



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



SYMPOSIUM GESTION DU PATRIMOINE – ACR/PCR
PARIS, LE 04 OCTOBRE 2022

RAPPELS DE LA MÉTHODE ACN/PCN

Lucy TRAVAILLEUR, Cheffe du programme « Dimensionnement des chaussées »
lucy.travailleur@aviation-civile.gouv.fr

PLAN DE PRÉSENTATION

1. LA MÉTHODE ACN/PCN : INTÉRÊT ET PHILOSOPHIE
2. L'*AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBER* (ACN)
3. LE *PAVEMENT CLASSIFICATION NUMBER* (PCN)
4. ÉVOLUTIONS À PRÉVOIR AVEC LE PASSAGE À L'ACR/PCR

1. La méthode ACN/PCN : intérêt et philosophie



LA MÉTHODE ACN/PCN : OUTIL DE GESTION DES CHAUSSÉES AÉRONAUTIQUES

- S'applique à toute chaussée recevant des aéronefs de **plus de 5,7 tonnes**
- Permet d'**évaluer les conditions d'admissibilité des aéronefs** sur cette chaussée
- Permet d'**évaluer la consommation du capital vie de la chaussée** en fonction du trafic accueilli

CADRE RÉGLEMENTAIRE

- À l'international : **Manuel de conception des aérodromes, Doc 9157 3^{ème} partie Chaussées**
- En France : **Annexe technique n°1 de l'Arrêté du 10 juillet 2006**, relative aux caractéristiques physiques des aérodromes civils utilisés par les aéronefs à voilure fixe

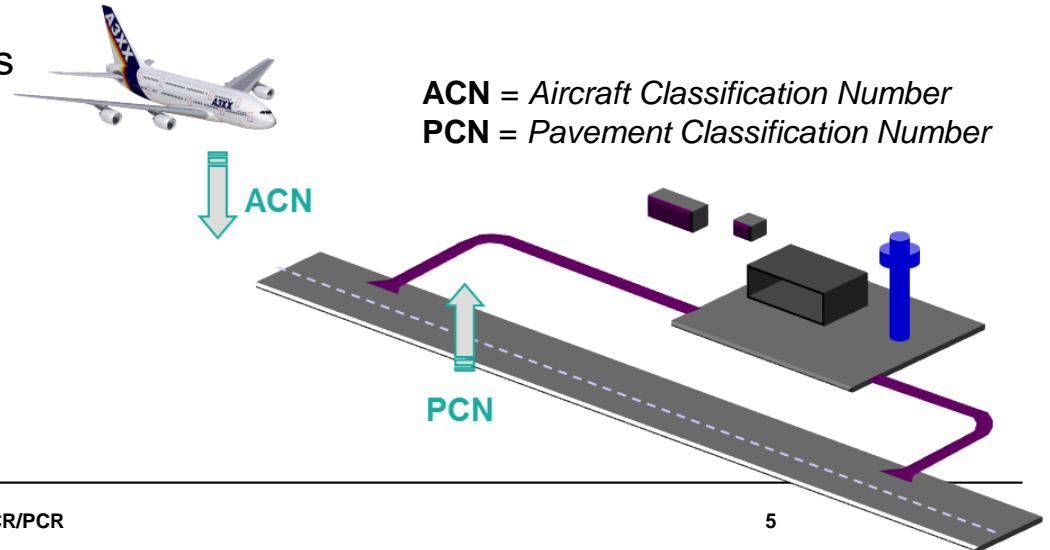
PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE ACN/PCN

Grands principes de la méthode :

- L'ACN traduit l'**agressivité d'un aéronef** sur une chaussée donnée
- Le PCN est représentatif de la **capacité portante de la chaussée**
- Si **ACN ≤ PCN**, alors l'avion peut utiliser la chaussée **sans restrictions**, sinon une étude technique est nécessaire

La méthode prévoit des leviers d'actions afin d'accueillir les aéronefs en dépassement de PCN sous certaines conditions :

- Restrictions sur la **masse** de l'aéronef
- Restrictions sur le **nombre de mouvements autorisés**



2. L'Aircraft Classification Number (ACN)



CADRE DES ACNs

Les ACNs traduisent l'agressivité d'un aéronef sur une chaussée. Ils sont :

Publiés par

- Les constructeurs aéronautiques

A destination

- De l'autorité compétente
- Des exploitants aéroportuaires

Disponibles dans

- Les *Airport Planning Publications* (ACAPs)

Fonctions

- Du type de chaussée (souple, rigide)
- De la catégorie de résistance du sol support
- De la masse de l'aéronef
- De la pression maximale admissible des pneumatiques

CATÉGORIES DE RÉSISTANCE DU SOL SUPPORT

Les sols support sont classés en 4 catégories suivant leur résistance :

- Fonction du CBR pour les chaussées souples
- Fonction du module de réaction K pour les chaussées rigide (exprimé en MN/m³)

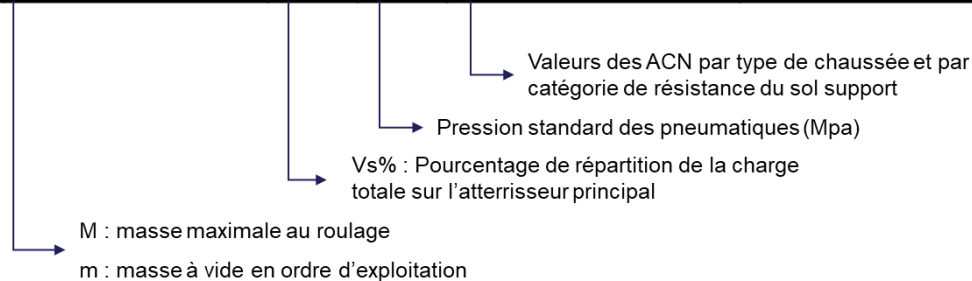
CATÉGORIE	RÉSISTANCE	VALEURS DE CBR OU K	VALEUR CARACTÉRISTIQUE
A	Élevée	$13 \leq \text{CBR}$ $120 \leq K$	CBR = 15 K = 150 MN/m ³
B	Moyenne	$8 \leq \text{CBR} < 13$ $60 \leq K < 120$	CBR = 10 K = 80 MN/m ³
C	Faible	$4 \leq \text{CBR} < 8$ $25 \leq K < 60$	CBR = 6 K = 40 MN/m ³
D	Ultra-faible	$\text{CBR} < 4$ $K < 25$	CBR = 3 K = 20 MN/m ³

TABLEAU DES ACNs

16 numéros d'ACN sont communiqués par les constructeurs :

- Pour les 2 types de chaussée : Souple ou Rigide
- Pour les masses : maximale au roulage (MRW) et à vide opérationnelle
- Pour les 4 catégories de sol support

Type d'avion	Masses (kg) Maximale M Minimale m	Vs %	q Mpa	ACN							
				Chaussée souple				Chaussée rigide			
				A	B	C	D	A	B	C	D
B777-200LR	341 100 145 150	46,87	1,50	62	69	87	117	64	82	105	127
				20	21	24	31	23	23	27	34



DÉTERMINATION DES ACNs À TOUTE MASSE

Les ACNs sont déterminés en deux étapes, à partir des valeurs communiquées par les constructeurs :

1. Calcul de l'ACN à la masse souhaitée par interpolation

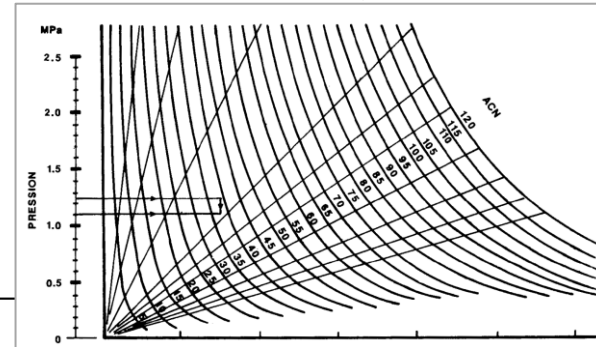
$$ACN = ACN_{\min} + (ACN_{\max} - ACN_{\min}) \cdot \frac{M_{\text{opération}} - M_{\text{vide}}}{MRW - M_{\text{vide}}}$$

2. Correction éventuelle en fonction de la pression réelle de gonflage des pneumatiques :

Chaussées souples

$$ACN \text{ corrigé} = ACN \times \frac{\frac{1}{0,5695 \text{ CBR}} - \frac{1}{32,035 q'}}{\frac{1}{0,5695 \text{ CBR}} - \frac{1}{32,035 q}}$$

Chaussées rigides



3. Le *Pavement Classification Number* (PCN)



CADRE DES PCNs

Les PCNs traduisent la capacité portante de la chaussée. Ils sont :

Publiés par

- Les exploitants aéroportuaires

A destination

- De l'autorité compétente
- Des autres exploitants aéroportuaires

Disponibles dans

- Les informations aéronautiques publiées par le SIA

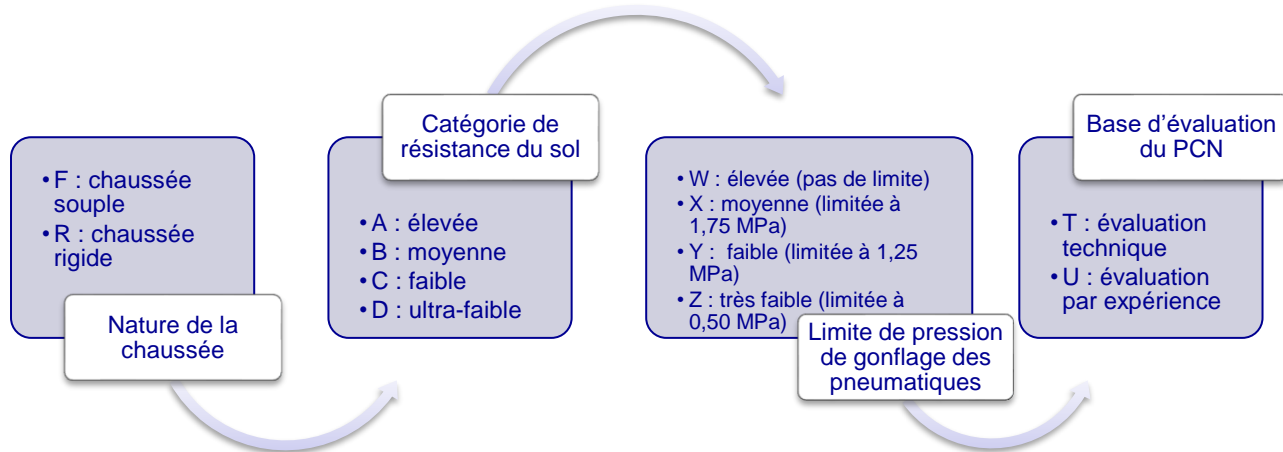
Fonctions

- Du type de chaussée (souple, rigide)
- De la catégorie de résistance du sol support
- De la masse des aéronefs du trafic de référence
- De la pression maximale admissible des pneumatiques

FORMAT DE PUBLICATION

Les PCNs sont communiqués sous la forme d'un nombre suivi de quatre lettres de code :

PCN = 69 F / C / W / T



DÉTERMINATION DES NUMÉROS DE PCNs

Trois modes de détermination sont possibles :

1. Par **expérience**, le PCN est déterminé par expérience du trafic, en fonction de l'ACN de l'avion le plus critique régulièrement accueilli sur la chaussée
 - ⇒ Détermination sur la base des ACN des avions
 - ⇒ Publication en **code U**

DÉTERMINATION DES NUMÉROS DE PCNs

2. Par la méthode approchée, le PCN est déterminé sur la base des caractéristiques de la chaussée, sans référence au trafic

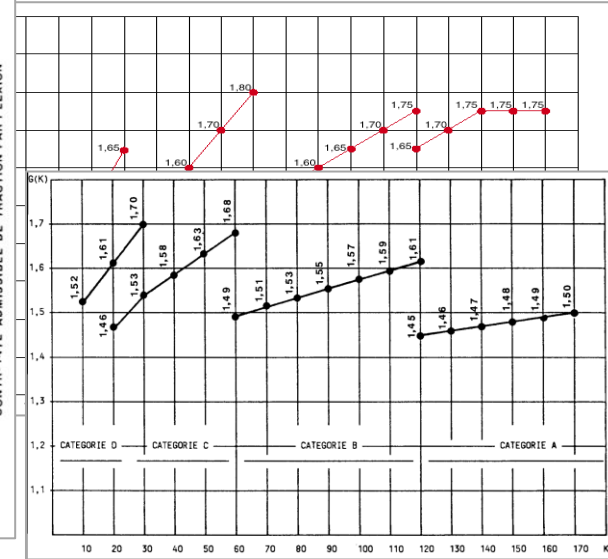
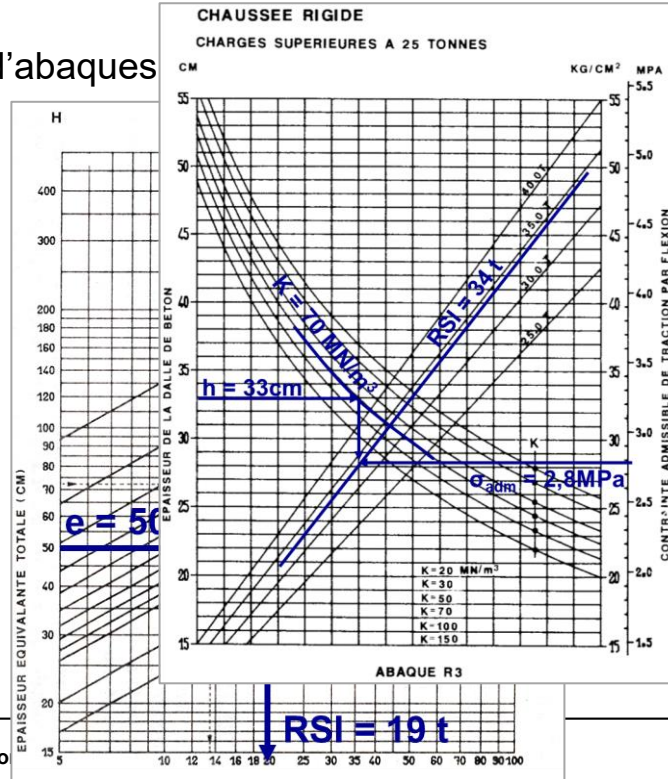
⇒ Détermination à l'aide d'abaques

⇒ Publication en code T

$$PCN_{\text{souple}} = \frac{RSI \times H(\text{CBR})}{CF}$$

$$PCN_{\text{rigide}} = \frac{RSI \times G(K)}{CF}$$

Avec $CF = 1,2$ dans le cas d'un parking et $1,0$ sinon



DÉTERMINATION DES NUMÉROS DE PCNs

3. Par la **méthode optimisée**, le PCN est déterminé sur la base des caractéristiques de la chaussée et du trafic de référence pour lequel elle est destinée
- ⇒ Détermination à l'aide du logiciel DCA du STAC
 - ⇒ Publication en **code T**

Accessibilité logiciel : <https://aca.stac.aviation-civile.gouv.fr/dca>

dgac DCA Lucy TRAVAILLEUR

STAC

Chaussées souples Chaussées rigides

5 - Calcul de PCN optimisé

Chargement / Enregistrement (.tra)

Parcourir... Aucun fichier sélectionné. Charger Exporter

Localisation

Aérodrome : Nom_Aérodrome

Chaussée : Taxiway Alpha

Paramètres

Unité de trafic : par an

Coefficient de pondération : 1.0 (Voie de circulation)

Calculer

CBR : 8

Epaisseur équivalente (cm) : 71

Aéronefs	P	P'	Po	P'/Po	N	N'/N	N'	Po/Cp	Classe B		Classe C			
									ACN1	ACN2	ACN1	ACN2		
A 330-300	233,9	233,9	190,9	1,23	3 650,0	13,36	48 767,32	190,9	63	50	74	57		
A 350-900	268,9	268,9	226,6	1,19	1 825,0	8,56	15 626,10	226,6	70	57	79	63		
B 777-300 ER	352,4	352,4	277,9	1,27	300,0	21,98	6 594,43	277,9	71	52	89	65		
B 787-8	228,4	228,4	186,0	1,23	1 825,0	13,76	25 109,12	186,0	66	52	81	62		
A 400M-LH1	141,4	141,4	189,1	0,75	3 650,0	0,05	199,79	189,1	22	31	27	39		

Aéronef

-- Masse (t) : Fréquence : Masse minimum (t) : Masse maximum (t) : Ajouter

Résultats

Trafic équivalent = 96 296,76 mvts par an

PCN : 52 - classe B ou 60 - classe C

CAS N°1

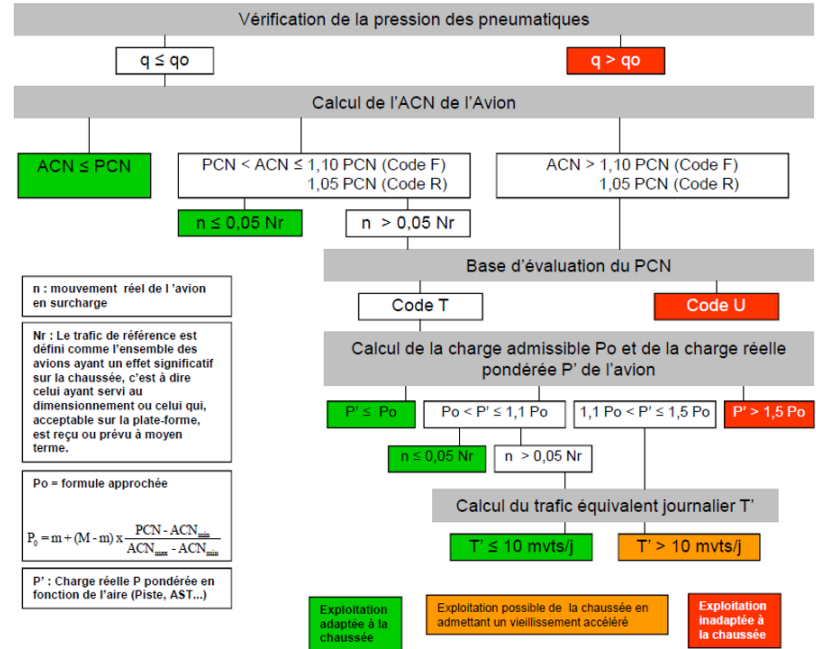
- $ACN \leq PCN$

CAS N°2

- $PCN < ACN \leq 1,10.PCN$ (chaussées souples)
- $PCN < ACN \leq 1,05.PCN$ (chaussées rigides)

CAS N°3

- $1,10.PCN < ACN$ (chaussées souples)
- $1,05.PCN < ACN$ (chaussées rigides)



n : mouvement réel de l'avion en surcharge

Nr : Le trafic de référence est défini comme l'ensemble des avions ayant un effet significatif sur la chaussée, c'est à dire celui ayant servi au dimensionnement ou celui qui, acceptable sur la plate-forme, est reçu ou prévu à moyen terme.

P_0 = formule approchée

$$P_0 = m + (M - m) \times \frac{PCN - ACN_{min}}{ACN_{max} - ACN_{min}}$$

P' : Charge réelle P pondérée en fonction de l'aire (Piste, AST...)

ETUDE TECHNIQUE

4. Evolutions à prévoir avec le passage à l'ACR/PCR

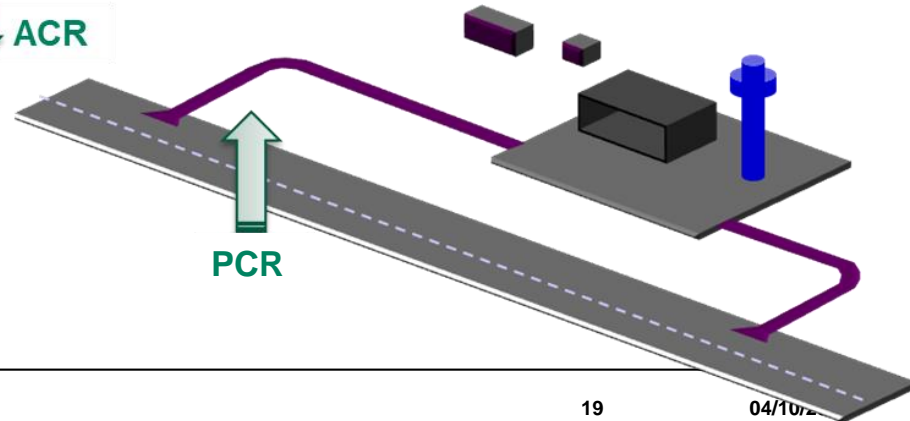


LES ÉLÉMENTS INCHANGÉS

LA PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

- L'ACR traduit l'agressivité d'un aéronef
- Le PCR traduit la capacité portante de la chaussée

- Un aéronef étant tel que $ACR \leq PCR$ peut être accueilli sur la chaussée sans restrictions, sinon une étude technique est nécessaire



ACR = Aircraft Classification Rating
PCR = Pavement Classification Rating

LE CADRE GÉNÉRAL

- **ACR** publiés par les **constructeurs aéronautiques** dans les **ACAPs**
- **PCR** publiés par les **exploitants aéroportuaires** dans les **informations aéronautiques**

- ACR et PCR fonctions :
 - Du type de chaussée : Souple ou Rigide
 - De la catégorie de résistance du sol support
 - Des caractéristiques des aéronefs (notamment la masse)

- PCR exprimés par **un nombre** suivi de **quatre lettres de code** ayant la même signification que dans l'ancien système

LA CARACTÉRISATION DE LA RÉSISTANCE DES SOLS SUPPORTS

- **Uniformisation** pour tous les types de chaussées
- Caractérisation par le **module de sol apparent E**, exprimé en MPa

CATÉGORIE	RÉSISTANCE	VALEURS DE E (MPa)	VALEUR CARACTÉRISTIQUE
A	Élevée	$150 \leq E$	$E = 200 \text{ MPa}$
B	Moyenne	$100 \leq E < 150$	$E = 120 \text{ MPa}$
C	Faible	$60 \leq E < 100$	$E = 80 \text{ MPa}$
D	Ultra-faible	$E < 60$	$E = 50 \text{ MPa}$

- Détermination à l'aide d'un **essai de plaque** (plaque statique, **dynaplaque**, déflectographe)

LA MÉTHODE DE CALCUL

- Calculs basés sur des **méthodes rationnelles** : modélisation linéaire élastique et quantification de l'endommagement de la chaussée
- **Procédure générique de calcul des PCR**, encadrée par l'**ADM Part 3 (Doc 9157)**, mis à jour en 2022

L'ADMISSIBILITÉ DES AÉRONEFS EN DÉPASSEMENT DE PCR

- Harmonisation de la condition de déclenchement d'une étude technique entre chaussées souples et rigides :

$$1,1.PCR < ACR$$



ICAO

Doc 9157

Aerodrome Design Manual

Part 3 – Pavements

Notice to Users

This document is an unedited version of an ICAO publication and has not yet been approved in the final form. As its content may still be supplemented, removed, or otherwise modified during the editing process, ICAO shall not be responsible whatsoever for any costs or liabilities incurred as a result of its use.

Third Edition (Advance unedited) — 2022

Approved by and published under the authority of the Secretary General

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



direction
générale
de l'Aviation
civile

Merci de votre attention



lucy.travailleur@aviation-civile.gouv.fr