

dimensionnement des chaussées

Instruction sur le dimensionnement des chaussées d'aérodromes
et la détermination des charges admissibles

volume 3

1983



AVANT-PROPOS

Les dispositions relatives au dimensionnement des chaussées d'aérodromes et à la détermination des charges admissibles font l'objet de trois volumes :

VOLUME 1 : INSTRUCTION TECHNIQUE

Partie 1 : Dispositions générales

Partie 2 : Annexes

VOLUME 2 : MANUEL PRATIQUE DE DIMENSIONNEMENT

Partie 1 : Compléments pour l'usage des méthodes de dimensionnement, abaques généraux

Partie 2 : Exemples

Partie 3 : Tableaux de caractéristiques et abaques de calcul pour les principaux avions

VOLUME 3 : MANUEL PRATIQUE DE DETERMINATION DES CHARGES ADMISSIBLES

Partie 1 : Compléments pour la détermination des charges admissibles et la publication des renseignements sur la force portante des chaussées par la méthode ACN/PCN

Partie 2 : Exemples

Le volume 1 constitue l'instruction technique de base, regroupant de manière détaillée et commentée les règles de dimensionnement des chaussées neuves d'aérodromes et de détermination des charges admissibles. Il traite également des problèmes connexes : évaluation des chaussées existantes, renforcements...

Les dispositions générales contiennent des prescriptions (écrites en **caractères gras**) le plus souvent suivies de recommandations, commentaires et remarques (écrits en *italique*). La deuxième partie du volume est une annexe qui rappelle l'origine et le fondement des méthodes d'étude des chaussées.

Le volume 2 est conçu pour être le document pratique de dimensionnement. Son utilisation suppose la connaissance de la partie 1 de l'Instruction Technique. Une première partie contient des compléments nécessaires pour utiliser les méthodes de dimensionnement et les abaques généraux dont seulement quelques exemples figurent dans le volume 1.

Les exemples d'utilisation (partie 2) regroupent des cas très complets d'études utilisant toutes les méthodes décrites.

Une série de tableaux de caractéristiques et d'abaques relatifs aux cinquante principaux avions civils en service ou en projet constitue le véritable outil pratique de l'utilisateur (partie 3).

Le volume 3 est au même titre que le précédent un document pratique consacré aux méthodes de détermination et de publication des charges admissibles. Son utilisation suppose la connaissance de la partie 1 de l'Instruction Technique.

Une première partie contient des exemples complémentaires utiles à la détermination du PCN des chaussées. Une deuxième partie contient des exemples complets.

L'attention de l'utilisateur est enfin appelée sur le regroupement dans les volumes 1 et 2 de deux catégories de dispositions qui faisaient l'objet antérieurement de deux circulaires distinctes :

- celles relatives aux chaussées légères, destinées à recevoir des avions dont la masse maximale est inférieure à 5,7 tonnes,
- celles communes à toutes les autres catégories de chaussées.

SOMMAIRE

Avant-propos	1
 PARTIE I. COMPLEMENTS POUR LA DETERMINATION DES CHARGES ADMISSIBLES ET LA PUBLI- CATION DES RENSEIGNEMENTS SUR LA FORCE PORTANTE DES CHAUSSEES PAR LA METHODE ACN/PCN.	
1. Détermination du PCN d'une chaussée	7
1.1. Rappels historiques sur la méthode ACN/PCN	7
1.2.- Principe de calcul des PCN	8
1.3. Calcul approché des PCN	8
1.4. Calcul optimisé des PCN	11
1.5. Remarque.....	13
1.6. PCN publiés par expérience.....	14
1.7. Précision des PCN.....	14
2. Charges admissibles : terminologie et sensibilité aux données.....	15
2.1. Terminologie	15
2.2. Sensibilité du calcul des charges admissibles au choix des données.....	17
3. Procédure à suivre en cas de dépassement des charges admissibles.....	19
 PARTIE II. EXEMPLES.	
Exemple 1 : Calculs de PCN par la méthode approchée (chaussées souples).....	23
Exemple 2 : Calcul du PCN d'une chaussée souple (piste) par les différentes méthodes.....	25
Exemple 3 : Calcul du PCN d'une chaussée souple (piste) par les différentes méthodes.....	28
Exemple 4 : Calcul du PCN d'une chaussée rigide (piste).....	33
Exemple 5 : Calcul de PCN d'un ensemble piste et aire de stationnement (chaussée souple)...	35
Exemple 6 : Mise en application de la méthode ACN/PCN.....	40

PARTIE 1

COMPLEMENTS POUR LA DETERMINATION DES CHARGES ADMISSIBLES ET LA PUBLICATION DES RENSEIGNEMENTS SUR LA FORCE PORTANTE DES CHAUSSEES PAR LA METHODE ACN/PCN

1. DETERMINATION DU PCN D'UNE CHAUSSEE

1.1. RAPPELS HISTORIQUES SUR LA METHODE ACN/PCN

Jusqu'au 26 novembre 1981, l'OACI recommandait de publier des renseignements sur la résistance des chaussées en utilisant l'une des quatre méthodes suivantes :

- a.* Poids brut admissible des avions dotés de deux jambes d'atterrisseur principal pour chacun des types roue simple, jumelage ou boggie;
- b.* Charge admissible sur une jambe d'atterrisseur principal de chacun des trois mêmes types;
- c.* Numéro LCN accompagné de l'épaisseur pour les chaussées souples et du rayon de rigidité relative pour les chaussées rigides;
- d.* Classification par groupe d'aéronefs.

Le manuel de conception des aérodromes de l'OACI, 3^e partie (Chaussées), fournissait des éléments à caractère indicatif sur le principe et l'utilisation pratique de ces différentes méthodes.

Les méthodes *a* et *b*, assez semblables, constituent les éléments indicatifs élaborés respectivement par les États-Unis et la France (ancienne circulaire AC 16 DBA du 16 avril 1970). La méthode *c* mise au point par le Royaume-Uni reste très répandue bien qu'abandonnée par ses auteurs.

Il en est de même de la méthode *d* élaborée par un ancien groupe d'étude de l'OACI sur la résistance des chaussées dans l'optique d'une utilisation universelle (1974) mais qui n'avait pas été jugée adaptée à tous les besoins et n'avait été retenue que comme méthode recommandée.

Lorsqu'un nouveau groupe d'étude de l'OACI a cherché en 1976 à mettre au point une nouvelle méthode de publication des charges admissibles, un de ses objectifs principaux était qu'elle soit compatible avec l'ensemble des méthodes utilisées par les États pour dimensionner les chaussées d'aérodrome et évaluer leur portance. Il est en effet indispensable que la méthode utilisée pour communiquer les renseignements sur la résistance des chaussées permette à chaque État d'autoriser la venue sur une chaussée des avions jugés admissibles pour celle-ci d'après ses méthodes de calcul propres et lui permette d'interdire l'utilisation des avions jugés trop agressifs d'après ces mêmes méthodes.

La méthode ACN/PCN élaborée par ce groupe d'étude est destinée à la publication de renseignements sur la résistance des chaussées. Elle n'est pas conçue pour dimensionner les chaussées.

La méthode ACN/PCN est une norme de l'OACI. Dans le cas où une autre méthode de publication serait utilisée par un État, ce dernier doit le notifier (publication d'une différence dans l'annexe 14 de l'OACI). Avant d'adopter la méthode ACN/PCN en France, il convenait de la comparer avec la méthode en vigueur (décrite dans la circulaire AC 16 DBA du 16 avril 1970) et d'évaluer les conséquences de son application.

Le Service technique des Bases aériennes a réalisé en 1980 une étude de simulation basée sur le principe suivant :

Le PCN optimal d'une chaussée doit être tel que la différence relative entre la charge admissible déduite de ce dernier et la charge admissible déduite des abaques de dimensionnement de la méthode française soit la plus faible possible pour l'ensemble des avions susceptibles de fréquenter la chaussée.

Cette étude a donc été réalisée en choisissant :

- un échantillon représentatif des avions existants (23);
- un grand nombre de chaussées-types pour recouvrir tous les cas possibles.

Cette étude systématique a permis de conclure :

- à une bonne compatibilité pour les chaussées rigides;
- à une compatibilité médiocre pour les chaussées souples. Toutefois l'erreur relative commise étant très généralement inférieure à celle avec laquelle les charges admissibles sont évaluées, les effets correspondants ont été jugés tolérables.

Finalement, il est apparu acceptable d'adopter la méthode ACN/PCN pour communiquer des renseignements sur la résistance des chaussées.

1.2. PRINCIPE DE CALCUL DES PCN

1.2.1. Lors de la publication progressive des PCN en remplacement des charges par atterrisseurs-types, l'objectif est de rendre les charges admissibles déduites du PCN d'une chaussée les plus voisines de celles résultant de la méthode de dimensionnement décrite dans la présente instruction.

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

1.2.2. Le calcul du PCN nécessite que soient connues avec la meilleure précision possible les caractéristiques du sol et de la chaussée :

- CBR du sol support, épaisseur équivalente totale pour les **chaussées souples**;
- Module de réaction corrigé du sol support, épaisseur réelle de la dalle de béton, contrainte admissible de traction par flexion pour les **chaussées rigides**.

Le calcul du PCN peut alors être effectué de deux manières :

1. CALCUL APPROCHÉ (uniquement pour les chaussées souples).

Le PCN est calculé à partir d'une formule simple ne faisant pas intervenir le trafic.

(Cf. description détaillée au § 1.3, p. 8.)

2. CALCUL OPTIMISÉ (chaussées souples et rigides).

Le PCN est calculé non seulement à partir des caractéristiques de la chaussée mais aussi en fonction du trafic. (Cf. description détaillée au § 1.4, p. 11.)

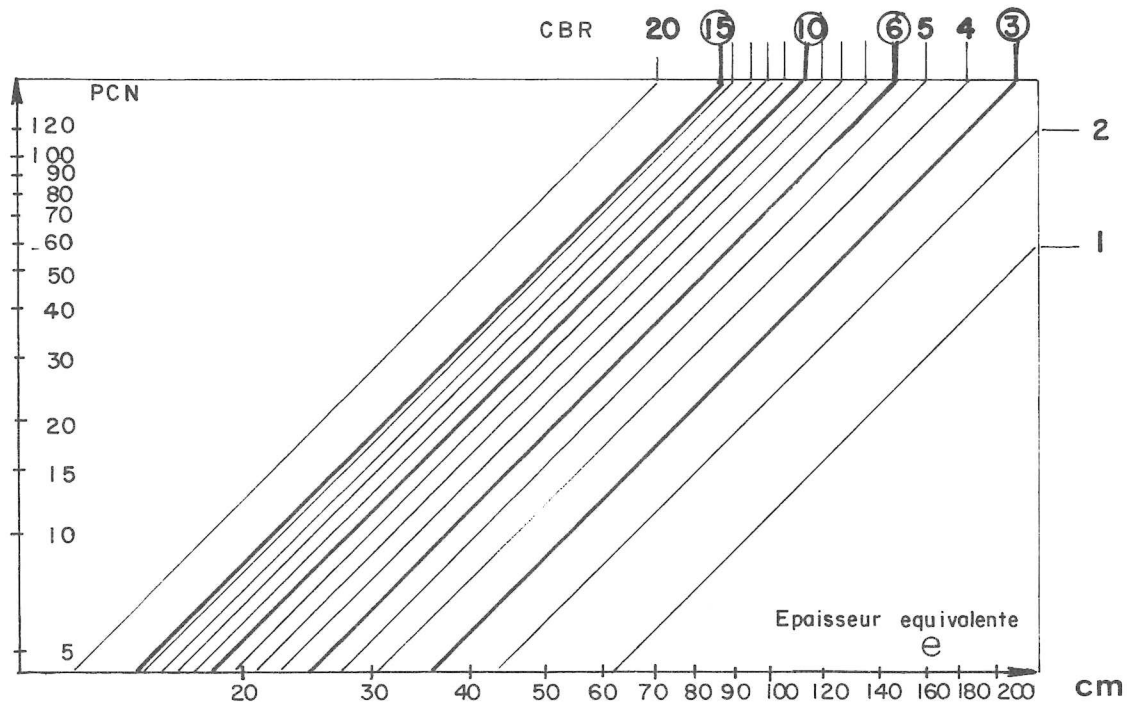
1.3. CALCUL APPROCHE DES PCN

● Ce calcul n'est applicable qu'aux chaussées souples.

● Dans le cas où la constitution de la chaussée (épaisseur équivalente e et CBR du sol-support) est connue, il est possible de calculer directement à l'aide de la formule CBR la charge de la roue simple qu'elle est capable de supporter, (la pression de gonflage étant de 1,25 MPa) et par suite son PCN qui est égal au 1/500^e de cette charge exprimée en kg (voir vol. 1, partie 2, § 5.2) :

$$\text{PCN} = \frac{1}{500} \frac{e^2}{\frac{1}{0,57 \text{ CBR}} - 0,025} \quad e \text{ en cm}$$

Ce PCN peut aussi être lu directement sur l'abaque A.



ABaque A : calcul approché du PCN

● Si la chaussée étudiée est justifiable d'un coefficient de pondération des charges réelles CF dépendant de la fonction de cette chaussée, le PCN obtenu à l'étape précédente est divisé par CF.

1.3.1. Le CBR du sol-support est égal à une des valeurs conventionnelles 3, 6, 10 ou 15 : le PCN publiable pourra se confondre avec le PCN ainsi calculé.

Exemple : $e = 85 \text{ cm}$ $CBR = 6$

D'après l'abaque A, $PCN = 54$.

Le PCN publié pourra être égal à cette même valeur, ce qui signifiera que la piste sera déclarée normalement ouverte aux avions dont l'ACN sera égal ou inférieur à 54.

C'est ainsi que l'Airbus A 300-B2, dont l'ACN varie de 27 à 62 (pour un CBR de 6) lorsque la masse passe de 87,8 à 157 tonnes pourra utiliser normalement la piste si sa masse est inférieure ou égale à :

$$M = 87,8 + (157 - 87,8) \frac{54 - 27}{62 - 27} = 141,2 \text{ tonnes}$$

1.3.2. Le CBR du sol support est compris entre 3 et 15, mais différent de 3, 6, 10 ou 15 : le PCN publié qui, par définition, doit correspondre à l'une de ces valeurs, ne peut être pris égal au PCN calculé avec l'abaque A. Il convient alors de calculer le PCN qui, dans la classe de CBR la plus voisine, attribue les mêmes masses admissibles aux avions susceptibles de fréquenter l'aérodrome.

Le schéma du calcul est le suivant :

- Calcul, comme précédemment, du PCN avec l'abaque A (pour le CBR réel du sol) ;
- Choix d'un avion tel que les valeurs extrêmes de son ACN encadrent le PCN déterminé en a et appelé à fréquenter l'aérodrome. Calcul, par interpolation entre les valeurs publiées par l'OACI, pour les CBR encadrant le CBR réel, des ACN maximum et minimum pour l'avion choisi ;

c. Calcul de la masse maximale admissible pour l'avion considéré par interpolation entre les valeurs extrêmes de l'ACN calculé ci-dessus pour une valeur de l'ACN égale au PCN déterminé en a;

d. Calcul de l'ACN correspondant, pour la classe de CBR la plus voisine de celle du sol, à la masse calculée en c.

Le PCN publiable est égal à cette valeur de l'ACN.

Remarque :

En toute rigueur, le choix de l'avion à partir duquel le calcul est effectué n'est pas indifférent, en particulier parce que les ACN étant arrondis à une unité près, il peut en résulter des erreurs voisines d'une demie unité dans un sens ou dans l'autre sur chacune des quatre valeurs d'ACN intervenant dans les calculs. Ces erreurs peuvent s'ajouter pour un avion donné, et se compenser sur un autre, mais les écarts sur le PCN final ne dépassent pas deux unités. Ces derniers peuvent donc être négligés devant les écarts inévitables provenant des incertitudes tant sur l'épaisseur équivalente de la chaussée que sur la valeur réelle du CBR du sol-support.

Exemple :

Soit une piste pour laquelle : $e = 70$ cm, $CBR = 8$.

a. Le PCN déterminé à l'aide de l'abaque A, est égal à 50.

b. Considérons 4 des avions les plus critiques susceptibles d'utiliser cette piste, à savoir : Airbus A 300-B2, Boeing 707-320 F, Boeing 727-200, Boeing 747-200.

Pour chacun de ces avions, les valeurs d'ACN correspondant à la masse maximale et à la masse minimale sont rappelées ci-après :

1	2	3	4	5
Type d'avions	Masse maxi masse mini tonnes	ACN lus		ACN calculés
		CBR = 6	CBR = 10	CBR = 8
Airbus A 300-B2.....	142	55	45	50
	85,7	26	23	24,5
Boeing 707-320 F.....	152,4	60	49	54,5
	68,7	19	17	18
Boeing 727-200 ADV.....	84	55	48	51,5
	44,3	24	22	23
Boeing 747-200.....	373,3	71	58	64,5
	168,9	23	21	22

Les ACN correspondant à un CBR de 8 en sont déduits par une interpolation qui se réduit, dans ce cas particulier, à prendre la demi-somme des ACN publiés (col. 5).

c. Avec un PCN égal à 50 et pour un CBR de 8, cette chaussée est susceptible d'accueillir normalement les avions considérés à une masse calculée par interpolation à partir des chiffres des colonnes 2 et 5, avec $ACN = 50$.

Dans le cas de l'Airbus, il se trouve que la valeur 50 du PCN est égale à l'ACN correspondant à la masse maximale. Ce sera donc la masse admissible.

Dans le cas du Boeing 707, la masse admissible sera :

$$68,7 + (152,4 - 68,7) \frac{50 - 18}{54,5 - 18} = 142,1 \text{ tonnes}$$

Un calcul analogue donne respectivement 81,9 et 303,4 tonnes pour le Boeing 727 et le Boeing 747.

d. Les ACN correspondant, pour les valeurs conventionnelles de CBR de 6 et 10, aux masses admissibles ci-dessus, ont été reportés dans le tableau suivant (certains chiffres après la virgule ont été conservés, malgré leur absence totale de signification « physique », pour donner une meilleure idée des écarts d'un avion à un autre).

Le PCN publiable sera en définitive : 55 dans la classe C ou 45 dans la classe B.

Type d'avions	Masse admissible (CBR = 8 ACN = 50) tonnes	ACN correspondant pour :	
		CBR = 6	CBR = 10
Airbus A 300-B2	142	55	45
Boeing 707-320 F.	142,1	54,95	45,1
Boeing 727 -200 ADV	81,9	53,4	46,6
Boeing 747-200	303,4	54,6	45,4

e. Remarque :

Il a été supposé jusqu'à présent que le CBR du sol-support était compris entre les valeurs extrêmes 3 et 15. La question se pose de savoir si les mêmes calculs sont valables lorsque le CBR est supérieur à 15 ou inférieur à 3.

En effet, dans ce cas les interpolations nécessaires deviennent des extrapolations beaucoup plus imprécises.

Deux cas sont alors à considérer :

- Le CBR du sol-support est inférieur à 3 : le calcul approché n'est pas utilisable. Il est nécessaire d'effectuer une étude spéciale sur la base du calcul optimisé (cf. ci-après) et complétée par l'expérience.
- Le CBR du sol-support est supérieur à 15 : le domaine d'extrapolation est plus étendu que dans le cas précédent, mais la faiblesse de la variation de l'ACN en fonction du CBR permet de conserver le même type de calcul.

1.4. CALCUL OPTIMISE DES PCN

1.4.1. PRINCIPE

Ce calcul est applicable aux chaussées souples et rigides.

Sur une chaussée donnée recevant un trafic donné, les différents avions composant ce dernier sont admissibles — au sens de la méthode française — à des charges différentes auxquelles correspond la **même roue équivalente (RSE)**. Mais compte tenu des différences existant entre la méthode adoptée par l'OACI et la méthode française pour le calcul des RSE, ces avions n'ont par contre pas rigoureusement **la même RSE au sens de la méthode OACI** et par conséquent pas rigoureusement non plus le même ACN. Ces différences portent sur les principaux points suivants : pour les chaussées souples, la RSE est calculée par la méthode du Corps of Engineers (OACI) au lieu de celle de Boyd et Foster (France); pour les chaussées rigides la RSE est calculée à aire constante et pression variable (OACI) au lieu de aire variable et pression constante (France). Pour plus de détails, se reporter volume 1, partie 2.

La méthode optimisée a pour but de déterminer un PCN égal à une moyenne pondérée de ces ACN, la pondération tenant compte de l'importance relative de chaque avion.

Le PCN qui résulte de cette méthode de calcul est mieux adapté au trafic pris en compte au moment du calcul que le PCN résultant du calcul approché. En général les deux méthodes donnent des résultats voisins.

1.4.2. DESCRIPTION

Le calcul comporte plusieurs étapes :

a. Recensement des données :

- coefficient de pondération CF des charges réelles tenant compte de la fonction de la chaussée étudiée;
- pour les **chaussées souples**, le CBR du sol-support et l'épaisseur équivalente totale e de la chaussée;
- pour les **chaussées rigides**, le module de réaction corrigé K du sol-support, l'épaisseur h de la dalle de béton, la contrainte admissible de traction par flexion $\bar{\sigma}_{bt}$ du béton.

b. Recensement du trafic.

Seuls les avions produisant un effet **significatif** sur la chaussée sont pris en compte (voir ci-après en c).

Dans la pratique, c'est le trafic ayant servi de base au dimensionnement de la chaussée qui est repris pour le calcul du PCN de cette dernière. Mais il peut être justifié de prendre un trafic différent (exemple : prévisions s'avérant inexactes ou ne correspondant qu'à plus long terme à la réalité).

c. Calcul du trafic équivalent.

Le trafic équivalent que supporte la chaussée est calculé selon le même principe que celui utilisé pour le dimensionnement optimisé (cf. vol. 1, partie 1, § 6.3., p. 31 et 32), à partir des caractéristiques de la chaussée.

Mais le but principal du calcul est d'exprimer la part de trafic équivalent représentée par chaque type d'avion. Avec les désignations suivantes :

N : nombre total de types d'avions considérés.

T' : trafic équivalent total.

n'_i : trafic équivalent (= somme des mouvements équivalents) de l'avion (i)

peuvent être exprimées les relations :

$$T' = \sum n'_i \quad \text{ou} \quad \sum \frac{n'_i}{T'} = 1$$

La fraction $\frac{n'_i}{T'}$ notée t'_i est le **trafic équivalent relatif** de chaque avion et représente sa part dans le trafic équivalent total.

Ces coefficients t'_i sont utiles pour la suite du calcul. Par « avions significatifs », il faut entendre les avions pour lesquels t'_i est supérieur à quelques pour cents. (Remarque : T' peut être différent de 36 500 mvt ou de 10 mvt/j pour les mêmes raisons que celles évoquées au b ci-dessus).

d. Calcul des charges admissibles Po_i de chaque avion et pondération éventuelle.

Dans la pratique, ce calcul est déjà réalisé à l'occasion de la séquence précédente. Ce calcul est effectué d'après les abaques de dimensionnement à partir des caractéristiques de la chaussée. Si la chaussée est justifiable d'un coefficient de pondération CF_i, la charge à prendre en compte dans la suite des calculs est Po_i/CF_i (voir ci-après).

e. Calcul de l'ACN_i correspondant à la charge Po_i ou Po_i/CF_i de chaque avion (i).

● **Choix de la catégorie de résistance du sol support et du code correspondant.**

Conformément à la codification de l'OACI (cf. vol. 1, § 8.1.2., p. 37), la catégorie est déterminée comme suit :

Catégorie	A	B	C	D
CBR [chaussées souples].....	13 < CBR	8 ≤ CBR ≤ 13	4 ≤ CBR ≤ 8	CBR < 4
K (MN/m ³) [chaussées rigides].....	120 < K	60 ≤ K ≤ 120	25 ≤ K ≤ 60	K < 25

Remarque : Un choix est à faire pour CBR = 8 et K = 60 MN/m³. Une appréciation doit être faite cas par cas.

Exemple : Piste présentant trois zones homogènes caractérisées par des CBR respectifs de 6, 7 et 8. Les deux premiers sont rattachés à la catégorie C. Il est alors judicieux de choisir la catégorie C pour le troisième afin de faciliter la comparaison des PCN.

● **Calcul de l'ACN.**

L'ACN pour la charge Po_i (ou Po_i/CF_i) considérée a pour expression :

$$ACN_i = ACN_i \text{ min} + (ACN_i \text{ max} - ACN_i \text{ min}) \cdot \frac{Pto_i - m_i}{M_i - m_i}$$

Données relatives à l'avion (i) :

Pto_i : charge totale admissible, égale à $\frac{Po_i}{p_i}$

p_i : pourcentage de répartition de la charge totale sur l'atterrisseur principal.

M_i : charge maximale sur l'aire de manœuvre.

m_i : charge à vide équipé.

ACN_imax : ACN correspondant à M_i

ACN_imin : ACN correspondant à m_i

(M_i, m_i, ACN_imax., ACN_imin, p_i sont donnés dans les tableaux de caractéristiques des avions du volume 2).

f. **Calcul final du PCN.**

Le PCN est donné par la relation suivante :

$$PCN = ACN_1 \cdot t'_1 + ACN_2 \cdot t'_2 + \dots + ACN_N \cdot t'_N$$

1.5. REMARQUE

Les deux calculs exposés ci-dessus donnent l'indication, au travers du PCN, de la charge à laquelle les avions sont admissibles sur une chaussée donnée à raison de **dix mouvements par jour pendant dix ans** en moyenne (ou 36 500 mouvements cumulés ou 10 000 recouvrements). Ceci tient à la définition même de la charge admissible.

Or, dans la pratique, le PCN de la chaussée est comparé aux ACN des avions qui, eux sont établis à partir de la **charge réelle** de ces derniers pour 10 000 recouvrements. La charge réelle d'un avion prise en compte dans le dimensionnement d'une chaussée est généralement différente de sa charge admissible sur cette même chaussée. Elle est même le plus souvent supérieure pour les avions les plus critiques (sauf si ces derniers sont envisagés à des fréquences importantes, de l'ordre de 10 mvt/j, ce qui correspond au cas restreint des très importants aérodromes). Dans certains cas, il peut donc se faire que certains avions soient en situation de dépassement apparent alors que la chaussée a été correctement dimensionnée pour les recevoir aux fréquences prévues pendant sa durée de vie normale de dix ans. (Ceci était déjà le cas dans la précédente circulaire AC 16 DBA du 16 avril 1970, dans laquelle les charges admissibles par atterrisseurs types données pour 10 mvt/j pendant 10 ans devraient être comparées aux charges réelles des avions.)

Cette situation peut paraître ambiguë. Dans ces cas, si l'autorité aéroportuaire veut éviter que certains avions fréquentant couramment l'aérodrome nécessitent des autorisations permanentes, la solution suivante peut être envisagée :

- les ACN des avions considérés sont calculés pour la charge réelle maximale envisagée pour chacun d'eux.
- la valeur maximale d'ACN trouvée sur l'ensemble des avions est divisée par 1,1 pour les chaussées souples et 1,05 pour les chaussées rigides. Le résultat est pris comme PCN de la chaussée (sauf dans le cas où le PCN résultant du calcul optimisé serait supérieur).

De cette manière, tous les avions pris en compte dans le dimensionnement sont tels que leur ACN est inférieur ou égal à 1,1 PCN pour les chaussées souples ou 1,05 PCN pour les chaussées rigides. Ils peuvent être admis sans restriction à la condition que le trafic réel total considéré ne dépasse pas de 5 % le trafic réel total pour lequel la chaussée est dimensionnée.

Le PCN ainsi calculé est supérieur aux valeurs qui seraient obtenues par calcul approché ou calcul optimisé. **Il entraîne donc un risque plus important pour la chaussée.**

1.6. PCN PUBLIES PAR EXPERIENCE

Tous les PCN calculés selon les méthodes décrites précédemment (chap. 1.3, 1.4, 1.5) sont publiés avec la lettre de code T.

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.

1.7. PRECISION DES PCN

Compte tenu des incertitudes couramment admises sur les données (cf. volume 2, partie 1, § 1.2, p. 6), l'erreur relative sur le PCN atteint très généralement 10 % pour les chaussées souples et 5 % pour les chaussées rigides. Aussi, le dépassement d'un PCN par l'ACN d'un avion devient-il significatif qu'au-delà de ces valeurs respectives. Ceci explique également la relative tolérance des règles d'octroi des autorisations dans la limite de ces valeurs.

2. CHARGES ADMISSIBLES : TERMINOLOGIE ET SENSIBILITE AUX DONNEES

2.1. TERMINOLOGIE

L'expression « charge admissible » recouvre deux significations :

2.1.1. CHARGE ADMISSIBLE DEDUITE DES ABAQUES OU DES FORMULES DE DIMENSIONNEMENT

Il s'agit de la charge admissible répondant **exactement** à la définition (vol. 1, partie 1, § 1, p. 8) :

« La charge admissible P_o associée à un atterrisseur donné (réel ou fictif) pour une chaussée donnée est celle calculée selon les règles de dimensionnement pour le trafic normal ».

Conventionnellement, la notation est **P_o** (indiciage possible) et en principe désigne une **charge sur un atterrisseur** (en effet les abaques sont tracés pour différentes charges sur l'atterrisseur principal de chaque avion et/ou sur un atterrisseur secondaire pouvant être critique tel l'atterrisseur de nez du Boeing 747). Il est toutefois possible de désigner par P_o la charge totale admissible de l'avion. Il convient alors de bien préciser quel pourcentage de charge totale sur l'atterrisseur principal a été pris en compte.

Exemples :

- Chaussée souple.

CBR du sol support : 6

épaisseur équivalente : 73 cm.

Roue simple isolée gonflée à 0,6 MPa : *cette roue est celle de l'atterrisseur type à roue simple. L'abaque correspondant (vol. 2, p. 32) est utilisé.*

$$P_o \simeq 24 \text{ tonnes}$$

Roue simple gonflée à 0,3 MPa : *pour une roue simple dont la pression de gonflage des pneumatiques est sensiblement différente de celle de l'atterrisseur-type, la formule CBR est appliquée (vol. 1, partie 2, § 1, p. 55).*

$$P_o = 27,4 \text{ tonnes} \simeq 27 \text{ tonnes}$$

Airbus A 300-B2 : *l'abaque « chaussée souple » de cet avion (vol. 2, p. 81) donne $P_o \simeq 51$ tonnes sur l'atterrisseur principal.*

Avec un pourcentage arrière maximum de 46,5 % (cf. tableaux de caractéristiques, p. 80), la charge admissible de l'avion est égale à :

$$P_o = \frac{51}{0,465} = 109,7 \text{ tonnes} \simeq 110 \text{ tonnes}$$

- Chaussée rigide.

Module de réaction corrigé du sol support : 20 MN/m³.

Contrainte admissible de traction par flexion du béton : 3,2 MPa.

Épaisseur de la dalle de béton : 31 cm.

Atterrisseur-type à jumelage : *l'abaque R 5 « chaussée rigide » de cet atterrisseur (vol. 2, p. 37) donne $P_o \simeq 29$ tonnes.*

Boeing 747-200 : Pour l'atterrisseur principal, l'abaque « chaussée rigide » de cet avion (vol. 2, p. 97) donne $P_o = 40$ tonnes. Pour l'atterrisseur secondaire, qui peut s'avérer plus contraignant que l'atterrisseur principal, l'abaque correspondant (vol 2, p. 99) donne $P_o \simeq 26$ tonnes.

En supposant que chacun des quatre atterrisseurs principaux supporte 23 % de la charge totale et par conséquent l'atterrisseur secondaire 8 %, il est possible d'exprimer la charge totale admissible :

A partir de la charge sur l'atterrisseur principal :

$$P_o = \frac{40}{0,23} = 174 \text{ tonnes}$$

A partir de la charge sur l'atterrisseur secondaire :

$$P_o = \frac{26}{0,08} = 325 \text{ tonnes}$$

Il est bien évident que la charge totale de l'avion est la plus défavorable des deux valeurs précédentes, soit $P_o = 174$ tonnes. Cet exemple illustre que dans ce cas, l'atterrisseur principal est bien nettement plus contraignant que l'atterrisseur secondaire (c'est le cas le plus courant).

Par définition même, la charge admissible est associée à 36 500 mouvements (trafic normal).

Afin d'éviter toute confusion, il ne faut pas utiliser l'expression « charge admissible » pour toute autre valeur d'intensité ou de trafic cumulé ne correspondant pas au trafic normal.

Exemple : la charge admissible P_o de l'Airbus A 300-B2 est de 51 tonnes sur l'atterrisseur principal pour une chaussée souple caractérisée par un CBR de 6 et une épaisseur équivalente de 73 cm (voir exemple précédent).

D'après la relation entre charge et nombre de mouvements (vol. 1, partie 1, § 5, p. 28) :

1 mouvement par jour pendant 10 ans à 61,2 tonnes est équivalent à 10 mouvements par jour pendant 10 ans à $\frac{61,2}{1,2} = 51$ tonnes.

Il serait cependant contraire à la définition choisie d'exprimer que la charge admissible est de 61,2 tonnes pour 1 mvt/j pendant 10 ans (soit : 3 650 mvt). Dans ce cas, il est plus correct d'exprimer que pour la chaussée considérée, la fréquence admissible est de 1 mvt/j pendant 10 ans pour la charge réelle de 61,2 tonnes.

2.1.2. CHARGE ADMISSIBLE DEDUITE DES PUBLICATIONS SUR LA RESISTANCE DES CHAUSSEES

Pour conserver les habitudes acquises, l'expression « charges admissibles » recouvre également une notion différente de celle exprimée précédemment. Il s'agit alors de la charge maximale à laquelle un atterrisseur ou un avion peut être reçu sur une chaussée d'après déduction des publications faites pour cette chaussée. Afin de limiter tout risque de confusion, il convient d'observer simultanément les règles suivantes :

- bien préciser « déduite des publications »
- utiliser les notations conventionnelles P_a lorsqu'il s'agit d'une charge admissible sur un atterrisseur et P_{ta} pour une charge totale admissible.

Exemples :

- Cas d'une publication par la méthode des atterrisseurs-types.

Pour une chaussée souple, caractérisée par un CBR de 6 et une épaisseur équivalente de 73 cm, la publication donne les valeurs suivantes :

$$24 \text{ T|RSI} - 28 \text{ T|J} - 48 \text{ T|B}$$

- Pour le Boeing 727 (atterrisseur principal à jumelage).

$$P_a = 28 \text{ tonnes}$$

mais $P_o = 30$ tonnes (d'après abaque B 727, « chaussée souple », vol. 2, p. 93) ;

— Pour le Boeing 747-200 (atterrisseur principal à boggie) :

$Pa = 48$ tonnes

mais $Po = 59$ tonnes (d'après abaque B 747-200, « chaussée souple », vol. 2, p. 97) ;

— Pour l'A 300-B2 (atterrisseur principal à boggie) :

$Pa = 48$ tonnes

mais $Po = 51$ tonnes (d'après abaque A 300-B2, « chaussée souple », vol. 2, p. 81).

● Cas d'une publication sous forme d'un PCN.

L'étude de détermination du PCN d'une chaussée souple (cf. ci-après), de CBR 6 et d'épaisseur équivalente 73 cm a conduit à la publication suivante : PCN 40 F/C|W|T.

Il en est déduit les résultats suivants :

Avion	Charge admissible déduite de la publication	Charge admissible déduite des abaques
	tonnes	tonnes
Boeing 747-200.....	$Pa = 57$	$Po = 59$
Airbus 300-B2	$Pa = 53$	$Po = 51$
Boeing 727.....	$Pa = 31$	$Po = 30$

2.2. SENSIBILITE DU CALCUL DES CHARGES ADMISSIBLES AU CHOIX DE DONNEES

Il convient de bien noter l'incertitude existante autour d'une valeur de charge admissible.

Pour une chaussée souple, le CBR est lui-même mesuré avec incertitude (cf. vol. 2, p. 7) et de plus, des fluctuations saisonnières sont possibles. Les épaisseurs réelles des couches de chaussée peuvent être connues avec précision mais elles ne sont jamais vraiment constantes. Les coefficients d'équivalence ne peuvent être fixés rigoureusement, surtout pour une chaussée existante. L'épaisseur équivalente est donc elle-même entachée d'incertitude.

Exemple :

	CBR	e	Charge admissible Po de l'A 300 B2
		cm	tonnes
Valeur moyenne.....	6	73	51
Influence du CBR.....	5 7	73 73	42 60
Influence de l'épaisseur.....	6 6	68 78	48 56

Dans la réalité, la probabilité pour que ces incertitudes se conjuguent est faible.

Une incertitude relative de 10 % sur les charges admissibles Po est inévitable pour une chaussée neuve ou pour une chaussée existante sur laquelle l'évaluation de la portance a été soigneusement menée. Cette incertitude pourra être portée à 20 % dans les autres cas.

Pour une chaussée rigide, le module de réaction corrigé du sol-support est mesuré avec la même incertitude que le CBR. Toutefois, l'incidence de ce paramètre étant faible (cf. vol. 1, partie 1, § 4), l'incertitude induite sur P_o est négligeable. L'épaisseur réelle de la dalle de béton peut se mesurer avec une bonne précision. Il en est de même pour la contrainte de traction par flexion du béton à condition d'effectuer un grand nombre d'essais. Par contre l'efficacité des dispositifs de transferts de charge est difficilement appréciable et peut varier fortement dans le temps.

Exemple :

	h	K	σ	Charge admissible Po roue simple
	cm	MN/m ³	MPa	tonnes
Valeur moyenne	30	50	3,0	26
Influence de K	30	40	3,0	24
	30	60	3,0	27
Influence de h	29	50	3,0	24
	31	50	3,0	28
Influence de σ	30	50	2,7 (1)	21
	30	50	3,3 (2)	31

$$(1) 2,7 = \frac{6,0}{2,6} \text{ (pas de transferts).}$$

$$(2) 3,3 = \frac{6,0}{1,8} \text{ (transferts).}$$

Dans la réalité, la probabilité pour que les incertitudes se conjuguent est faible.

Une incertitude relative de 10 % sur les charges admissibles P_o est inévitable pour une chaussée neuve ou pour une chaussée existante sur laquelle l'évaluation de la portance a été soigneusement menée. Cette incertitude pourra être portée à 20 % pour une chaussée fortement dégradée ou sommairement évaluée pour laquelle la qualité des transferts de charge et la contrainte du béton sont mal cernées.

Conséquences sur la précision à apporter à la lecture des abaques.

Les abaques contenus dans le volume 2 ont été conçus pour permettre une lecture avec une précision suffisante eu égard aux imprécisions évoquées ci-dessus.

L'incertitude de lecture des charges admissibles est de l'ordre de 1 à 2 tonnes selon les abaques.

Dans certains cas, il est nécessaire d'extrapoler la valeur recherchée étant en dehors du champ sur lequel les valeurs courantes ont été tracées. Le risque d'incertitude de lecture est alors plus important. Toutefois, comme il s'agit de valeurs au-delà de la charge maximale au roulage ou en deçà de la charge à vide équipée, cette incertitude n'a pas de conséquences pratiques.

Les abaques sont tracés pour des pressions standard de gonflage des pneumatiques. Lorsque la pression effective est différente de la valeur standard, il n'est utile d'en tenir compte que lorsque la différence est supérieure à $\pm 0,3$ MPa. Les indications fournies dans le volume 2 (p. 72) permettent de corriger les valeurs lues sur les abaques.

Précision des ACN et des PCN.

Les ACN sont des nombres entiers. Les PCN sont publiés avec deux chiffres significatifs.

Cet arrondi entraîne une incertitude sur la charge admissible P_a déduite des publications. Cette incertitude est variable selon le type d'avion et la classe de CBR reste généralement d'un ordre de grandeur comparable aux incertitudes de lecture des abaques (cf. ci-dessus).

3. PROCEDURE A SUIVRE EN CAS DE DEPASSEMENT DES CHARGES ADMISSIBLES

L'ensemble des dispositions concernant les règles de procédure à suivre en cas de dépassement des charges admissibles et pour l'octroi des autorisations, est décrit dans le volume 1, partie 1, § 8.3, p. 42 et 43 de l'instruction.

Des exemples d'application sont donnés en partie 2 du présent volume.

PARTIE 2

EXEMPLES

EXEMPLE N° 1

CALCULS DE PCN PAR LA METHODE APPROCHEE (CHAUSSEES SOUPLES)

$$CBR = 10 \quad e = 70 \text{ cm} \quad CF = 1$$

D'après l'abaque A, PCN = 65.

$$PCN = 65 \text{ F/B/W/T.}$$

$$CBR = 3 \quad e = 100 \text{ cm} \quad CF = 1$$

D'après l'abaque A, PCN = 36.

$$PCN = 36 \text{ F/D/W/T.}$$

$$CBR = 6 \quad e = 90 \text{ cm} \quad CF = 1,2$$

D'après l'abaque A, PCN = 60.

$$\frac{PCN}{CF} = \frac{60}{1,2} = 50$$

Finalement : PCN = 50 F/C/W/T.

$$CBR = 15 \quad e = 40 \text{ cm} \quad CF = 1,2$$

D'après l'abaque A, PCN = 34.

$$\frac{PCN}{1,2} = \frac{34}{1,2} = 28$$

Finalement : PCN = 28 F/A/W/T.

$$CBR = 7 \quad e = 56 \text{ cm} \quad CF = 1 \quad \text{avion de référence : Boeing 737-200}$$

● PCN d'après l'abaque A : 28.

● Rappel des ACN publiés pour la classe B (CBR = 10) et la classe C (CBR = 6) :

Masses	B	C
M = 50,3 tonnes	26	29
m = 27,0 tonnes	12	14

● ACN du Boeing 737-200 correspondant à CBR = 7 :

$$M = 50,3 \text{ tonnes} \quad ACN = 26 + \frac{3}{4} (29 - 26) = 28,3$$

$$m = 27,0 \text{ tonnes} \quad ACN = 12 + \frac{3}{4} (14 - 12) = 13,5$$

- Charge admissible du Boeing 737 pour PCN = 28 :

$$P_{ta} = 27,0 + (50,3 - 27,0) \cdot \frac{28 - 13,5}{28,3 - 13,5} = 49,8 \text{ tonnes}$$

- PCN publiable dans la classe C :

$$PCN = 14 + (29 - 14) \cdot \frac{49,8 - 27,0}{50,3 - 22,0} = 28,7 \simeq 29$$

Finalement : PCN 29 F/C/W/T.

$CBR = 14$ $e = 55 \text{ cm}$ $CF = 1,2$ avion de référence : Boeing 747-200

- PCN d'après l'abaque A : 60.

$$\frac{PCN}{CF} = \frac{60}{1,2} = 50$$

- Rappel des ACN publiés pour la classe A (CBR = 15) et la classe B (CBR = 10) :

Masses	A	B
M = 373,3 tonnes	52	58
m = 168,9 tonnes	20	21

- ACN du Boeing 707-200 correspondant à CBR = 14 :

$$M = 373,3 \text{ tonnes} \quad ACN = 52 + \frac{1}{5} (58 - 52) = 53,2$$

$$m = 168,9 \text{ tonnes} \quad ACN = 20 + \frac{1}{5} (21 - 20) = 20,2$$

- Masse admissible du Boeing 747-200 pour PCN = 50 :

$$M_o = 168,9 + (373,3 - 168,9) \cdot \frac{50 - 20,2}{53,2 - 20,2} = 353,5 \text{ tonnes}$$

- PCN publiable dans la classe A :

$$PCN = 20 + (52 - 20) \cdot \frac{353,3 - 168,9}{373,3 - 168,9} = 48,9 \simeq 49$$

Finalement : PCN 49 F/A/W/T.

EXEMPLE N° 2

CALCUL DU PCN D'UNE CHAUSSEE SOUPLE (PISTE) PAR LES DIFFERENTES METHODES

Calcul du PCN d'une piste dimensionnée pour recevoir le trafic suivant et dont le CBR du sol support est de 7 et l'épaisseur équivalente totale e de 73 cm.

Avion	Fréquence quotidienne	Masse au décollage	Masse à l'atterrissage
		tonnes	tonnes
Airbus 300-B4	1 rotation	156	146
Mercure	2 rotations	54,5	48
Fokker F 27	5 rotations	20,4	17
Aviation légère	20 mouvements	5,7	5,7

1 rotation = 1 décollage + 1 atterrissage

(Nota : l'étude de dimensionnement pour ce trafic est effectuée à l'exemple 1 du volume 2.)

1. Calcul approché.

L'avion qu'il convient de choisir comme référence est l'A 300 B4 car il s'agit de l'avion critique.

- PCN d'après l'abaque A : 47.
- Rappel des ACN de l'A 300-B4 publiés pour la classe B (CBR = 10) et la classe C (CBR = 6) :

Masses	B	C
M = 157,0 tonnes	51	62
m = 87,8 tonnes	23	27

- ACN de l'A 300-B4 correspondant à CBR = 7 :

$$M = 157,0 \text{ tonnes} \quad \text{ACN} = 51 + \frac{3}{4} (62 - 51) = 59,3$$

$$m = 87,8 \text{ tonnes} \quad \text{ACN} = 23 + \frac{3}{4} (27 - 23) = 26$$

Charge admissible de l'A 300-B4 pour PCN = 47 :

$$P_{ta} = 87,8 + (157,0 - 87,8) \cdot \frac{47 - 26}{59,3 - 26} = 131,4 \text{ tonnes}$$

- PCN publiable dans la classe C :

$$\text{PCN} = 27 + (62 - 27) \cdot \frac{131,4 - 87,8}{157 - 87,8} = 49$$

Finalement : PCN 49 F/C/W/T.

2. Calcul optimisé.

L'A 300-B4 est nettement plus contraignant que les autres avions considérés. Cela justifiait déjà que cette chaussée soit dimensionnée par la méthode forfaitaire (cf. volume 2, partie 2, exemple 1). A titre indicatif, le calcul (non détaillé ici) montrerait que l'A 300-B4 représente 98 % du trafic équivalent total.

Le calcul du PCN par la méthode optimisée se trouve ainsi simplifiée car il n'y a que cet avion à considérer :

- Charge admissible de l'A 300-B4 pour CBR = 7 et $e = 73$ cm :

$$\left. \begin{array}{l} P_o = 62 \text{ tonnes} \\ P_{to} = \frac{62}{0,465} = 133 \text{ tonnes} \end{array} \right\} \text{ (cf. tableau de caractéristiques et abaque pour l'A 300-B4, volume 2.)}$$

- PCN correspondant publiable pour la classe C :

$$PCN = 27 + (62 - 27) \frac{133 - 87,3}{157 - 87,3} = 50$$

Finalement : PCN 50/F/C/W/T.

Les deux méthodes de calcul de PCN ont été ici détaillées à titre d'illustration. Dans un tel cas, où un seul avion est significatif, le calcul optimisé est le moyen le plus rapide de déterminer le PCN.

3. Application de la remarque du chapitre 1.5, 1^{re} partie :

La charge totale réelle de l'A 300-B4 pour laquelle la chaussée a été dimensionnée est 156 tonnes, alors que la charge admissible n'est que de 133 tonnes pour un trafic de 10 mvt/j. L'ACN de l'A 300-B4 correspondant à la charge réelle totale est :

$$ACN = 27 + (62 - 27) \cdot \frac{156 - 87,8}{157 - 87,8} = 61$$

Par conséquent, l'autorité aéroportuaire a le choix entre publier PCN 50 F/C/W/T ou PCN 56 F/C/W/T (soit : 61/1,1) avec les avantages et inconvénients suivants pour chaque type de publication :

	PCN 50 F/C/W/T	PCN 56 F/C/W/T
AVANTAGES	Seuil bas pour l'octroi des autorisations donc meilleure gestion technique des chaussées. Diminution du risque de fatigue anormale des chaussées.	Publication permettant de recevoir le trafic pris en compte dans le dimensionnement sans autorisation. Meilleur argument commercial pour l'aéroport.
INCONVÉNIENTS	Autorisation permanente nécessaire pour l'Airbus.	Seuil haut pour l'octroi des autorisations : l'attention de l'autorité aéroportuaire n'est pas attirée sur le risque éventuel de fatigue accélérée des chaussées.

Illustration d'un cas pratique d'octroi d'autorisation avec le Boeing 727-200 Adv. à sa charge maximale de 84,4 tonnes :

L'ACN du Boeing 727 à cette masse est de 55 pour la catégorie C.

1^{er} cas. — Publication PCN 50 F/C/W/T.

ACN = 1,1 PCN : il convient donc de calculer le trafic équivalent total que supporte la chaussée.

a. Le trafic équivalent total constitué par le trafic existant est inférieur à 10 mvt/j (par exemple si ce trafic n'atteint pas le niveau des prévisions).

Par exemple, ce total est de 8 mvt/j.

- Charge admissible du Boeing 727 (d'après abaque, vol. 2) :

$$P_o = 35 \text{ tonnes}$$

$$P_{to} = \frac{35}{0,478} = 73 \text{ tonnes}$$

- $\frac{P}{P_o} = \frac{84,4}{73} = 1,15$

- Coefficient de pondération des mouvements réels :

$$CP = 10^5 \left(\frac{P}{P_o} - 1 \right) = 10^5 (1,15 - 1) = 5,6$$

- Le trafic équivalent total existant représente 8 mvt/j. Il reste donc disponible $10 - 8 = 2$ mvt/j (équivalents).

- Nombre de mouvements réels :

$$n = \frac{2}{5,6} = 0,35 \text{ mvt/j, soit environ } 10 \text{ mvt/mois}$$

L'autorisation pourra donc être accordée sans limitation de charge pour 10 mvt/mois. Il reste possible d'augmenter cette fréquence en limitant la charge (dans ce cas, le calcul ci-dessus doit être repris avec les nouvelles valeurs considérées).

Au-delà de ces limites, l'autorité aéroportuaire prendrait le risque d'une fatigue accélérée des chaussées en accordant les autorisations sans restrictions.

b. Le trafic équivalent total constitué par le trafic existant est supérieur à 10 mvt/j (par exemple si le trafic dépasse les prévisions).

Aucune autorisation ne peut théoriquement être accordée à moins d'accepter une durée de vie plus courte des chaussées. Le risque de fatigue accélérée dépend de l'importance des autorisations alors accordées.

2^e cas. — Publication PCN 56 F/C/W/T.

ACN < PCN : le Boeing 727 est donc systématiquement autorisé. Aucune demande de dépassement n'est nécessaire.

Le risque pour les chaussées reste identique à celui étudié dans le premier cas et dépend du trafic total existant. Il convient donc d'attirer l'attention de l'autorité aéroportuaire sur un tel risque lorsqu'elle envisage de publier un PCN en appliquant la remarque du paragraphe 1.5 de la 1^{re} partie.

EXEMPLE N° 3

CALCUL DU PCN D'UNE CHAUSSEE SOUPLE (PISTE) PAR LES DIFFERENTES METHODES

Détermination du PCN d'une piste dimensionnée pour le trafic suivant :

<i>Avion</i>	<i>Moyenne quotidienne des mouvements pendant 10 ans</i>	<i>Charge réelle</i>
		<i>tonnes</i>
<i>Airbus A 300-B2.....</i>	<i>4</i>	<i>138</i>
<i>Airbus A 310.....</i>	<i>2</i>	<i>130</i>
<i>Boeing 707.....</i>	<i>0,5</i>	<i>148</i>
<i>Boeing 727.....</i>	<i>1</i>	<i>84</i>

et constituée de deux parties caractérisées de la manière suivante :

<i>Chaussée</i>	<i>CBR du sol support</i>	<i>Épaisseur équivalente totale</i>
		<i>cm</i>
<i>Partie 1.....</i>	<i>6</i>	<i>85</i>
<i>Partie 2.....</i>	<i>8</i>	<i>68</i>

1. Calcul approché.

Partie 1 : D'après l'abaque A, PCN = 54.

$$\text{PCN} = 54 \text{ F/C/W/T}$$

Partie 2 :

- D'après l'abaque A, PCN = 48.
- Avion de référence : A 300-B2.
- Rappel des ACN publiés pour la classe B (CBR = 10) et la classe C (CBR = 6).

<i>Masses</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>M = 142,0 tonnes.....</i>	<i>45</i>	<i>55</i>
<i>m = 85,7 tonnes.....</i>	<i>23</i>	<i>26</i>

- ACN de l'A 300-B2 correspondant à CBR = 8.

$$M = 142,0 \text{ tonnes} \quad ACN = \frac{1}{2} (45 + 55) = 50$$

$$m = 85,7 \text{ tonnes} \quad ACN = \frac{1}{2} (23 + 26) = 24,5$$

- Charge admissible de l'A 300-B2 pour PCN = 48.

$$Pta = 85,7 + (142,0 - 85,7) \cdot \frac{48 - 24,5}{50 - 24,5} = 137,6 \text{ tonnes}$$

- Pour le CBR = 8, le choix de la publication est libre entre la classe B et la classe C. Afin d'être homogène avec la partie 1, la classe C est ici préférable.

- PCN publiable en classe C :

$$PCN = 26 + (55 - 26) \cdot \frac{137,6 - 85,7}{142,0 - 85,7} = 52,7 \simeq 53$$

Finalement PCN : 53 F/C/W/T.

2. Calcul optimisé.

Étude du trafic équivalent de la piste :

Partie 1 :

Avions	Charges réelles P	Charges admissibles Po	P/Po	CP	Mouvements réels	Mouvements équivalents
	tonnes	tonnes			mvt/j	mvt/j
Airbus A 300-B2.....	64,2	62,8	1,02	1,28	4	5,2
Airbus A 310.....	60,8	64,6	0,94	0,51	2	1,0
Boeing 707	68,8	62,6	1,10	3,14	0,5	1,6
Boeing 727	40,2	37,9	1,07	2,01	1	2,0
TOTAL						9,8

Partie 2 :

Avions	Charges réelles P	Charges admissibles Po	P/Po	CP	Mouvements réels	Mouvements équivalents
	tonnes	tonnes			mvt/j	mvt/j
Airbus A 300-B2.....	64,2	63,6	1,01	1,11	4	4,4
Airbus A 310.....	60,8	65,5	0,93	0,44	2	0,8
Boeing 707	68,8	63,3	1,09	2,71	0,5	1,4
Boeing 727	40,2	36,8	1,09	2,89	1	2,9
TOTAL.....						9,5

(Remarque : le calcul des charges admissibles a été effectué par informatique.)

- Part de chaque avion dans le trafic équivalent total (pourcentages arrondis) :

Avions	Partie 1	Partie 2
	%	%
Airbus A 300-B2.....	55	45
Airbus A 300.....	10	10
Boeing 707.....	15	15
Boeing 727.....	20	30
	100	100

- ACN correspondant à la charge admissible totale :

Les valeurs d'ACN figurant dans le tableau ci-après sont obtenues après calcul semblable à celui détaillé ici à titre d'illustration pour l'A 300-B2 sur la partie 1 :

Charge admissible : $P_o = 62,8$ tonnes.

Charge totale admissible : $P_{to} = \frac{62,8}{0,465} = 135,1$ tonnes.

ACN correspondant à la charge totale admissible pour la catégorie C :

$$ACN = 26 + (55 - 26) \cdot \frac{135,1 - 85,7}{142,0 - 85,7} = 51$$

(les caractéristiques des avions figurent dans le volume 2).

Avions	Partie 1	Partie 2
Airbus 300-B2.....	$P_{to} = 135,1$ t; ACN = 51	$P_{to} = 136,8$ t; ACN = 52
Airbus 300.....	$P_{to} = 138,0$ t; ACN = 52	$P_{to} = 140,0$ t; ACN = 53
Boeing 707.....	$P_{to} = 134,6$ t; ACN = 52	$P_{to} = 136,2$ t; ACN = 52
Boeing 727.....	$P_{to} = 79,2$ t; ACN = 51	$P_{to} = 76,9$ t; ACN = 49

- Moyenne pondérée des ACN :

Partie 1 : $PCN = (51 \times 0,55) + (52 \times 0,10) + (52 \times 0,15) + (51 \times 0,20) = 51$;

Partie 2 : $PCN = (52 \times 0,45) + (53 \times 0,10) + (52 \times 0,15) + (49 \times 0,30) = 51$.

- Valeur publiable pour les deux parties : PCN 51 F/C/W/T.

Valeur retenue pour l'ensemble de la piste : PCN 51 F/C/W/T.

3. Application de la remarque du chapitre 1.5, 1^{re} partie.

- Calcul des ACN correspondant aux charges réelles pour lesquelles la chaussée a été dimensionnée :

Avions	Charge réelle totale P_t	ACN
	tonnes	
Airbus A 300.....	138	53
Airbus A 310.....	130	48
Boeing 707.....	148	57
Boeing 727.....	84	55

L'ACN le plus élevé est celui du Boeing 707 (57) et il s'agit du seul avion tel que : $ACN > 1,1 PCN$ mais le dépassement est très faible puisque $ACN/1,1 = 52$.

L'application de la remarque ne conduit donc pas à un résultat significativement différent de 51.

Illustration d'un cas pratique d'octroi d'autorisation pour les cas séparés suivants :

1 mouvement par semaine de DC 8-63 à la charge réelle totale de 150 tonnes.

2 mouvements par semaine de Boeing 747-100 à la charge réelle totale de 320 tonnes.

Il est supposé de plus que le trafic équivalent existant est de 9,5 mut/j (soit pratiquement celui pour lequel la piste a été dimensionnée) et que le PCN finalement retenu est de 52.

1. Cas du DC 8-63.

- ACN pour la charge réelle totale de 150 tonnes (catégorie C).

$$ACN = 22 + (71 - 22) \cdot \frac{150 - 72}{162,4 - 72} = 64$$

- Cet ACN est supérieur à 1,1 PCN.
- Il convient donc de se ramener au calcul du trafic équivalent.

Charge admissible (cf. tableau de caractéristiques et abaque du DC 8, volume 2) :

$$P_o = 60 \text{ tonnes pour les parties 1 et 2, } P_{to} = 126 \text{ tonnes}$$

Coefficient de dépassement :

$$\frac{P}{P_o} = \frac{150}{126} = 1,19. \quad \text{Ce coefficient est inférieur à 1,5.}$$

Coefficient de pondération des mouvements réels :

$$CP = 10^5 \left(\frac{P}{P_o} - 1 \right) = 10^5 (1,19 - 1) = 8,9$$

Trafic équivalent représenté par le DC 8 :

$$n' = \frac{1}{7} \times 8,9 \simeq 1,3 \text{ mvt/j} \quad (1 \text{ mvt/semaine} = \frac{1}{7} \text{ mvt/j})$$

- Trafic équivalent total en tenant compte du DC 8 :

$$T = 9,5 + 1,3 = 10,8 \text{ mvt/j}$$

Ce total étant supérieur à 10 mvt/j et si le risque d'une durée de vie plus courte des chaussées ne doit pas être pris, l'autorisation doit normalement être **refusée**. (Il reste possible à l'autorité aéroportuaire soit d'accorder une autorisation avec restriction sur la masse ou sur le nombre de mouvement soit d'accorder une autorisation sans restriction en admettant le léger risque d'une fatigue accélérée des chaussées. Dans ce dernier cas un suivi est nécessaire.)

2. Cas du Boeing 747-100.

- ACN pour la charge réelle totale de 320 tonnes (catégorie C) :

$$\text{ACN} = 22 + (60 - 22) \cdot \frac{320 - 162,7}{334,8 - 162,7} = 57$$

- Cet ACN est inférieur à 1,1 PCN : l'avion peut donc être admis sous réserve que le total de mouvements réels ne dépasse pas de plus de 5 % le total de mouvements réels pris en compte pour le dimensionnement.

Le trafic existant étant pratiquement égal à celui pris en compte, soit un total de 7,5 mvt/j **réels**, il suffit de vérifier que le nombre de mouvements en surcharge ne représente pas plus de 5 % de ce total, soit 0,4 mvt/j.

La fréquence du Boeing 747-100 étant 2 mvt/semaine soit $\frac{2}{7}$ mvt/j (= 0,3 mvt/j), l'autorisation peut être **accordée**.

Remarque : En toute rigueur, il conviendrait de raisonner sur les mouvements équivalents. C'est dans un but **pratique** que les mouvements réels sont pris en compte car ils peuvent être plus facilement comptabilisés par l'autorité aéroportuaire. Afin de ne pas altérer les résultats, il convient toutefois de ne bien prendre en compte que **les avions significatifs** tels qu'ils ont été définis au paragraphe 1.4.2 *b* et *c*, partie 1.

EXEMPLE N° 4

CALCUL DU PCN D'UNE CHAUSSEE RIGIDE (PISTE)

Calcul du PCN d'une piste dimensionnée pour le trafic suivant et dont les caractéristiques sont :

module de réaction corrigé du sol support : $K = 70 \text{ MN/m}^3$;

contrainte de traction par flexion admissible :

$\bar{\sigma}_{bt} = 3,1 \text{ MPa}$ (avec dispositif de transferts de charge).

$\bar{\sigma}_{bt} = 2,2 \text{ MPa}$ (sans dispositif).

épaisseur de la dalle de béton :

$h = 29 \text{ cm}$ (avec dispositif).

$h = 37 \text{ cm}$ (sans dispositif).

Avion	Fréquence quotidienne	Masse au décollage	Masse à l'atterrissage
		tonnes	tonnes
Airbus A 300-B4.....	1 rotation	156	146
Mercure.....	2 rotations	54,5	48
Fokker F 27.....	5 rotations	20,4	17
Aviation légère.....	20 mouvements	5,7	5,7

1 rotation = 1 décollage + 1 atterrissage

(Nota : L'étude de dimensionnement pour ce trafic est effectuée à l'exemple 1 du volume 2.)

1. Calcul approché.

Ce calcul n'est pas applicable aux chaussées rigides.

2. Calcul optimisé.

L'A 300-B4 est nettement plus contraignant que les autres avions considérés. Cela justifie que cette chaussée ait été dimensionnée par la méthode forfaitaire (cf. volume 2, partie 2, exemple 1) qui est d'ailleurs très généralement suffisante pour le dimensionnement des chaussées rigides.

Le calcul du PCN se trouve ainsi simplifié car il n'y a que cet avion à considérer.

- Charge admissible de l'A 300-B4 :

$K = 70 \text{ MN/m}^3$, avec dispositifs de transferts $h = 29 \text{ cm}$, $\bar{\sigma}_{bt} = 3,1 \text{ MPa}$
sans dispositifs de transferts $h = 37 \text{ cm}$, $\bar{\sigma}_{bt} = 2,2 \text{ MPa}$

La charge admissible P_o est identique dans les deux cas :

$$\left. \begin{aligned} P_o &= 62 \text{ tonnes} \\ P_{to} &= \frac{62}{0,465} = 133 \text{ tonnes} \end{aligned} \right\} \text{ (Cf. tableau de caractéristiques et abaque pour l'A 300-B2, volume 2.)}$$

- La catégorie de sol support correspondant à $K = 70 \text{ MN/m}^3$ est la B.
- PCN correspondant publiable pour la classe B :

$$\text{PCN} = 23 + (52 - 23) \cdot \frac{133 - 87,8}{157 - 87,8} = 42$$

Finalement : $\text{PCN} = 42/\text{R/B/W/T}$.

3. Application de la remarque 1.5, 1^{re} partie.

La charge réelle de l'A 300-B4 pour laquelle la chaussée a été dimensionnée est 156 tonnes.

L'ACN de l'A 300-B4 pour cette charge est :

$$\text{ACN} = 23 + (52 - 23) \cdot \frac{156 - 87,8}{157 - 87,8} = 52$$

Par conséquent l'autorité aéroportuaire a le choix entre publier $\text{PCN } 42/\text{R/B/W/T}$ ou $\text{PCN } 50 \text{ R/B/W/T}$ (soit : 52/1,05) avec les avantages et inconvénients suivants pour chaque type de publication :

	PCN 42/R/B/W/T	PCN 50/R/B/W/T
AVANTAGES	Seuil bas pour l'octroi des autorisations donc meilleure gestion technique des chaussées. Diminution du risque de fatigue anormale des chaussées.	Publication permettant de recevoir le trafic pris en compte dans le dimensionnement sans autorisation. Meilleur argument commercial pour l'aéroport.
INCONVÉNIENTS	Autorisation permanente nécessaire pour l'Airbus.	Seuil haut pour l'octroi des autorisations : l'attention de l'autorité aéroportuaire n'est pas attirée sur le risque éventuel de fatigue accélérée des chaussées.

EXEMPLE N° 5

CALCUL DE PCN D'UN ENSEMBLE PISTE ET AIRE DE STATIONNEMENT (CHAUSSEE SOUPLE)

La piste d'un important aéroport a été dimensionnée sur la base de l'hypothèse de trafic suivante :

10 mvt/j pendant 10 ans de B 747-200 à la charge totale de 347 tonnes,

10 mvt/j pendant 10 ans de DC 8-63 à la charge totale de 147 tonnes.

Ses caractéristiques sont : $CBR = 8$ et $e = 80$ cm.

L'aire de stationnement, composée de plusieurs postes sur lesquels il est supposé que ce trafic se répartit indifféremment, présente les caractéristiques suivantes : $CBR = 8$, $e = 85$ cm.

Un nouveau poste de stationnement doit être construit pour recevoir dans un premier temps le Boeing 747-200 (fréquence probable : 2 mvt/j). Le CBR du sol support est de 10.

1° Calcul de l'épaisseur équivalente totale du nouveau poste ;

2° Calcul du PCN de la piste, de l'aire de stationnement, du nouveau poste et conclusions pour les publications ;

3° Étude des autorisations possibles dans le cas où le Boeing 747-200 et le DC8-63 se présenteraient à des charges et/ou des fréquences supérieures à celles prises en compte ci-dessus (étude limitée au cas de la piste).

1. Dimensionnement du nouveau poste.

Boeing 747-200 :

Charge réelle totale : $P_t = 347$ tonnes.

Charge réelle (sur l'atterrisseur principal) : $P = 347 \times 0,231 = 80,2$ tonnes.

Charge réelle pondérée : $P'' = 80,2 \times 1,2 = 96,2$ tonnes.

Charge normale de calcul : $P'' = \frac{P}{CT} = \frac{96,2}{1,14} = 84,4$ tonnes.

($CT = 1,14$ pour 2 mvt/j.)

D'après l'abaque du Boeing 747-200, l'épaisseur équivalente nécessaire pour $CBR = 10$ est égale à **63 cm**.

Il convient toutefois de vérifier que ce dimensionnement n'est pas insuffisant par rapport à celui de la piste (cf. vol. 1, partie 1, § 5.3, p. 29). Le CBR de la piste et celui du poste sont différents : il n'est donc pas possible de comparer directement les épaisseurs. La vérification consiste donc à s'assurer que le trafic de la piste, appliqué au nouveau poste, sans coefficient de pondération, conduit bien à une épaisseur inférieure ou égale :

$CBR = 10$ $e = 63$ cm.

Avions	Charges réelles P	Charges admissibles Po	P/Po	CP	Mouvements réels	Mouvements équivalents
	tonnes	tonnes			mvt/j	mvt/j
Boeing 747	80,2	84,0	0,95	0,59	10	5,9
DC 8.....	70,0	68,9	1,02	1,20	10	12,0
TOTAL						17,9

Ainsi, si le CBR de la piste était de 10, l'épaisseur de 63 cm serait insuffisante pour recevoir le trafic. Le poste se trouve donc sous-dimensionné par rapport à la piste. Il convient donc de calculer l'épaisseur nécessaire.

Le calcul donne finalement $e = 66 \text{ cm}$:

$\text{CBR} = 10 \quad e = 66 \text{ cm}$.

Avions	Charges réelles P	Charges admissibles P _o	P/P _o	CP	Mouvements réels	Mouvements équivalents
	tonnes	tonnes			mvt/j	mvt/j
Boeing 747.....	80,2	89,0	0,90	0,32	10	3,2
DC 8.....	70,0	73,3	0,96	0,60	10	6,0
TOTAL.....						9,2

Remarque : Le problème ne se posait pas pour l'aire de stationnement existante dont l'épaisseur (85 cm) est supérieure à celle de la piste (80 cm) pour le même CBR de sol support.

2. Calcul des PCN.

PISTE.

Calcul approché : $e = 80 \text{ cm} \quad \text{CBR} = 8$.

- PCN d'après l'abaque A : 66.

L'avion de référence choisi étant par exemple le DC 8-63, calcul des ACN pour la classe fictive caractérisée par $\text{CBR} = 8$ (cf. tableau des ACN).

$$M = 162,4 \text{ tonnes} \quad \text{ACN} = \frac{59 + 71}{2} = 65$$

$$m = 72,0 \text{ tonnes} \quad \text{ACN} = \frac{19 + 22}{2} = 20,5$$

- Charge admissible totale correspondant à $\text{PCN} = 66$:

$$P_{ta} = 72,0 + (162,4 - 72,0) \cdot \frac{66 - 20,5}{65 - 20,5} = 164,4 \text{ tonnes}$$

CBR 8 pouvant indifféremment être classé en catégorie B ou C, la catégorie B sera choisie ici pour avoir une classe commune à toutes les chaussées.

- Calcul du PCN correspondant à la charge $M_0 = 164,4$ tonnes dans la catégorie B :

$$\text{PCN} = 19 + (59 - 19) \cdot \frac{164,4 - 72}{162,4 - 72} = 60$$

$\text{PCN} = 60$ est la valeur recherchée.

Calcul optimisé :

- Étude du trafic équivalent de la piste :

$$\text{CBR} = 8 \quad e = 80 \text{ cm.}$$

Avions	Charges réelles P	Charges admissibles P _o	P/P _o	CP	Mouvements réels	Mouvements équivalents
	tonnes	tonnes			mvt/j	mvt/j
Boeing 747	80,2	89,6	0,90	0,30	10	3,0
DC 8	70,0	74,8	0,94	0,48	10	4,8
TOTAL						7,8

La piste est donc légèrement surdimensionnée.

Le B 747 représente $\frac{3,0}{7,8} \times 100 = 38 \%$ du trafic équivalent total et le DC 8, 62 %.

- ACN correspondant à la charge admissible totale des avions (catégorie B).

Boeing 747 : $P_{to} = 387,9$ tonnes (cette charge est supérieure à la charge maximale de l'avion car la chaussée est surdimensionnée pour le Boeing 747).

$$\text{ACN} : 21 + (58 - 21) \frac{387,9 - 168,9}{373,3 - 168,9} = 61$$

DC 8 $P_{to} = 157,1$ tonnes.

$$\text{ACN} : 19 + (59 - 19) \frac{157,1 - 72}{162,4 - 72} = 57.$$

- PCN (moyenne pondérée des ACN) :

$$\text{PCN} = 61 \times 0,38 + 57 \times 0,62 = 58,5 \simeq 59$$

Le calcul approché et le calcul optimisé fournissent dans ce cas des résultats très voisins.

Valeur finalement retenue : PCN 59/F/B/W/T.

AIRE DE STATIONNEMENT EXISTANTE.

Calcul approché : $e = 85$ cm, CBR = 8, CF = 1,2.

- PCN d'après l'abaque A : 74.

Toutefois cette valeur doit être divisée par 1,2.

Finalement PCN = 62.

● Charge admissible totale correspondant à PCN = 62 d'après les ACN du DC 8-63 pour la classe fictive caractérisée par CBR = 8 (le DC 8-63 est choisi comme avion de référence. Les ACN ont déjà été calculés pour la piste).

$$M_o = 72,0 + (162,4 - 72) \cdot \frac{62 - 20,5}{65 - 20,5} = 156,3 \text{ tonnes}$$

- Calcul du PCN correspondant à la charge $M_o = 156,3$ tonnes dans la catégorie B.

$$PCN = 19 + (59 - 19) \cdot \frac{156,3 - 72}{162,4 - 72} = 56$$

PCN = 56 est la valeur recherchée.

Calcul optimisé :

- Étude du trafic équivalent sur l'aire de stationnement.

Il peut être supposé, comme pour la piste que le Boeing 747 représente 38 % du trafic équivalent et le DC 8 62 %.

Les charges admissibles du Boeing 747 et du DC 8 sont respectivement 96,8 tonnes et 81,2 tonnes (charges admissibles totales Pto correspondant : 419,3 tonnes et 170,5 tonnes).

- ACN correspondant à la charge admissible totale de chaque avion divisée par 1,2.

$$\text{Boeing 747 : } P_{to}/1,2 = 349,4 \text{ tonnes} \quad ACN = 21 + (58 - 21) \frac{349,4 - 168,9}{373,3 - 168,9} = 54.$$

$$\text{DC 8 : } P_{to}/1,2 = 142,1 \text{ tonnes} \quad ACN = 19 + (59 - 19) \frac{142,1 - 72}{162,4 - 72} = 50.$$

- Moyenne pondérée des ACN :

$$(54 \times 0,38) + (50 \times 0,62) = 52$$

Le calcul optimisé fournit dans ce cas un résultat différent de celui fourni par le calcul approché.

Valeur finalement retenue : PCN 52/F/B/W/T.

NOUVEAU POSTE DE STATIONNEMENT.

Calcul approché : $e = 66$ cm, CBR = 10.

D'après l'abaque A, PCN = 58. Cette valeur doit être divisée par 1,2.

Finalement : PCN = 48.

Il n'y a pas lieu de faire de correction, le CBR considéré étant la valeur type de la classe B.

Calcul optimisé :

- Le poste étant destiné à la réception du Boeing 747-200, il convient de ne considérer que cet avion.
- ACN correspondant à la charge admissible divisée par 1,2 :

$$P_{to}/1,2 = 321,2 \text{ tonnes} \quad ACN = 21 + (58 - 21) \frac{321,2 - 168,9}{373,3 - 168,9} = 48,5 \simeq 49$$

Ce résultat est voisin de celui obtenu par le calcul approché :

Valeur finalement retenue : PCN 49/F/B/W/T.

Récapitulation :

Piste.....	PCN 59/F/B/W/T	} Valeurs publiées dans l'AGA 2 (cf. vol. 1, p. 40).
Aire de stationnement.....	PCN 52/F/B/W/T	
Poste de stationnement.....	PCN 49/F/B/W/T	

Le PCN à publier dans l'AGA 3 est celui de la piste (cf. vol. 1, p. 41).

La publication du détail des PCN par chaussée doit permettre à l'autorité aéroportuaire de bien gérer ses chaussées.

3. Étude des autorisations possibles en cas de dépassement des charges et/ou des fréquences pour la piste.

Données prises en compte dans le dimensionnement : 10 mvt/j de B 747 d'ACN 53 et 10 mvt/j de DC 8 d'ACN 52 (total des mouvements réels significatifs : 20 mvt/j).

1. *L'ACN de l'avion pour lequel l'autorisation est sollicitée est compris entre 59 et 65 ($ACN \leq 1,1 PCN$).*

Si le total de mouvements **réels** significatifs est inférieur ou égal à 21 mvt/j (soit 5 % de plus que le total pris en compte dans le dimensionnement), **l'avion est autorisé sans restriction.**

Si ce total est supérieur à 21 mvt/j, l'autorisation doit normalement être refusée à moins que l'autorité aéroportuaire n'accepte le risque d'une durée de vie plus courte des chaussées.

2. *L'ACN de l'avion pour lequel l'autorisation est sollicitée est supérieur à 65 ($ACN > 1,1 PCN$).*

Le calcul du trafic **équivalent** total est effectué.

Si le trafic équivalent total reste inférieur ou égal à 10 mvt/j, **l'avion est autorisé sans restriction.**

Si ce trafic est supérieur à 10 mvt/j, l'autorisation doit normalement être refusée à moins que l'autorité aéroportuaire n'accepte le risque d'une durée de vie plus courte des chaussées.

Dans tous les cas, l'autorisation doit être refusée si le rapport P/P_0 de l'avion est supérieur à 1,5, quel que soit le nombre de mouvements.

Pour l'aire de stationnement existante et le nouveau poste, le dépassement paraît plus important. Le calcul du trafic équivalent supporté par ces chaussées montrerait cependant leur bon dimensionnement : il suffit de se reporter aux calculs du début de l'exemple.

L'avion pour lequel l'autorisation est demandée doit être envoyé sur le poste le moins employé.

EXEMPLE N° 6

MISE EN APPLICATION DE LA METHODE ACN/PCN

Une piste construite à l'année A est constituée de deux parties présentant les caractéristiques suivantes :

	CBR du sol support	Épaisseur équivalente totale
		cm
Partie 1.....	6	75
Partie 2.....	8	58

Les charges admissibles par atterrisseur-type sont les suivantes :

Partie 1 : 23 T/RSI — 30 T/J — 51 T/B

Partie 2 : 20 T/RSI — 28 T/J — 50 T/B

(les charges correspondant à la partie 2 ont été publiées pour caractériser l'ensemble de la piste).

A l'année A + 8, il est envisagé de publier un PCN.

La valeur de ce PCN sera déterminée en fonction de plusieurs hypothèses (renforcement ou non) afin d'envisager tous les cas possibles.

Les données complémentaires seront alors précisées, en italique, dans la suite du texte.

Remarque préliminaire : Le but de l'exemple étant d'illustrer la transition entre méthode par atterrisseurs-types et méthode ACN/PCN, certains calculs ne sont pas détaillés dans cet exemple.

CAS 1. — La portance de la chaussée a été évaluée récemment.

L'évaluation récente de la portance (à l'année A + 7) a donné les résultats suivants :

Partie 1 : CBR = 6 e = 69 cm

Partie 2 : CBR = 8 e = 56 cm

Les charges admissibles par atterrisseurs-types ne sont plus que :

Partie 1 : 20 T/RSI — 26 T/J — 45 T/B

Partie 2 : 18 T/RSI — 26 T/J — 46 T/B

a. Il n'est pas nécessaire de réaliser des travaux de renforcement avant 10 ans compte tenu du trafic prévu.

La chaussée est en bon état et le trafic prévu pour les dix prochaines années est constitué principalement par 2 mvt/j de DC 9-32 à la charge réelle de 49 tonnes. Le calcul montre que 62 cm sur la partie 1 et 50 cm sur la partie 2 sont des épaisseurs suffisantes.

Calcul du PCN :

— méthode approchée : PCN 34 F/C/W/T.

— méthode optimisée : PCN 33 F/C/W/T.

Valeur finalement retenue : PCN 33/F/C/W/T.

L'ACN du DC 9-32 est égal à 28. Il n'y a donc pas de problème de dépassement.

b. Il est nécessaire d'effectuer des travaux de renforcement.

Le trafic prévu est le suivant :

Avion	Moyenne quotidienne des mouvements pendant 10 ans	Charge réelle
		tonnes
Airbus A 300-B2.....	4	138
Airbus 310.....	2	130
Boeing 707.....	0,5	148
Boeing 727.....	1	84

Les épaisseurs équivalentes totales nécessaires sont :

Partie 1 : $e_T = 85$ cm (renforcement : $e_r = 85 - 69 = 16$ cm).

Partie 2 : $e_T = 68$ cm (renforcement : $e_r = 68 - 56 = 12$ cm).

(N.B. : se reporter aux résultats de l'exemple 3.)

1^{re} hypothèse : La chaussée est dégradée (les travaux sont urgents).

Il est inutile de publier immédiatement un PCN. Des charges admissibles par atterrisseurs-types restent publiées dans un premier temps.

Selon l'importance de la fatigue des chaussées :

- soit les charges de l'année A restent publiées (20 T/RSI — 28 T/J — 50 T/B);
- soit les charges qui ressortent de l'évaluation sont publiées et modifient les précédentes (18 T/RSI — 26 T/J — 45 T/B).

Après travaux (correspondant bien à ceux définis précédemment), un PCN est publié. La valeur (calculée par la méthode optimisée) serait ici :

PCN 51/F/C/W/T

(Le détail du calcul figure à l'exemple 3.)

2^e hypothèse : La chaussée n'est pas dégradée (les travaux ne sont pas urgents).

Un PCN évalué par expérience du trafic existant est publié. Il restera valable le temps que les travaux soient réalisés (c'est-à-dire pour une courte période).

Si par exemple, le trafic énoncé ci-dessus fréquente la piste (éventuellement à des fréquences moins importantes), le PCN est calculé à partir des charges réelles des différents avions, et il est conseillé d'appliquer la remarque 2.5 de la 1^{re} partie.

Valeur publiable : PCN 52 F/C/W/T.

(Remarque : il s'agit de la valeur maximale publiable. Il peut être prudent de publier une valeur inférieure, quitte à octroyer certaines autorisations.)

Après travaux (correspondant bien à ceux définis précédemment), un nouveau PCN est publié. Il est le même que celui déterminé dans le cadre de la 1^{re} hypothèse :

PCN 51/F/C/W/T

Remarque : Il peut paraître surprenant de trouver une valeur inchangée ou très légèrement inférieure, après travaux. Il convient de bien noter que la première valeur (code U) n'a qu'une validité réduite, voire hypothétique alors que la seconde est valable pour une nouvelle durée de vie de dix ans.

CAS 2. — La portance de la chaussée n'a pas été évaluée récemment.

a. La chaussée se trouve dans un état normal.

Les qualités résiduelles de la chaussée ne sont pas connues. Un PCN évalué par expérience du trafic existant est publié.

Il est conseillé de réaliser une évaluation de la portance à court terme, dans le cadre d'un bon suivi des chaussées, mais il n'y a pas urgence.

Si par exemple l'avion critique est le DC 9-32 à la charge réelle de 49 tonnes (cf. cas 1, *a*, ci-avant), la valeur maximale publiable est :

PCN 33 F/C/W/U

Le code U indique ici à la fois l'absence de renseignements actualisés sur les chaussées et le caractère provisoire de la publication (le PCN est susceptible d'être modifié après l'évaluation).

b. La chaussée est dégradée.

Une évaluation de la portance est nécessaire de manière urgente.

Selon la gravité des dégradations :

- soit les charges de l'année A restent publiées (20 T/RSI — 28 T/J — 50 T/B) ;
- soit les charges de l'année A sont révisées en baisse, de manière forfaitaire en l'absence de résultats d'évaluation de la portance.

Par exemple si le DC 9-32 à la charge réelle totale de 49 tonnes (soit environ 23 tonnes sur son jumelage) est l'avion critique et la cause probable de la fatigue accélérée de la chaussée, les valeurs suivantes pourront être publiées :

15 T/RSI — 22 T/J — 40 T/B

IMPRIMERIE NATIONALE
2 272018 T 00

dimensionnement des chaussées

Instruction sur le dimensionnement des chaussées d'aérodromes
et la détermination des charges admissibles

volume 3
1983



sba

Service des Bases aériennes
246, rue Lecourbe
75732 Paris
Cedex 15
Tél: 828.40.20

stba

Service technique
des Bases aériennes
246, rue Lecourbe
75732 Paris Cedex 15
Tél: 554.63.18

