15	10	11	13	17	
Antonov An-24	46300	21000	46.6	86	6.02	0.59	9	10	11	12	8	9	11	13
	30860	14000	6				6	7	7	5	6	7	8	
Antonov An-26	53420	24230	46.6	57	3.97	0.39	9	11	12	13	7	9	12	15
	33070	15000	5				6	7	7	4	5	7	8	
Antonov An-32	62830	28500	46.75	71	5.00	0.49	13	14	15	16	11	13	16	19
	41890	19000	8				9	10	10	6	8	9	12	

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	All-up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass) (Operating Mass Empty)		Load on one main gear leg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K = 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K = 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K = 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K = 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR = 15%	Medium CBR = 10%	Low CBR = 6%	Very low CBR = 3%
	lbs	kgs	psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Antonov An-38-100	22000 13120	9980 3950	43.75	93	6.53	0.64	7 4	7 4	7 4	7 4	7 4	7 4	8 5	8 5
Antonov An-70	320800 158700	145500 72000	45.8	128	8.97	0.88	20 11	27 11	37 12	48 16	22 9	24 9	29 11	39 14
Antonov An-72-100	77490 41890	35130 19000	47.2	98	6.91	0.69	13 7	15 8	16 8	17 9	12 6	13 7	15 8	17 9
Antonov An-74T	81240 48720	36850 22100	46.8	100	7.03	0.69	15 9	17 9	18 10	19 11	13 8	15 9	16 9	19 10
Antonov An-74TK-300	83440 48300	37850 22000	46.8	100	7.03	0.69	15 9	17 9	18 10	19 10	13 7	15 8	16 9	19 10
Antonov An-124-100	877400 398900	398000 180000	43.8	157	11.01	1.08	34 14	43 14	57 18	93 23	38 13	44 14	56 17	78 23
Antonov An-124-100M-150	877400 398900	398000 180000	43.8	157	11.01	1.08	34 14	43 14	57 18	93 23	38 13	44 14	56 17	78 23
Antonov An-124-100M-150	899300 398900	408000 180000	43.8	171	12.03	1.18	37 14	49 13	72 18	98 24	40 13	48 14	58 17	81 23
Antonov An-140	46300 28660	21000 13000	46.4	120	8.46	0.83	11 6	12 7	13 7	13 8	10 6	11 6	12 7	14 8
Antonov An-140-100	47620 28660	21600 13000	46.4	120	8.46	0.83	12 6	12 7	13 7	14 8	10 6	11 6	12 7	14 8
Antonov An-148-100A	86300 52910	39100 24000	44.75	142	10.00	0.98	22 12	23 13	25 14	26 15	19 11	21 11	24 13	26 15
Antonov An-148-100A	86300 52910	39100 24000	44.75	142	10.00	0.98	22 12	23 13	25 14	26 15	19 11	21 11	24 13	26 15
Antonov An-148-100B	92810 52910	42100 24000	44.45	149	10.50	1.03	24 12	26 13	27 14	28 15	22 11	23 11	26 13	28 15
Antonov An-148-100B	92810 52910	42100 24000	44.45	149	10.50	1.03	24 12	26 13	27 14	28 15	22 11	23 11	26 13	28 15
Antonov An-148-100E	96670 52910	43850 24000	43.75	164	11.52	1.13	26 12	27 13	28 14	29 15	22 11	24 11	27 12	29 15
Antonov An-148-100EA	96670 52910	43850 24000	43.75	164	11.52	1.13	26 12	27 13	28 14	29 15	22 11	24 11	27 12	29 15
Antonov An-148-100EM	96670 52910	43850 24000	43.75	164	11.52	1.13	26 12	27 13	28 14	29 15	22 11	24 11	27 12	29 15
Antonov An-148-100E	96670 52910	43850 24000	44.75	164	11.52	1.13	26 12	27 13	28 14	29 15	22 11	24 11	27 12	29 15
Antonov An-158	96670 52910	43850 24000	43.25	164	11.52	1.13	26 13	27 13	28 14	29 15	23 11	24 11	27 13	29 15

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	All-up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass) (Operating Mass Empty)		Load on one main gear leg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K = 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K = 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K = 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K = 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR = 15%	Medium CBR = 10%	Low CBR = 5%	Very low CBR = 3%
	lbs	kgs	psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Antonov An-225	1430000 3052000	650000 2700000	46.1	178	12.94	1.23	46	61	92	132	51	59	77	110
ATR 42 Basic Tire	36861 22675	16720 10285	46.2	109	7.66	0.75	9	10	10	11	8	9	10	11
ATR 42 Low Pressure Tire	36861 22758	16720 10323	46.2	75	5.27	0.52	8	9	9	10	6	8	9	11
ATR 72 Basic Tire	47466 26896	21530 12200	47.8	114	8.01	0.79	13	13	14	15	11	12	14	15
Avg B170 <sup>2</sup> Standard Tire	84500 49500	38329 22453	46.0	119	8.17	0.82	18.9	20.5	22.0	23.3	17.1	18.7	20.2	24.8
Avg B170 <sup>2</sup> Low Pressure Tire	84500 49500	38329 22453	46.0	81	5.59	0.56	16.4	18.3	20.1	21.6	14.3	17.5	20.2	24.4
Avg B170 <sup>3</sup> Low Pressure Tire	84500 49500	38329 22453	46.0	76	5.23	0.52	15.9	18.0	19.8	21.3	13.7	16.8	20.1	24.4
Avg B185 <sup>2</sup> Standard Tire	93500 51300	42411 23269	47.1	135	9.32	0.93	22.7	24.4	26.0	27.3	20.6	21.9	24.9	28.5
Avg B185 <sup>2</sup> Low Pressure Tire	93500 51300	42411 23269	47.1	99	6.81	0.68	20.4	22.4	24.2	25.7	18.2	21.5	23.8	28.2
Avg B2100 <sup>2</sup> Standard Tire	98000 53700	44452 24358	47.2	143	9.89	0.99	24.7	26.5	28.1	29.4	22.5	23.8	26.8	30.4
Avg B2100 <sup>2</sup> Low Pressure Tire	98000 53700	44452 24358	47.2	108	7.42	0.74	22.5	24.5	26.4	27.9	20.4	23.0	26.1	30.2
BAe ATP	50550 32000	22929 14515	46.5	66	5.02	0.59	8.8	10.7	12.5	14.7	10.5	11.6	12.5	13.4
BAe 1-11 Series 400	67500 49600	30600 22498	47.5	135	9.48	0.93	25	26	28	29	22	24	27	29
BAe 1-11 Series 475	98500 51700	44579 23451	47.5	83	5.81	0.57	22	25	27	28	19	24	26	31
BAe 1-11 Series 500	105500 54580	47400 24757	47.5	157	11.01	1.08	32	34	35	36	29	30	33	35
Bo 125-400	23370 12529	10600 3683	45.5	112	7.85	0.77	6	6	7	7	5	5	6	7
Bo 125-600	25000 12529	11340 3683	45.5	120	8.64	0.83	7	7	7	8	5	6	7	8
Bo 125-800 Low Pressure Tire	25500 15500	11567 7031		92	6.48	0.63	5.2	6.2	7.0	7.9	6.3	6.8	7.1	7.4
Bo 125-800 Standard Tire	27400 15500	12428 7031		130	9.15	0.90	6.4	6.9	7.9	8.6	7.5	8.1	8.4	8.7

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	All-up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass) (Operating Mass Empty)		Load on one main gear leg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K = 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K = 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K = 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K = 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR = = 15%	Medium CBR = = 10%	Low CBR = = 5%	Vary low CBR = = 3%
psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
BAe 146-100 <sup>2</sup> Standard Tire	84500	38329	46.0	117	8.23	0.81	16.8	18.3	20.7	24.4	18.8	20.4	21.9	23.1
	49500	22453					9.2	10.0	10.9	12.8	10.1	11.1	12.0	12.7
BAe 146-100 <sup>2</sup> Low Pressure Tire	84500	38329	46.0	77	5.41	0.53	13.8	15.7	19.5	23.7	15.9	17.8	19.7	21.2
	49500	22453					7.4	8.9	10.2	12.5	8.7	9.6	10.7	11.6
BAe 146-200 <sup>2</sup> Standard Tire	93500	42411	47.1	133	9.35	0.92	20.4	21.7	24.6	28.4	23.1	24.9	26.4	27.7
	51300	23269					10.1	10.7	11.7	13.6	11.5	12.3	13.2	13.9
BAe 146-200 <sup>2</sup> Low Pressure Tire	93500	42411	47.1	95	5.68	0.55	16.0	21.0	23.8	28.0	20.3	22.3	24.1	25.7
	51300	23269					8.7	10.1	11.1	13.3	9.9	11.0	11.9	12.8
BAe 146-300 <sup>2</sup> Standard Tire	93500	42411	47.2	137	9.64	0.93	21.1	22.4	25.3	29.2	24.0	25.8	27.3	28.7
	53700	24358					10.8	11.4	12.4	14.5	12.2	13.2	14.0	14.8
BAe 146-300 <sup>2</sup> Low Pressure Tire	93500	42411	47.2	99	5.95	0.58	16.0	21.8	24.6	28.8	21.2	23.2	25.0	26.6
	53700	24358					9.3	10.9	11.9	14.4	10.7	11.8	12.8	13.7
BAe 748	46500	21092	43.5	85	5.02	0.59	10	11	11	12	8	9	11	13
	26859	12183					5	5	5	5	4	5	5	7
B707-320C (Freighter)	336000	152407	46.7	180	12.66	1.24	41	49	58	66	41	46	55	71
	133500	61462					13	14	17	19	13	14	16	20
B707-320C (Convertible)	336000	152407	46.7	180	12.66	1.24	41	49	58	66	41	46	55	71
	153100	70352					15	17	20	23	15	16	18	24
B707-320/420	316000	143333	46.1	180	12.66	1.24	37	44	52	59	37	41	50	64
	142500	64682					14	15	18	21	14	15	16	21
B717-200	122000	55338	47.2	164	11.53	1.13	35	37	38	40	31	33	37	40
	68500	31071					17	19	20	20	16	16	18	21
B720B	235000	106594	46.4	145	10.19	1.00	25	31	37	43	27	29	36	47
	115000	52163					10	12	14	16	11	11	13	17
B727-100	170000	77111	47.5	165	11.5	1.14	46	49	51	53	42	43	46	54
	87700	39780					21	22	24	25	19	20	22	25
B727-200 (Standard)	173000	78471	48.5	165	11.5	1.14	48	51	53	56	43	45	51	57
	97700	44316					24	26	27	29	22	23	25	29
B727-200 (Basic)	163500	84277	48.0	148	10.41	1.02	30	33	35	39	40	40	55	60
	97600	44271					23	25	26	28	21	22	25	29
B727-200 (Advanced)	210000	92354	48.5	173	12.16	1.19	58	61	64	67	52	55	62	67
	100700	45677					24	26	27	29	22	23	25	29
B737-100 (Option 1)	97800	44361	46.2	138	9.7	0.95	23	24	26	27	21	22	25	29
	58600	26581					12	13	14	15	12	12	13	15
B737-100 (Option 2)	111000	50349	45.9	137	11.04	1.08	27	29	31	32	23	25	29	33
	63000	28123					14	15	16	17	13	13	14	16
B737-200 (Advanced)	117500	53297	46.4	166	11.67	1.14	30	32	34	35	27	28	32	36
	64500	29237					15	16	17	18	14	14	15	17

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	All-up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass)(Operating Mass Empty)		Load on one main gear leg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K = 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K= 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K = 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K= 30 MN/m <sup>2</sup>	High CBR = 15%	Medium CBR = 10%	Low CBR = 5%	Very low CBR = 3%
psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
E737-200 (Advanced)  (Low Pressure Tires)	117500	53297	45.4	95	5.75	0.65	25	27	30	32	22	27	30	35
	54500	26257					12	13	15	16	11	13	14	17
E737-200/200C (200QC) (Advanced)	128500	58332	45.0	162	12.8	1.25	34	36	38	39	30	31	33	39
	65700	29801					15	16	17	18	14	14	15	18
E737-300 (Low Pressure Tires)	139000	63049	45.8	169	11.88	1.17	35	38	41	42	33	34	38	43
	72600	32931					17	18	19	20	15	16	17	20
E737-300	140000	63503	45.4	201	14.13	1.39	38	40	42	44	33	35	39	43
	72800	32931					18	19	20	21	16	16	17	20
E737-400 (Option 1)	144000	65317	47.0	211	14.83	1.45	41	43	45	46	35	37	41	45
	74200	33657					19	20	21	22	16	17	18	21
E737-400 (Option 2)	150500	68266	46.9	185	13.01	1.28	42	45	47	48	37	39	44	48
	74200	33657					18	19	21	21	16	17	18	21
E737-500	136500	61915	46.1	195	13.78	1.35	37	39	41	43	33	34	38	42
	69100	31343					17	18	19	20	15	15	16	19
E737-500	146000	66224	45.3	182	12.8	1.25	37	39	41	43	33	34	38	43
	80200	36378					18	19	21	22	17	17	18	21
E737-700	155000	70307	45.8	197	13.85	1.36	41	43	45	47	35	38	42	47
	83000	37648					20	21	22	23	18	18	19	22
E737-700C	171500	77791	45.8	195	13.78	1.35	45	48	51	53	41	43	48	53
	83000	37648					20	21	22	23	18	18	19	22
E737-800	174900	79232	46.8	202	14.38	1.41	46	52	54	56	43	45	50	55
	91300	41413					23	24	25	27	20	21	22	26
E737-800	174700	79243	46.7	205	14.38	1.41	46	52	54	56	43	45	50	55
	94600	42910					24	25	27	28	21	22	23	27
E737-900ER	188200	85366	47.2	220	15.50	1.52	55	58	61	63	48	51	56	61
	98500	44876					28	27	29	30	23	23	25	29
E737MAX 7	177500	80513	46.7	202	14.38	1.41	50	53	55	57	44	46	51	56
	139700 <sup>4</sup>	62913 <sup>4</sup>					37	39	41	43	33	34	37	43
E737MAX 8	181700	82417	46.7	210	14.76	1.45	52	54	57	59	45	48	53	58
	105535	47870					27	28	30	31	24	25	27	31
E737 MAX 200	181700	82417	46.7	210	14.76	1.45	52	54	57	59	45	48	53	58
	142400 <sup>4</sup>	65932 <sup>4</sup>					40	42	44	45	35	36	40	45
E737MAX 9	193200	88241	47.1	230	16.21	1.59	59	61	64	65	50	53	58	63
	95000 <sup>4</sup>	43091 <sup>4</sup>					25	26	28	29	22	22	24	27
E737 851	171500	77791	45.8	195	13.78	1.35	45	48	51	53	41	43	48	53
	83000	42184					22	24	25	26	20	20	22	26

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	All-up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass)(Operating Mass Empty)		Load on one main gear (kg) (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K m 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K m 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K m 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K m 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR m 15%	Medium CBR m 10%	Low CBR m 5%	Very low CBR m 3%
lb	kg	psi	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	A	B	C	D	A	B	C	D		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
B737-800	174700	76243	46.7	205	14.38	1.41	49	52	54	56	43	45	50	55
	94800	42910					24	25	27	28	21	22	23	27
B737-900	188200	85388	47.2	220	15.50	1.52	58	58	61	63	48	51	58	61
	98500	44979					26	27	29	30	23	23	25	29
B747-100B SR	803000	373518	24.1	162	11.39	1.12	30	36	44	52	33	36	43	59
	359200	162930					17	19	22	26	18	19	21	27
B747-100B	753000	341555	23.1	162	13.5	1.32	42	49	59	68	43	47	57	76
	379000	171912					18	20	23	27	19	20	22	28
B747 SR	703000	318875	21.9	205	14.38	1.41	38	45	53	61	38	42	49	67
	326300	148007					15	16	19	22	15	16	17	21
B747-200B	836000	379203	22.7	190	13.36	1.31	47	56	67	77	48	53	63	86
	376100	170598					18	19	22	26	18	19	21	27
B747-200C (All Passengers)	803000	364233	23.3	205	14.38	1.41	47	56	66	76	47	52	63	84
	390800	177264					19	21	25	29	20	21	23	29
B747-200C (Freighter)	836000	379203	22.7	190	13.36	1.31	47	56	67	77	48	53	63	86
	393900	178970					19	21	24	28	19	20	22	29
B747-200F (Freighter)	836000	379203	22.7	190	13.36	1.31	47	56	67	77	48	53	63	86
	343300	156671					16	18	20	23	16	17	19	23
B747-300 Comb	836000	379203	22.7	190	13.36	1.31	47	56	67	77	48	53	63	86
	383300	174880					18	20	22	27	19	19	22	28
B747-400	878200	398345	23.3	200	14.06	1.38	53	63	75	85	53	59	73	94
	407000	184812					20	22	26	30	21	22	24	31
B747-400 Comb	877000	397801	23.3	228	16.03	1.57	58	68	77	87	54	60	73	94
	403400	182979					21	23	27	31	21	22	24	31
B747-400F (Freighter)	877000	397801	23.3	200	14.06	1.38	53	63	75	85	53	59	73	94
	364000	165108					18	19	22	26	18	19	21	28
B747-400SR	913000	414130	23.4	228	16.03	1.57	59	70	82	92	57	63	78	100
	406900	184367					21	24	27	31	21	22	24	31
B747-400SRF (Freighter)	913000	414130	23.4	228	16.03	1.57	59	70	82	93	57	63	78	100
	362400	164382					19	20	22	27	18	19	21	28
B747-B	990000	449060	23.7	221	15.50	1.52	65	77	91	103	63	71	89	112
	483300	220130					26	29	34	39	26	27	31	41
B747-BF	990000	449060	23.6	221	15.50	1.52	65	77	90	102	63	71	88	111
	434800	197130					23	25	29	34	23	24	28	35
B757-200	258000	116120	45.6	163	12.87	1.26	31	37	43	49	30	33	40	53
	137000	62142					14	16	18	21	14	14	16	22
B757-200RF	258000	116120	45.6	163	12.87	1.26	31	37	43	49	30	33	40	53
	114000	51710					11	12	14	17	11	12	13	16

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	All-Up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass)(Operating Mass Empty)		Load on one main gear leg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K = 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K= 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K = 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K= 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR = 15%	Medium CBR = 10%	Low CBR = 5%	Very low CBR = 3%
psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
B737-300	273500	124058	46.4	200	14.06	1.38	36	42	46	56	33	37	46	59
	142000	64410					13	17	20	23	15	16	18	23
B737-300	351000	159747	45.8	190	13.36	1.31	39	46	53	64	40	44	52	72
	181500	82327					17	19	22	25	18	18	20	26
B737-300ER	355000	179623	45.4	190	13.36	1.31	43	52	62	71	43	50	60	80
	181700	82418					17	19	21	25	17	18	20	25
B737-300	351000	159747	47.5	200	14.06	1.38	42	49	59	68	42	47	56	75
	190000	86183					19	21	24	28	19	20	23	29
B737-300ER	413000	187334	46.2	200	14.06	1.38	48	57	68	78	46	54	66	88
	198500	90038					19	22	25	29	20	21	23	30
B737-300F (Freighter)	413000	187334	46.1	200	14.06	1.38	48	57	68	78	46	54	66	87
	189000	85729					18	20	23	27	19	20	22	28
B737-400ER	451000	204570	47.0	213	14.98	1.47	58	69	81	92	57	63	76	100
	238000	103419					24	27	32	37	24	25	29	36
B777-300	347000	248126	46.8	182	12.83	1.26	38	47	61	77	39	44	53	75
	302170	137060					21	21	25	31	18	20	23	30
B777-300ER	328000	228480	45.9	202	14.38	1.41	50	63	82	101	49	56	68	92
	313500	142300					22	22	26	33	19	20	23	30
B777-300LR	768000	348358	45.9	218	15.33	1.50	64	82	105	127	62	69	87	117
	320000	145150					23	23	27	34	20	21	24	31
B777-300	662000	300278	47.4	215	15.09	1.48	64	86	88	108	53	59	72	100
	350870	159150					26	27	33	41	23	25	28	36
B777-300ER	777000	352441	46.2	221	15.50	1.52	68	85	109	131	64	71	86	120
	370000	167829					27	28	34	43	24	25	29	40
B777-9	777000	352442	47.15	239	16.11	1.58	69	90	114	137	66	74	92	124
	350000	158767					24	27	33	41	23	24	28	37
B777F (Freighter)	768000	348722	45.8	221	15.50	1.52	68	82	105	127	62	69	87	117
	318000	144242					23	23	27	34	19	21	23	31
B787-8	303500	228383	45.8	228	16.01	1.57	61	71	84	98	60	68	81	108
	250000 <sup>A</sup>	113398 <sup>A</sup>					26	28	32	37	23	27	30	36
B787-9	351500	254892	46.2	226	15.91	1.56	65	76	90	104	66	73	88	118
	250000 <sup>B</sup>	113398 <sup>B</sup>					25	27	30	35	23	26	28	35
B787-10	351500	254892	46.8	226	15.91	1.56	66	77	91	105	67	74	89	119
	250000 <sup>A</sup>	113398 <sup>A</sup>					26	27	31	35	23	26	29	36
Bombardier CRJ-44	211000	95708	47.5	162	11.42	1.12	25	30	35	40	27	30	36	47
	89000	40370					9	10	11	13	9	10	11	14
CRJ-100	51251	23247	46.8	168	11.36	1.16	14.2	15.0	15.7	16.2	12.5	13.2	14.0	16.2
	30100	13653					6.1	6.5	6.9	6.3	6.9	7.1	7.6	6.1

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	All-up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass)(Operating Mass Empty)		Load on one main gear kg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K m 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K= 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K m 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K= 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR m 15%	Medium CBR m 10%	Low CBR m 8%	Very low CBR m 3%
lbs	kg	psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CRJ-700	79250	34132	47.5	1.53	10.76	1.05	19.5	20.8	21.9	22.9	17.18	18.13	20.5	23.17
	43990	19900					11	11	12	13	9	10	11	12
CRJ-900ER	82500	37421		1.62	11.42	1.12	22.7	23.7	24.9	25.9	19.7	20.8	23.4	26.0
	48180	21843					12	13	14	14	11	11	12	14
CRJ-900LR	85000	38553		1.62	11.42	1.12	22.8	23.8	25.0	26.0	19.9	20.7	23.3	26.2
	48180	21843					12	13	14	14	11	11	12	14
CRJ-1000ER	92500	41867		1.99	13.99	1.37	25.2	26.6	27.8	28.8	21.7	22.6	25.1	28.4
	51100	23179					12	13	14	14	11	11	12	14
DC-8-63	358000	162388	48.1	1.98	13.78	1.35	48	60	70	78	48	53	66	81
	198800	72030					17	20	23	26	17	18	21	27
DC-10-10/-10CP	458000	207743	48.7	1.95	13.71	1.34	48	56	68	79	32	38	58	91
	245000	111130					23	25	29	34	24	25	28	33
DC-10-30/-40 /-30CP/-40CP	583000	264444	37.5	1.77	12.44	1.22	47	56	68	80	32	37	58	94
	236200	107275					17	18	20	24	18	18	20	24
MD-11ER	833000	387124	38.8	2.08	14.48	1.42	59	70	83	96	62	68	82	110
	291200	132886					24	28	29	34	24	25	28	33
MD-83	181000	73028	47.4	1.95	13.71	1.34	49	51	53	55	42	48	50	53
	79700	36151					21	22	24	24	18	19	21	24
MD-87	141000	63957	47.4	1.70	11.95	1.17	40	42	44	46	38	38	42	48
	73900	33248					18	20	21	22	17	17	19	22
MD-90-30ER	188500	76430	47.0	1.93	13.57	1.33	51	54	56	57	44	48	52	55
	89100	40413					24	25	26	26	21	22	24	27
DASH7	43800	19867	48.75	1.07	7.55	0.74	11	12	13	13	10	11	12	14
	29000	11793					6	6	7	7	5	6	6	6
DASH8 Series 100 Standard Tire	34700	15740	47.1	1.31	9.21	0.90	9	9	10	10	8	8	9	11
	22000	9979					5	5	6	6	4	5	5	6
DASH8 Series 100 Optional Tire	34700	15740	47.1	77	5.41	0.53	8	8	9	10	6	7	9	10
	22000	9979					4	5	5	6	3	4	5	6
DASH8 Series 400 Standard Tire	64700	29347		2.27	15.95	1.56	19	20	21	21	16	17	18	20
	37885	17183					9	10	10	11	8	8	9	10
DASH8 Series 400 Optional Tire	64700	29347		1.41	9.91	0.97	18	18	19	20	15	16	19	20
	37885	17183					8	9	10	10	7	8	9	10
Dornier 228-101/201	13250	6010	44.2	70	4.9	0.48	3.8	4.0	4.1	4.2	3.1	3.8	4.6	4.9
	8224	3730					2.4	2.5	2.6	2.6	1.9	2.4	2.8	3.0
Dornier 228-202	13734	6230	45.1	74	5.1	0.50	4.1	4.3	4.4	4.5	3.4	4.1	4.9	5.1
	8354	3789					2.5	2.6	2.7	2.8	2.1	2.5	3.0	3.1
Dornier 228-212	14173	6430	45.1	73	5.2	0.51	4.3	4.4	4.6	4.7	3.6	4.3	5.1	5.3
	8298	3808					2.6	2.7	2.7	2.8	2.1	2.6	3.0	3.1

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	All-up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass)(Operating Mass Empty)		Load on one main gear leg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K m 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K m 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K m 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K m 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR m 15%	Medium CBR m 10%	Low CBR m 5%	Very low CBR m 3%
psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Bombardier CRJ-100	30247	13720	46.2	116	8.15	0.80	7.6	8.1	8.5	8.9	5.3	7.0	8.1	9.1
	19423	8510					4.5	4.8	5.1	5.4	3.8	4.1	4.5	5.3
Embraer EMB 120 RT	25329	11390	47.4	115	8.09	0.80	6.4	6.8	7.2	7.5	5.3	5.8	6.5	7.7
	17066	7750					3.9	4.2	4.5	4.7	3.3	3.6	4.0	4.8
Embraer EMB 120 BR	26609	12070	47.4	127	8.93	0.88	6.9	7.3	7.7	8.0	5.8	6.1	7.0	8.0
	17213	7808					4.1	4.4	4.6	4.9	3.4	3.7	4.1	4.8
Embraer ERJ 145 RT	42549	18300	47.2	131	9.21	0.91	11.0	11.7	12.4	12.9	6.4	10.1	11.8	13.1
	25573	11800					6.0	6.4	6.9	7.2	5.2	5.5	6.1	7.2
Embraer ERJ 145 BR	45635	20700	47.2	139	9.77	0.95	12.2	12.9	13.6	14.1	10.5	11.1	12.7	14.3
	25573	11800					6.1	6.5	6.9	7.3	5.3	5.6	6.1	7.2
Embraer ERJ 170	76997	36150	47.5	150	10.6	1.04	22	24	25	26	20	21	24	26
	45635	20700					11	12	13	14	10	11	12	14
Embraer ERJ 175	83026	37690	47.5	150	10.6	1.04	22	24	25	26	20	21	24	26
	47369	21500					11	12	13	14	10	11	12	14
Embraer ERJ 190 STD	105712	47950	48.3	151	10.7	1.04	24	26	28	29	22	23	26	30
	65037	29500					13	14	15	16	12	13	14	15
Embraer ERJ 190 LR	111246	50460	48.2	151	10.7	1.04	26	28	29	31	24	25	27	32
	65037	29500					13	14	15	16	12	13	14	15
Embraer ERJ 190 AR	114553	51960	48.1	151	10.7	1.04	26	28	30	32	25	26	28	33
	65037	29500					13	14	15	16	12	13	14	15
Embraer ERJ 195	115631	52469	47.5	160	11.2	1.10	31	33	35	36	28	30	33	35
	63868	28970					15	16	17	18	14	14	16	18
Fokker 27 Standard Mk 200/400 (500/500)	40000	20412	47.35	80	5.92	0.55	10	11	12	13	8	10	12	14
	25000	11340					5	5	6	6	4	5	6	7
Fokker 27 R/V Mk 200/400 (500/500)	40000	20412	47.3	58	4.08	0.40	8	9	10	11	6	8	11	13
	25000	11340					4	5	5	6	3	4	5	6
Fokker 28 Mk 1000 High Tire Pressure	66500	30164	46.4	100	7.03	0.69	15	16	17	18	12	15	17	20
	35000	15876					7	8	8	9	5	7	8	10
Fokker 28 Mk1000 Low Tire Pressure	66500	30164	46.4	70	4.92	0.48	13	14	15	17	10	13	16	19
	33500	15876					6	7	7	8	5	6	7	9
Fokker 28 Mk 2000 High Tire Pressure	65000	29484	46.9	102	7.17	0.70	15	17	17	19	13	15	18	20
	35000	15876					7	7	8	9	6	7	8	9
Fokker 28 Mk 2000 Low Tire Pressure	65000	29484	46.9	71	5.00	0.49	13	15	16	17	10	13	17	20
	35000	15876					6	7	8	8	5	6	7	9

Annexe II : TABLEAUX DES ACN ‘ CARACTERISTIQUES ’

Aircraft Type	All-Up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass)(Operating Mass Empty)		Load on one main gear kg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K m 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K m 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K m 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultralow K m 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR m 15%	Medium CBR m 10%	Low CBR m 5%	Very low CBR m 3%
psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fokker 28 N° 3000/4000 High Tire Pressure	73000	33113	46.5	101	7.10	0.70	17	18	19	20	14	17	19	22
	39000	17240		8	8	9	10	7	8	9	10			
Fokker 28 N° 3000/4000 Low Tire Pressure	73000	33113	46.5	78	5.48	0.54	15	17	18	19	13	16	19	22
	39000	17240		7	8	8	9	6	7	8	10			
Fokker 50 High Tire Pressure	45900	20920	47.8	{85	5.98	0.59	10	11	12	13	8	10	12	14
	27885	12549		80	5.82	0.58	8	8	7	7	5	5	5	5
Fokker 50 Low Tire Pressure	45900	20920	47.8	80	4.22	0.41	9	10	11	12	8	9	11	14
	27885	12549		5	5	6	7	4	5	6	8			
Fokker 100	98500	44880	47.8	142	9.98	0.98	28	29	31	32	25	27	30	32
	53738	24375		13	14	15	16	12	13	14	16			
Lockheed L-100-20	155800	70970	24.1	105	7.38	0.72	30	33	36	38	27	31	33	38
	75409	34203		14	15	16	17	12	14	15	16			
Lockheed L-100-30	155800	70970	24.2	105	7.38	0.72	30	33	36	38	27	31	33	38
	76502	34701		14	15	16	17	12	14	15	17			
Lockheed L-1011-1	432000	195932	47.4	193	13.58	1.33	45	52	62	73	52	56	66	81
	240000	108882		24	25	28	33	25	27	29	38			
Lockheed L-1011-100/200	498000	212281	48.8	175	12.34	1.21	46	55	66	78	56	61	73	100
	244682	110986		23	24	28	32	25	26	30	38			
Lockheed L-1011-300	498000	225889	48.2	184	12.95	1.27	50	59	72	84	60	65	79	107
	240136	108924		23	24	27	31	25	26	28	35			
YS-11A	51800	23500	45.11	77	5.40	0.53	9	10	11	12	8	10	11	13
	34170	15500		5	5	6	6	6	7	8	9			
Dyuhin DL-18	142187	64500	47.0	133	9.38	0.92	18	20	24	27	18	19	24	31
	73854	33500		7	8	10	11	8	8	9	13			
Dyuhin L-82M	370373	168000	47.0	157	11.01	1.08	43	52	62	71	50	57	67	83
	187408	71400		18	17	19	22	17	18	20	26			
Dyuhin DL-82	358488	162500	47.0	157	11.01	1.08	43	50	60	69	47	54	64	79
	146387	66400		14	15	18	20	16	16	18	24			
Dyuhin DL-76T	378986	171000	23.5	88	6.02	0.59	29	29	32	33	24	27	34	43
	184745	83900		10	13	13	14	9	10	12	16			
Dyuhin DL-76TD	421078	191000	23.5	100	7.03	0.69	35	35	36	40	29	32	40	53
	192241	87200		12	14	15	16	10	11	13	17			
Dyuhin DL-88	477295	218500	31.2	135	9.48	0.92	26	31	38	45	34	38	44	61
	244094	110700		14	15	17	20	16	17	19	25			
Dyuhin DL-98	509355	231000	31.7	157	11.00	1.08	35	43	52	61	42	48	57	76
	245858	111500		15	18	19	23	17	18	20	28			
Dyuhin L-114	50184	22750	47.5	88	6.02	0.59	11	12	13	14	9	11	13	15
	31973	14500		6	7	8	8	5	6	7	9			

## Annexe II : TABLEAUX DES ACN ' CARACTERISTIQUES '

Aircraft Type	All-up Mass <sup>1</sup> (Maximum Apron Mass)(Operating Mass Empty)		Load on one main gear leg (%)	Standard Aircraft Tire Pressure			ACN relative to							
							Rigid Pavement Subgrades				Flexible Pavement Subgrades			
							High K = 150 MN/m <sup>2</sup>	Medium K= 80 MN/m <sup>2</sup>	Low K = 40 MN/m <sup>2</sup>	Ultra-low K= 20 MN/m <sup>2</sup>	High CBR = 15%	Medium CBR = 10%	Low CBR = 5%	Very low CBR = 3%
psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Saab 340B	28800	13053	46.3	113	8.09	0.79	7.4	7.9	8.3	8.6	8.1	8.8	7.8	9.0
	17715	8035					4.5	4.8	5.1	5.3	3.8	4.2	4.8	5.3
Saab 3000	30706	23000	47.5	165	11.82	1.14	14.5	15.2	15.8	16.2	12.5	13.1	14.8	16.2
	30203	13700					7.8	8.2	8.7	9.1	6.8	7.1	7.8	9.0
Sukhoi SSJ 100-93	101413	49000		161	11.32	1.11	27.0	28.8	30.1	31.3	23.8	24.8	28.0	31.5
	80827	27500					13.5	14.5	15.4	16.2	12.2	12.5	13.7	16.0
Sukhoi SSJ 100-75	88185	40000		161	11.32	1.11	22.1	23.5	24.8	26.0	19.8	20.4	22.9	26.3
	60827	27500					13.5	14.5	15.4	16.2	12.2	12.5	13.7	16.0
Tupolev TU-134A	104940	47600	45.6	120	8.50	0.83	11	13	16	19	12	13	16	21
	84703	29250					7	8	9	10	7	8	9	12
Tupolev TU-154B	218050	98000	43.1	132	9.50	0.83	19	25	32	38	20	24	30	38
	117948	53500					8	10	13	17	10	11	13	18
Tupolev TU-204	208130	93500	43.4	199	13.97	1.37	23	27	32	37	25	28	33	43
	121187	54970					12	14	16	18	13	14	15	20
Yakovlev YAK-40	35274	16000	44.0	55	3.97	0.39	9	9	10	10	7	9	11	13
	21385	9700					5	5	5	5	4	5	7	8
Yakovlev YAK-42	124560	56500	47.0	127	8.97	0.88	13	16	20	23	15	16	20	26
	70108	31800					6	7	9	10	7	8	9	11

<sup>1</sup> The two all-up masses shown in columns 2 and 3 for each aircraft type are respectively the Maximum Apron (ramp) Mass and a representative Operating Mass Empty. To compute the ACN for any intermediate value, proceed on the assumption that the ACN varies linearly between the Operating Mass Empty and the Maximum Apron Mass.

<sup>2</sup> Values reflect tire speeds up to 180 MPH (287 KMH). Higher tire pressure and higher speeds result in greater ACN.

<sup>3</sup> The tire pressure used are for tires with a maximum allowable ground speed of 8.80 MPH(257 KMH). Tires available for ground speeds over 180MPH (287 KMH) require the pressure about 10.5% higher for standard tires and 17% higher for low pressure tires.

<sup>4</sup> Maximum Zero Fuel Weight. Operating Mass Empty not defined yet.

<sup>5</sup> Minimum weight used solely as a baseline for ACN curve generation. Operating Mass Empty not defined yet.