

Chapitre 8

Gestion des chaussées aéronautiques

Méthode A.C.N. - P.C.N.



ATR 42 (A.C.N. (B) $_{max}$: 9) d'Air Calédonie utilisant la piste (P.C.N. (F.B.W.T.) : 26) de l'aéroport Nouméa-Magenta.

Il convient, avant toute autre considération, de faire observer qu'il ne peut y avoir de gestion efficace des chaussées aéronautiques sans un suivi

régulier et rigoureux de leur état de surface et de leur structure.

8-1 Présentation de la méthode A.C.N. - P.C.N.

La méthode A.C.N. - P.C.N. est un système international normalisé de communication de renseignements permettant de déterminer l'admissibilité d'un avion sur un aérodrome en fonction de la résistance des chaussées de la plate-forme concernée.

Élaborée par l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (O.A.C.I), imposée aux constructeurs d'avions, cette méthode est applicable, depuis 1983, par l'ensemble des États membres pour la gestion de leurs aérodromes.

8-1-1 Définitions

L'A.C.N. (Aircraft Classification Number) est un nombre exprimant l'effet d'un avion de type donné sur une chaussée de type également donné (souple ou rigide) pour une **catégorie** spécifiée de **sol support**.

Le P.C.N. (Pavement Classification Number) est un nombre exprimant la portance d'une chaussée donnée.

La **méthode A.C.N. - P.C.N.**, dont les conditions d'application sont développées par la suite, peut se résumer par le principe général suivant:

Le P.C.N. d'une chaussée indique qu'un avion dont l'A.C.N. est inférieur ou égal à ce P.C.N. peut utiliser cette chaussée sans autre restriction

que celle pouvant être liée à la pression des pneumatiques.

Ainsi, un avion peut utiliser sans restriction une chaussée si deux conditions sont simultanément vérifiées, à savoir que :

- l'A.C.N. de l'avion - déterminé pour le type de chaussée (souple ou rigide) et la catégorie de son sol support - soit inférieur ou égal au P.C.N. de cette chaussée,

- la pression des pneumatiques de l'avion n'excède pas la pression maximale admissible publiée pour la chaussée.

Si l'une au moins de ces conditions n'est pas respectée, l'admissibilité de l'avion est soumise aux règles de la **procédure de dérogation**.

8-1-2 Cas des chaussées légères



Aéroport de Caen-Carpiquet. Robin ATLen stationnement

La portance des **chaussées légères**, destinées à des aéronefs dont la masse sur l'aire de trafic est inférieure ou égale à 5 700 kg ne sera pas communiquée au moyen de la méthode A.C.N. - P.C.N. mais en indiquant les renseignements suivants:

- masse maximale admissible de l'aéronef,
- pression maximale admissible des pneumatiques.

8-2 Détermination des A.C.N.

8-2-1 Détermination théorique

L'**A.C.N.** d'un avion est un nombre qui, par définition, est égal à deux fois la charge, calculée en tonnes, sur une **roue simple**, gonflée à 1,25 MPa, **équivalente** (R.S.E.) à l'atterrisseur principal de l'avion considéré dont les pneus sont gonflés à la pression standard q donnée par le constructeur.

Sa détermination, pour un type de chaussée et pour une catégorie de sol support, résulte donc de deux étapes successives, à savoir :

- détermination, par la méthode américaine adaptée, de l'épaisseur équivalente du corps de chaussée (pour une

chaussée souple) ou de celle de la dalle de béton (pour une chaussée rigide) qui devrait être associée à telle **catégorie de sol support*** pour supporter l'atterrisseur à la pression q ,

-détermination de la charge en tonnes sur roue simple gonflée à 1,25 MPa correspondant à cette épaisseur.

L'A.C.N. ainsi obtenu n'est associé qu'à la pression q , au type de chaussée (souple ou rigide), et à la catégorie de sol support.

* prenant en compte, comme indiqué au § 5-3-2 ci-dessus, la couche de fondation dans le cas d'une chaussée rigide

8-2-2 Détermination pratique

Les A.C.N. des principaux avions existants sont fournis, à vide et à pleine charge, pour chacun des deux types de chaussées et pour quatre **catégories**

de **sol support** - défini lui-même, soit par son C.B.R., pour les chaussées souples, soit par son module de réaction, pour les chaussées rigides comme indiqué dans le tableau 8-1 ci-après :

	Catégorie du sol support	Valeurs du CBR ou du K (a)
A	Résistance élevée	CBR > 13 $K > 120 \text{ MN/m}^3$
B	Résistance moyenne	$8 \leq \text{CBR} \leq 13$ $60 \leq K \leq 120 \text{ MN/m}^3$
C	Résistance faible	$4 \leq \text{CBR} \leq 8$ $25 \leq K \leq 60 \text{ MN/m}^3$
D	Résistance ultra-faible	CBR < 4 $K < 25 \text{ MN/m}^3$

(a) module de réaction K corrigé à l'aide de l'abaque reproduit par la figure 5-12

8-1 Classification par catégories des sols supports de chaussée

La **publication** par l'O.A.C.I. de ces valeurs de l'**A.C.N.**, qui peuvent être également trouvées dans l'Airport Planning édité par le constructeur de l'avion, porte également indication de :

- la pression standard q des pneumatiques,
- la part de charge V_s , exprimée en pour-cent, descendue par l'atterrisseur principal.

Le tableau 8-2 ci-après donne un exemple d'A.C.N. publié.

En pratique, il convient de comparer au P.C.N. d'une chaussée donnée l'A.C.N. de tel ou tel avion correspondant à la charge roulante maximale sur l'aérodrome considéré.

On admet pour ce faire que pour un avion donné ayant une masse M_i comprise entre ses masses maximale M et minimale m publiées, l'A.C.N. varie linéairement entre ces deux masses.

Type d'avion	Masses (kg) maximale minimale			ACN				ACN			
				Chaussée souple				Chaussée rigide			
				A	B	C	D	A	B	C	D
A 300 B2	142 900	V_s (%)	q (Mpa)	41	46	54	71	37	45	53	61
						46,8	1,24	21	23	26	35

8-2 Forme observée par la publication des A.C.N.

Le calcul découle alors d'une simple interpolation en utilisant la formule suivante :

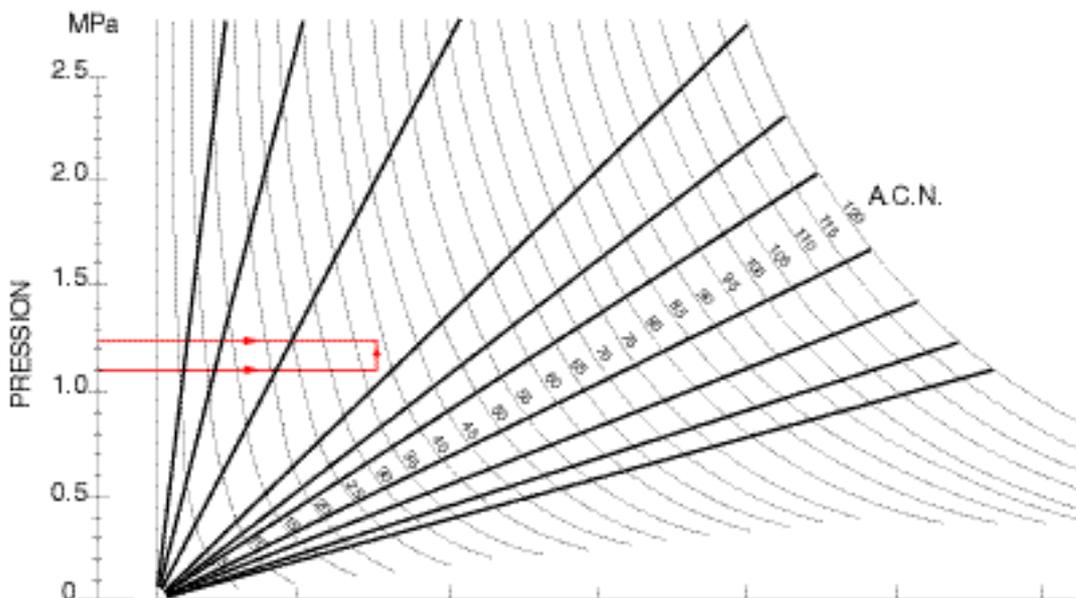
$$A.C.N. = A.C.N._{mini} + (A.C.N._{maxi} - A.C.N._{mini}) \times \frac{M_t - m}{M - m}$$

Toutefois, si la pression de gonflage effective des pneumatiques q' diffère de la pression standard q de plus de 0,1 MPa une correction de la valeur de l'A.C.N. sera effectuée selon les indications suivantes :

- a : Pour les chaussées souples, l'A.C.N. corrigé résulte de l'application de la formule :

$$A.C.N._{corrigé} = A.C.N. \times \frac{\frac{1}{0,5695 CBR} - \frac{1}{32,035 q'}}{\frac{1}{0,5695 CBR} - \frac{1}{32,035 q}}$$

- b : Pour les chaussées rigides, on utilise l'abaque 8-3 ci-après.



(l'exemple choisi illustre la correspondance d'un A.C.N. de 39, à une pression de 1,25 MPa, à un A.C.N. de 37, à une pression de 1,10 MPa)

8-3 Abaque permettant, pour les chaussées rigides, la correction de l'A.C.N. en fonction de la pression de gonflage des pneumatiques de l'atterrisseur principal

8-3 Détermination des P.C.N.

8-3-1 Principe et codification

Le P.C.N. représentant la force portante d'une chaussée donnée, sa valeur est dépendante des caractéristiques de son sol support et des matériaux constituant son corps de chaussée.

Un P.C.N. déterminé « par expérience » à partir du trafic reçu par l'aérodrome peut également être publié lorsque les caractéristiques géotechniques déterminantes sont mal connues, soit parce qu'elles n'ont jamais fait l'objet d'une évaluation, soit parce que cette dernière est trop ancienne pour être valablement prise en compte.

La méthode d'évaluation du P.C.N. d'une chaussée étant laissée à l'initiative de chaque pays membre de l'O.A.C.I., la France dispose de deux méthodes de détermination par calcul :

- le **calcul forfaitaire**,
- le **calcul optimisé**,

et d'une méthode de **détermination par expérience**.

Au P.C.N., qui est donc ou bien issu du calcul ou bien déterminé par expérience, sont associées, pour sa publication, quatre lettres indicatrices

respectivement :

- du type de chaussée concernée* :
 - F pour une chaussée souple,
 - R pour une chaussée rigide,
- de la catégorie du sol support A, B, C ou D, (se reporter au tableau en 8-2-2)
- de la pression de gonflage maximale des pneumatiques** :
 - W : pas de limite de pression (cas général),
 - X : pression limitée à 1,50 MPa,
 - Y : pression limitée à 1,00 MPa,
 - Z : pression limitée à 0,50 MPa,
- de la base d'évaluation :
 - T : détermination par calcul,
 - U : détermination par expérience.

* Les chaussées composites seront assimilées à des chaussées souples ou à des chaussées rigides selon leur mode de fonctionnement confirmé par les résultats de leur auscultation.

** Le respect, en règle générale, des pressions standard définies par les constructeurs d'avions et la majorité des chaussées rencontrées font que les P.C.N. seront dans l'ensemble publiés avec la lettre W indiquant la non limitation des pressions.

8-3-2 Détermination du P.C.N. par calcul

Le **calcul forfaitaire du P.C.N.** permet de déterminer ce dernier à partir des seules caractéristiques de la chaussée, **sans qu'il soit** par conséquent **fait référence au trafic qu'elle reçoit**. Il passe par la détermination, à l'aide de l'**abaque de dimensionnement**, de la charge maximale admissible RSI pouvant lui être appliquée par une roue simple isolée gonflée à 0,6 MPa, charge maximale dont la valeur est ensuite majorée par un coefficient fonction lui-même de la catégorie du sol support.

$$P.C.N. = H (CBR) \times RSI \text{ ou } P.C.N. = G (K) \times RSI$$

Les abaques 8-4 ci-après permettent l'évaluation des coefficients H ou G.

À noter que la charge maximale admissible peut également, pour les chaussées souples, être obtenue

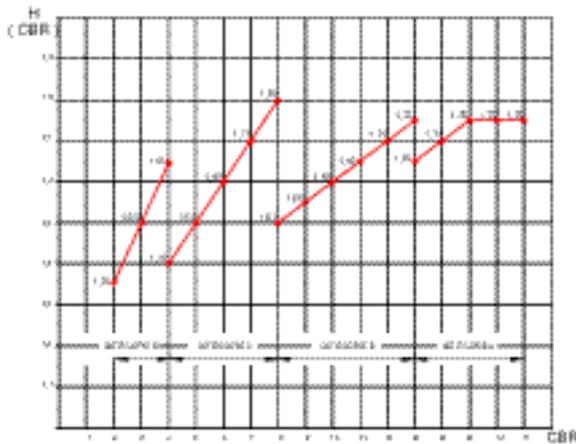
de manière plus précise par application de la formule suivante :

$$RSI = 6,12 \frac{e^2}{1000 [4,231 \cdot \log \frac{CBR}{0,6} + 2,426 (\log \frac{CBR}{0,6})^2 - 0,473 (\log \frac{CBR}{0,6})^3]^2}$$

dans laquelle :

- e est l'épaisseur équivalente de la chaussée exprimée en centimètres,
- les logarithmes sont décimaux,
- RSI est exprimé en tonnes.

Bien qu'approchées, les valeurs de P.C.N. obtenues par calcul forfaitaire caractérisent la portance réelle et expriment une bonne connaissance de la chaussée. Elles supposent, par suite, que son auscultation ait été récemment effectuée et doivent être publiées en code T.



8-3-3 Détermination du P.C.N. par expérience

Il peut s'avérer nécessaire de publier le P.C.N. d'une chaussée dont on connaît mal les caractéristiques, soit parce qu'elle n'a jamais fait l'objet d'une évaluation, soit parce que cette dernière est trop ancienne pour être prise en compte.

*Si l'état apparent de la chaussée est satisfaisant, le **P.C.N.** peut être **déterminé par expérience** du trafic en fonction de l'A.C.N. de l'avion le plus contraignant qui l'utilise régulièrement. Dans ce cas, la valeur du P.C.N. à retenir est égale à l'A.C.N. de cet avion à sa charge maximale sur l'aérodrome, A.C.N. divisé par 1,1 ou 1,05 selon que la chaussée est souple ou rigide. Il est publié en code U.*

Cette procédure est également utilisée lorsque des avions figurant dans le trafic de référence possèdent un A.C.N. supérieur au P.C.N. de la chaussée calculé forfaitairement.

La publication du P.C.N. en code U selon les cas ci-dessus présente les inconvénients suivants :

- elle accepte sans restriction la venue de tout avion supplémentaire dont l'A.C.N. est inférieur au P.C.N. publié,
- elle accepte toute augmentation du trafic des avions contraignants figurant dans le trafic de référence, sous réserve que soit respectée la **règle des 5%***.

La publication en code U peut ainsi conduire la chaussée à supporter un trafic pour lequel elle est sous-dimensionnée. Elle doit, par suite, rester provisoire (deux ans au plus) et nécessite une évaluation à court terme des caractéristiques de la chaussée. Elle nécessite également l'inspection et le suivi de son état afin d'éviter tout risque d'évolution négative et d'évaluer les besoins pour un passage en code T en fonction du trafic reçu.

* cf. § 8-5-2 ci-après

8-4 Publication des P.C.N.

La **publication des P.C.N.** est effectuée par le Ministre chargé des Transports (Direction Générale de l'Aviation Civile - Service des Bases Aériennes) sur proposition :

- soit du Directeur Général d'Aéroports de Paris, pour les aérodromes dépendant de cet établissement,
- soit du Directeur (régional) de l'Aviation Civile qui doit avoir préalablement recueilli les avis :
 - du gestionnaire de l'aérodrome et des compagnies de transport aérien le fréquentant régulièrement,
 - du S.T.B.A.

Les décisions fixant les P.C.N. sont transmises par le Ministre ou son représentant :

- selon l'aérodrome, soit au Directeur Général d'Aéroports de Paris, soit au Directeur (régional) de l'Aviation Civile pour exécution,
- au Service Local des Bases Aériennes pour exécution,
- au S.T.B.A. pour information,

- au gestionnaire.

C'est donc sous contrôle que le gestionnaire dispose de la possibilité de relever le P.C.N. issu du calcul afin de pouvoir mettre en œuvre une politique revenant à accepter une usure accélérée des chaussées et dite de **gestion à risque*** par opposition à celle dite de **gestion prudente**.

Il convient encore de souligner ici qu'une gestion appropriée de l'**aire de mouvement** d'un aérodrome s'appuiera sur :

- une bonne connaissance du trafic des avions significatifs et de leurs charges, ce qui implique un recueil continu des informations correspondantes,
- le suivi régulier de l'état de surface des chaussées,
- l'auscultation de la plate-forme tous les dix ans.

* laquelle répond parfois aux besoins d'un gestionnaire qui aurait limité les risques à l'investissement, en retenant un dimensionnement de chaussée relatif à l'hypothèse basse de trafic, mais qui ne voudrait pas pour autant refuser des avions qui se présenteraient si le trafic réel correspondait finalement à l'hypothèse haute de trafic

8-5 Application pratique de la méthode

8-5-1 Admissibilité d'un avion

La **méthode A.C.N. - P.C.N.** est utilisée pour connaître les conditions de recevabilité sur une plate-forme d'un avion à sa charge réelle. Elle consiste en la comparaison de l'A.C.N. de l'avion

au P.C.N. de la chaussée:

- si $A.C.N. \leq P.C.N.$: l'avion est admissible
- si $A.C.N. > P.C.N.$: on applique la procédure réservée à cette situation

8-5-2 Cas de dépassement du P.C.N.

Deux cas sont à considérer

Cas 1: $P.C.N. < A.C.N. \leq 1,1 P.C.N.$ pour les chaussées souples

$P.C.N. < A.C.N. \leq 1,05 P.C.N.$ pour les chaussées rigides

Dans ce cas, l'avion peut être autorisé sous réserve que le nombre annuel n de mouvements réels en surcharge n'exécède pas 5 % du total annuel des mouvements réels contenus dans le **trafic de référence** N_r ,

$$n \leq 0,05 N_r$$

Si d'autres avions ont auparavant subi la même procédure, il convient d'inclure dans n leur nombre de mouvements réels.

Si la **règle des 5%** n'est plus respectée, il convient de calculer le trafic équivalent total et de suivre alors la procédure du cas 2.

Cas 2: $A.C.N. > 1,1 P.C.N.$ pour les chaussées souples

$A.C.N. > 1,05 P.C.N.$ pour les chaussées rigides

ou condition précédente non respectée

Si le P.C.N. est affecté du code U, la méconnaissance des caractéristiques de la chaussée devrait, sauf atterrissage d'urgence, inciter à refuser l'avion.

Si le P.C.N. est affecté du code T, il convient de se ramener à la **charge admissible** P_o du type d'avion considéré pour la chaussée, charge admissible donnée par la relation :

$$P_o = m + (M-m) \times \frac{P.C.N.-A.C.N._{min}}{A.C.N._{max}-A.C.N._{min}}$$

dans laquelle :

M est la masse maximale au roulage

m est la masse à vide en ordre d'exploitation.

On compare alors cette charge admissible P_o à la charge réelle prévue pondérée P' pour chaque aire concernée:

- Si $P' \leq 1,1 P_o$: l'avion peut, toujours sur l'aire concernée, être accepté sous réserve de respecter la règle des 5%,

- Si $1,1 P_o < P' < 1,5 P_o$: dans ce cas, il convient de calculer le trafic équivalent total journalier T' que supporte la chaussée:

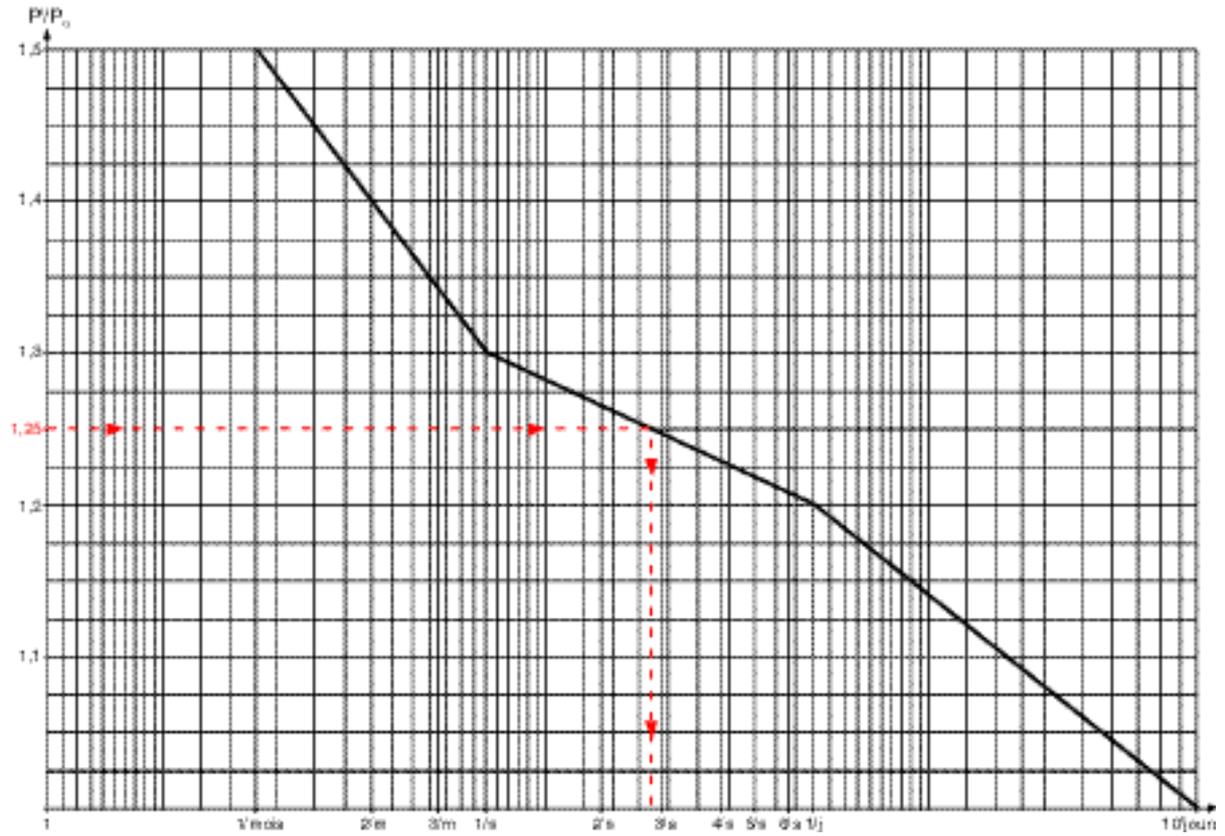
- Si $T' > 10$ mouvements équivalents par jour, l'atterrissage doit être refusé à moins d'admettre une usure rapide des chaussées.

- Si $T' \leq 10$ mouvements équivalents par jour, l'avion peut être autorisé à sa charge réelle P , mais en limitant sa fréquence aux valeurs indiquées par le graphique 8-5 ci-après dont le tableau ci-dessous donne les extrêmes.

- Si enfin $P' > 1,5 P_o$: l'autorisation d'atterrissage doit être impérativement refusée sauf urgence.

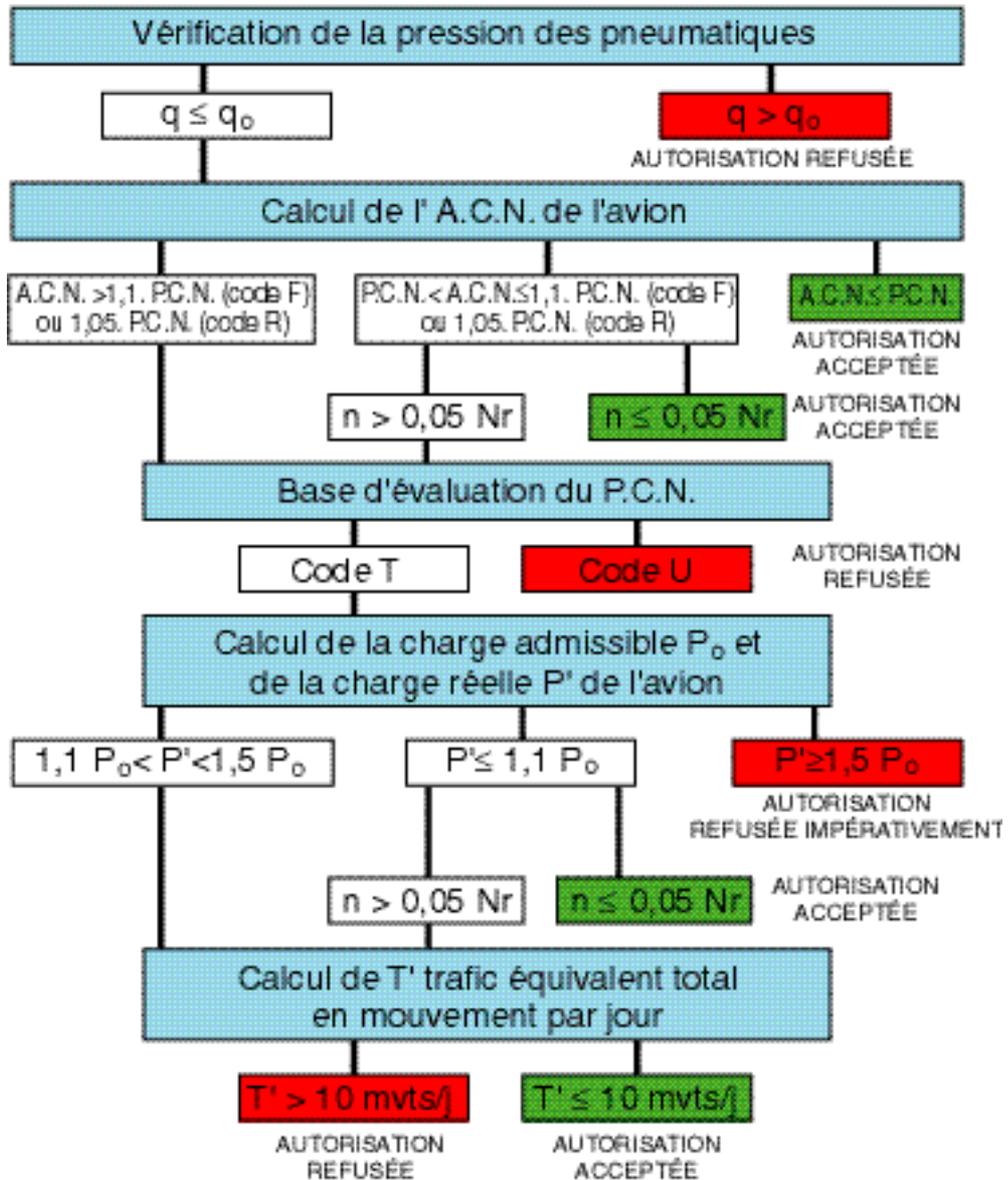
P'/P_o	Nombre limite de mouvements à la charge réelle P	Suivi des chaussées
1,1 - 1,2	entre 1 et 3 par jour	recommandé
1,2 - 1,3	entre 1 / j et 1 / semaine	obligatoire, régulier et fréquent
1,3 - 1,4	entre 1 / semaine et 2 / mois	id.
1,4 - 1,5	entre 1 / mois et 2 / mois	id.

Le graphique reproduit ci-après permet d'interpoler entre les valeurs extrêmes données par le tableau précédent.



8-5 Nombre de mouvements pouvant être autorisés en cas de dépassement du P.C.N. calculé

Les conditions d'admissibilité, qui viennent d'être développées, sont données ci-après sous forme algorithmique.



LÉGENDE

q : pression réelle de gonflage des pneumatiques de l'avion
 q_0 : pression limite de gonflage des pneumatiques