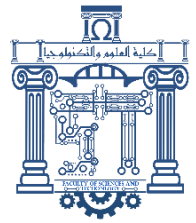




الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Republique Algerienne Democratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة العربي التبسي - تبسة

Université Larbi Tébessi – Tébessa –
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie civil

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de Master Académique**

En : Travaux publics

Spécialité : VOIES ET OUVRAGES D'ART

Par : **Soltani Belgacem**

Nahal Roumaissa

Theme:

**INTÉGRATION DU CODE GRF D'UNE PISTE
SOUPLE DANS LA GESTION DES CHAUSSÉES
SOUPLES AÉRONAUTIQUES (INDICE DE SERVICE)**

Présenté et soutenu publiquement, le 11 / 06 / 2024, devant le jury composé de :

M. Ninouh Tarek	Professeur	Président
M. Rouili Ahmed	Professeur	Encadreur
Melle. Abderrahmani Sifeddine	Maitre de Conférences	Examinatrice

Promotion : 2023/2024

Dédicace 1

Je dédie cet humble travail

Professeur Rouílí Ahmed

A ma chère épouse avec une grande fierté

*A mes chers frères et sœurs (Bashír, Abdel-Wahab, Mounír,
Fatíma, Latífa, zhour , Dr Karíma)*

A ma chère belle-mère el hadja ghnía

À tous mes collègues et amis

Soltaní Belgacem

Dédicace 2

والى الطيب والدي وقد رببت في كنفه على ان أكون صادقاً قبل ان اخطو خطواتي الأولى في طريق الحياة...
الى من علموني ان ارتقي سلم الحياة بحكمه وصبر. الي من وهبوني الحياة والامل الى من وهبني الله نعمة وجودهم في حياتي:

ابي العزيز وامي الغالية

الى ضلعي الثابت واماني ايامي الى من شددت عضدي بهم فكانوا لي ينابيع ارتوي منها الى خيرة ايامي وصفوتها

الي قرة عيني: اخي (أسامة) واختي (امنية)

الى أجمل إضافة للعائلة، الى صاحبة القلب الطيب الى شمعة بيتنا الوحيدة زوجة اخي (رحمة)

الى قطعة من قلبي قبله الله الحنونة على جبين الأرض الى ابنة اخي (فرح)

الى من انتظر هذه اللحظات ليفتخري ومن شاطرنى هذه اللحظات الي نصفي الثاني (صلاح)

الى الكتف الذي اضع عليه اثقالي الى من دعمني بلا مقابل الى والدي الثاني (عبد الغاني)

ويخلق الله صديقاً صدوقاً لا ترى جمال الدنيا الا به (هاجر)

دون ان أنسى الانسان الخلق شريك مذكري على دعمه المعنوي وصبره وتفهمه طوال هذا المشروع (بلقاسم)

الى رفقاء دربي الذين امدوني دائماً بالقوة وكانوا موضع الاتكاء في عثراتي وكانوا لي سنداً وسهلوا على طريقي

(سعيدة، اسحاق، ادم، سليم، معاذ، هشام، هارون)

اهدي هذا النجاح لنفسي ثم الى من سعى معي لإتمام هذه المسيرة دتمت لي سنداً لا عمر له

لكل من كان عوناً في هذا الطريق للأصدقاء الاوفياء ورفقاء السنين لأصحاب الشدائد والازمات الى من افاضني

بمشاعره ونصائحه المخلصة

Nahal Roumaïssa

Remerciements

Avant tous nous remercions ALLAH le tout puissant qui nous a donné le courage et la force pour surmonter les difficultés durant notre étude.

Plus particulièrement, Nous tenons à remercier *le Professeur Rouili Ahmed*, de l'Université Cheikh Larbi Tébessi -Tébessa, pour son encadrement continu, pour les remarques constructives qu'il nous a fournies ainsi que pour ses précieux conseils durant toute la période de la réalisation de ce mémoire.

Nous voudrions remercier spécialement les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail, et qu'ils nous feront l'honneur de présider et d'examiner.

Nous désirons aussi remercier tous les professeurs du Departement des Génie Civil sans exception, qui nous ont fourni les outils nécessaires à la réussite de nos études universitaires ; ces outils qui ont su nourrir nos réflexions et ont représenté une profonde satisfaction intellectuelle, Merci donc aux enseignants-chercheurs. Et également à tous ceux et celles qui de loin ou près, ont contribué à réaliser ce travail.

Soltani Belgacem/Nahal Roumaissa

Résumé

Résumé

Avec la croissance rapide de l'industrie aéronautique, il est devenu important d'adopter des méthodes claires et distinctes pour faciliter la tâche des pilotes et du personnel d'aérodrome en termes de communication.

On sait que les informations sur la surface de la piste sont si importantes qu'elles nécessitent un travail continu afin d'en faciliter la description et la lecture.

Ce travail présente une étude approfondie de intégration du code GRF d'une piste souple dans la gestion des chaussées souples aéronautiques (indice de service)

Ces travaux ont été élaborés conformément aux normes internationales de l'Organisation de l'aviation civile internationale (ICAO) l'Etablissement National de la Navigation Aérienne (ENNA) et aux recommandations de Ministère des Travaux Publics.

Pour compléter l'étude, nous avons utilisé la méthode indice de service, en utilisant le programme SGBA et la plateforme ACA.

Mots clés : piste, aerodrome. tour de contrôle, pilote, surface de piste.

ملخص:

مع النمو السريع لصناعة الطيران، أصبح من المهم اعتماد أساليب واضحة ومتميزة لتسهيل التواصل بين الطيارين وموظفي المطار.

نحن نعلم أن المعلومات الموجودة على سطح المسار مهمة للغاية لدرجة أنها تتطلب عملاً متواصلًا لتسهيل وصفها وقراءتها.

يقدم هذا العمل دراسة متعمقة لدمج كود GRF للمدرج المرن في إدارة أرصفة الطيران المرنة (مؤشر الخدمة) تم تطوير هذا العمل وفقاً للمعايير الدولية لمنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) والمؤسسة الوطنية للملاحة الجوية (ENNA) وتوصيات وزارة الأشغال العامة.

ولاستكمال الدراسة استخدمنا طريقة فهرس الخدمة، وذلك باستخدام برنامج SGBA ومنصة ACA. الكلمات المفتاحية: المدرج، المطار. برج المراقبة، الطيار، سطح المدرج.

Abstract :

Summary

With the rapid growth of the aviation industry, it has become important to adopt clear and distinct methods to make it easier for pilots and aerodrome personnel to communicate.

We know that the information on the track surface is so important that it requires continuous work to make it easier to describe and read.

This work presents an in-depth study of the integration of the GRF code of a flexible runway into the management of flexible aeronautical pavements (service index)

This work was developed in accordance with the international standards of the International Civil Aviation Organization (ICAO) the National Air Navigation Establishment (ENNA) and the recommendations of the Ministry of Public Works. To complete the study, we used the service index method, using the SGBA program and the ACA platform.

Key words: runway, aerodrome. control tower, pilot, runway surface.

Tableau de matière

INTRODUCTION GENERALE	a
STRUCTURE DES CHAUSSEES AERONAUTIQUES	2
Introduction	1
1. Constitution des structures de chaussée	1
2. Les différents types de chaussées aéronautiques	2
2.1. Chaussée souple	2
2.2. La couche de surface :	2
2.3. La couche de base :	3
2.4. Couche de fondation :	3
2.5. La sous couche:	3
2.6. Comportement d'une chaussée souple	3
2.7. Chaussées rigides	4
2.8. Comportement d'une chaussée rigide	4
3. Choix du type de chaussée	5
4. Particularités des chaussées aéronautiques par rapport aux chaussées routières	5
5. Les matériaux utilisés dans les chaussées	6
L'épaisseur équivalente	7
6. Dimensionnement des chaussées	8
6.1. Facteurs importants pour le dimensionnement du corps déchaussée : 8	
6.1.1. Masse des avions	8
6.1.2. Les atterrisseurs	9
6.1.3. Portance du sol support – Essai CBR	10
6.1.4. Dimensionnement forfaitaire des chaussées souples	12
6.1.5. Dimensionnement forfaitaire d'une chaussée rigide	16
Conclusion	18
PATHOLOGIES DES CHAUSSEES AERONAUTIQUES	19
INTRODUCTION	20
1. PRESENTATION DES PATHOLOGIES SUR LES CHAUSSEES SOUPLES	20
1.1. Les déformations	20
1.2. les flaches	20
1.2.1. Causes possibles	21
1.2.2. Relevé qualitatif (niveaux de gravité)	21
1.2.3. Relevé quantitatif	21
1.2.4. Conséquences et évolution	21
1.2.5. Intervention possible	21
1.3. les ornières	22
1.3.1. Causes possibles	22
1.3.2. Relevé qualitatif (niveaux de gravité)	22
1.3.3. Relevé quantitatif	22
1.3.4. Conséquences et évolution	22
1.3.5. Intervention possible	22
1.4. les bourrelets	23
1.4.1. Causes possibles	23
1.4.2. Relevé qualitatif (niveaux de gravité)	23
1.4.3. Relevé quantitatif	24
1.4.4. Conséquences et évolution	24

1.4.5.	Intervention possible	24
1.5.	les tassements	24
1.5.1.	Causes possibles	24
1.5.2.	Relevé qualitatif (niveaux de gravité).....	25
1.5.3.	Relevé quantitatif	25
1.5.4.	Conséquence et évolution	25
1.6.	Les fissures	25
2.	les fissures de fatigue.....	26
2.1.1.	Conséquences et évolution :.....	26
2.2.	Le faïençage de fatigue.....	28
2.2.1.	Causes possibles :.....	28
2.2.2.	niveaux de gravité :.....	28
2.2.3.	Conséquences et évolution:.....	28
2.2.4.	Intervention possible	28
2.3.	les fissures de joint.....	29
2.3.1.	Raison possible :.....	29
2.3.2.	Niveau de gravité	30
2.3.3.	Relevé quantitatif	30
2.3.4.	Conséquences et évolution.....	30
2.3.5.	Intervention possible	30
2.4.	Les Arrachements	31
2.5.	les nids de poules.....	31
2.5.1.	Causes possibles	31
2.5.2.	Conséquences et évolution.....	31
2.5.3.	Intervention possible	31
2.6.	la pelade	32
2.6.1.	Causes possibles	32
2.6.2.	Relevé qualitatif (niveau de gravité)	32
2.6.3.	Relevé quantitatif	32
2.6.4.	Conséquences et évolution.....	32
2.6.5.	Intervention possible	32
2.7.	Désenrobage	33
2.7.1.	Causes possibles	33
2.7.2.	Relevé qualitatif (niveaux de gravité).....	33
2.7.3.	Relevé quantitatif	33
2.7.4.	Conséquences et évolution.....	33
2.7.5.	Intervention possible	34
3.	PRESENTATION DES PATHOLOGIES SUR LES CHAUSSEES RIGIDES	34
3.1.	Dégradations de structure.....	34
3.2.	les fissures (longitudinales, transversales et obliques).....	34
Causes possibles	34	
Relevé qualitatif (niveaux de gravité).....	35	
Relevé quantitatif	35	
Conséquences et évolution.....	35	
3.3.	les fissures en coin.....	36
Cause.....	36	
Relevé qualitatif (niveaux de gravité)	36	
Relevé quantitatif	37	
Conséquences et évolution.....	37	
3.4.	les fractures	37

Causes possibles	37
Relevé qualitatif (niveaux de gravité).....	38
Relevé quantitatif	38
Conséquences et évolution.....	38
3.5. Dégradations de surface	39
3.6. Ecaillage /faïençage.....	39
Causes possibles	39
Relevé qualitatif (niveaux de gravité).....	39
Relevé quantitatif	39
Conséquences et évolution.....	39
3.7. dépôt de gomme	40
Cause.....	40
Relevé qualitatif (niveaux de gravité).....	40
Relevé quantitatif	41
Conséquence et évolution	41
3.8. Dégradations des joints	41
Causes possibles	41
Relevé qualitatif (niveaux de gravité).....	41
CONCLUSION	43
METHODES D'OSCULATIONS DES CHAUSSEES DEGRADEES.....	44
INTRODUCTION.....	45
1. GESTION DES CHAUSSEES AERONAUTIQUES	45
1.1. Présentation de la méthode A.C.N. - P.C.N.....	45
2. DETERMINATION DE L'A.C.N	46
2.1. Détermination théorique	46
2.2. Détermination pratique.....	47
2.3. Détermination des P.C.N.....	48
2.3.1. Principe et codification	48
2.3.2. Détermination du PCN par calcul.....	48
3. L'ADMISSIBILITE D'UN AVION	49
3.1. Cas de dépassement du P.C.N.	49
4. LES METHODES D'AUSCULTATION DES CHAUSSEES AERONAUTIQUES	51
4.1. Suivi des chaussées aéronautiques.....	51
4.2. Processus de détérioration des chaussées.....	51
5. L'importance du suivi.....	53
5.1. Les chaussées et leur environnement.....	53
6. INSPECTION VISUELLE DES CHAUSSEESAERONAUTIQUES.....	54
6.1. La méthode de l'indice de service.....	54
7. METHODOLOGIE DU RELEVÉ DES DEGRADATIONS	55
7.1. Renseignements préalables.....	55
7.2. l'échantillonnage.....	57
8. MATERIEL ET PERSONNEL NECESSAIRES A L'EXECUTION DU RELEVÉ	57
9. EXPLOITATION DU RELEVÉ DES DEGRADATIONS.....	57
9.1. Histogramme des dégradations.....	59
9.2. Contrôle des qualités de surface	60
Contrôle de l'uni.....	60
Contrôle de l'adhérence	63
Évaluation de la portance	64
le radar géologique	65

Principes généraux de l'auscultation au HWD	66
CONCLUSION	68
LE GRF.....	69
INTRODUCTION.....	70
1. Dispositions de l'OACI sur le GRF	71
2. Définition des contaminants	72
3. Définition d'une surface contaminée	74
4. Informations attendues par les pilotes	74
5. Le GRF	75
5.1. Avantages du GRF	75
5.2. Les éléments conceptuels fondamentaux du GRF	75
5.3. Les conditions de surface des pistes	76
5.4. Les descripteurs de la surface des pistes.....	76
6. Matrice d'évaluation de l'état des pistes (RCAM)	76
7. Le code d'état de piste (RWYCC)	78
7.1. Rapport sur l'état des pistes (RCR)	79
8. Le but de RCR.....	81
9. Responsabilités des parties prenantes	81
10. Évaluation des conditions de surface de piste.....	81
10.1. Rapport sur l'état des pistes.....	82
11. Modèle du tableau d'évaluation des conditions de surface de piste.....	83
12. Diffusion de l'information	84
L'évaluation, la communication et l'utilisation des données	85
13. Procédures en vol pour le transport aérien commercial international / aviation générale.....	85
14. Données des performances des avions.....	87
15. Les défis de déploiement	87
15.1. Mise en œuvre du GRF.....	87
15.2. Suivi.....	87
1. GLOBAL REPORTING FORMAT (GRF) APPLICATION A L'AEROPORT SHEIKH LARBI TEBESI DE TEBESSA.....	90
1.1. Nomenclature de l'aérodrome	90
1.2. Etat des Infrastructures :.....	91
Capacité de l'air de stationnement	92
1.1. Fiche technique de l'aéroport	92
1.2. Historique de l'aéroport	92
1.3. Structure du corps de chaussée	94
INTRODUCTION:	97
1. OBJECTIFS DU GRF	97
2. Données météorologiques	98
Cumul des précipitations (en mm)	98
Total d'eau évaporée (en mm)	98
Moyenne des températures maximales (en °C).....	99
Moyenne des températures minimales (en °C)	99
Humidité moyenne (en%)	99
Moyenne des tensions de vapeur en(mb).....	100
Durée d'insolation (en h).....	100
Vitesse moyenne du vent maximal en m/s	100
Jours de neige.....	101
Jours de Gelé.....	101

3	Evaluation des conditions de surface de piste.....	101
	Introduction	101
	3.1. Constituant du tableau d'évaluation des conditions de surface de piste 109	
4.	Méthodologie à suivre	110
	Tableau d'évaluation des conditions de surface de piste.. Erreur ! Signet non défini.	
	111
5.	Conclusion sur l'état de surface : (CODE GRF)	111
6.	Le déploiement de Global Reporting Format.....	112
.7	Techniques modernes en cours d'élaboration pour la modélisation de Global Reporting Format (GRF)	113
8.	Matériels et méthodes	114
	8.1. Composants d'équipement.....	114
9-	Processus de détermination du rapport sur l'état des pistes (RCR).....	116
7.	Méthode de comparaison des résultats	119
.8	Résultats, analyses et discussions.....	119
	8.1. Résultats	119
	8.2. Analyses et discussions	120
Conclusion	124
	1. L'INDICE DE SERVICE(IS) APPLICATION A L'AERODROME SHEIKH LARBI TEBESI DE TEBESSA.....	126
	Inspection visuelle des chaussées aéronautiques :	126
	2. FONDEMENT DE LA THEORIE DE LA METHODE DE L ' INDICE DE SERVICE	126
	Etat des Infrastructures pour l'aérodrome Cheikh Larbi Tébessi :.....	128
	Données réelles de la surface de la piste :	128
	MAILLAGE	129
	Sur chaussée souple	129
	Reconnaissance des dégradations (catalogue des dégradations).....	130
	Fréquence et choix de la date du relevé visuel des dégradations	130
	relevé visuel des dégradations pour la piste 11/30	132
	calcul des densités :	136
	Dégradation de type linéaire : densité = linéaire dégradations x 0,3048 x 100 / aire maille.	136
détermination des valeurs déduites	137
	Interpolation à partir des points connus :	138
	détermination des valeurs corrigées	139
	Interpolation à partir des points connus :	140
	Calcul des IS Global, structurel et surfacique par maille.....	140
	Calcul des IS Global, structurel et surfacique de l'aire étudiée	142
	Les seuils et indices	142
.3	Modélisation	143
	Introduction :	143
	4. Présentation du logiciel	143
	5. Architecture du logiciel SGBA :.....	143
6.	Fonctionnement du logiciel	145
	Etape 1 : Initialisation de la base de données.....	145
	Comment saisir les données dans une table ?	146
	Comment saisir les données dans un fichier ?	147

exemple:	148
Etape 4 : saisie des relevés effectués sur les chaussées	150
Comment calculer l'indice de service ?	151
Traitement des travaux	151
Edition des rapports de gestion	152
INTÉGRATION DU CODE GRF DANS LA GESTION DES CHAUSSÉES	
(INDICE DE SERVICE)	153
1. ETAT DE L'INDICE DE SERVICE	154
Les seuils et indices	154
2. L'état de surface : (CODE GRF)	155
2.1. Conclusion sur l'état de surface	155
3. INTÉGRATION DU CODE GRF DANS LA GESTION DES CHAUSSÉES	
(INDICE DE SERVICE)	155
4. Forme code	155
5. Forme : Abaque	155
CONCLUSION GENERALE	
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	

Liste Des Tableaux

Tableau 1 :4 Particularités des chaussées aéronautiques par rapport aux chaussées routières ..6	6
Tableau 2 :5 Coefficients d'équivalence des matériaux selon l'OACI.....7	7
Tableau 3 : 2.1.2.1 niveau de gravité selon la nature de la chaussée (STAC, 2007)21	21
Tableau 4: 1.4.2 Niveau de gravité des bourrelets (STAC, 2007)24	24
Tableau 5: 1.5.2 niveau de gravité des tassements (STAC, 2007)25	25
Tableau 6 : 2.3.4 niveau de gravité des fissures38	38
Tableau 7 : 3.2.2 Classification par catégories des sols supports de chaussée47	47
Tableau 8 / 3.3.1 les valeurs extrêmes des fréquences.....50	50
Tableau 9: 3.7.1 Dimensions des mailles et origine du relevé (Méthode Indice de service, STBA 2003)56	56
Tableau 10 : 3.9 différents types de dégradations (STBA, 2003)59	59
Tableau 11 3.9.2 les caractéristiques minimales d'uni.....63	63
Tableau 12: 4.6 : Matrice d'évaluation de l'état de surface des pistes (RCAM)77	77
Tableau 13 : 4.7 Le code d'état de piste (RWYCC)78	78
Tableau 14 :4.7.1 Modèle de rapport sur l'état des pistes.....80	80
Tableau 15: 4.11.1 Pour évaluer les conditions de surface des pistes, on adopte le modèle suivant.....83	83
Tableau 16 : : 5.1.1 Fiche technique de l'aérodrome Cheikh Larbi Tébessi.....92	92
Tableau 17: 5.1.3 Dimensionnement des pistes94	94
Tableau 18: 5.2.1 Cumul des précipitations (en mm)98	98
Tableau 19 :5.2.2 Total d'eau évaporée (en mm)98	98
Tableau 20 : 5.2.3 Moyenne des températures maximales (en °C).....99	99
Tableau 21 : 5.2.4 Moyenne des températures minimales (en °C)99	99
Tableau 22 : 5.2.5 Humidité moyenne (en%)99	99
Tableau 23: 5.2.6 Moyenne des tensions de vapeur en(mb)100	100
Tableau 24 : 5.2.7 Durée d'insolation (en h)100	100
Tableau 25 : 5.2.8 Vitesse moyenne du vent maximal en m/s100	100
Tableau 26 : 5.2.9 Jours de neige101	101
Tableau 27 :5.2.10 Jours de Gelé101	101
Tableau 28 :5.1 Pluie (mm): Moyenne Décennale (10 ans).....102	102
Tableau 29: 5.2 Eau évaporée Moyenne Décennale (10 ans)103	103
Tableau 30 :5.3 Températures maximales Moyenne Décennale (10 ans).....103	103
Tableau 31 : 5.4 Températures minimales Moyenne Décennale (10 ans).....104	104

Tableau 32 : 5.5 Humidité moyenne Moyenne Décennale (10 ans)	105
Tableau 33: 5.6 Tensions de vapeur Moyenne Décennale (10 ans)	106
Tableau 34 : 5.7 Insolation Moyenne Décennale (10 ans)	106
Tableau 35: 5.8 vent maximal Moyenne Décennale (10 ans)	107
Tableau 36 : 5.9 Jours de neige Moyenne Décennale (10 ans)	108
Tableau 37 : 5.10 Jours de Gelé Moyenne Décennale (10 ans)	108
Tableau 38 : 5.4.1 Tableau d'évaluation des conditions de surface de piste.....	110
Tableau 39: 5.4.2 Tableau Conclusion sur l'état de surface.....	111
Tableau 40 : 5.4.3 répartition du rapport consultatif sur l'efficacité du freinage	111
Tableau 41: 5.8.1 Trois messages RCR affichés du 25 juin 2022.....	120
Tableau 42: 5.8.2 Comparaison des données du modèle informatique et des mesures du capteur gradué.....	122
Tableau 43: 6.1 IS et niveau de service.....	126
Tableau 44 : 6.2 Dégradations dans Corps de chaussée.....	128
Tableau 45 : 6.5 ETAT DES DEGRADATIONS	132
Tableau 46 : 6.6 ETAT DES DEGRADATIONS	133
Tableau 47: 6.7 ETAT DES DEGRADATIONS	135
Tableau 48: 6.8.2 valeurs corrigées.....	139
Tableau 49 : 6.8.3 ETAT DE L'INDICE DE SERVICE.....	141
Tableau 50 : 6.8.4 ETAT DE L'INDICE DE SERVICE.....	141
Tableau 51: 6.8.5 ETAT DE L'INDICE DE SERVICE.....	142
Tableau 52: 6.8.6 Les seuils et indices.....	142
Tableau 53: 7.1 ETAT DE L'INDICE DE SERVICE.....	154
Tableau 54: 7.2 1. Les seuils et indices	155
Tableau 55: 7.2.2 Conclusion sur l'état de surface	155
Tableau 56: 7.2. répartition du rapport consultatif sur l'efficacité du freinage.....	155

Liste Des Figures

Figure 1 : 2.1 Corps de chaussée souple	2
Figure 2 : 2.6 Comportement d'une chaussée souple	3
Figure 3 : 2.7 Corps de chaussée rigide	4
Figure 4 : 6 Abaque pour la détermination de l'épaisseur équivalente en fonction du CBR et de la charge P du Boeing 747-400	8
Figure 5:7.1.2 Pondération des charges réelles selon la fonction des aires.	10
Figure 6:7.1.3 Principe du dimensionnement forfaitaire	11
Figure 7: 7.7.4 Abaque de l'épaisseur équivalente totale e d'une chaussée souple.....	14
Figure 8 : 7.1.4 Abaque permettant de déterminer l'épaisseur équivalente minimale des matériaux traités à mettre en œuvre pour une chaussée souple	15
Figure 9 : 7.1.5 abaque de calcul du Correction du module de réaction du sol support.....	17
Figure 10 : 7.1.5 Abaque de l'épaisseur équivalente totale h d'une chaussée rigide.....	17
Figure 11 : 2.1.2 Flaches sur voie de circulation (STAC, 2007).....	20
Figure 12 : 2.1.4 Bourrelets	23
Figure 13: 2.1.1 Fissure de fatigue ave départ de matériaux (niveau de gravité élevé).....	27
Figure 14 : 2.1.1 Fissure de fatigue (niveau de gravité léger)	27
Figure 15 : 2.2.3 Faïençage de fatigue (niveau de gravité moyen)(STAC,2007).	29
Figure 16 : 2.2.3 Faïençage de fatigue (niveau de gravité élevé) (STAC,2007).....	29
Figure 17 : 2.3.5 Fissure de joint entre deux bandes de répannage (niveau de gravité léger). 31	
Figure 18 : 2.5.3 nids de poule.....	32
Figure 19 : 2.6.5 pelade.....	33
Figure 20 : 2.7.5 Désenrobage (niveau de gravité léger).....	34
Figure 21: 2.3.2 fissure avec niveau de gravité élevé	36
Figure 22 : 2.3.3 fissure en coin avec niveau de gravité léger.....	37
Figure 23 : 2.3.4 fracture avec niveau de gravité élevé	38
Figure 24 : 2.3.6 écaillage avec un niveau de gravité léger	40
Figure 25 : 2.3.6 écaillage avec un niveau de gravité elvee	40
Figure 26 : 2.3.7 dépôt de gomme	41
Figure 27 : 2.3.8 Défaut de joint (mauvaise adhérence révélée par la présence de végétation).	42
Figure 28 : 3.2.3.2	48
Figure 29 : 3.3.1 Nombre de mouvements pouvant être autorisés en cas de dépassement du P.C.N. calculé.....	51

Figure 30 : 3.4.2 Degré de gravité léger	52
Figure 31: 3.4.3 Degré élevé de gravité	52
Figure 32 : 3.7.1 Dimensions des mailles et origine du relevé	56
Figure 33: 3.9 Exemple de courbes de valeurs déduites (chaussées souples)	58
Figure 34 : 3.9.1 Exemple d’histogramme de l’état d’une piste mise en évidence de deux sections homogènes – (STBA, 2003).....	60
Figure 35 : 3.9.2 principe de l’analyseur de profil en long.....	62
Figure 36 : 3.9.2.1 le radar géologique	65
Figure 37 : 3.9.2.2.Principe de fonctionnement du HWD; exemple d’un HWD à 9 géophones en configuration « chaussée souple »	66
Figure 38 : 3.9.2.3 Configuration de l’appareil ; exemple d’un HWD à 18 géophones.....	67
Figure 39: :4.1 Distribution des risques.....	70
Figure 40 : 4.1.1 Accident à cause de déviation de la piste	71
Figure 41: 4.12 Aire de stationnement.....	84
Figure 42 : 4.12 Tour de contrôle de l’aéroport	84
Figure 43 : 4.12.1 Chaîne de transmission d’information	85
Figure 44 : 4.13 Schéma de principe de la mesure du coefficient de frottement.....	86
Figure 45 : 4.13.1 Schéma de principe de la mesure du coefficient de frottement.....	86
Figure 46: :5.1.1 Plan de L’aérodrome Cheikh Larbi Tébessi Source : Google earth (2022)93	
Figure 47 : 5.1.3 Plan de masse de l'aérodrome.....	94
Figure 48 :5.1 Moyenne Mensuelle décennale (précipitations).....	102
Figure 49: 5.2 Eau évaporée Moyenne Décennale (10 ans)	103
Figure 50 : 5.3 Températures maximales Moyenne Décennale (10 ans).....	104
Figure 51 : 5.4 Températures minimales Moyenne Décennale (10 ans).....	105
Figure 52: 5.5 Humidité moyenne Moyenne Décennale (10 ans)	105
Figure 53 : 5.6 Tensions de vapeur Moyenne Décennale (10 ans)	106
Figure 54: 5.7 Insolation Moyenne Décennale (10 ans).....	107
Figure 55: 5.8 vent maximal Moyenne Décennale (10 ans)	107
Figure 56 : 5.9 Jours de neige Moyenne Décennale (10 ans)	108
Figure 57: 5.10 Jours de Gelé Moyenne Décennale (10 ans)	109
Figure 58: 5.4.1 évaluation des conditions de surface de piste.....	111
Figure 59 : 5.7.1 Composants de l'équipement	115
Figure 60: 5.7.7 Assemblage fonctionnel du capteur de niveau d'eau avec le dispositif Arduino. (un).....	118

Figure 61: Comparaison des résultats de lecture et de calcul (a) et avec RWYCC (b).	123
Figure 62: 6.2 FONDEMENT LA METHODE IS	127
Figure 63: 6.3 Exemple de maillage sur chaussée souples	129
Figure 64: 6.4 FICHES DE RELEVÉ VISUEL DES DÉGRADATIONS	131
Figure 65: 6.5 VALEUR DEDUITES 6 FISSURE.....	137
Figure 66: 6.8 VALEUR DEDUITES 6 FISSURE.....	137
Figure 67 : 6.8.1 Interpolation à partir des points connus	138
Figure 68 : 6.8.2 valeurs corrigées.....	139
Figure 69: 6.8.3 Interpolation à partir des points connus	140
Figure 70: 6.5 5. Architecture du logiciel SG	144
Figure 71 : 6.1 Fonctionnement du logiciel.....	145
Figure 72: 6.2 les données dans une table.....	146
Figure 73: 6.3 les données	147
Figure 74: 6.4 saisir les données dans un fichier	148
Figure 75: 6.5 Sectionnement	149
Figure 76: 6.6 Relevés de dégradations	150
Figure 77: 6.6.1 Relevés de dégradations	150
Figure 78: 6.6.2 traitement.....	152
Figure 79: 6.6.3 ETAT DE SORTIES DU LOGICIEL SGBA.....	152

INTRODUCTION GENERALE

Les chaussées d'aviation sont conçues et construites pour supporter un trafic aérien prévisible et pour fournir une surface stable et rugueuse, exempte de poussière, de neige et d'autres matériaux susceptibles de provoquer un glissement ou d'être absorbés par les moteurs à réaction tout au long de l'année et tout au long de leur durée de vie.

Ils doivent avoir des qualités d'usage similaires à celles des chaussées routières, mais résister à des sollicitations très variables en intensité et en nombre (selon le trafic et les zones de manœuvre, et selon la taille des aéroports).

En effet, les propriétés fondamentales de ces chaussées sont différentes, et cette différence de conception se traduit principalement par un choix différent de propriétés constitutives et de formulation, ainsi qu'une adaptation des méthodes de mise en œuvre et de contrôle.

Il existe deux principaux types de revêtements : les revêtements souples et les revêtements rigides. Une fois mises en service, les structures de tous types entrent dans un processus de vieillissement qui se poursuit tout au long de leur vie et les dommages se manifesteront. Au fil du temps, ces dommages peuvent passer du stade mineur au stade majeur. Une fois atteints, une intervention de réparation ou de correction doit être envisagée dans les plus brefs délais.

Afin de mieux entretenir les chaussées d'aviation, il est nécessaire de connaître leur endurance afin de les adapter aux évolutions du trafic ainsi que de les adapter aux conditions météorologiques en effectuant les travaux requis dans les délais nécessaires.

Pour le gestionnaire, un suivi régulier est un outil essentiel à la gestion rationnelle de la maintenance de la plateforme est capital.

La présente étude consiste à rechercher une formule unifiée pour l'Intégration du nouveau concept du code GRF (Global Report Format), devenu Norme de l'OACI, dans l'ancien indice de surface, dénommé indice de service (IS) de la piste, paramètre qualifiant l'état de surface suite à des opérations d'oscultations et de maintenance. Un nouveau code Unifié est proposé suite à cette étude, afin de faciliter la lecture et la présentation de la surface de la piste durant toute l'année, sous toutes les conditions météorologiques possibles, ce qui optimise au maximum l'exploitation de la piste et la gestion de l'aérodrome par le service exploitant.

Chapitre 01 : STRUCTURE DE CHAUSSEE AERONAUTIQUE

Introduction

Les chaussées aéronautiques sont conçues et construites pour supporter le trafic aérien prévu et pour fournir une surface stable, unie, rugueuse et exempte de poussière et d'autres matériaux qui pourraient être soufflés ou aspirés par les réacteurs ou par les groupes moto-propulseurs et ce tout au long de l'année et pendant toute la durée de vie.

La zone de l'aéroport représente tous les composants équipés pour les opérations d'atterrissage et de décollage de l'avion, leur mouvement au sol, et elle comprend également l'aire de trafic. L'aire de manœuvre comprend la partie de l'aéroport utilisée pour le décollage, l'atterrissage et les mouvements au sol des aéronefs, à l'exclusion de l'aire de trafic. Chaque type d'aire doit être conçu et aménagé pour tenir compte des pressions différentes selon sa destination et ses particularités (aires de décollage, d'atterrissage, de roulage, d'attente ou de stationnement).

Ce chapitre donne un aperçu des types de chaussées, des couches et de leurs fonctions, des matériaux utilisés ainsi que leurs dimensionnements.

1. Constitution des structures de chaussée

Les chaussées aéronautiques représentent l'ensemble des aires sur lesquelles circulent, manœuvrent et stationnent des avions. On distingue principalement deux types de chaussées : les chaussées souples et les chaussées rigides.

La structure des chaussées aéronautiques est constituée principalement de trois couches distinctes, de qualités croissantes de bas en haut :

❖ La couche de surface ou couche de roulement :

Elle assure un rôle fonctionnel (étanchéité, bon uni, rugosité) et un rôle structurel.

❖ La couche de base :

Elle assure essentiellement un rôle structurel en diffusant et diminuant les contraintes sur la couche de fondation et le sol support, constitue une bonne assise pour la couche de surface.

❖ La couche de fondation :

Elle assure un support à la couche de base et en particulier permet le bon compactage de cette dernière, Participe à la répartition des contraintes sur le sol support.

2. Les différents types de chaussées aéronautiques

Selon la nature des matériaux constituant les différentes couches de la structure d'une chaussée, on distingue les quatre types de chaussées suivantes :

- les chaussées souples ;
- les chaussées rigides ;
- les chaussées semi-rigides ;
- les chaussées composites.

2.1. Chaussée souple

C'est une chaussée dont la structure est constituée par une couche de roulement et d'une couche de base composée de matériaux traités aux liants hydrocarbonés et d'une couche de fondation en matériaux non traités (figure 1.2.1). Le dimensionnement de ce type de chaussées est basé sur l'hypothèse que l'endommagement de la chaussée proviendrait de la rupture du sol support.

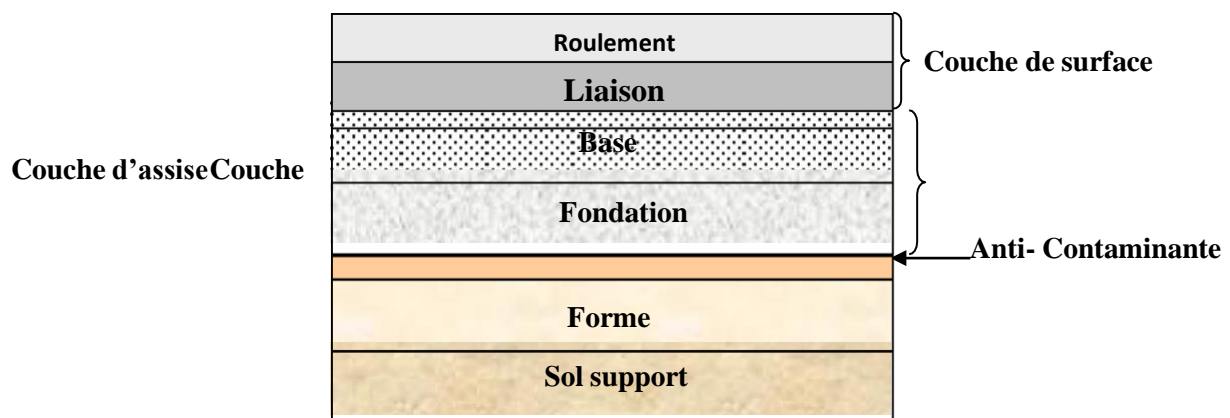


Figure 1 : 2.1 Corps de chaussée souple

2.2. La couche de surface :

Constitué de béton bitumineux de granulométrie 0/10 0/14, continu ou discontinu, de très forte densité (porosité comprise entre 3 et 6%), issu de bitume riche (teneur en liant comprise entre 6 et 6,5%), choisir de préférence 50 /70 pour une sollicitation moyenne et 35/50 pour une

sollicitation forte. Cette couche joue un rôle fonctionnel (étanchéité, lisse, rugueux) et un rôle structurel.

2.3.La couche de base :

Elle forme une bonne fondation pour la couche de surface et joue un rôle structurel dans la nature, elle répartit la pression sur le sol support pour maintenir ce niveau de déformation dans la limite admissible de la couche de fondation et du sol support.

2.4.Couche de fondation :

Assure le support de la couche de base, permettant notamment un bon compactage decelle-ci et participant à la répartition des contraintes sur le sol support.

2.5.La sous couche :

Empêche la remontée de la nappe phréatique et évite la contamination de la couche supérieure parles sols supports.

2.6.Comportement d'une chaussée souple

La charge, appliquée par une roue d'atterrisseur à la surface d'une chaussée souple comme le montre la figure I.2, descend dans le corps de celle-ci à l'intérieur d'une succession de surfaces réglées dont les génératrices forment avec la verticale un angle, caractéristique du matériau traversé, qui se resserre au passage de chaque couche à sa suivante.

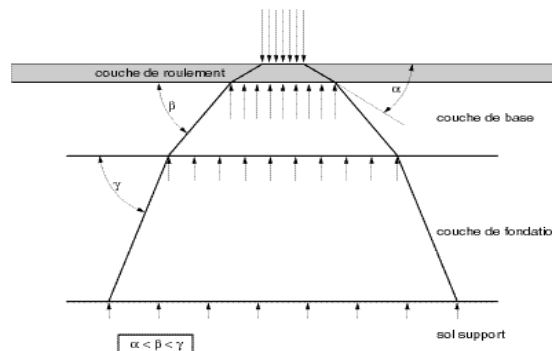


Figure 2 : 2.6 Comportement d'une chaussée souple

Répartition de la charge d'une roue d'atterrisseur dans les différentes couches de matériau constituant une chaussée souple

La rupture de l'équilibre intervient lorsque, le sol support ne pouvant plus exercer une réaction égale à la charge appliquée, les couches supérieures lâchent à leur tour.

Il y aura alors poinçonnement du terrain d'assise, la figure I.4 montrant que, pour une charge donnée, il y a relation entre la réaction limite, ou **portance du sol support**, et l'épaisseur du corps de chaussée.

2.7. Chaussées rigides

Les chaussées rigides sont des chaussées qui contiennent des matériaux traités aux liants hydrauliques (principalement du béton de ciment) dans la couche supérieure (Figure I.3). La nature du béton hydraulique fait que la rigidité des dalles qui composent la partie supérieure de la chaussée protège le sol support des contraintes mécaniques. La rupture de la chaussée commence d'abord dans la dalle en raison de contraintes excessives.



Figure 3 : 2.7 Corps de chaussée rigide

La couche de surface est constituée de dalles de béton séparées par des joints, qui reposent sur une ou plusieurs couches de fondations et dont le rôle est avant tout de lui assurer un appui régulier et continu, lui permettant de travailler dans de nombreuses conditions différentes. Les joints longitudinaux de construction assurent le transfert des charges, et les produits utilisés pour fermer les joints doivent dans tous les cas assurer une parfaite étanchéité et adhérer au revêtement, en conservant sa souplesse et sa résistance à l'érosion par le carburant au fil des années.

2.8. Comportement d'une chaussée rigide

Soumise à la charge d'une roue d'atterrisseur, la dalle en béton répartit sur sa fondation et celle-ci sur le sol support la fraction de cette charge à laquelle elle n'a pas elle-même opposé réaction par déformation élastique.

Cette répartition s'effectuant sur une large surface, on conçoit que les premiers désordres de structure se déclareront, non pas dans le sol support, mais dans la dalle de béton, lorsque sa

flexion ne pourra plus suivre la déformation de son assise en restant dans le domaine élastique.

Rattachée à deux axes constituant un plan parallèle à la dalle au repos, la déformation verticale $w(x, y)$ de celle-ci, dont on cherche à déterminer la limite admissible, est fonction des caractéristiques mécaniques de la dalle (module élastique et coefficient de Poisson), de son épaisseur, de la charge qui lui est appliquée et de la réaction $p(x, y)$ qui lui est opposée par le sol support.

Égale à celle du sol support, la déformation $w(x, y)$ est fonction des caractéristiques mécaniques de ce dernier et de la répartition $|p(x, y)|$ de la charge appliquée.

3. Choix du type de chaussée

Le choix du type de chaussée découle de considérations techniques et économiques.

- Le renforcement des chaussées en béton est toujours difficile et coûteux, il est plus adapté aux aéroports à fort trafic où la taille de la piste doit être adaptée au trafic très lourd et il existe une seconde piste pour soulager la première piste lors des travaux de renforcement. Ce type de revêtement est également plus adapté aux zones soumises à de fortes contraintes de poinçonnement (représentant les avions gros porteurs) et à certaines zones militaires où les revêtements d'hydrocarbures risquent de brûler sous l'effet du dégagement des gaz des réacteurs d'avions militaires (phase de post-combustion en seuil de piste ou roulage à basse vitesse).
- Les chaussées souples sont plus économiques, plus faciles à renforcer et idéales pour le trafic léger : elles peuvent être conçues relativement minces pour les premières années d'exploitation de l'aéroport, puis renforcées au fur et à mesure de l'arrivée d'avions plus lourds ou de l'augmentation du trafic.

4. Particularités des chaussées aéronautiques par rapport aux chaussées routières

Les chaussées aéronautiques ont des spécificités qui les différencient des chaussées routières bien que les matériaux et les méthodes de mise en place soient quasiment identiques. Le tableau

Nous présente quelques particularités.

Tableau 1 :4 Particularités des chaussées aéronautiques par rapport aux chaussées routières

Particularités	
Chaussées routières	Chaussées aéronautiques
Route plus chère que les véhicules	Piste moins chère que les avions
Chaussée dimensionnée pour accueillir des charges de l'ordre : 30 tonnes	Chaussée pouvant accueillir des charges de l'ordre de 400 tonnes
Vitesse de circulation inférieure à 100km/h	Vitesse pouvant atteindre 300 km/h
Chaussée dimensionnée pour supporter des pneumatiques gonflés aux Pressions < 0,8 MPa	Chaussée pouvant supporter des pneumatiques gonflés aux Pressions > 1,5MPa
Plusieurs millions de mouvements pendant la durée de vie	10 000 à 100 000 mouvements pendant la durée de vie
Pourcentage des pentes très souvent élevé : Profil en long pouvant atteindre 9% Profil en travers (ligne droite) pouvant atteindre 2,5% Profil en travers (courbe) pouvant atteindre 9%.	Pourcentage des pentes à respecter : Profil en long (Chiffres de code 3 et 4) $\leq 1\%$ $1\% \leq$ Profil en travers (lettres de code C, D, E et F) $\leq 1,5\%$

5. Les matériaux utilisés dans les chaussées

Les matériaux les plus utilisés dans une chaussée souple sont :

- Le béton bitumineux
- Le grave bitume
- Le grave concassé
- Le grave latéritique non traitée

Un coefficient d'équivalence est attribué à chaque couche de chaussée aéronautique, en fonction de sa qualité. Ces valeurs sont répertoriées dans le tableau

Tableau 2 :5 Coefficients d'équivalence des matériaux selon l'OACI

Matériaux neufs	Coefficient d'équivalence CE
Béton bitumineux à module élevé	2,5
Béton bitumineux aéronautique	2
Grave bitumen	1,5
Grave traitée aux liants hydrauliques	1,5
Grave non-traitée (concassée bien graduée)	1
Grave latéritique non traitée	0,67

6. L'épaisseur équivalente

Des abaques sont généralement utilisés pour le dimensionnement des chaussées souples. Chaque avion possède son propre abaque.

L'épaisseur équivalente d'une couche est égale à son épaisseur réelle, multipliée par son coefficient d'équivalence CE.

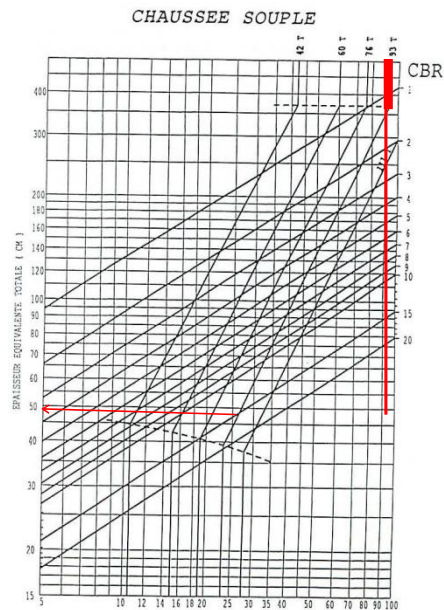


Figure 4 : 6 Abaque pour la détermination de l'épaisseur équivalente en fonction du CBR et de la charge P du Boeing 747-400

7. Dimensionnement des chaussées

Le dimensionnement des chaussées d'aérodrome par la méthode française, nécessite la connaissance préalable d'un certain nombre de paramètres dont l'influence peut être directe sur la structure de la chaussée à concevoir. Quel que soit le type de chaussée adopté (souple ou rigide) ces paramètres constituent les données à prendre en considération pour le meilleur dimensionnement possible.

- Le trafic
- Le sol support
- La charge de calcul

7.1. Facteurs importants pour le dimensionnement du corps de chaussée :

7.1.1. Masse des avions

Les masses importantes utilisées par les fabricant d'avions et dont la connaissance est utile pour le dimensionnement, sont :

- La masse maximale pour les évolutions au sol (ou masse maximale au roulage) **M**.
- La masse maximale au décollage **Md**.
- La masse maximale à l'atterrissage **Ma**.
- La masse à vide en ordre d'exploitation (ou masse à vide équipée) **m**.

La masse **m** représente la masse de l'avion à vide avec ses équipements permanents, un aménagement de cabine et un équipage de référence.

Il faut noter que, la masse effective d'un avion est toujours comprise entre **m** et **M** : elle est égale à la masse à vide en ordre d'exploitation augmentée de la masse de carburant (consommation de route plus réserve pour attente et déroutement) et de la charge marchande (passagers, fret, poste).

La masse maximale au décollage **Md** peut être pratiquement confondue avec la masse maximale pour les évolutions au sol **M** dont elle ne diffère que de la quantité de carburant consommée entre l'aire de stationnement et l'extrémité de piste.

La masse à l'atterrissage **Ma** diffère de la masse au décollage **Md** de la quantité de carburant consommée pendant le vol qui représente pour des étapes longues une fraction importante de la masse totale.

7.1.2. Les atterrisseurs

L'atterrisseur est constitué de l'ensemble des roues montées sur une même jambe. L'ensemble des atterrisseurs constitue le train d'atterrissage.

Répartition de la masse sur les atterrisseurs

La répartition des masses totales de l'avion entre le train auxiliaire (avant) et le train principal (arrière) dépend du centre de gravité de l'avion, c'est-à-dire de l'emplacement du centre de gravité, en supposant généralement que 93 % à 95 % du poids de l'avion est réparti sur le train d'atterrissage principal.

La charge réelle à considérer dans les calculs est définie par la formule suivante :

$$P = M \times V$$

M : Masse au roulage de l'avion.

V : Pourcentage de la masse supportée par chaque atterrisseur du train principal.

Pondération des charges réelles selon la fonction des aires :

La masse des avions intervient dans les calculs sous forme d'une charge par atterrisseur. La distinction doit être faite selon la zone active, car si dans une certaine partie de cette zone, le passage de l'avion est inattendu (partie latérale de la piste, prolongement de l'arrêt), l'avion a

besoin de matériau de chaussée à différentes vitesses selon la zone. Lorsque l'avion est à l'arrêt (aire de stationnement), la sollicitation est plus importante qu'en roulage à faible vitesse (couloir, bout de piste), sans compter qu'en déplacement rapide (piste lors des phases de décollage et d'atterrissage), alors la charge est réduite par la portance des ailes. Les charges sont pondérées, dans les différentes zones selon les indications portées sur la figure

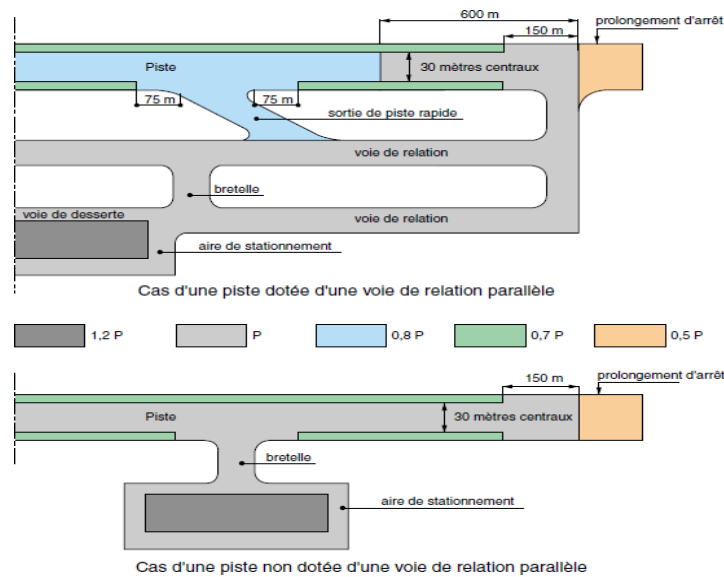


Figure 5:7.1.2 Pondération des charges réelles selon la fonction des aires.

7.1.3. Portance du sol support – Essai CBR

L'essai CBR (California Bearing Ratio) ou indice portant californien est un essai de la capacité portante d'un remblai, d'une couche de compactage, d'un ouvrage routier ou d'une chaussée aérienne (capacité d'un matériau à supporter une charge).

L'essai CBR est réalisé sur des échantillons de sol compactés à différentes teneurs en eau, puis immergés pendant quatre jours (sol placé à saturation, situation analogue à celle qu'ils atteindront sous la chaussée).

Le type de dimensionnement.

Le dimensionnement de chaussée par la méthode française s'appuie sur deux hypothèses à savoir :

- La durée de vie de la chaussée fixée à 10 ans ;
- Le trafic normal fixé à 10 mouvements par jour.

Ces deux hypothèses ont servi à établir les abaques de dimensionnement.

Le dimensionnement forfaitaire ou méthode de dimensionnement forfaitaire :

Principe de la méthode:

Le dimensionnement forfaitaire permet de calculer une chaussée en fonction d'une charge de référence correspondant à la charge maximum de l'avion réputé le plus contraignant. Le dimensionnement est calculé dans les conditions de trafic normal, soit dix mouvements par jour pendant dix ans de la charge de calcul.

Cette méthode est beaucoup plus recommandée dans les cas suivants:

- ❖ Étude d'un aérodrome sur lequel évolue un type d'avion nettement plus contraignant que les autres ;
- ❖ Étude préliminaire en l'absence de prévisions fiables de trafic.
- ❖ Étude d'une chaussée rigide (la précision de la méthode est généralement suffisante).

L'application de la méthode nécessite les données suivantes:

- ❖ La charge normale de calcul P'' correspondant au trafic normal (charge appliquée 10 fois par jour pendant 10 ans).
- ❖ Le CBR du sol support (pour le dimensionnement des chaussées souples).
- ❖ Le module de réaction K de la fondation.
- ❖ La contrainte admissible de flexion par traction du béton (pour le dimensionnement des chaussées rigides).

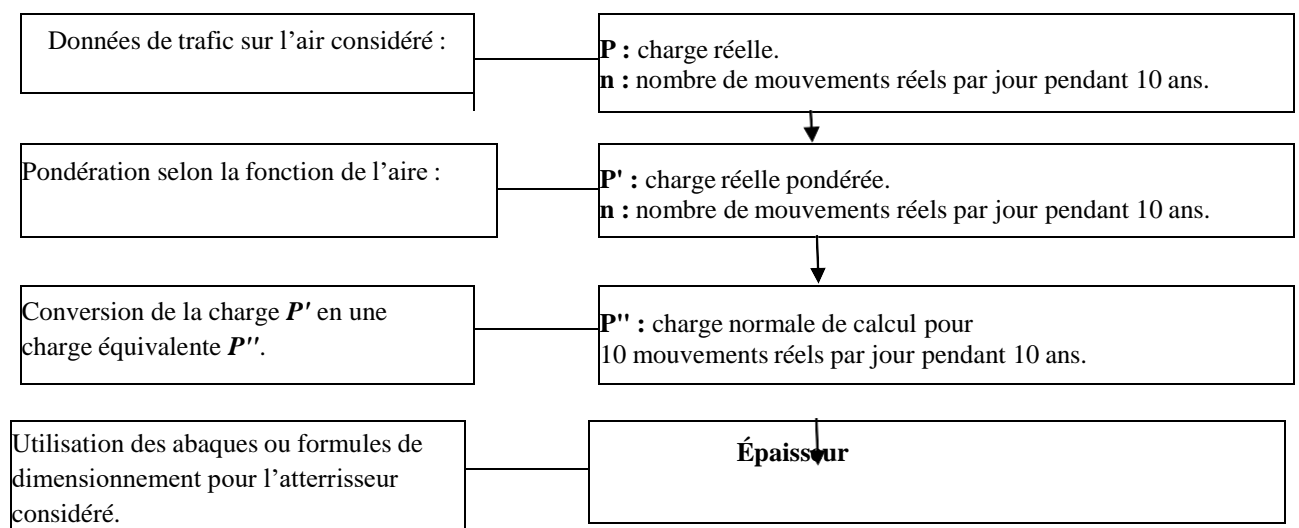


Figure 6:7.1.3 Principe du dimensionnement forfaitaire

Le dimensionnement optimisé ou méthode de dimensionnement optimisée
Principe de la méthode:

Le dimensionnement optimisé permet de calculer une chaussée en prenant en compte plusieurs types d'avions à fréquences différentes. L'avantage de cette méthode est dans la conversion des mouvements réels de chacune des charges réelles considérées en mouvements équivalents d'une charge de référence.

Cette méthode est recommandée dans les cas suivants:

- ❖ Lorsqu'on considère plusieurs types d'avion presque aussi contraignants les uns que les autres (cas des aéroports importants).
- ❖ Lorsqu'on dispose de prévisions de trafic suffisamment fiables et précises sur toute la durée de vie envisagée pour la chaussée.
- ❖ Lorsqu'on veut comparer l'action de différents avions sur la chaussée.

Le dimensionnement optimisé prend en compte le nombre exact de mouvements réels de chaque avion pour la durée de vie envisagée. Contrairement au dimensionnement forfaitaire il n'y a pas d'hypothèse minimale (1 mouvement par jour pendant 10 ans): la chaussée calculée est plus sensible aux variations du trafic.

La méthode nécessite les données suivantes :

- La masse au décollage et la masse à l'atterrissage pour chaque avion considéré.
- Les prévisions du trafic pour chaque avion considéré.
- Le CBR du sol support (pour le dimensionnement des chaussées souples).
- Le module de réaction K de la fondation et la contrainte admissible de flexion du béton (Pour le dimensionnement des chaussées rigides).

7.1.4. Dimensionnement forfaitaire des chaussées souples

La durée de vie retenue pour une chaussée souple est de 10 ans. Le sol support est caractérisé par son indice *CBR* (Californian bearing ratio). L'épaisseur équivalente (*e*) de la chaussée est donnée par la formule établie par le US Corps of Engineers ou par les abaques. La méthode décrite ci-après repose sur l'utilisation des abaques.

L'épaisseur équivalente totale est définie comme la somme pondérée par un coefficient d'équivalence des épaisseurs réelles des différentes couches constituant la chaussée.

La méthode de dimensionnement des chaussées souples peut se mettre en œuvre en utilisant deux abaques :

- Le premier donne l'épaisseur équivalente totale (e) ; les paramètres d'entrée sont la charge et l'indice CBR . L'abaque s'utilise comme indiqué figure I.6 ;
- Ensuite, il faut déterminer l'épaisseur équivalente minimale de matériaux traités à mettre en œuvre, à l'aide de l'abaque représenté en figure I.6 (les paramètres d'entrée sont l'épaisseur équivalente totale (e) précédemment déterminée et le CBR du sol support).

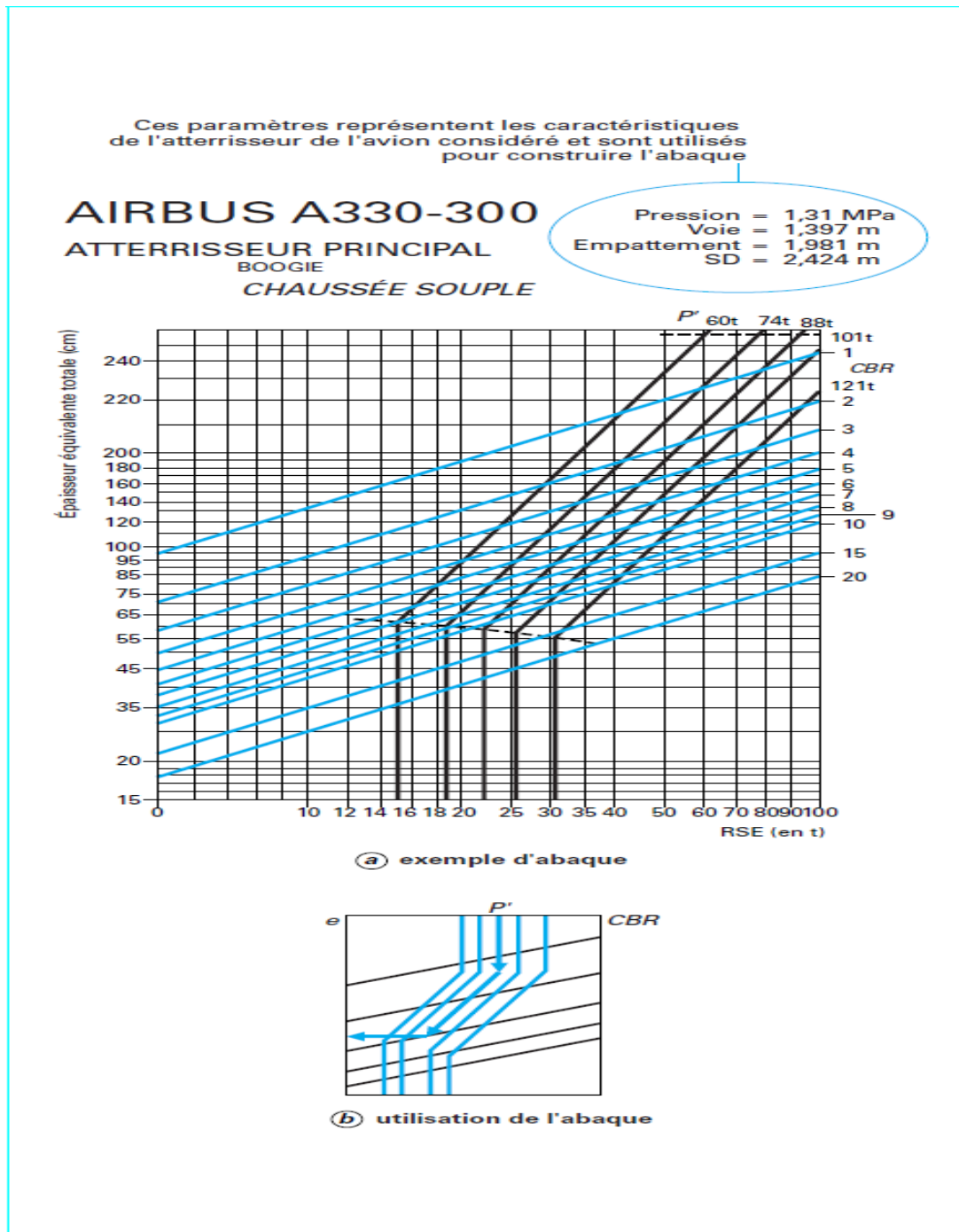


Figure 7: 7.7.4 Abaque de l'épaisseur équivalente totale e d'une chaussée souple.

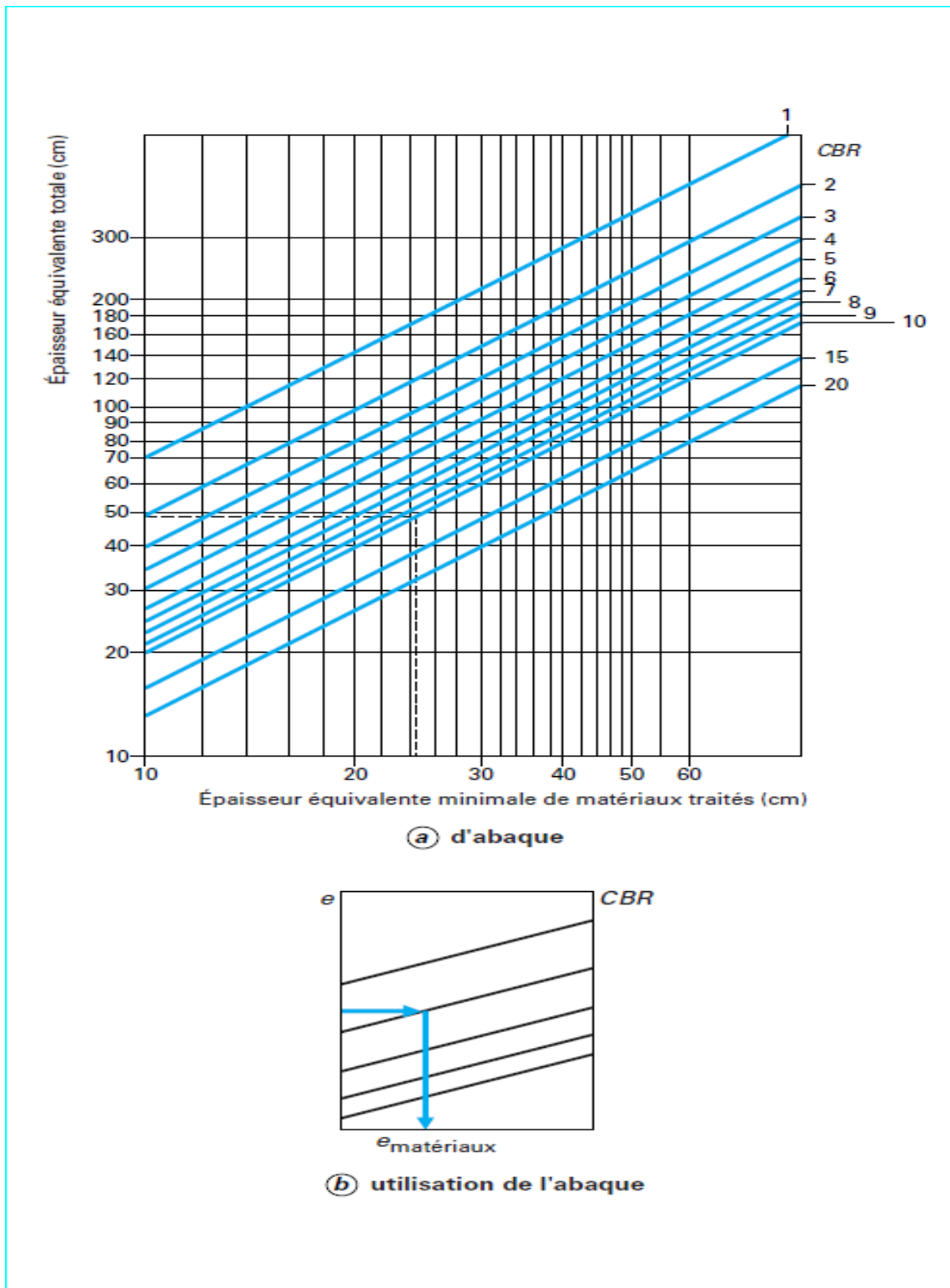


Figure 8 : 7.1.4 Abaque permettant de déterminer l'épaisseur équivalente minimale des matériaux traités à mettre en œuvre pour une chaussée souple

7.1.5. Dimensionnement forfaitaire d'une chaussée rigide

Le dimensionnement d'une chaussée rigide se fait selon les étapes suivantes:

- Supposition d'une épaisseur de fondation en béton maigre qui varie de 15 à 20 cm.
- Calcul de l'épaisseur équivalente de la couche de fondation en multipliant son épaisseur réelle par le coefficient d'équivalence du matériau considéré.
- Correction du module de réaction du sol support qui est faite en fonction l'épaisseur équivalente de la couche de fondation en utilisant l'abaque ci- dessous
- Correction de la contrainte admissible de traction par flexion du béton de ciment en utilisant la formule :

$$\sigma_{bt} = \frac{f_{t90}}{CS}$$

Avec f_{t90} : Contrainte de traction par flexion à la rupture du béton de ciment mesuré à 90j CS :
Coefficient de sécurité qui change en fonction du type de la chaussée rigide.

Le sol support est caractérisé par son module de réaction K_0 qui est évalué à l'aide d'un essai de plaque effectué in situ, sur le sol compacté à 95% de l'Optimum Proctor Modifié.

La détermination de l'épaisseur de la dalle se fait en fonction de la charge normale de calcul P'' , du module de réaction corrigé du sol support et de la contrainte admissible de traction par Flexion, en utilisant l'abaque de dimensionnement des chaussées rigides selon le type d'avion.

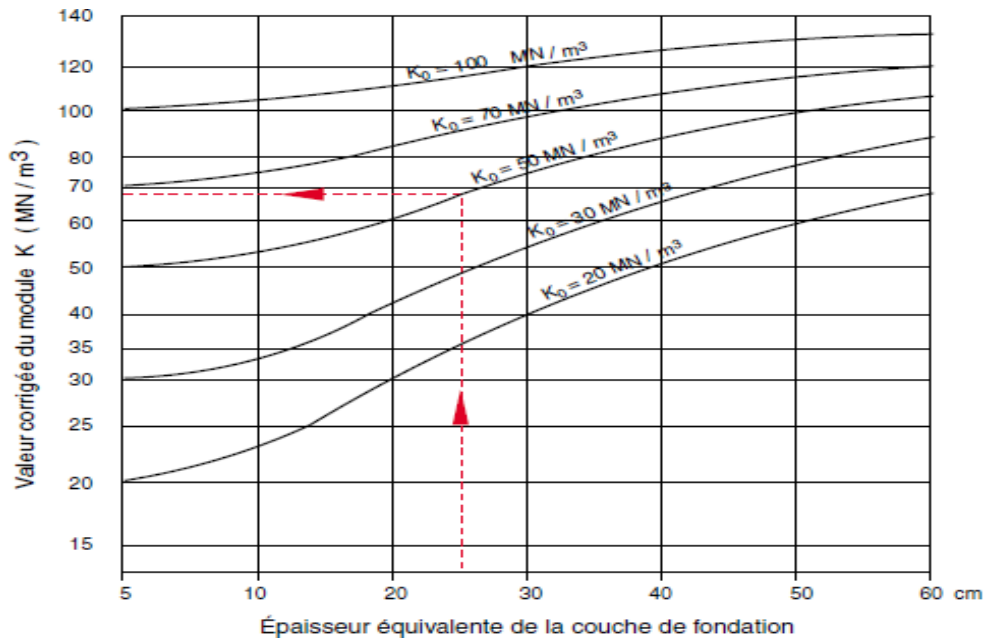


Figure 9 : 7.1.5 abaque de calcul du Correction du module de réaction du sol support

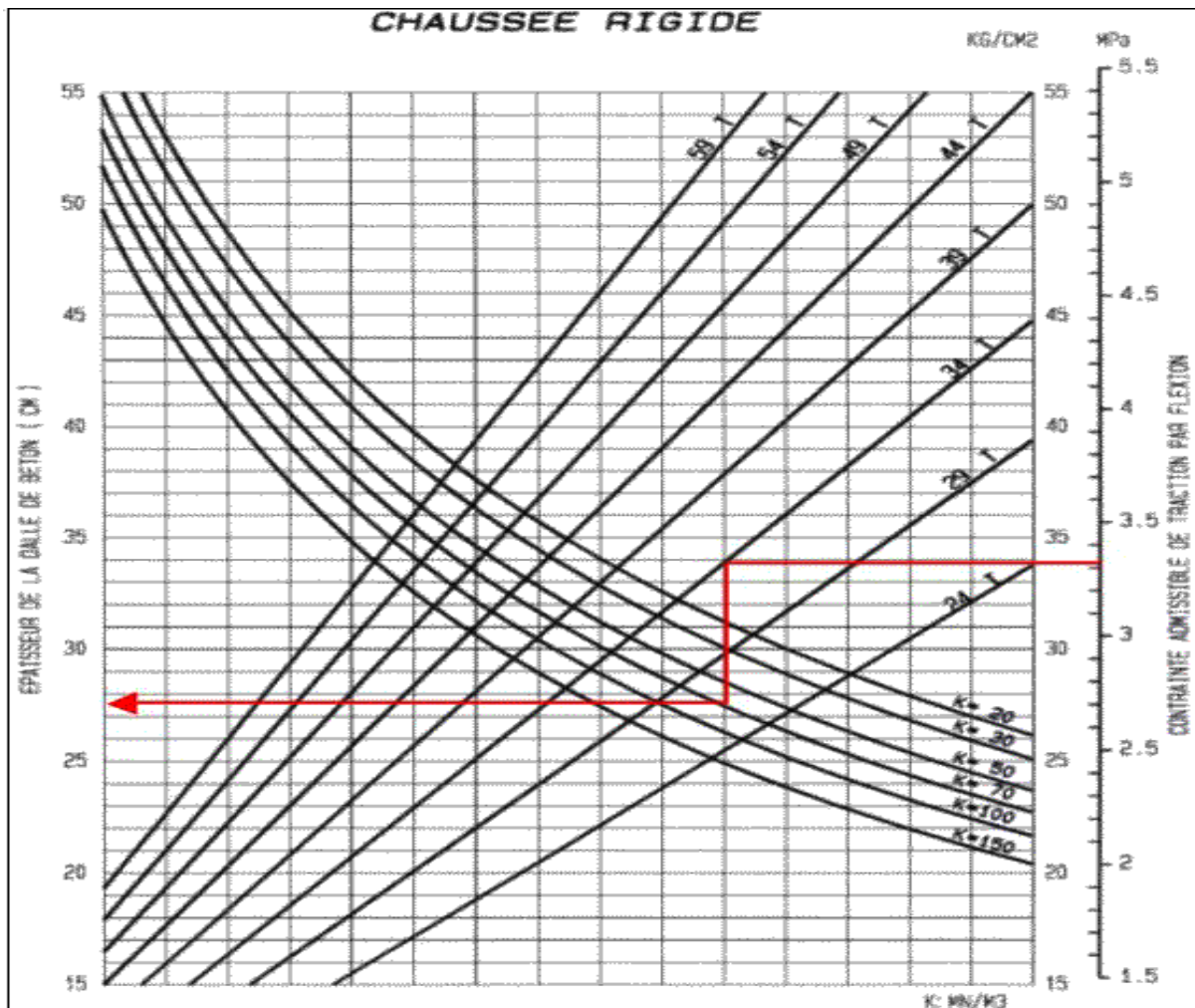


Figure 10 : 7.1.5 Abaque de l'épaisseur équivalente totale h d'une chaussée rigide

Conclusion

Les chaussées aéronautiques doivent présenter des qualités d'usage identiques à celles des chaussées routières mais elles supportent des sollicitations très variables tant en intensité qu'en nombre (selon les zones de circulation et de manœuvre, et selon l'importance des aérodromes). Cette différence de conception se traduit principalement par un choix différent des caractéristiques des constituants et de formulation, ainsi que par une adaptation des modalités de mise en œuvre et de contrôle.

Chapitre 02 : PATHOLOGIES DES CHAUSSEES AERONAUTIQUES

INTRODUCTION

Dès leur mise en service, les ouvrages de tous types entrent dans un processus de vieillissement qui durera toute leur vie. Les routes en particulier, peuvent connaître des désordres de gravité très variable dont les causes sont multiples. Ces désordres, qui apparaissent au niveau des matériaux et de la structure, ont des conséquences sur la stabilité et la longévité de notre chaussée. Connaître l'origine de ces désordres permettra non seulement de mieux concevoir et construire les chaussées, mais aussi de trouver des solutions adéquates pour y remédier.

1. PRESENTATION DES PATHOLOGIES SUR LES CHAUSSEES SOUPLES

Sur ces chaussées, Les dégradations sont réparties selon les familles suivantes :

- Les déformations ;
- Les fissures ;
- Les arrachements

1.1. Les déformations

Elles sont généralement caractérisées par : les flaches, les affaissements, les bourrelets et les ornières. Leur gravité est souvent appréciée par rapport à la profondeur.

1.2. Les flaches

Dépression localisée de la surface de la chaussée, généralement de forme elliptique en plan et de longueur inférieure à 5 m



Figure 11 : 2.1.2 Flaches sur voie de circulation (STAC, 2007)

1.2.1. Causes possibles

- défaut de surfacage lors de la mise en œuvre de la couche de roulement ;
- compacité de la couche de roulement ou de la couche de base ponctuellement insuffisante ;
- tassement des couches inférieures ou du sol support ;
- pollution du corps de chaussée ;
- drainage déficient.

1.2.2. Relevé qualitatif (niveaux de gravité)

Les niveaux de gravité dépendent de la nature de la chaussée (tableau 3). Ils s'établissent en fonction de la profondeur maximale p mesurée sous la règle de 3 mètres.

Tableau 3 : 2.1.2.1 niveau de gravité selon la nature de la chaussée (STAC, 2007)

Niveau de gravité	Piste ou bretelle grande vitesse	Voie de circulation ou aire de stationnement
L	$0,3 \text{ cm} < p < 1 \text{ cm}$	$1 \text{ cm} < p < 2 \text{ cm}$
M	$1 \text{ cm} < p < 2 \text{ cm}$	$2 \text{ cm} < p < 4 \text{ cm}$
E	$p > 2 \text{ cm}$	$p > 4 \text{ cm}$

1.2.3. Relevé quantitatif

Le paramètre à mesurer est la surface (en m²) du rectangle qui encadre ladépression. Il est préférable de profiter d'une pluie pour localiser cette dégradation.

1.2.4. Conséquences et évolution

- altération de l'uni ;
- rétention d'eau pouvant entraîner une diminution de l'adhérence et un risque d'aquaplanage (cas des pistes) ;
- infiltration d'eau dans le corps de chaussée ;
- dés enrobage.

1.2.5. Intervention possible

- découpage soigné de la section endommagée avec coupe verticale ;
- rabotage de l'enveloppe de la flache ;
- Reprofilage en enrobé à chaud (couche d'accrochage ou d'imprégnation au préalable).

1.3. Les ornières

Dépression longitudinale de faible rayon transversal, apparaissant dans les traces des atterrisseurs et éventuellement accompagnée d'un fluage des enrobés se matérialisant par un bourrelet en bordure de la déformation. Elle se rencontre généralement sur les postes de stationnement « nez dedans » et sur les voies de circulation.

1.3.1. Causes possibles

- instabilité des matériaux de la couche de base ou de la couche de roulement ;
- sous-dimensionnement du corps de chaussée ou fatigue excessive de la chaussée.

1.3.2. Relevé qualitatif (niveaux de gravité)

Les niveaux de gravité sont fonction de la profondeur maximale sous la règle de 3 mètres posée transversalement sur la dégradation, indépendamment de la nature de la chaussée.

Niveau léger : profondeur inférieure ou égale à 1 cm

Niveau moyen : profondeur supérieure à 1 cm et inférieure ou égale à 2 cm

Niveau élevé : profondeur supérieure à 2 cm

1.3.3. Relevé quantitatif

Le paramètre à mesurer est la surface (en m²) du rectangle qui encadre la dégradation. Il est préférable de profiter d'une pluie pour localiser cette dégradation.

1.3.4. Conséquences et évolution

- altération de l'uni ;
- rétention d'eau pouvant entraîner une diminution de l'adhérence et un risque d'aquaplanage (cas des pistes) ;
- infiltration d'eau dans le corps de chaussée ;
- dés enrobage ;
- fissuration et faïençage de fatigue.

1.3.5. Intervention possible

- même nature de travaux que pour la reprise de flache ;

- si dégradation plus prononcée, reprise de la structure.

1.4. Les bourrelets

Renflement de la structure dans le profil en long ou le profil en travers.



Figure 12 : 2.1.4 Bourrelets

1.4.1. Causes possibles

- fluage des enrobés sous des efforts tangentiels importants (freinage ou impact des avions) ;
- gélivité ou propriétés gonflantes du sol support ;
- dilatation thermique des couches sous-jacentes (dalles en béton hydraulique, assises traitées...) avec pénétration de matériaux incompressibles dans les joints ou les fissures empêchant tout retour à l'état initial ;
- effets thermiques sur des couches de surface aux raccords de structures de natures différentes (poussée de dalles en béton hydraulique sur couche de roulement en enrobés...).

1.4.2. Relevé qualitatif (niveaux de gravité)

Les niveaux de gravité dépendent de la nature de la chaussée (tableau II.2). Ils s'établissent en fonction de la hauteur maximale h mesurée sous la règle de 3 m centrée sur la dégradation. La règle se place perpendiculairement à la direction générale de celle-ci et parallèlement à la pente moyennée de la chaussée.

Tableau 4: 1.4.2 Niveau de gravité des bourrelets (STAC, 2007)

Niveau de gravité	Piste ou bretelle grande vitesse	Voie de circulation ou aire de stationnement
L	$h < 1 \text{ cm}$	$1 \text{ cm} < h < 2 \text{ cm}$
M	$1 \text{ cm} < h < 2 \text{ cm}$	$2 \text{ cm} < h < 4 \text{ cm}$
E	$h > 2 \text{ cm}$	$h > 4 \text{ cm}$

1.4.3. Relevé quantitatif

Le paramètre à mesurer est la surface (en m²) qui encadre le gonflement. Les gonflements apparaissent plus nettement par lumière rasante.

1.4.4. Conséquences et évolution

- altération de l'uni ;
- décollement des couches avec accumulation d'eau et risque de dégradation par le gel ;
- perte de cohésion des couches de chaussée ;
- fissuration.

1.4.5. Intervention possible

- découpage soigné de la zone à traiter ;
- rabotage ;
- mise en œuvre d'une nouvelle couche d'enrobé à chaud (couche d'accrochage au préalable).

1.5. Les tassements

Ce sont des dénivellations, généralement transversale, liée aux dispositions constructives.

1.5.1. Causes possibles

- discontinuité de construction ou de structure (notamment jonction chaussée souple -
- chaussée rigide) ;

- non-homogénéité du sol support (notamment à la limite remblai déblai) ;
- ouvrage sous chaussée (buse, ponceau...).

1.5.2. Relevé qualitatif (niveaux de gravité)

Les niveaux de gravité dépendent de la nature de la chaussée (tableau II.3). Ils s'établissent en fonction de la hauteur de la dénivellation h mesurée au droit de la dégradation.

Tableau 5: 1.5.2 niveau de gravité des tassements (STAC, 2007)

Niveau de gravité	Piste ou bretelle grande vitesse	Voie de circulation ou aire de stationnement
L	$h < 1 \text{ cm}$	$1 \text{ cm} < h < 2 \text{ cm}$
M	$1 \text{ cm} < h < 2 \text{ cm}$	$2 \text{ cm} < h < 4 \text{ cm}$
E	$h > 2 \text{ cm}$	$h > 4 \text{ cm}$

1.5.3. Relevé quantitatif

Le paramètre à mesurer est la longueur (en m) du cheminement apparent pour chaque niveau de gravité.

1.5.4. Conséquence et évolution

- altération de l'uni.
- Intervention possible
- rabotage ;
- reprofilage en enrobé à chaud.

1.6. Les fissures

Ce sont des fentes de degré plus ou moins important de la piste qui affectent la couche de roulement et/ou même tout le corps de chaussée. On distingue les fissures longitudinales, les fissures transversales et les faïençages.

Les structures des pistes, en général, sont composées de matériaux dont la nature et les propriétés des matériaux constitutants varient fortement (graves non traitées, béton bitumineux, graves traitées aux liants hydrauliques...). Toutes ces structures ont en commun des problèmes de fissuration d'origines. Généralement, le trafic ou les causes environnementales sont à l'origine des problèmes, mais la nature de ces derniers varie en fonction de la structure.

Le contrôle de la fissuration au travers de la couche de roulement est donc une tâche qui s'avère difficile du fait de la diversité des phénomènes. Il apparaît donc important de diagnostiquer la nature et la cause des fissures afin de lutter efficacement contre la remontée de fissure.

Elles sont organisées en plusieurs types : les fissures de fatigue, le faïençage de fatigue (peau de crocodile), les fissures de joint et les fissures de retrait, fissure par déformation excessive.

2. Les fissures de fatigue

C'est une fissure longitudinale qui apparaît généralement dans les traces des atterrisseurs. Elle est souvent accompagnée de fissures transversales à intervalle aléatoire de dépressions.

Parmi les causes possibles on cite :

- fatigue avancée de la chaussée ou sous-dimensionnement d'une ou de plusieurs couches ;
- diminution de portance du sol support (drainage déficient, défaut d'étanchéité de la surface)
- mauvais mode de fonctionnement, matériaux.
- Les niveaux de gravité sont fonction de :
 - l'ouverture de la fissure ;
 - la présence ou non de ramifications ;
 - l'existence ou non de départ de matériaux de la structure (couches décollées...) ;

qualité médiocre de certains niveaux à savoir :

Niveau léger : fissure simple d'ouverture inférieure à 5 mm ou fissure bien réparée

Niveau moyen: fissure simple d'ouverture supérieure à 5 mm ou fissure avec ramifications sans départ de matériaux

Niveau élevé: fissure avec départ de matériaux

2.1.1. Conséquences et évolution :

- Infiltration d'eau dans le corps de chaussée
- départ de matériaux ;

- faïençage de fatigue

Intervention possible

- Nettoyage des bords de la fissure ou découpage selon sa gravité
- remplissage par mastic avec ou sans primaire d'accrochage.



Figure 13: 2.1.1 Fissure de fatigue avec départ de matériaux (niveau de gravité élevé)



Figure 14 : 2.1.1 Fissure de fatigue (niveau de gravité léger)

2.2. Le faïençage de fatigue

Ensemble de fissures formant un maillage, les mailles ayant la forme de polygones dont la plus grande diagonale ne dépasse pas 60 cm. Généralement cette dégradation est située dans les traces des atterrisseurs et est accompagnée d'une dépression

Causes possibles :

- fatigue excessive de la chaussée (répétition de charges avoisinant ou dépassant la limite admissible) ou sous-dimensionnement du corps de chaussée ;
- mauvaise qualité de certaines couches de la chaussée
- évolution d'un faïençage de retrait.

2.2.1. Niveaux de gravité :

Le niveau de gravité évalué à partir de la fissure constitutive la plus grave, à savoir :

Niveau léger : fissure simple d'ouverture inférieure à 5 mm ou fissure bien réparée

Niveau moyen : fissure simple d'ouverture supérieure à 5 mm ou fissure avec ramifications sans départ de matériaux

Niveau élevé : fissure avec départ de matériaux

2.2.2. Conséquences et évolution :

- infiltration d'eau dans le corps de chaussée.
- Nid de poule

2.2.3. Intervention possible

- Après avoir délimité la zone à traiter et selon le niveau de gravité et le type de trafic reçu :
- mise en œuvre d'un enduit superficiel avec balayage des rejets par aspiratrice ou pontage des fissures.
- ou reprise de la couche de roulement après rabotage (purge éventuelle de la structure).



Figure 15 : 2.2.3 Faiëncage de fatigue (niveau de gravité moyen)(STAC,2007).



Figure 16 : 2.2.3 Faiëncage de fatigue (niveau de gravité élevé) (STAC,2007).

2.3. Les fissures de joint

Le Joint désigne la liaison longitudinale entre deux bandes d'expansion du processus d'usure, ou de récupération transversale aux bandes. Par extension, cela peut également spécifier des frontières entre des régions de structures différentes.

2.3.1. Raison possible :

Absence de mise en œuvre du processus d'usure (bords trop froids du premier ruban, compactage insuffisant des joints, surtout mauvais collage entre rubans lors de la reprise de l'épandage)

Discontinuités structurelles (souples et rigides).

2.3.2. Niveau de gravité

Son évaluation est en fonction de :

- la présence ou non de ramifications ;
- l'existence ou non de départ de matériaux.

Niveau léger: fissure simple d'ouverture inférieure à 5 mm ou fissure bien réparée

Niveau moyen: fissure simple d'ouverture supérieure à 5 mm ou fissure avec ramifications sans départ de matériaux

Niveau élevé: fissure avec départ de matériaux

Le dépistage de cette dégradation se trouve facilité après une averse.

2.3.3. Relevé quantitatif

Le paramètre à mesurer est la longueur (en m) du cheminement apparent pour chaque niveau de gravité. Une fissure ne présentant pas le même niveau de gravité sur toute sa longueur sera découpée en tronçons.

Par exemple, une fissure ayant 25 m de long peut avoir 5 m classés en niveau élevé, 10 m en niveau moyen et 10 m en niveau léger. Les trois tronçons ainsi définis seront enregistrés séparément.

2.3.4. Conséquences et évolution

infiltration d'eau dans le corps de chaussée ;

départ de matériaux.

2.3.5. Intervention possible

nettoyage de la surface à traiter ;

pontage des fissures par mastic.



Figure 17 : 2.3.5 Fissure de joint entre deux bandes de répannage (niveau de gravité léger).

2.4. Les Arrachements

On distingue dans cette famille : les nids de poules, la pelade et le désenrobage.

2.5. Les nids de poules

Cavité de la surface de la chaussée due à des départs de matériaux.

2.5.1. Causes possibles

- stade ultime de dégradation (notamment le faïençage) ;
- défaut localisé de la couche de roulement ou de base lors de la fabrication ou de la mise en œuvre des matériaux.

2.5.2. Conséquences et évolution

- atteinte à la sécurité des vols en phase de roulage ;
- infiltration d'eau massive dans le corps de chaussée.
- Compte tenu des conséquences sur la sécurité des vols, ce type de dégradation nécessite uncolmatage urgent. Sa présence, seule, sera relevée.

2.5.3. Intervention possible

- découpage soigné du contour du nid-de-poule ;
- enlèvement des produits ;
- mise en œuvre d'enrobé à chaud (couche d'accrochage préalable).



Figure 18 : 2.5.3 nids de poule

2.6. La pelade

C'est un arrachement de la couche de roulement par plaques.

2.6.1. Causes possibles

- épaisseur insuffisante de la couche de roulement ;
- défaut d'accrochage de la couche de roulement (nettoyage insuffisant avant la mise en œuvre de la couche de roulement, absence de couche d'accrochage, présence d'eau à l'interface).

2.6.2. Relevé qualitatif (niveau de gravité)

Le niveau de gravité est systématiquement considéré élevé.

2.6.3. Relevé quantitatif

Le paramètre à mesurer est la surface (en m²) du rectangle qui encadre la dégradation.

2.6.4. Conséquences et évolution

- altération de l'étanchéité ;
- altération de l'uni ;
- nid-de-poule.

2.6.5. Intervention possible

- découpage soigné de la section endommagée avec découpe verticale ;
- rabotage des rives ;
- reprofilage en enrobé à chaud (couche d'accrochage).



Figure 19 : 2.6.5 pelade

2.7. Désenrobage

Séparation du mastic (liant ± fines) et des granulats avec éventuellement départs de ces derniers.

2.7.1. Causes possibles

- vieillissement du liant ;
- mise en œuvre sous conditions météorologiques défavorables ;
- actions physico-chimiques dues aux méthodes de déglçage (produits chimiques, thermo-soufflage) ou aux méthodes de dégommage ;
- stagnation d'eau sur la chaussée ;
- brûlures dues au souffle des réacteurs.

2.7.2. Relevé qualitatif (niveaux de gravité)

Niveau léger : déchaussement de granulats avec départs légers

Niveau moyen : départ important de granulats

Niveau élevé : départ massif de granulats

Cette dégradation est mieux mise en évidence lorsque le revêtement est humide.

2.7.3. Relevé quantitatif

Le paramètre à mesurer est la surface (en m²) du rectangle qui encadre la dégradation.

2.7.4. Conséquences et évolution

- altération de l'étanchéité ;

- nid-de-poule.

2.7.5. Intervention possible

- balayage et nettoyage de la surface ;
- rabotage de la couche de roulement et mise en œuvre d'enrobé à chaud (après couche d'accrochage).



Figure 20 : 2.7.5 Désenrobage (niveau de gravité léger)

3. PRESENTATION DES PATHOLOGIES SUR LES CHAUSSEES RIGIDES

Pour ce type de chaussée les dégradations sont classées selon leur origine :

- Dégradations de structure ;
- Dégradations de surface ;
- Dégradations de joints.

3.1. Dégradations de structure

Nous distinguons : les fissures (longitudinales, transversales et obliques), les fissures en coin et les fractures.

3.2. Les fissures (longitudinales, transversales et obliques)

Rupture de la dalle en deux morceaux sauf si celle-ci concerne un coin de dalle

Causes possibles

- portance insuffisante (épaisseur trop faible de la dalle, résistance insuffisante du béton à la traction.) ;

- dégradation des conditions d'appui de la dalle (tassement ou érosion du sol de fondation);
- sciage trop tardif des joints à la mise en œuvre (fissure transversale);
- saignée pour balisage axial favorisant l'effet d'entaille sous fortes
- sollicitations, telles celles exercées par le B747 (fissure longitudinale);
- dimensions excessives de la dalle par rapport à son épaisseur donnant lieu à des contraintes thermiques importantes.

Relevé qualitatif (niveaux de gravité)

Les niveaux de gravité sont fonction de :

- l'ouverture de la fissure ;
- la présence ou non d'épaufrures ;
- l'existence ou non de départ de matériaux.

Niveau léger : fissure non épaufrée d'ouverture inférieure ou égale à 2 mm ou fissure bien réparée

Niveau moyen : fissure non épaufrée d'ouverture supérieure à 2 mm ou fissure épaufrée sans départ de matériaux

Niveau élevé: fissure avec départ de matériaux

Le dépistage de cette dégradation se trouve facilité après une averse.

Relevé quantitatif

L'unité de relevé est la dalle. Une dalle est comptée fissurée même si la fissure ne concerne pas toute la longueur (ou largeur) de la dalle.

Conséquences et évolution

- infiltration d'eau dans le corps de chaussée ;
- modification des conditions de fonctionnement de la dalle (perte de portance);
- altération de l'uni (fissure transversale);
- départ de matériaux ;
- fracture.



Figure 21: 2.3.2 fissure avec niveau de gravité élevé

3.3. Les fissures en coin

Rupture de la dalle en deux morceaux, les intersections de la fissure avec les bords de la dalle étant situées dans le quart de dalle adjacent au coin considéré.

Cause

Mauvaises conditions d'appui de la dalle et de transfert de charge combinées à la répétition des charges.

Relevé qualitatif (niveaux de gravité)

Les niveaux de gravité sont fonction de :

- ❖ l'ouverture de la fissure ;
- ❖ la présence ou non d'épaufrures ;
- ❖ l'existence ou non de départ de matériaux.

Niveau léger : fissure non épaufrée d'ouverture inférieure ou égale à 2 mm ou fissure bien réparée

Niveau moyen : fissure non épaufrée d'ouverture supérieure à 2 mm ou fissure épaufrée sans départ de matériaux

Niveau élevé : fissure avec départ de matériaux

Le dépistage de cette dégradation se trouve facilité après une averse.

Relevé quantitatif

L'unité de relevé est la dalle.

Une dalle qui présente à la fois une fissure (longitudinale, transversale ou oblique) ou même plusieurs fissures (voir « fracture ») et une ou plusieurs cassures en coin, sont comptées à la fois endalle fissurée ou fracturée et en dalle cassée en coin.

Conséquences et évolution

- infiltration d'eau dans le corps de chaussée ;
- modification des conditions de fonctionnement de la dalle (transfert de charge) ;
- affaissement localisé, d'où altération de l'uni et de l'adhérence (rétention d'eau) ;
- départ de matériaux.



Figure 22 : 2.3.3 fissure en coin avec niveau de gravité léger

3.4. Les fractures

Rupture de la dalle en plus de deux morceaux, les fissures étant longitudinales, transversales ou obliques. Les cassures d'angle ne sont pas à prendre en compte dans le dénombrement des morceaux de dalle.

Causes possibles

- portance insuffisante (épaisseur trop faible de la dalle, résistance insuffisante du béton à la traction...);
- dégradation des conditions d'appui de la dalle (tassement ou érosion du sol de fondation).

Relevé qualitatif (niveaux de gravité)

Les niveaux de gravité sont fonction à la fois du degré de fragmentation de la dalle et du niveau de gravité le plus élevé rencontré pour les fissures à la surface de celle-ci

Ils sont déterminés de la façon suivante :

- ❖ Le dénombrement des morceaux de dalle doit être effectué en faisant abstraction de la fragmentation due aux fissures en coin.

Tableau 6 : 2.3.4 niveau de gravité des fissures

Nombre de morceaux de la dalle n	Niveaux de gravité des fissures		
	Léger	Moyen	Élevé
n = 3	L	M	E
n > 3	M	E	E

Relevé quantitatif

L'unité de relevé est la dalle.

Conséquences et évolution

- infiltration d'eau dans le corps de chaussée;
- modification des conditions de fonctionnement de la dalle (transfert de charge);
- affaissement localisé, d'où altération de l'uni et de l'adhérence (rétention d'eau);
- départ de matériaux.



Figure 23 : 2.3.4 fracture avec niveau de gravité élevé

3.5. Dégradations de surface

Comme dégradations de surface nous avons : l'écaillage, le faïençage et le dépôt de gomme.

3.6. Ecaillage /faïençage

Le faïençage est un ensemble de petites fissures formant un maillage serré affectant la surface de la dalle pouvant évoluer vers l'écaillage

L'écaillage c'est le départ par petites plaques (écailles) de la pellicule de laitance en surface de la dalle.

Causes possibles

- défaut de mise en œuvre (remontées de laitance) ;
- effets thermiques (variation de température, gel dégel) ;
- chocs thermiques (thermo soufflante, réacteurs) ;
- produits déverglaçant.

Relevé qualitatif (niveaux de gravité)

Niveau léger : faïençage

Niveau moyen : écaillage sur une surface totale inférieure ou égale à 1 m²

Niveau élevé : écaillage sur une surface totale supérieure à 1 m²

Relevé quantitatif

L'unité de relevé est la dalle.

Dans le cas où la dalle comporte plusieurs zones « faïencées » ou « écaillées » de niveaux de gravité différents, celle-ci est comptée une seule fois avec le niveau de gravité le plus élevé d'entre eux.

Conséquences et évolution

- porosité du béton néfaste dans les régions soumises au gel ;
- altération de l'uni ;
- départ de matériaux.



Figure 24 : 2.3.6 écaillage avec un niveau de gravité léger



Figure 25 : 2.3.6 écaillage avec un niveau de gravité élevée

3.7. Dépôt de gomme

C'est le Dépôt de caoutchouc localisé dans la zone de toucher des roues.(figure II.16)

Cause

usure des pneumatiques des avions lors de la mise en rotation des roues aux atterrissages.

Relevé qualitatif (niveaux de gravité)

Le niveau de gravité est fonction du nombre de dalles affectées par la dégradation rapportée au nombre total de dalles par maille de relevé. Il sera apprécié lors de l'exploitation du relevé.

Relevé quantitatif

- L'unité de relevé est la dalle. La dalle est comptée si elle est recouverte sur au moins 1m².

Conséquence et évolution

- altération de l'adhérence;
- altération de la visibilité du balisage diurne et nocturne.



Figure 26 : 2.3.7 dépôt de gomme

3.8. Dégradations des joints

Elles sont centrées sur le défaut de joint. Le joint est défectueux lorsqu'il n'assure plus la fonction d'étanchéité.

Causes possibles

- défaut du produit pour joint (vieillessement, durcissement, mauvaise adhérence, décollement, incompatibilité entre produits...)
- défaut de mise en œuvre (nettoyage insuffisant du corps de joint avant application du produit, rapport incorrect entre la largeur et la profondeur du joint, absence de fond de joint);
- actions thermiques, chimiques et mécaniques diverses (souffle des réacteurs d'avions, thermo soufflage, kérosène, acides...);
- arrachement du produit pour joint.

Relevé qualitatif (niveaux de gravité)

Il n'est considéré que deux joints par dalle (pour éviter de relever le même joint sur deux dalles adjacentes). Ces deux joints sont consécutifs sur le périmètre de la dalle observée.

Les niveaux de gravité sont établis de la façon suivante :

Niveau léger : quelques défauts ponctuels (tels que vieillissement ou décollement) sur moins de la moitié de la longueur de joint

Niveau moyen : quelques défauts ponctuels (tels que vieillissement ou décollement) sur plus de la moitié de la longueur de joint

Niveau élevé : fissuration ou décollement systématique, arrachements

Relevé quantitatif

- L'unité de relevé est la dalle.

Conséquences et évolution

- infiltration d'eau dans le corps de chaussée ;
- accumulation de cailloux, de terre ou de végétation;
- risque d'épaufrures.



Figure 27 : 2.3.8 Défaut de joint (mauvaise adhérence révélée par la présence de végétation).

CONCLUSION

Les structures de chaussée se dégradent sous l'action de plusieurs facteurs. Pour un bon diagnostic, il est important de connaître les différents types de pathologies et désordres pouvant affecter les structures de chaussée, les processus de dégradation pour chaque type de chaussée ainsi que les facteurs d'influence associés.

**Chapitre 03 : METHODES
D'OSCULATIONS DES
CHAUSSEES DEGRADEES**

INTRODUCTION

Les chaussées aéronautiques (pistes, voies de circulation, aires de stationnements) constituent une part importante des infrastructures opérationnelle des aéroports.

Pour une meilleure préservation des chaussées aéronautiques, il est indispensable de connaître leur capacité portante pour les adapter à l'évolution du trafic en entreprenant les travaux voulus en temps nécessaire. Contrôler les caractéristiques antidérapantes et la qualité du profil en long des pistes d'envols pour prévenir tout accident.

L'auscultation structurelle d'une chaussée consiste à évaluer, par des moyens externes, et non destructifs, contrairement à une campagne de sondages, sa capacité résiduelle à supporter un trafic d'aéronefs donné. Les résultats d'une étude d'auscultation peuvent se traduire soit en termes de capacité portante ou « portance », traduite en termes de charge admissible d'un aéronef pour un trafic donné, de portance RSI (Roue Simple Isolée) ou de PCN (Pavement Classification Number), soit en termes de durée de vie résiduelle.

Dans le premier cas, la capacité structurelle de la chaussée est définie par sa capacité à accueillir un trafic. Dans le second cas, une durée de vie de la chaussée est estimée sur la base du trafic prévisionnel que la chaussée sera amenée à recevoir dans les prochaines années.

L'étude de l'évolution de la capacité portante de la chaussée, ou de sa durée de vie résiduelle, permet, en corrélation avec des relevés de dégradation, de vérifier que le trafic actuel et/ou prévisionnel est acceptable, de détecter un comportement anormal de la plateforme, et au besoin d'anticiper des travaux d'entretien et/ou de rénovation.

Une auscultation régulière constitue donc pour le gestionnaire un outil essentiel de gestion rationnelle d'entretien d'une plateforme.

1. GESTION DES CHAUSSÉES AÉRONAUTIQUES

1.1. Présentation de la méthode A.C.N. - P.C.N

- Elaborée par l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (O.A.C.I), 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 aéroport en fonction de la résistance des chaussées de la plate-forme concernée.
- 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.

2. DETERMINATION DE L'A.C.N

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 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.

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

Tableau 7 : 3.2.2 Classification par catégories des sols supports de chaussée

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

a) module de réaction K corrigé

2.3.Détermination des P.C.N.

2.3.1. 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 est laissée à l'initiative de chaque pays membres de l'O.A.C.I.,

2.3.2. Détermination du PCN 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.

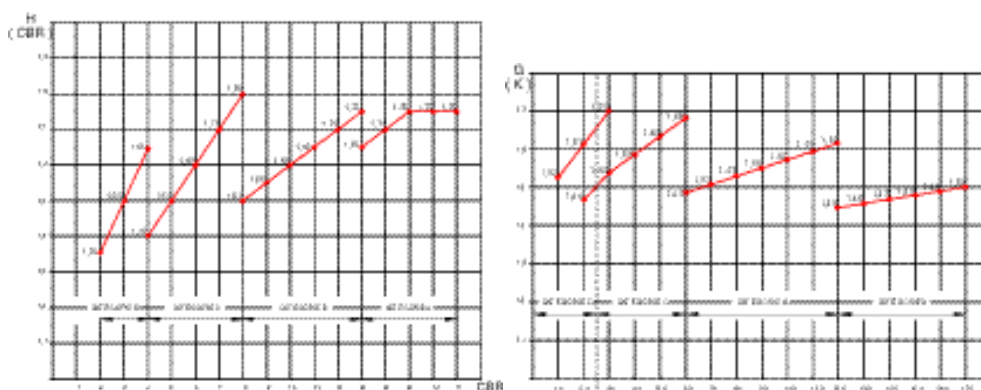


Figure 28 : 3.2.3.2

Abaque 1 Valeurs du coefficient H (CBR) pour le calcul du P.C.N. approché des chaussées souples

Abaque 2 Valeurs du coefficient G(k) pour le calcul du P.C.N. approché des chaussées rigides

3. L'ADMISSIBILITE 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

3.1. 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'excède 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_0 du type d'avion considéré pour la chaussée, charge admissible donnée par la relation :

$$P_0 = m + (M - n) \times \left[\frac{(PCN - ACN_{min})}{(ACN_{max} - ACN_{min})} \right]$$

Où :

M : est la masse maximale au roulage

M : est la masse a vide en ordre d'exploitation.

On compare alors cette charge admissible P_0 à la charge réelle prévue pondérée P' pour chaque aire concernée:

Si $P' < \text{ou égal à } 1,1.P_0$: l'avion peut, toujours sur l'aire concernée, être accepté sous réserve de respecter la règle des 5%,

Si $1,1.P_0 < P' < 1,5.P_0$: 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 $T' < \text{ou égal à } 10$ mouvements équivalents par jour, l'avion peut être autorisé à sa charge réelle P , mais en limitant sa fréquence aux valeurs indiquées par la figure III.2 dont le tableau III.2 donne les extrêmes.

Si enfin $P' > 1,5 P_0$: l'autorisation d'atterrissage doit être impérativement refusée sauf urgence.

Tableau 8 / 3.3.1 les valeurs extrêmes des fréquences

P' / P₀	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 .

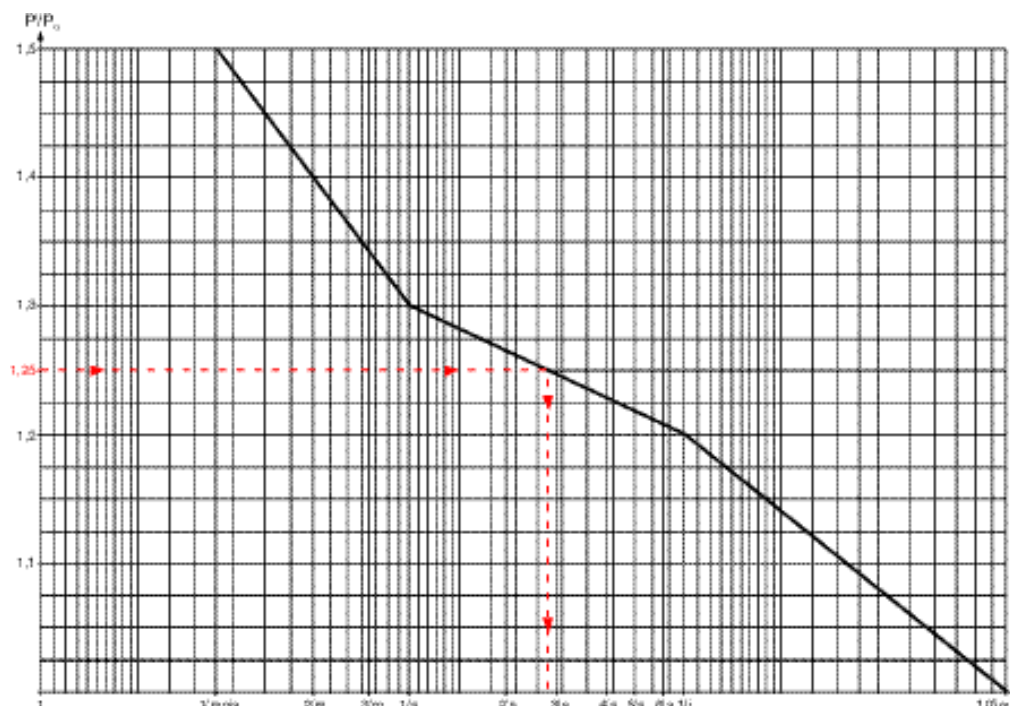


Figure 29 : 3.3.1 Nombre de mouvements pouvant être autorisés en cas de dépassement du P.C.N. calculé

4. LES METHODES D'AUSCULTATION DES CHAUSSEES AERONAUTIQUES

4.1. Suivi des chaussées aéronautiques

Le suivi des chaussées aéronautiques consiste à évaluer périodiquement des indicateurs d'état qui caractérisent notamment la portance, l'uni, l'adhérence, l'état de surface,...

Parmi ceux-ci, il est intéressant de constater que celui se rapportant à l'état de surface occupe une place privilégiée dans la mesure où les dégradations en ce domaine peuvent être facilement reliées aux autres indicateurs. C'est ainsi, par exemple, qu'une fissure de fatigue du revêtement d'une chaussée souple ou une fracture de dalle en béton dénote généralement un affaiblissement de la portance.

Cette constatation a incité le S.T.B.A., après les techniciens américains, à s'orienter vers une utilisation approfondie d'un indicateur de l'état de surface : l'**indice de service**.

4.2. Processus de détérioration des chaussées

Afin de mieux comprendre le système de suivi qui va être développé par la suite, il n'apparaît pas inutile de distinguer les étapes pouvant être observées dans le **processus de détérioration des chaussées** convenablement dimensionnées.

La première de celles-ci correspond aux premières années de vie de la chaussée, durant lesquelles seules ne devraient apparaître que des dégradations très ponctuelles et de degré de gravité léger. Sans **entretien**, ces dégradations vont se multiplier et perdre leur caractère ponctuel pour s'étendre sur des zones de plus en plus grandes et atteindre en **certain points** le niveau de gravité **élevé**.



Figure 30 : 3.4.2 Degré de gravité léger



Figure 31: 3.4.3 Degré élevé de gravité

On peut considérer que l'on a alors franchi un **seuil critique**, à partir duquel la chaussée nécessite un suivi plus fréquent eu égard aux contraintes de sécurité liées à son exploitation.

Sauf entretien encore, le développement des dégradations va s'accroître jusqu'à atteindre un nouveau seuil, dit **seuil d'alarme**, qui correspond au début d'une chute **irréversible** des qualités structurelles de la chaussée. On peut en effet considérer que la présence de nombreuses dégradations, initialement de surface et ne portant de ce fait atteinte qu'aux qualités fonctionnelles de la chaussée, a fini par générer, sous l'action destructrice des eaux d'infiltration, des désordres affectant le corps de la chaussée dans la majeure partie de son épaisseur. Tous travaux se bornant à rétablir une

parfaite étanchéité de la couche de roulement sont désormais insuffisants.

On entre dans une troisième étape où seuls des travaux de **réfection** peuvent permettre une amélioration durable du niveau de service.

Enfin, si on laisse se poursuivre ce processus de détérioration, l'utilisation de la chaussée va présenter à court terme un risque portant atteinte à la sécurité des aéronefs. Est alors atteint le **seuil limite de réfection**.

5. L'importance du suivi

Le suivi des chaussées aéronautiques est une obligation faite aux gestionnaires d'aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique. Il doit leur permettre de se rendre compte de l'évolution, sous le trafic réel, des ouvrages dont ils ont la charge et d'être en mesure d'intervenir à temps pour les maintenir en bon état ou, à défaut, d'en modifier les charges admissibles déclarées.

L'examen des chaussées doit porter à la fois sur les caractéristiques de surface, c'est à dire sur celles qui ont trait à son intégrité, à son uni et à son adhérence, ainsi que sur les caractéristiques structurelles dont dépend la portance de l'ensemble chaussée - sol support.

Lorsque les caractéristiques de surface deviennent insuffisantes (usure de la chaussée par exemple), il y a lieu de procéder à la rénovation de la chaussée en intervenant sur sa couche de roulement.

Lorsque les caractéristiques structurelles deviendront à leurs tours insuffisantes, il conviendra de procéder à un renforcement de la chaussée.

5.1. Les chaussées et leur environnement

L'évaluation des chaussées est une opération très complexe qui nécessite la synthèse des éléments suivants :

- données climatologiques (pluviométrie, gel,...),
- données géotechniques et hydrogéologiques (nappe phréatique),
- informations sur la construction de la chaussée ainsi que sur les éventuels travaux ultérieurs (entretien, renforcement, etc...),
- observations de l'état de surface de la chaussée (relevé des dégradations) et examen du système de drainage,

- mesures non destructrices permettant de déterminer certains paramètres en rapport avec les caractéristiques de la chaussée (uni, glissance, portance),
- résultats des sondages permettant de mesurer l'épaisseur des couches et d'évaluer les caractéristiques géotechniques du corps de chaussée et de son sol support.

6. INSPECTION VISUELLE DES CHAUSSEES AERONAUTIQUES

La méthode de l'indice de service, qui est développée ci-après, constitue l'outil de référence pour la majorité des aérodromes français.

De mise en œuvre rapide, peu onéreuse, peu pénalisante pour la circulation aérienne, elle fournit une masse importante d'informations sur l'état des chaussées et son évolution dans le temps, masse d'informations qui constitue une aide à la décision précieuse en matière d'entretien, de réfection, d'auscultation lourde et d'adéquation de la portance déclarée à la capacité réelle de la chaussée.

Sur les aéroports les plus importants, qui ne tolèrent aucune interruption de trafic, on leur préfère une auscultation à grand rendement (visualisation vidéo, analyse d'images, repérage G.P.S., cartographie S.I.G.) privilégiant la détection des signes précurseurs permettant elle-même de programmer un entretien préventif.

6.1. La méthode de l'indice de service

La méthode indice de service (IS) est basée sur l'analyse de relevés visuels de différents indicateurs d'état permettant d'apprécier le niveau de qualité d'une chaussée.

Cette méthode constitue l'outil de référence pour la majorité des aérodromes français. De mise en œuvre rapide, peu onéreuse, peu pénalisante pour la circulation aérienne, elle fournit une masse importante d'informations sur l'état des chaussées et son évolution dans le temps. Elle constitue en cela une aide à la décision précieuse en matière d'entretien, de réfection, d'auscultation lourde et d'adéquation de la portance déclarée à la capacité réelle de la chaussée (ITAC, 1999).

Cette méthode permet d'aboutir à la définition de l'IS qui est un indicateur numérique représentatif de l'état de la chaussée. Il peut prendre des valeurs comprises entre 0 (chaussée hors service) et 100 (chaussée neuve). Ainsi sa valeur croît-elle avec le niveau de service offert par la chaussée.

Le relevé visuel consiste à partager les aires de mouvements de l'aérodrome en mailles de même surface de 500 m².

La procédure utilisée consiste à enregistrer, maille par maille, les dégradations observées conformément aux recommandations du catalogue de dégradations STBA, chaque dégradation est répertoriée à l'aide du triplet d'information suivant :

- le type de la dégradation : selon les types cités auparavant,
- le niveau de gravité : Léger (L), Moyen (M) ou élevé (E),
- la densité de dégradation dans la maille considérée, celle-ci est mesurée par une surface caractéristique de chaque type de dégradation.

L'intérêt d'une utilisation approfondie des relevés visuels a alors conduit à l'élaboration d'une méthode permettant de définir un indicateur numérique appelé « indice de service ». L'Indice de Service est un nombre compris entre 0 et 100 qui caractérise l'état d'une chaussée à un instant donné (IS = 100 = pas de dégradation, IS = 10 = fermeture de la piste).

Sa valeur est établie à la suite d'un relevé de dégradations aussi exhaustif que possible (type de dégradation et niveau de gravité de cette dernière) dont le traitement est ensuite assuré au moyen d'un logiciel mis au point par le Service Technique des Bases Aériennes.

7. METHODOLOGIE DU RELEVÉ DES DÉGRADATIONS

7.1. Renseignements préalables

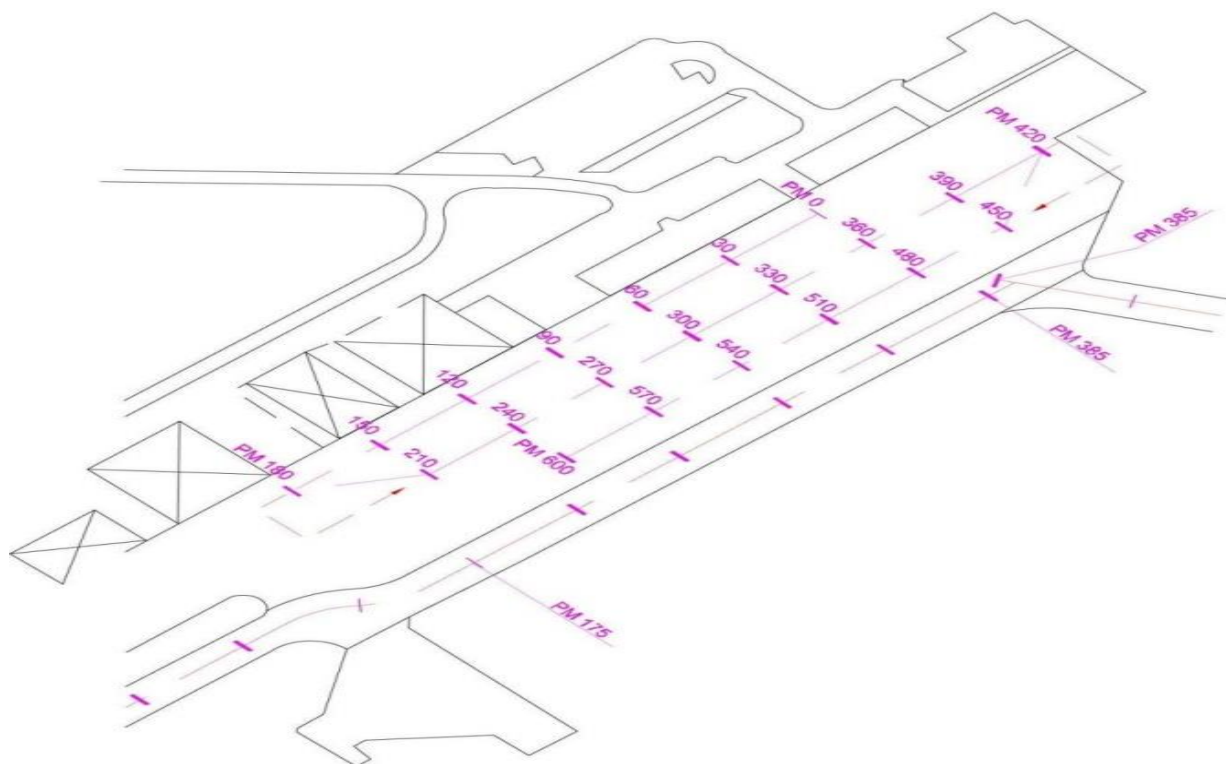
Avant l'intervention sur le site, il est nécessaire de se procurer un plan général des infrastructures ainsi que l'historique des chaussées pour la détermination des zones homogènes et l'interprétation de certaines dégradations.

Tableau 9: 3.7.1 Dimensions des mailles et origine du relevé (Méthode Indice de service, STBA 2003)

	Piste	Bretelle ou voie de relation	Aire de trafic
Origine des relevés	à partir du QFU ¹ le plus faible	à partir de la piste	à partir d'un coin de l'aire
Largeur de la maille	2/3 centraux *	pleine largeur	□ 20 m *
Longueur de la maille	Structure souple : telle que la surface d'une maille soit la plus proche possible de 500 m ² .		
	Structure rigide : relevé de toutes les dalles.		

* Les limites extérieures de la maille peuvent être matérialisées par un joint de construction pour les chaussées souples ou par un joint de construction longitudinal pour les structures rigides.

1 Quick Fly Usual : direction magnétique de la piste.

**Figure 32 : 3.7.1 Dimensions des mailles et origine du relevé**

7.2.L'échantillonnage

Une fois que le relevé global finaliser, il sera utiliser la méthode dite d'échantillonnage, et donc faut satisfaire la condition de représentativité de l'échantillon.

8. MATERIEL ET PERSONNEL NECESSAIRES A L'EXECUTION DU RELEVÉ

L'exécution du relevé des dégradations exige de disposer :

- d'une radio VHF, pour contact avec la tour de l'aérodrome considéré ;
- d'un cyclomètre pour la mesure des dimensions des mailles ou des dalles en béton ;
- d'une bombe de peinture routière pour repérer les mailles en longueur ;
- du catalogue des dégradations ;
- de feuilles de relevé de dégradations en nombre suffisant ;
- une règle de 3 mètres ;
- une corde de 7 mètres ;
- d'un appareil photographique.

Les relevés exécutés par le Service Technique des Bases Aériennes ont mis en évidence que l'exécution optimale d'un relevé nécessite la présence minimum de deux personnes (trois semble constituer le nombre idéal).

9. EXPLOITATION DU RELEVÉ DES DÉGRADATIONS

La méthode repose sur le passage de chaque triplet (type de dégradation relevée, niveau de gravité, densité) pour une chaussée souple ou sur le passage de chaque doublet (type de dégradation relevée, niveau de gravité) pour une chaussée rigide à une valeur numérique significative de l'influence de cette dégradation sur les qualités de la chaussée (voir figure III.5). Elle sera communément appelée "valeur déduite" (VD).

La "valeur déduite" (VD) peut être interprétée comme un malus applicable sur le niveau de service de la chaussée, pris par définition à la valeur 100 pour une chaussée neuve.

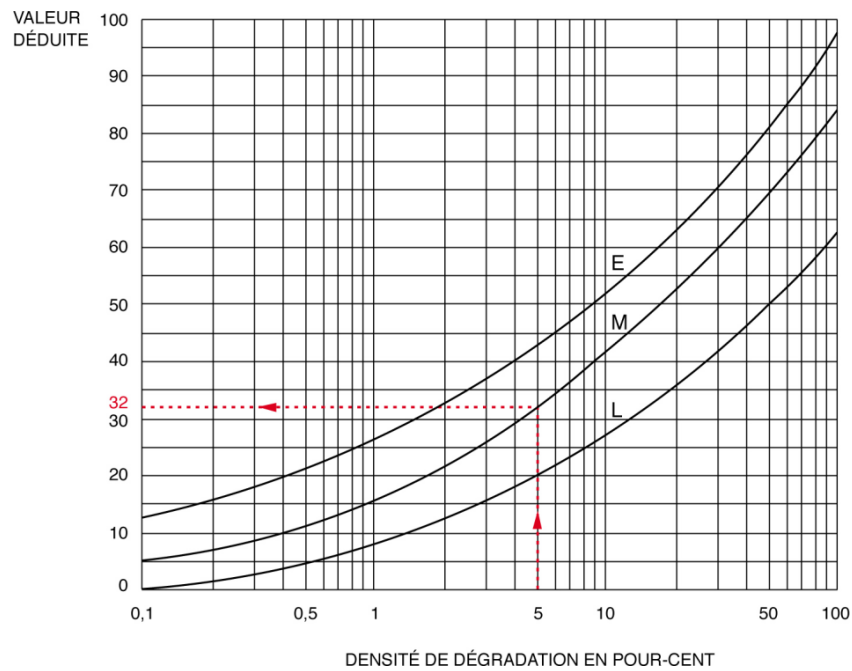


Figure 33: 3.9 Exemple de courbes de valeurs déduites (chaussées souples)

Surface du rectangle enveloppe de la flache

Densité de dégradation en %=

Surface de la maille du relevé

L= niveau léger

M= niveau moyen

E=niveau élevé

Il existe deux autres indices de service à caractère plus spécifique qui apportent des enseignements complémentaires très utiles dans l'analyse des besoins d'une chaussée :

l'IS structurel calculé uniquement à partir des dégradations révélant un défaut de portance;

l'IS superficiel calculé uniquement à partir des dégradations révélant un défaut de surface (ensemble des dégradations autres que celles de structure).

Le classement des dégradations se résume comme illustré sur le tablea

Tableau 10 : 3.9 différents types de dégradations (STBA, 2003)

	Dégradations de structure	Dégradations de surface
Chaussée souple	<ul style="list-style-type: none"> - Flache - Ornière - Fissure de fatigue - Faiëncage de fatigue - Déformation en W - Gonflement - Tassement différentiel - Remontée d'eau - Remontée de fines 	<ul style="list-style-type: none"> - Désenrobage - Fissure de joint - Fissure de retrait - Faiëncage de retrait - Réparation ponctuelledégradée - Contamination - Dépôt de gomme - Empreinte - Ressuage
Chaussée rigide	<ul style="list-style-type: none"> - Fissure - Fracture - Fissure en coin - Pompage - Décalage - marche 	<ul style="list-style-type: none"> - Epaufrure - Ecaillage - Faiëncage - Réparation ponctuelledégradée - Défaut de joint - Dépôt de gomme

9.1.Histogramme des dégradations

L'histogramme des dégradations s'obtient en reportant, sur un axe horizontal, une série de rectangles définis de la façon suivante :

- le côté horizontal, de longueur constante, symbolise la longueur d'une maille ;
- le côté vertical est proportionnel à l'Indice de Service obtenu sur la maille considérée.

Le diagramme-enveloppe de cet histogramme fournit un cliché instantané du niveau de service offert sur toute étendue de la chaussée étudiée (voir figure III.6). En effet, on peut immédiatement visualiser les zones de comportement homogène et repérer les points « à problème ».

L'histogramme des dégradations apparaît nettement comme un support très riche en enseignements et indispensable à toute analyse de l'état d'une chaussée.

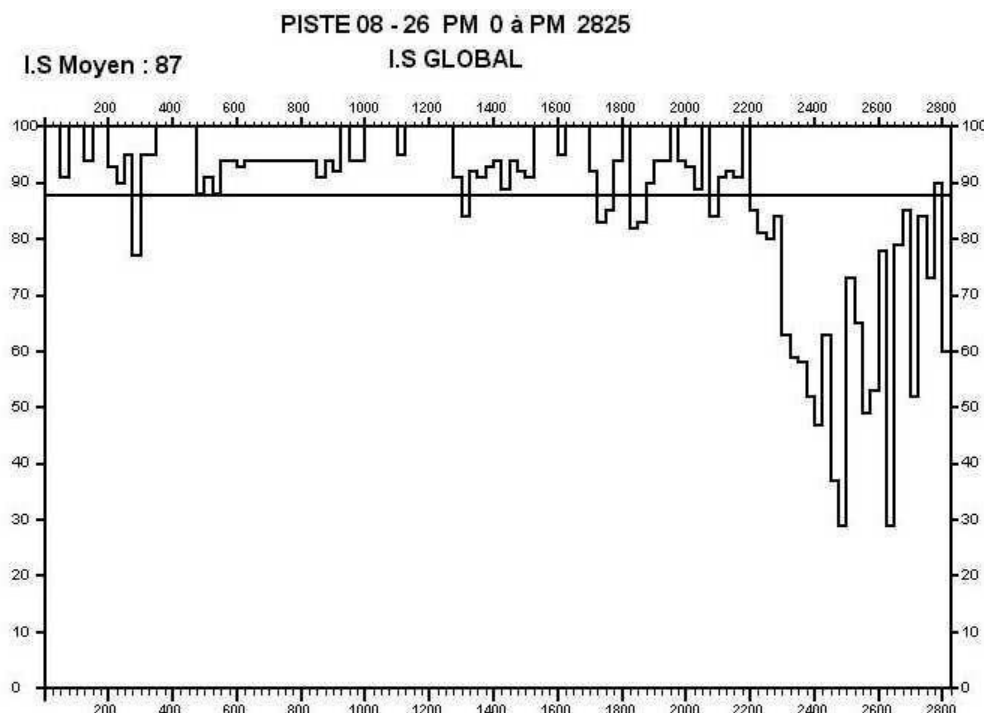


Figure 34 : 3.9.1 Exemple d'histogramme de l'état d'une piste mise en évidence de deux sections homogènes – (STBA, 2003)

9.2. Contrôle des qualités de surface

Contrôle de l'uni

L'uni d'une chaussée est un critère de qualité géométrique. Il caractérise l'ensemble des dénivellations de la surface de la chaussée par rapport à ses profils théoriques.

Sur une piste, certains défauts d'uni ressentis alors que les avions évoluent à des vitesses élevées, pendant les phases d'atterrissage ou de décollage, peuvent affecter la sécurité.

Circulées à moindre vitesse, les autres parties de l'aire de mouvement posent des problèmes d'uni moins essentiels.

Les conséquences d'un mauvais uni de la piste pèsent à la fois sur l'avion et sur la chaussée elle-même.

Sur l'avion d'abord, elles sont à l'origine de vibrations et d'accélération verticales

pouvant, lorsqu'elles sont excessives, provoquer des difficultés de pilotage.

Compte tenu de la dispersion des caractéristiques vibratoires des avions existants, les mêmes défauts d'uni peuvent, suivant le type d'avion, être ou non tolérés ou provoquer des réclamations de la part des pilotes, Outre la gêne pour la lisibilité des instruments de bord et l'inconfort du pilote, que provoquent ces vibrations et accélérations excessives dans la cabine, les principales difficultés de pilotage résultant du roulage à grande vitesse d'un avion sur une piste présentant un mauvais uni, peuvent également être :

- l'apparition de mouvements de grande amplitude en pompage ou tangage de l'avion sur ses atterrisseurs, allant, dans certains cas jusqu'à amener les amortisseurs en butée et pouvant par suite être dangereux pour le contrôle de l'avion,
- la mise en résonance d'un ou plusieurs atterrisseurs qui peuvent, par suite, ne plus être en contact continu avec la piste et générer des difficultés pour le contrôle latéral de l'avion ainsi qu'une perte d'efficacité du système de freinage.
- **Sur la chaussée elle-même**, le roulage à grande vitesse des avions sur certains défauts d'uni provoque localement des efforts dynamiques tendant à accentuer les dits défauts, voire même à entraîner un processus de dégradation.

Les fréquences de résonance provoquées dans la cabine de pilotage sont directement liées à la répartition aléatoire du défaut d'uni par rapport au profil théorique de la piste.

Basé sur ce principe, l'analyseur de profil en long (A.P.L.), mis au point par les Laboratoires des Ponts et Chaussées permet, selon la vitesse constante à laquelle il est tracté (72, 108 et 144 km/h), d'attribuer, par tronçon de chaussée, une note de qualité d'uni.

L'A.P.L. utilisé sur les pistes d'aérodrome est constitué par deux éléments de remorque dont le schéma est donné par la figure III.7 et comportant chacun :

- un bras très rigide équipé d'une roue palpeuse,
- un châssis lesté sur lequel est articulé le bras porte roue et s'appuyant sur celui-ci par l'intermédiaire d'un ressort et d'un amortisseur,
- un pendule inertiel servant de référence pour mesurer par capteur les débattements angulaires du bras porte roue,
- une roue dentée, montée sur la roue palpeuse, fournissant des impulsions électriques et permettant tant l'enregistrement des distances parcourues.

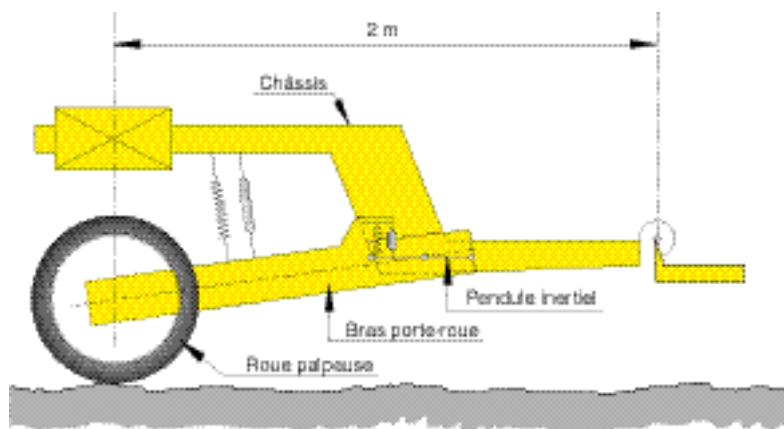


Figure 35 : 3.9.2 principe de l'analyseur de profil en long

Le signal relevé par chaque élément de remorque caractérise le profil en long parcouru pour la gamme de longueurs d'onde considérée. Il fait l'objet, aujourd'hui en mode embarqué, d'un traitement automatique destiné à attribuer une note au profil du tronçon évalué. Cette notation s'effectue de 1 à 10, les notes 1 et 10 correspondant respectivement à un uni très mauvais et très bon pour la bande des longueurs d'onde prise en compte.

Parallèlement à l'analyse automatique du signal, l'A.P.L. fournit une sortie graphique qui, sans pour autant pouvoir être confondue avec lui, donne une image du profil en long permettant de localiser les défauts quantifiés par la notation.

Le contrôle de l'uni d'une piste est nécessaire à la réception de sa réalisation ou de son renforcement. S'il est effectué par nivellement, une tolérance de ± 1 cm vérifiée sur des profils en travers espacés de 10 à 15 m au maximum est généralement acceptable. S'il est effectué à l'A.P.L.-N.B.O. (NF P 98 218 3 et NF P 98 218 4), les caractéristiques minimales d'uni, qui sont définies dans le tableau III.5, s'appliquent pour la couche de roulement dans le cas de la construction d'une piste neuve ou du renforcement d'une piste après remise aux normes du profil.

Le suivi du profil en long fait parti du programme général de suivi des aérodromes. Les défauts de qualité d'uni renseignent, dans une certaine mesure, sur les insuffisances structurelles.

Avant de choisir une solution de rénovation de piste, il convient d'en étudier l'uni du profil en long au moyen de l'A.P.L. Si un reprofilage s'avérait nécessaire, il y aurait lieu de mettre en œuvre une (voire deux) couche(s) d'enrobés avec un guidage au fil ou laser (la seconde pouvant l'être « à vis calées »).

Tableau 11 3.9.2 les caractéristiques minimales d'uni

<i>Longueurs d'onde</i>	<i>Résultats enregistrés sur tronçons de 200 m</i>	
	<i>Note minimale</i>	<i>Pourcentage de tronçon présentant la note minimale</i>
<i>Petites ondes (0,7 m à 2,82 m)</i>	6	90
	3	100
<i>Moyennes ondes (2,82 m à 11,31 m)</i>	6	90
	4	100
<i>Grandes ondes (11,31 m à 45,24 m)</i>	9	90
	6	100

Contrôle de l'adhérence

La surface d'une piste revêtue sera traitée à l'origine, ou à l'occasion de sa rénovation, de manière à ce que son coefficient de frottement soit suffisant lorsque la chaussée est mouillée. Diminuant en effet lorsque la chaussée est mouillée, l'adhérence à la piste des pneumatiques d'un avion est essentielle pour :

- le freinage à l'atterrissage ou en cas de décollage interrompu,
- la mise en rotation des roues à l'impact à l'atterrissage,
- le contrôle au roulage de la direction, notamment en présence de vents traversiers, en cas de fonctionnement asymétrique des moteurs (aussi bien au décollage qu'à l'atterrissage avec la poussée des moteurs inversée) ou encore à l'amorce d'une sortie rapide de piste.

Bien que le principe d'adhérence pneu - chaussée s'apparente à celui pris en considération dans le domaine routier, les particularités aéronautiques proviennent principalement de :

- la vitesse élevée à l'atterrissage et au décollage (280 km/h et même plus de 300 km/h pour certains types d'appareils),
- l'importance de la masse déplacée,

- l'absence de sculpture* (rainures circulaires seulement) et la pression élevée des pneumatiques.

L'importance du phénomène conduit à s'arrêter quelque peu ci-après sur les causes de la glissance sur chaussée avant d'en aborder la mesure.

L'adhérence d'une chaussée sèche et propre est en général toujours convenable. Elle diminue et peut devenir insuffisante en présence d'eau, de neige ou de glace. Une glissance excessive peut également provenir de la présence de mousse, de micro-organismes, de boue, de gomme ou de certaines peintures. Sur une piste couverte de neige ou de glace, elle dépend peu des caractéristiques du revêtement. La glissance due à la présence d'eau doit être prise en considération lors de la construction et de l'entretien des chaussées

La glissance sur chaussée mouillée, mais non polluée, dépend de nombreux facteurs, à savoir :

- la vitesse de l'avion,
- la forme, la structure et la pression du pneumatique,
- la composition, la température et la nature du caoutchouc ou de la gomme,
- l'épaisseur du film d'eau sur la chaussée,
- la nature des granulats et du liant du revêtement.

La mesure qui permet le mieux d'apprécier l'adhérence des avions sur une chaussée dans des conditions données est celle du **coefficient de frottement longitudinal**. En effet le freinage est, en théorie, rectiligne et un bon coefficient de frottement longitudinal n'a aucune raison d'être accompagné d'un très mauvais coefficient transversal.

Évaluation de la portance

La portance d'une chaussée peut être exprimée :

par les valeurs des charges admissibles descendues par les différents types d'atterrisseurs (roue simple isolée, jumelage et boggie) à raison de 10 applications par jour pendant 10 ans,

par l'indication du P.C.N

Le radar géologique

C'est un moyen complémentaire non destructif permettant de déterminer en lecture continue

Les épaisseurs des couches de matériaux constituant le corps de chaussée,

Les désordres pouvant affecter celles-ci et leur sol support.



Figure 36 : 3.9.2.1 le radar géologique

Les impulsions électromagnétiques envoyées par le radar se propagent, en s'atténuant, dans la structure auscultée et se réfléchissent partiellement sur les interfaces entre couches du fait du contraste de leurs constantes diélectriques. Calé par quelques carottages, le traitement des échos reçus en retour permet de tracer la coupe de la chaussée selon l'axe d'auscultation.

L'espacement entre axes d'auscultation sera choisi de manière à obtenir la meilleure visualisation de la répartition des anomalies et de la dispersion latérale des épaisseurs de matériaux. Un intervalle régulier (5 m par exemple) sera généralement retenu.

Dépendant essentiellement de la fonction de l'aire considérée, le nombre des axes d'auscultation sera généralement de :

1 à 3 pour une bretelle ou une voie de relation,

2 à 5 pour une piste,

1 profil longitudinal tous les 20 m pour une aire de stationnement.

Avant toute décision d'emploi d'un radar géologique, il faut que :

le signal radar traverse très mal ou pas du tout les couches contenant des éléments métalliques (laitier, mâchefer,...),

la différenciation de deux couches successives traitées au bitume n'est généralement pas possible, sauf discontinuité marquée par l'interface,

la présence d'eau réduit la profondeur d'investigation mais accroît les contrastes diélectriques entre couches traversées.

Il existe une méthode d'auscultation pour les chaussées souples, qui se fait à l'aide du HWD. Le HWD est le descendant du déflectomètre à boulet [Bretonnière, 1963].

Principes généraux de l'auscultation au HWD

Le HWD (Heavy Weight Deflectometer) est un appareil d'auscultation non destructive des chaussées aéronautiques permettant d'engendrer, par un système de masse tombante, un chargement de type impulsionnel à la surface de la chaussée, afin de simuler le passage d'une charge. La réponse de la chaussée à cette sollicitation (déflexions surfaciques) est mesurée au moyen de géophones³ placés sur une barre de mesure tandis qu'un capteur d'effort intégré à la plaque de chargement permet de suivre l'effort appliqué sur la chaussée au cours de l'essai

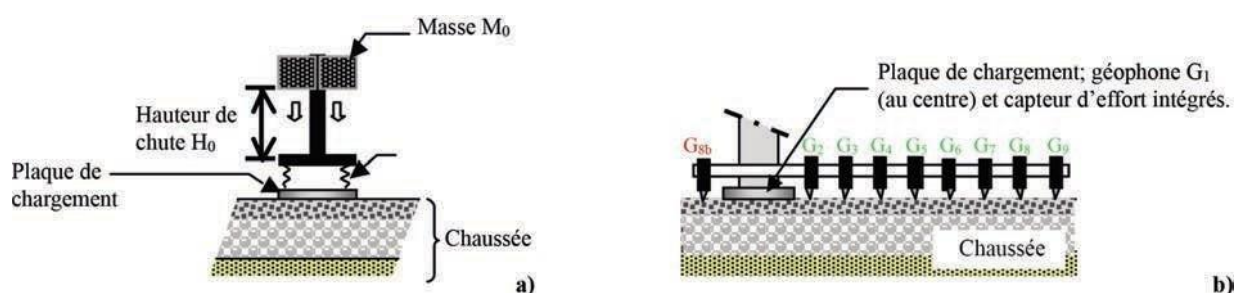


Figure 37 : 3.9.2.2. Principe de fonctionnement du HWD; exemple d'un HWD à 9 géophones en configuration « chaussée souple ».

Le HWD permet d'ausculter les deux grands types de structures existants : les chaussées souples et rigides. Les géophones sont disposés (Figure III.10), dans le cas des chaussées souples, sur une barre de mesure à l'avant de l'appareil dite « barre de mesure principale ».

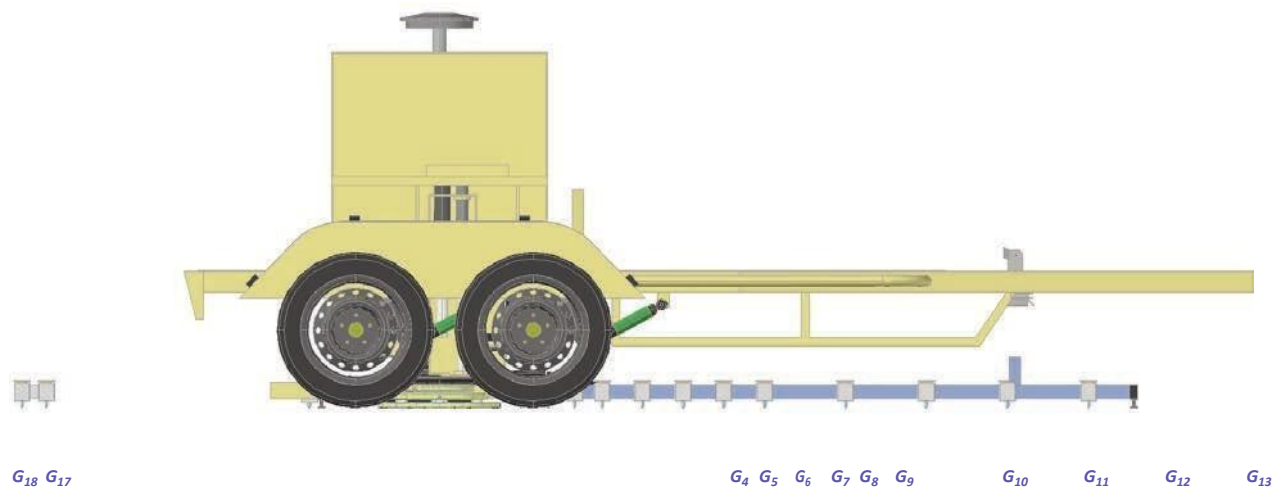


Figure 38 : 3.9.2.3 Configuration de l'appareil ; exemple d'un HWD à 18 géophones.

CONCLUSION

Le diagnostic et l'analyse des données relevées par les différents méthodes d'auscultations, permettent de déterminer les causes les plus probables des dégradations dans les différents types de chaussées. 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.

Une auscultation des chaussées aéronautiques est nécessaire dans les cas suivant :

- pour réactualiser les charges admissibles,
- définir des travaux de renforcements ou d'allongement (portance, uni)
- contrôler la qualité d'un chantier,
- si une compagnie aérienne souhaite mettre en service un avion plus contraignant (portance),
- si les chaussées présentent des signes de fatigue,
- si le climat les a soumises à de rudes épreuves.....

Chapitre 04 : LE GRF

(Global Reporting Format)

INTRODUCTION

La sécurité des pistes est une priorité mondiale, les accidents de sorties des pistes à cause des mauvaises conditions météorologiques provoquent de grandes pertes aux niveaux des vies humaines et matérielles.

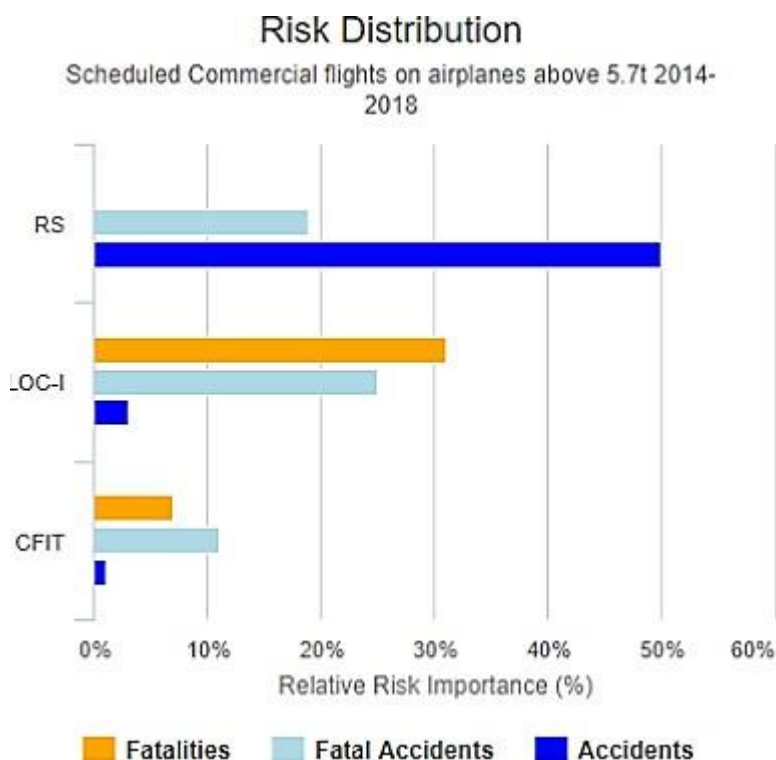


Figure 39: :4.1 Distribution des risques

L'avion, en provenance de la ville d'Izmir, dans l'ouest de la Turquie, est vraisemblablement sorti de piste en raison de la forte pluie qui s'abat sur la plus grande ville du pays.

Article d'accident d'un avion-Le Parisien -05/02/2020

Les conséquences d'une sortie de piste peuvent inclure :

- Mort ou blessure.
- Dommages importants à l'aéronef, à d'autres aéronefs, véhicules, équipements ou biens.
- Impacts opérationnels liés à la fermeture de la piste.

- Dommages causés aux compagnies aériennes et à la réputation de l'aéroport.
- Autres dommages collatéraux.

Ce qui a incité L'OACI et les autres organisations actives dans l'aviation civil international comme l'IATA et IFALPA d'élaboré une méthodologie harmonisée à l'échelle mondiale pour l'évaluation et le report de l'état de la surface des pistes.



Figure 40 : 4.1.1 Accident à cause de déviation de la piste

1. Dispositions de l'OACI sur le GRF

Annexe 14 : Volume 1 et PANS-Aérodromes : dispositions fondamentales pour évaluer et rapporter sur l'état de surface des pistes.

Annexe 6 : Parties I et II : exigence pour le pilote commandant de bord d'évaluer les performances d'atterrissage et l'obligation pour les vols de transport commercial de soumettre un rapport.

Annexe 8 : concerne la nature des informations fournies par les constructeurs d'avions.

Annexe 3 : suppression du groupe d'états de piste pour les METAR / SPECI pour éviter de répéter la nouvelle disposition proposée figurant dans l'Annexe 15.

Annexe 15 et PANS-AIM : syntaxe et format utilisés pour la diffusion.

PANS-ATM : porte surtout sur les expressions conventionnelles (phraséologie et communication des "special air-reports" sur l'efficacité de freinage)

Documents d'orientation :

Airplane Performance Manual (Doc 10064).

Évaluation, mesure et compte rendu des conditions de surface des pistes (Circular 355).

2. Définition des contaminants

Rappel : Les définitions des paramètres sont celles de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale, rappelées dans les annexes 6,14 et dans le modèle de SNOWTAM.

Contaminants et polluants ont pour conséquences de modifier les caractéristiques de surfaces des pistes. Les contaminants résultent de phénomènes naturels tandis que les polluants sont apportés par les activités humaines. Il peut s'agir de boue, poussières, sable, huile, dépôts de caoutchouc mais également des produits de déglçage, dont les résidus sur chaussées mouillées, peuvent en diminuer l'adhérence. S'agissant de phénomènes météorologiques, ne sera traitée dans ce document que la présence d'eau sous forme liquide, de neige ou de glace. Il est recommandé, chaque fois qu'il y a de l'eau sur une piste, de décrire l'état de la surface de la piste au moyen des termes suivants :

Surface humide : la surface présente un changement de couleur dû à la présence d'humidité.

Mouillée : la surface est mouillée mais il n'y a pas d'eau stagnante.

Eau stagnante : (pour les performances des avions) une pellicule d'eau de plus de 3 mm d'épaisseur couvre plus de 25 % de la surface délimitée par la longueur et la largeur de piste requises (que ce soit par endroits isolés ou non).

Chaque fois que l'on signale la présence de neige, de neige fondante, de glace ou de givre sur une piste, il est recommandé que la description de l'état de surface de la piste utilise les termes suivants :

- Neige sèche
- Neige mouillée
- Neige compactée
- Neige compactée mouillée
- Neige fondante
- Glace

- Glace mouillée
- Givre
- Neige sèche sur glace
- Neige mouillée sur glace
- Traitée chimiquement
- Sablée

Ces termes sont définis ci-dessous :

- Neige : elle peut être caractérisée par sa densité qui est égale au rapport de la masse d'un volume de neige rapportée à la masse du même volume d'eau,
- Neige sèche : neige qui, non tassée, se disperse au souffle ou qui, tassée à la main,
 - Neige mouillée : neige qui, tassée à la main, s'agglutine et forme ou tend à former une boule ; densité égale ou supérieure à 0,35 et inférieure à 0,50,
- Neige fondante : neige gorgée d'eau qui, si l'on frappe du pied à plat sur le sol, produit des éclaboussures ; densité supérieure à 0,50 et inférieure à 0,80. Ce phénomène s'observe quand la température de l'air est aux environs de 5 °C.
 - Neige compactée : neige qui a été comprimée en une masse solide et résiste à une nouvelle compression et qui forme un bloc ou se fragmente lorsqu'on la ramasse ; densité égale ou supérieure à 0,50.
- Givre : Présence de cristaux de glace dus à la solidification de l'eau contenue dans l'air sur une surface à une température proche ou au-dessous de 0 °C, le givre diffère de la glace par sa composition de cristaux indépendants
- qui lui donne un aspect granuleux et une épaisseur très fine.
 - Glace : glace ayant une apparence terne et mate et dont la température est comprise entre -40 °C et -5 °C.
- Glace mouillée : glace ayant une apparence brillante et mouillée et dont la température est comprise entre -5 °C et 4 °C.
- Les contaminants sont généralement répartis en deux catégories :
- les contaminants de type « fluide » : eau, neige mouillée, neige fondante et neige sèche,
- les contaminants de type « solide » : neige compactée, givre, glace et glace mouillée.

NB : Il convient d'être vigilant car la présence d'une couche de contaminant dit « fluide » peut recouvrir un contaminant dit « solide ».

3. Définition d'une surface contaminée

Dans le cadre de cette note d'information, la définition retenue d'une surface contaminée est celle de l'OACI. Un tiers de piste est contaminé lorsque plus de 25 % de sa surface (que ce soit par fractions séparées ou non), délimitée par la longueur et la largeur de piste requises utilisées, est recouverte par l'un des éléments suivants :

- une pellicule d'eau ou de neige fondante de plus de 3 mm d'épaisseur,
- de la neige sèche de plus de 20 mm d'épaisseur,
- de la neige compactée et de la glace, y compris de la glace mouillée.

4. Informations attendues par les pilotes

Les pilotes attendent de savoir si la piste est contaminée ou non. Ils attendent ensuite une description de la contamination.

Les pilotes attendent une information concernant l'état de la piste, des bretelles d'accès et de dégagement rapide et, dans une moindre mesure, des voies de circulation. L'état de la piste fait l'objet d'une description la plus précise possible en transmettant les informations.

Concernant l'état des pistes, dès qu'elle est connue, l'information sur la nature du contaminant doit être fournie aux pilotes. Cette information aura un impact sur le calcul des performances avions. Elle pourra également avoir des conséquences en termes de restrictions opérationnelles.

Le calcul des performances et des limitations des avions à l'atterrissage et au décollage dépend du type de contaminants. Pour les contaminants de type fluide, les performances et les limitations sont calculées à partir des données de la nature du contaminant, de son épaisseur, de son étendue et d'une estimation du frottement ou du coefficient de frottement. En cas de contaminants de type solide, les performances avions sont calculées à partir du type de contaminant, de son étendue et d'une estimation du frottement ou du coefficient de frottement.

Les informations attendues par les pilotes sont donc :

- ❖ En cas de contamination de type fluide :
 - le type de contaminant,
 - L'épaisseur de contaminant,

- L'étendue de la contamination,
- Une estimation du frottement.
- En cas de contamination de type solide :
 - Le type de contaminant,
 - Son étendue
 - Une estimation du frottement ou le coefficient de frottement

5. Le GRF

- Langage commun à tous les acteurs du système, basé sur l'impact de la surface de la piste sur les performances de l'avion.
- Une mise en œuvre harmonisée au niveau mondial est requise

5.1. Avantages du GRF

Amélioration de la sécurité

- Meilleure prise en compte de l'état des pistes
- Moins de sorties de piste

Amélioration de l'efficacité

- Meilleure conscience de la situation
- Meilleure prise de décision
- Moins de fermetures de piste

Réduction de l'impact

- Moins de sorties de piste
- Meilleure gestion du trafic
- Meilleure gestion des produits de dégivrage

5.2. Les éléments conceptuels fondamentaux du GRF

Le **Global Reporting Format** est fondé sur les 5 éléments conceptuels fondamentaux :

- Les conditions de surface des pistes
- Les descripteurs de la surface des pistes

- La matrice d'évaluation de l'état des pistes (RCAM)
- Le code d'état de piste (RWYCC)
- Le rapport sur l'état des pistes (RCR)

5.3. Les conditions de surface des pistes

Description des conditions de surface des pistes utilisées dans rapport sur l'état des pistes, qui constitue la base de la détermination du code d'état de piste aux fins des performances de l'avion :

- Piste sèche;
- Piste mouillée;
- Piste mouillée glissante; et
- Piste contaminée.

5.4. Les descripteurs de la surface des pistes

- Neige compactée (NC), Neige sèche (NS), Neige fondante(NF), Neige mouillée(NM).
- Givre (GV), Glace(GL),
 - Glace mouillée(GM),
- Eau stagnante(ES),

6. Matrice d'évaluation de l'état des pistes (RCAM)

Tableau permettant, au moyen de procédures connexes, de déterminer le code d'état des pistes à partir d'un ensemble de conditions de surface de piste observées et de rapports des pilotes sur l'efficacité du freinage.

Tableau 12: 4.6 : Matrice d'évaluation de l'état de surface des pistes (RCAM)

Matrice d'évaluation de l'état des pistes (RCAM)			
Critères d'évaluation		Critères d'évaluation pour déclassement	
Code d'état des pistes	Description de la surface des pistes	Observation sur la décélération de l'avion ou sur la maîtrise en direction	Rapport consultatif du pilote sur l'efficacité du freinage
6	<ul style="list-style-type: none"> • SÈCHE 	---	---
5	<ul style="list-style-type: none"> • GEL • MOUILLÉE (la surface de piste est couverte de toute humidité visible ou d'eau d'une épaisseur inférieure à 3 mm) <p><i>Épaisseur inférieure à 3 mm :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • NEIGE FONDANTE • NEIGE SÈCHE • NEIGE MOUILLÉE 	La décélération au freinage est normale compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues ET la maîtrise en direction est normale.	BONNE
4	<p><i>Température extérieure de -15 °C et moins :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • NEIGE COMPACTÉE 	La décélération au freinage OU la maîtrise en direction se situe entre bonne et moyenne.	BONNE À MOYENNE
3	<ul style="list-style-type: none"> • MOUILLÉE (piste « mouillée glissante ») • NEIGE SÈCHE ou NEIGE MOUILLÉE (toute épaisseur) SUR NEIGE COMPACTÉE <p><i>Épaisseur 3 mm et plus :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • NEIGE SÈCHE • NEIGE MOUILLÉE <p><i>Température de l'air supérieure à -15 °C¹ :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • NEIGE COMPACTÉE 	La décélération au freinage est sensiblement réduite compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues OU la maîtrise en direction est sensiblement réduite.	MOYENNE
2	<p><i>Épaisseur de l'eau ou de la neige fondante de 3 mm et plus :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • EAU STAGNANTE • NEIGE FONDANTE 	La décélération au freinage OU la maîtrise en direction se situe entre moyenne et médiocre.	MOYENNE À MÉDIOCRE
1	<ul style="list-style-type: none"> • GLACE² 	La décélération au freinage est nettement réduite compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues OU la maîtrise en direction est nettement réduite.	MÉDIOCRE
0	<ul style="list-style-type: none"> • GLACE MOUILLÉE² • EAU SUR NEIGE COMPACTÉE² • NEIGE SÈCHE ou NEIGE MOUILLÉE SUR GLACE² 	Lé décélération au freinage est minime à inexistante compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues OU la maîtrise en direction est incertaine.	INFÉRIEURE À MÉDIOCRE

7. Le code d'état de piste (RWYCC)

Le RWYCC est un chiffre qui traduit la capacité de freinage sur les pistes en fonction de l'état de la surface. Sur la base de cette information, l'équipage de conduite peut calculer la distance d'arrêt nécessaire d'un aéronef en approche dans les conditions dominantes d'après les renseignements de performance fournis par l'avionneur. Le RWYCC est indiqué pour chaque tiers de piste évalué. Il est déterminé en utilisation la matrice RCAM.

Tableau 13 : 4.7 Le code d'état de piste (RWYCC)

Matrice d'évaluation de l'état des pistes (RCAM)			
Critères d'évaluation		Critères d'évaluation pour déclassement	
Code d'état des pistes	Description de la surface des pistes	Observation sur la décélération de l'avion ou sur la maîtrise en direction	Rapport consultatif du pilote sur l'efficacité du freinage
6	<ul style="list-style-type: none"> SÈCHE 	---	---
5	<ul style="list-style-type: none"> GEL MOUILLÉE (la surface de piste est couverte de toute humidité visible ou d'eau d'une épaisseur inférieure à 3 mm) <p><i>Épaisseur inférieure à 3 mm :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> NEIGE FONDANTE NEIGE SÈCHE NEIGE MOUILLÉE 	La décélération au freinage est normale compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues ET la maîtrise en direction est normale.	BONNE
4	<p><i>Température extérieure de -15 °C et moins :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> NEIGE COMPACTÉE 	La décélération au freinage OU la maîtrise en direction se situe entre bonne et moyenne.	BONNE À MOYENNE
3	<ul style="list-style-type: none"> MOUILLÉE (piste « mouillée glissante ») NEIGE SÈCHE ou NEIGE MOUILLÉE (toute épaisseur) SUR NEIGE COMPACTÉE <p><i>Épaisseur 3 mm et plus :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> NEIGE SÈCHE NEIGE MOUILLÉE <p><i>Température de l'air supérieure à -15 °C¹ :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> NEIGE COMPACTÉE 	La décélération au freinage est sensiblement réduite compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues OU la maîtrise en direction est sensiblement réduite.	MOYENNE
2	<p><i>Épaisseur de l'eau ou de la neige fondante de 3 mm et plus :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> EAU STAGNANTE NEIGE FONDANTE 	La décélération au freinage OU la maîtrise en direction se situe entre moyenne et médiocre.	MOYENNE À MÉDIOCRE
1	<ul style="list-style-type: none"> GLACE² 	La décélération au freinage est nettement réduite compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues OU la maîtrise en direction est nettement réduite.	MÉDIOCRE
0	<ul style="list-style-type: none"> GLACE MOUILLÉE² EAU SUR NEIGE COMPACTÉE² NEIGE SÈCHE ou NEIGE MOUILLÉE SUR GLACE² 	La décélération au freinage est minime à inexistante compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues OU la maîtrise en direction est incertaine.	INFÉRIEURE À MÉDIOCRE

Les variables qui dans la matrice RCAM peuvent affecter le code d'état de piste sont :

- Le type de contaminant,
- L'épaisseur du contaminant,
- La température extérieure (ou la température de la surface de la piste si disponible)

Les procédures de sur classement ou déclassement d'un RWYCC sont décrites dans le document 9981 PANS Aérodrome. Il ne peut être surclassé au-delà d'un RWYCC 3.

- L'évaporation,
- L'humidité.

7.1.Rapport sur l'état des pistes (RCR)

Le principe à la base du RCR est que l'exploitant d'aérodrome doit évaluer l'état de la surface des pistes chaque fois qu'il y a de l'eau ou un contaminant sur une piste en service. En fonction de cette évaluation, un code d'état de la piste (RWYCC) et une description de la surface de la piste sont signalés à l'équipage de conduite afin qu'il les utilise pour calculer les performances de l'avion. Les calculs de performance des aéronefs sont réalisés à plusieurs stades : préparation du vol, décollage de la piste, atterrissage sur un aérodrome de destination ou de dégagement, en vol lorsque la continuation du vol est évaluée et avant l'atterrissage sur une piste.

Le compte-rendu RCR est fondé sur la nature, l'épaisseur et l'étendue des contaminants, et constitue la meilleure évaluation de l'état de la surface des pistes par les exploitants d'aérodrome. Tout autre renseignement pertinent peut également être pris en considération, et tout changement doit être signalé sans délai.

Formellement, le *RCR* est composé de deux sections :

- a. Une section dédiée aux calculs des performances avions au décollage et à l'atterrissage. Les renseignements contenus dans cette section sont :
 - Indicateur d'emplacement de l'aérodrome,
 - Date et heure de l'évaluation,
 - Numérotation d'identification de la piste la plus faible,
 - Code d'état de la piste RWYCC pour chaque tiers de piste,
 - Pourcentage de couverture de contaminant pour chaque tiers de piste,
 - Épaisseur de contaminant non adhérent pour chaque tiers de piste,

- Description des conditions pour chaque tiers de piste,
 - Largeur de la piste à laquelle le RWYCC s'applique si elle est inférieure à la largeur publiée.
- b. Une section dédiée à la connaissance de la situation pour ce qui concerne l'état de la surface des voies des pistes, voies de circulation et aires de trafic notamment :
- Longueur de piste réduite,
 - Neige fine et sèche sur piste,
 - Sable non adhérent sur piste,
 - Traitement chimique sur piste,
 - Congères sur piste,
 - Congères sur voie de circulation,
 - Congères à proximité de la piste,
 - Réduction de distances déclarées,
 - Utilisation approuvée et publiée par l'État du coefficient de frottement mesuré,
 - État de l'aire de trafic / des voies de circulation,
 -

Tableau 14 :4.7.1 Modèle de rapport sur l'état des pistes

RUNWAY CONDITION REPORT (RCR)	
Aeroplane performance calculation section	
Information	Source
Aerodrome location indicator	ICAO Doc 7910, <i>Location Indicators</i>
Date and time of assessment	UTC time
Lower runway designation number	Actual runway (RWY)
RWYCC for each runway third	Assessment based upon RCAM and associated procedures
Per cent coverage contaminant for each runway third	Visual observation for each runway third
Depth of loose contaminant for each runway third	Visual observation assessed for each runway third, confirmed by measurements when appropriate
Condition description (contaminant type) for each runway third	Visual observation for each runway third
Width of runway to which the RWYCCs apply if less than published width	Visual observations while at the RWY and information from local procedures/snow plan
Situational awareness section	
Reduced runway length	NOTAM
Drifting snow on the runway	Visual observation while at RWY
Loose sand on the runway	Visual observation while at RWY
Chemical treatment on the runway	Known treatment application. Visual observation of residual chemicals on the runway
Snowbanks on the runway	Visual observations while at the RWY
Snowbanks on taxiway	Visual observations while at the taxiway (TWY)
Snowbanks adjacent to the runway penetrating level/profile set in the aerodrome snow plan	Visual observations while at the RWY confirmed by measurements when appropriate
Taxiway conditions	Visual observation, AIREP, reported by other aerodrome personnel, etc
Apron conditions	Visual observation, AIREP, reported by other aerodrome personnel, etc
State approved and published use of measured friction coefficient	Dependent upon the State set or agreed standard
Plain language remarks using only allowable characters in capital letters	Any additional operational significant information to be reported

8. Le but de RCR

- Conçu pour rendre compte de l'état de surface des pistes de manière normalisée,
- Langage commun entre tous les acteurs du système: avionneurs, exploitants d'aérodromes, exploitants d'aéronefs, ANSP, AIM, MET et autres parties prenantes,
- Permet à l'équipage de conduite de déterminer avec précision les performances de décollage et d'atterrissage de l'avion,
- Basé sur l'impact de l'état de surface des pistes sur les performances de l'avion,
- Adapté aux besoins des Etats (format complet ou réduit en fonction des conditions météorologiques).

9. Responsabilités des parties prenantes

- Exploitants d'aérodromes: évaluer les conditions de surface des pistes, y compris les contaminants, pour chaque tiers de piste et les reporter au moyen d'un rapport uniforme sur l'état des pistes (RCR),
- Services de circulation aérienne (ATS): transmettre les informations reçues via le RCR et / ou les comptes rendus spéciaux en vol (AIREP) aux utilisateurs finaux (communications vocales, ATIS, CPDLC),
- Services de l'information aéronautique (AIS): fournir les informations reçues dans le RCR aux utilisateurs finaux (SNOWTAM),
- Opérateurs aériens: utiliser les informations conjointement avec les données de performances fournies par les constructeurs d'aéronefs pour déterminer si les opérations d'atterrissage ou de décollage peuvent être effectuées en toute sécurité et fournir des comptes rendus spéciaux de vol (AIREP) sur les actions de freinage sur piste,
- Constructeurs d'avions: fournir les données de performance nécessaires dans le manuel de vol de l'avion.

10. Évaluation des conditions de surface de piste

- L'exploitant d'aérodrome évalue l'état de surface des pistes chaque fois que de l'eau, de la neige, de neige fondante, de la glace ou du gel sont présents sur une piste opérationnelle, à l'aide de la matrice d'évaluation de l'état des pistes (RCAM),
- Un code d'état de piste (RWYCC) sera attribué en fonction de l'évaluation, ainsi qu'une description de l'état de surface de la piste, que l'équipage de conduite peut utiliser pour les calculs de performance de l'avion,
- Ce rapport, basé sur le type, la profondeur et la couverture des contaminants, constitue la meilleure évaluation de l'état de surface de piste par l'exploitant d'aérodrome,
- Toute autre information pertinente peut être prise en compte,

- Sur classement ou déclassement de RWYCC à l'aide de procédures de PANS Aérodomes, y compris RCAM.

10.1. Rapport sur l'état des pistes

En conformité avec le rapport sur l'état des pistes, le compte rendu doit commencer lorsqu'un changement significatif de l'état de la surface de la piste survient en raison de la présence d'eau, de neige, de neige fondante, de glace ou de gel (et devrait se poursuivre pour refléter les changements significatifs jusqu'à ce que la piste ne soit plus contaminée).

- Changements significatifs :
 - Toute modification du code d'état de piste associée au type et à la profondeur du contaminant ou à la couverture de contaminant; et
 - Toute autre information (par exemple, un rapport de pilote sur l'action de freinage sur piste).

11. Modèle du tableau d'évaluation des conditions de surface de piste

Tableau 15: 4.11.1 Pour évaluer les conditions de surface des pistes, on adopte le modèle suivant

2024													
Code Time	Code Month	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
RCR	Eau(Pluie)												
	Contaminant (Neige)												
RWYCC													
Etat de Surface													
Etat de Contamination													

Modèle du tableau d'évaluation des conditions de surface de piste

2023													
Code Time	Code Month	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
RCR	Eau(Pluie)												
	Contaminant (Neige)												
RWYCC													
Etat de Surface													
Etat de Contamination													

En modélise les résultats obtenus par ce modèle comme suivant :

GRF : Code OACI, (orientation de la piste étudié), Code Time [les rapport consultatif sur l'efficacité du freinage].

12. Diffusion de l'information



Figure 41: 4.12 Aire de stationnement

A travers les services ATS et AIS : lorsque la piste est entièrement ou partiellement contaminée par de l'eau stagnante, de la neige, de la neige fondante, de la glace ou du gel, ou qu'elle est mouillée en raison de l'enlèvement ou du traitement de la neige, de la neige fondante, de la glace ou du gel.



Figure 42 : 4.12 Tour de contrôle de l'aéroport

Uniquement à travers l'ATS : lorsque la piste est mouillée, non associée à la présence d'eau stagnante, de neige, de neige fondante, de glace ou de gel.

L'évaluation, la communication et l'utilisation des données

L'évaluation, la communication et l'utilisation des données impliquent plusieurs acteurs : inspecteurs de piste, contrôleurs, pilotes, services de l'information aéronautiques, constructeurs, compagnies aériennes. Le rôle des pilotes est fondamental car ils font part de leur ressenti de freinage à l'atterrissage par le biais des *Air Reports* (AIREP), et ces informations sont directement confrontées au code établi par les aéroports selon la matrice RCAM. En fonction, de nouvelles évaluations de l'état de surface des pistes sont réalisées par les aéroports. Le schéma ci-dessous résume la chaîne de transmission d'information et la documentation

OACI impactée par le GRF :

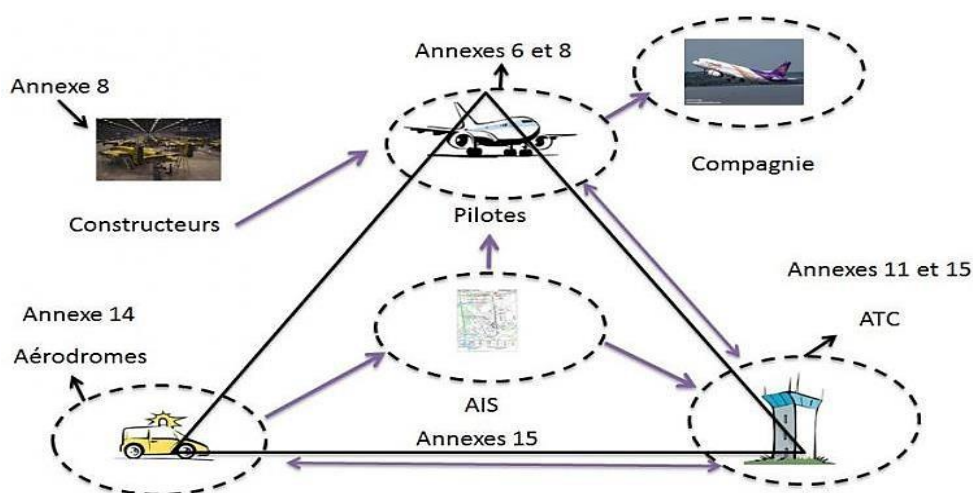


Figure 43 : 4.12.1 Chaîne de transmission d'information

13. Procédures en vol pour le transport aérien commercial international / aviation générale

- Il est recommandé que le pilote commandant de bord rende compte de l'efficacité du freinage sur la piste lorsque ce freinage n'est pas aussi efficace que ce qui a été signalé,
- Le pilote commandant de bord ne poursuivra pas son approche à l'atterrissage en dessous de 300 m (1000 ft) au-dessus de l'altitude d'un aérodrome à moins d'être assuré que,

selon les informations disponibles sur l'état de la surface de la piste, les informations sur les performances de l'avion indiquent que l'atterrissage peut être fait en toute sécurité,

- Données de performance des avions :
 - Les données de performance doivent être déterminées et fournies dans le manuel de vol,
 - Les données de performance de décollage et au moment de l'atterrissage doivent inclure l'effet de la pente et des conditions (sec, humide ou contaminé) de la surface de décollage ou d'atterrissage, selon le cas, pour les avions, et des conditions de la surface de l'eau, de la densité de l'eau, et la force du courant pour les hydravions,
 - Les données de performance de chaque avion sont caractérisées par la force de freinage de cet avion, qui est impacté par le type de contaminant de l'état de surface de la piste.

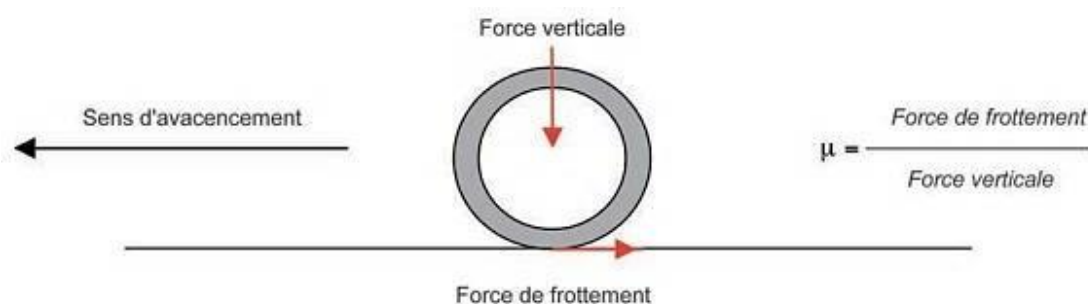


Figure 44 : 4.13 Schéma de principe de la mesure du coefficient de frottement

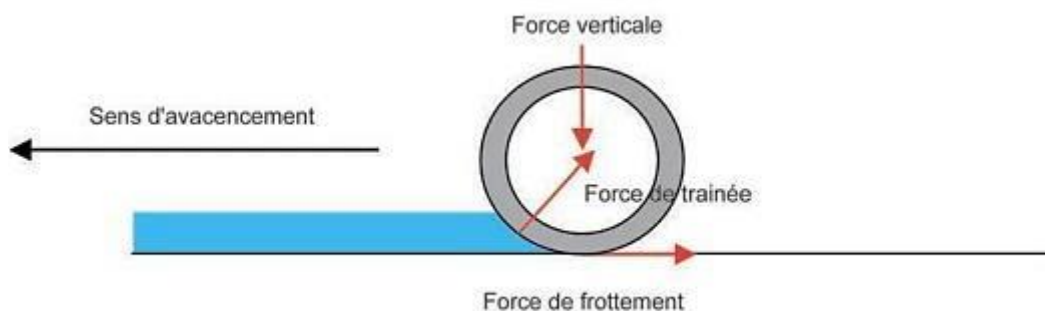


Figure 45 : 4.13.1 Schéma de principe de la mesure du coefficient de frottement

14. Données des performances des avions

- Les données de performance doivent être déterminées et fournies dans le manuel de vol,
- Les données de performance de décollage et au moment de l'atterrissage doivent inclure l'effet de la pente et des conditions (sec, humide ou contaminé) de la surface de décollage ou d'atterrissage, selon le cas, pour les avions, et des conditions de la surface de

Figure 46 : Schéma de principe de la force de trainée de déplacement, due à un contaminant de type fluide

l'eau, de la densité de l'eau, et la force du courant pour les hydravions.

15. Les défis de déploiement

- Mise en œuvre par les aéroports du monde entier – Ensemble complexe de parties prenantes :
 - Langue,
 - Culture,
 - Distance.
- Impact sur la plupart des États (nouveau sujet pour certains),
- Les leçons apprises du Canada et des États-Unis confirment ces défis.

15.1. Mise en œuvre du GRF

- OACI : SARPS, PANS, documents d'orientation (y compris ceux de la formation), appui aux États,
- États : Assurer la sensibilisation, la formation et le déploiement,
- Organisations internationales : Fournir de la formation, soutenir les efforts de sensibilisation et le déploiement,
- Aéroports : Déploiement local, formation
- Compagnies aériennes : Soutenir le déploiement et la formation,
- Industrie : Fournir un soutien à la formation et les outils.

15.2. Suivi

Le suivi de déploiement du rapport GRF est effectué par :

- Complexité de la mise en œuvre...retour d'expérience,
- États,
- Aéroports, ANSPs, Compagnies aériennes,

- Organisations internationales,
- Industrie,
- OACI de façon proactive

**Chapitre 05 : Global Reporting
Format (GRF) Application à
l'aéroport Sheikh Larbi Tebesi de
Tebessa**

1. Présentation de l'aérodrome :

Situé à 4 kms, au nord de la ville de Tébessa, **l'aérodrome Cheikh Larbi Tébessi** est classé Aérodrome international de 2^{ème} catégorie conçu initialement en 1956 comme aérodrome militaire, il a connu en 1978,1989, 2009 et 2017 quatre opérations de développement de ses infrastructures :

1978 : Renforcement de la piste 12/30.

1989 : Construction d'une nouvelle piste 11/29 et de ses annexes

(Bretelles, Parking, voie de circulation).

2009 : Renforcement de la piste 12/30 et la voie de circulation N°02.

2017 : Renforcement de la piste 11/29 et de ses annexes

(Bretelles A,B,C, Parking et voie de circulation N°01).

Par ailleurs, une zone terminale (Aérogare, Gare de fret, Tour de contrôle et autres annexes) à été édifiée en 1985, pour une capacité théorique de 45.000 passagers/an.

1.1.Nomenclature de l'aérodrome :

Nom de l'aérodrome : Aérodrome de Cheikh Larbi Tébessi.

Localisation : L'aérodrome est situé à 4 km au nord de la ville de Tébessa.

Classe : C/ 2^{ème} Catégorie.

Code de référence : 4C (OACI).

Statut juridique : Civil.

Date de construction : 1956.

Altitude : 811m.

Température de référence : 34.6°C.

Pluviométrie : La moyenne mensuelle de précipitation varie entre 11 et 50 mm.

Vents dominants : les vents moyens dominants sont de secteur ouest-nord-ouest,

le vent moyen faible est de secteur sud-est.

La vitesse moyenne des vents varie entre 23 et 36 m/s.

Latitude : 35°24'15 Nord.

Longitude : 8°7'27 Est.

Type d'aéronef :

- le **Boeing 737-800** à raison de 10 mvt/j pour la piste 11/29 et les infrastructures fréquentées par ce dernier.

- le **Boeing B767-300** à raison de 1 mvt /semaine pour la piste 11/29 et les infrastructures fréquentées par ce dernier.

- l'**ATR 72-500** à raison de 10 mvt/j pour la piste 12/30 et les Infrastructures fréquentées par ce dernier.

1.2. Etat des Infrastructures :

- 1. Piste principale :** orientée **11/29, de 3000 m de longueur** et de **45 m de largeur** inscrite à l'intérieur d'une bande stabilisée qui s'étend sur 75 m de part et d'autre de l'axe. Avec des accotements de 7,5 m de largeur et deux P.O.R aux extrémités de la piste de 100 m de longueur e chacune (le P.O.R côté seuil 11 est presque inexistant) et une raquette de retournement côté seuil 29.
- 2. Piste secondaire :** orientée **12/30, de 2400 m de longueur** et de **30 m de largeur**, avec un P.O.R revêtu du côté du seuil 12 et deux raquettes de retournement de 30 m de rayon chacune.
- 3. Voie de circulation n°1 :** Elle relie la piste 11/29 du côté du seuil 11 au parking en passant par le seuil 12 de la piste 12/30 à 260 m de l'origine du seuil 11, d'une **longueur de 1358 m** et d'une **largeur de 25 m**. Deux voies de circulations disposées de part et d'autre de la piste 11/29.
- 4. Voie de circulation n° 2 :** D'une **longueur de 1168 m** et de **15 m de largeur**.
- 5. Trois bretelles assurant les liaisons : piste/parking :**
 - * **Bretelle A :** Orientée perpendiculairement à la piste 12/30. Cette dernière présente une **longueur de 167,5 m** et de **largeur de 25 m**, elle assure la

liaison entre le parking et la piste 12/30.

* **Bretelle B** : De même orientation que la bretelle A (**167,5 m de longueur** et de **25 m d'une largeur**), elle assure la liaison entre le parking et la piste 12/30.

* **Bretelle C** : D'une **longueur de 467,4 m** et d'une **largeur de 25 m**, elle relie la piste 11/29 au parking en traversant la piste 12/30 sur le même axe que celui de la Bretelle B.

6. Parking : de **350 m de longueur** et de **100 m de largeur**.

Capacité de l'air de stationnement : Cinq (05) appareils.

1.1. Fiche technique de l'aéroport

Tableau 16 : : 5.1.1 Fiche technique de l'aérodrome Cheikh Larbi Tébessi

Aérodrome	L'aérodrome Cheikh Larbi Tébessi
Code OACI	4C
Classification	C/ 2 ^{ème} Catégorie
Statut	Civil
Distance Aéroport – Ville	12 KM
Altitude	811m
Coordonnées géographiques	Latitude : 35°24'15 Nord. Longitude : 8°7'27 Est.

1.2. Historique de l'aéroport

Parmi les plus importantes opérations réalisées, nous citons :

- **1978** : Renforcement de la piste 12/30.
- **1989** : Construction d'une nouvelle piste 11/29 et de ses annexes (Bretelles, Parking, voie de circulation).
- **2009** : Renforcement de la piste 12/30 et la voie de circulation N°02.
- **2017** : Renforcement de la piste 11/29 et de ses annexes (Bretelles A,B,C, Parking et voie de circulation N°01).

Par ailleurs, une zone terminale (Aérogare, Gare de fret, Tour de contrôle et autres annexes) à été édifée en 1985, pour une capacité théorique de 45.000 passagers/an.

- **1978** : Renforcement de la piste 12/30.
- **1989** : Construction d'une nouvelle piste 11/29 et de ses annexes (Bretelles, Parking, voie de circulation).
- **2009** : Renforcement de la piste 12/30 et la voie de circulation N°02.
- **2017** : Renforcement de la piste 11/29 et de ses annexes (Bretelles A,B,C, Parking et voie de circulation N°01).

Par ailleurs, une zone terminale (Aérogare, Gare de fret, Tour de contrôle et autres annexes) à été édifée en 1985, pour une capacité théorique de 45.000 passagers/an.



Figure 46: :5.1.1 Plan de L'aérodrome Cheikh Larbi Tébessi Source : Google earth (2022)

1.3. Structure du corps de chaussée

Tableau 17: 5.1.3 Dimensionnement des pistes

Piste	Nature/Qualité	Couche	Matériaux	Epaisseur (cm)
Piste principale 11/29	Souple	Couche de Roulement	BB	08
		Couche de Base	GB	16
		Couche de Fondation	GC	30
		Couche de Forme	TVC	84
Piste Secondaire 12/30	Souple	Couche de Roulement	BB	08
		Couche de Base	GB	14
		Couche de Fondation	GC	50

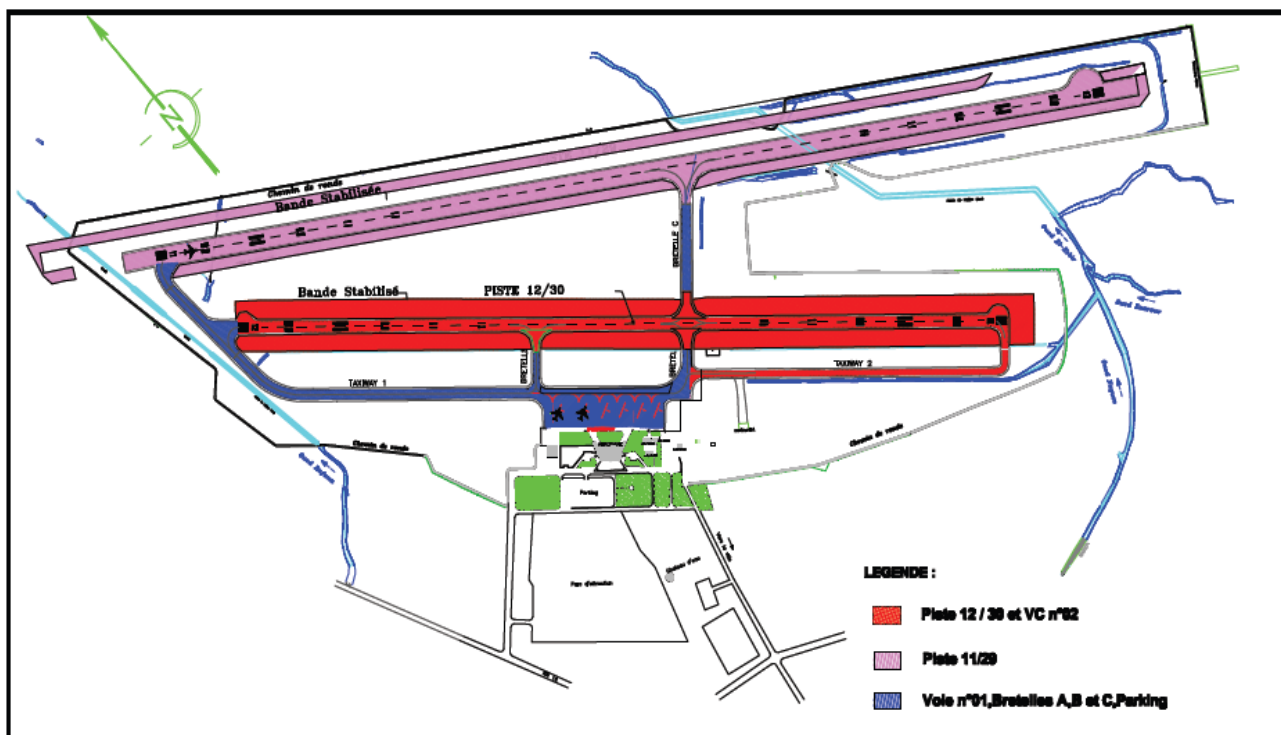


Figure 47 : 5.1.3 Plan de masse de l'aérodrome

INTRODUCTION:

Le Format de Rapport Global (GRF) est un système standardisé développé par l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) pour évaluer et communiquer l'état de la surface des pistes d'un aéroport. Ce format vise à fournir aux compagnies aériennes et aux équipages de vol des informations claires et précises sur les conditions de la piste, permettant ainsi d'améliorer la sécurité et l'efficacité des opérations aériennes. Le GRF se compose de plusieurs éléments essentiels, notamment l'évaluation de l'adhérence de la piste, de la présence d'eau, de neige, de glace ou d'autres contaminants, ainsi que la mesure des profondeurs de ces derniers. Ces données sont ensuite communiquées aux usagers de l'aéroport sous forme de rapports standardisés, facilement interprétables et transmis en temps réel.

1. OBJECTIFS DU GRF

Les principaux objectifs du Format de Rapport Global (GRF) sont multiples et visent à améliorer de manière significative la sécurité et l'efficacité des opérations aériennes. Tout d'abord, le GRF vise à fournir aux compagnies aériennes et aux équipages de vol des informations précises, standardisées et en temps réel sur l'état de la surface des pistes. Cette transparence permet aux pilotes de prendre des décisions éclairées concernant les performances de leurs aéronefs, les distances d'atterrissage et de décollage, ainsi que les procédures à suivre en fonction des conditions de la piste. Un autre objectif clé du GRF est d'harmoniser les pratiques de mesure et de communication des informations sur l'état des pistes au niveau international. Cela permet une meilleure compréhension et une interprétation plus fiable des données par les différents acteurs de l'aviation, améliorant ainsi la sécurité globale des opérations. De plus, le GRF encourage une approche plus proactive dans la gestion de l'état des pistes, en permettant aux gestionnaires d'aéroports d'identifier plus rapidement les zones nécessitant un traitement ou un entretien. Enfin, l'adoption généralisée du GRF vise à réduire les risques d'accidents et d'incidents liés à l'état de la surface des pistes, qui peuvent avoir des conséquences désastreuses en termes de vies humaines et de dommages matériels. En fournissant des informations fiables et en temps réel, le GRF contribue à une prise de décision plus éclairée et à une amélioration continue de la sécurité aérienne.

2. Données météorologiques

Malheureusement les données météorologiques des 10 dernières années sont payé, donc l'élaboration du notre rapport GRF se fait avec des données climatologique plus anciennes (de 1996 jusqu'à 2005), Alors d'après le service météorologique de Constantine sont :

2.1. Cumul des précipitations (en mm)

Tableau 18: 5.2.1 Cumul des précipitations (en mm)

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
1996	24,90	72,90	56,30	49,80	30,20	38,90	13,20	30,00	12,40	4,10	1,20	15,00
1997	31,60	7,10	18,90	46,80	16,10	10,30	20,20	23,70	64,00	72,50	54,20	21,50
1998	22,30	10,20	28,70	29,20	16,70	31,00	16,90	15,10	78,60	36,20	55,10	14,50
1999	56,40	11,70	45,60	15,40	30,90	16,90	18,90	33,70	22,10	81,50	64,60	34,50
2000	3,70	4,10	10,00	14,70	86,50	76,40	21,60	18,80	51,00	18,30	17,00	13,70
2001	27,10	15,80	15,10	2,70	49,30	2,40	7,60	1,40	55,00	10,70	23,30	7,10
2002	17,00	11,80	5,20	29,00	40,60	13,30	58,00	84,70	36,50	38,00	76,40	30,30
2003	100,40	38,90	18,00	97,80	29,20	9,50	4,80	12,10	70,20	45,50	17,50	168,40
2004	20,60	3,20	72,60	22,90	39,40	91,60	16,40	44,00	19,10	25,50	117,00	66,90
2005	29,20	33,90	24,00	20,40	1,20	31,50	1,40	46,60	33,30	94,10	31,60	77,30

2.2. Total d'eau évaporée (en mm)

Tableau 19 :5.2.2 Total d'eau évaporée (en mm)

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
1996	120,90	100,30	116,40	129,80	207,40	229,80	374,00	321,30	231,90	165,00	162,20	160,10
1997	99,90	109,10	123,30	149,90	294,90	361,20	415,90	268,10	150,40	122,30	84,80	83,60
1998	78,30	85,80	143,50	208,40	208,50	351,40	409,00	296,00	236,90	131,80	117,10	78,90
1999	76,60	77,70	130,10	204,90	295,20	331,60	359,10	374,20	239,80	195,40	103,60	69,40
2000	57,10	111,60	153,50	249,40	231,20	221,90	379,20	321,80	239,60	141,10	129,30	114,30
2001	99,70	112,30	238,60	197,50	266,60	264,50	251,00	371,10	196,20	241,50	109,60	80,50
2002	83,10	117,10	199,00	228,90	257,60	349,10	352,40	253,80	199,10	182,60	132,00	77,80
2003	81,10	69,50	98,70	119,40	230,90	290,90	390,90	319,50	175,50	188,20	93,60	64,00
2004	59,00	107,90	124,50	116,90	152,80	203,50	299,60	282,60	178,80	211,90	59,40	58,80
2005	41,70	63,50	131,50	152,70	259,50	228,20	344,30	289,80	188,30	116,00	94,30	43,30

2.3. Moyenne des températures maximales (en °C)

Tableau 20 : 5.2.3 Moyenne des températures maximales (en °C)

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
1996	14,00	10,80	15,10	17,70	24,80	27,40	33,20	34,80	27,20	21,30	18,60	15,20
1997	13,30	15,50	15,80	18,00	27,50	34,80	35,50	32,80	26,30	22,30	16,20	13,30
1998	12,80	14,80	16,50	22,00	24,50	31,70	35,40	33,60	30,00	21,10	15,60	11,40
1999	11,50	10,40	16,40	21,60	30,20	33,90	34,10	37,20	30,60	25,00	16,10	11,90
2000	10,30	14,50	18,80	23,20	27,60	29,70	35,20	34,40	29,20	21,00	18,70	15,90
2001	13,90	13,40	22,60	20,80	26,00	32,70	36,70	34,70	29,40	27,80	16,70	11,90
2002	12,60	16,00	18,80	21,20	26,90	32,90	34,60	32,10	27,70	24,30	16,30	13,70
2003	10,80	10,40	15,80	20,00	25,90	32,70	37,60	34,90	28,30	25,20	17,40	11,60
2004	12,00	15,90	17,60	19,40	22,50	30,10	34,40	35,80	28,10	28,30	14,80	12,10
2005	9,90	9,50	16,50	19,90	29,20	31,20	37,00	34,00	28,50	24,40	17,70	10,90

2.4. Moyenne des températures minimales (en °C)

Tableau 21 : 5.2.4 Moyenne des températures minimales (en °C)

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
1996	4,50	2,00	5,00	7,10	10,60	9,40	17,70	18,90	13,70	8,60	6,50	4,90
1997	0,40	3,20	2,70	6,10	13,20	18,50	19,60	18,10	15,20	11,50	7,10	4,10
1998	2,20	2,20	3,60	9,30	11,30	17,10	19,40	18,60	16,80	9,70	5,30	2,10
1999	3,40	2,00	4,70	7,90	14,00	18,00	18,40	21,60	17,40	13,40	6,90	2,70
2000	-1,24	2,00	4,90	9,10	14,90	15,70	19,60	18,90	16,10	11,00	7,40	38,80
2001	2,90	2,30	8,70	7,50	13,50	16,50	20,20	19,70	16,70	15,10	7,30	2,20
2002	0,50	2,80	6,40	9,20	12,60	17,20	19,70	19,10	15,80	12,00	8,60	4,60
2003	3,30	2,50	4,70	8,60	11,90	17,10	20,40	19,90	16,30	14,70	7,90	3,10
2004	2,60	3,60	5,70	6,80	9,80	14,70	18,20	19,60	14,60	13,40	6,70	4,90
2005	0,30	1,00	6,50	8,50	13,00	16,80	19,90	18,80	15,50	12,80	7,30	2,60

2.5. Humidité moyenne (en%)

Tableau 22 : 5.2.5 Humidité moyenne (en%)

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
1996	65,80	71,50	68,20	66,30	55,30	53,50	38,70	45,90	53,90	31,20	54,20	57,50
1997	65,30	62,40	74,50	64,40	43,70	42,80	40,90	50,80	67,60	72,50	75,50	74,30
1998	72,30	69,10	61,80	51,90	57,40	38,30	34,80	40,40	52,40	67,00	66,20	73,60
1999	73,70	47,00	62,70	54,30	43,30	42,10	42,50	39,90	51,90	56,00	68,40	74,10
2000	73,10	63,10	55,90	49,90	59,40	55,70	39,10	41,20	52,20	68,30	65,90	61,90
2001	65,60	61,80	47,20	56,90	50,20	35,70	34,50	39,50	62,80	53,10	70,10	70,10
2002	66,90	60,20	53,50	53,20	50,80	40,50	47,20	54,70	60,20	60,40	72,10	74,30
2003	74,60	72,60	66,20	67,90	57,00	45,20	37,90	44,60	66,20	60,30	74,40	80,60
2004	78,50	65,50	71,40	66,70	63,70	57,50	42,70	49,60	61,80	49,70	83,00	80,00
2005	75,90	71,90	67,20	63,10	46,20	50,70	41,60	48,30	59,70	73,50	70,90	79,50

2.6. Moyenne des tensions de vapeur en(mb)

Tableau 23: 5.2.6 Moyenne des tensions de vapeur en(mb)

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
1996	7,40	6,70	8,10	9,10	10,50	12,10	11,40	14,40	12,10	10,00	7,30	6,90
1997	7,00	6,90	7,00	8,80	10,10	13,60	13,40	15,10	15,50	13,70	10,40	8,10
1998	7,20	7,30	7,00	8,30	10,90	10,40	11,60	15,30	13,80	11,00	7,80	6,90
1999	7,30	6,50	7,50	8,20	10,10	12,60	13,10	14,40	14,10	11,60	9,00	7,40
2000	5,80	6,30	7,30	8,20	13,90	13,90	13,10	12,90	12,50	11,80	9,40	7,10
2001	6,70	6,10	7,60	8,50	10,00	10,10	11,70	13,00	16,20	12,40	9,70	6,80
2002	6,20	6,60	7,10	8,30	10,40	11,90	15,00	15,90	14,40	11,90	9,90	8,40
2003	7,20	6,80	8,00	10,60	11,50	13,30	14,10	15,50	16,20	13,00	10,50	8,20
2004	7,80	7,60	9,50	9,60	11,00	14,50	13,70	16,10	14,50	11,60	10,40	8,70
2005	6,40	6,10	8,90	9,90	10,80	13,80	15,20	14,90	14,70	14,70	10,10	7,70

2.7. Durée d'insolation (en h)

Tableau 24 : 5.2.7 Durée d'insolation (en h)

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
1996	172,70	150,20	208,60	201,30	298,80	281,10	358,50	299,00	255,80	240,60	197,80	186,50
1997	149,10	212,50	262,90	226,50	291,30	290,60	335,20	298,70	212,40	227,30	161,70	163,00
1998	169,00	195,70	254,60	251,50	280,40	312,80	389,60	306,80	267,50	218,40	163,20	180,10
1999	130,30	147,40	231,40	291,40	283,10	276,10	347,90	287,10	274,20	237,40	176,40	142,20
2000	194,00	229,70	238,20	267,70	256,30	295,80	361,50	332,70	258,70	204,60	200,20	129,70
2001	175,30	186,20	264,50	263,20	284,20	351,40	329,70	321,00	251,70	268,90	190,70	171,90
2002	201,60	215,90	253,20	252,20	308,80	337,30	308,10	279,20	250,30	255,40	147,00	161,70
2003	137,20	147,70	233,00	247,10	288,40	340,80	335,10	322,60	240,70	185,60	193,10	138,80
2004	165,20	230,70	216,00	233,60	264,70	312,70	344,00	289,10	265,50	234,40	165,70	115,40
2005	182,60	124,30	181,10	214,70	307,90	268,00	315,20	302,30	247,50	237,50	209,20	143,90

2.8. Vitesse moyenne du vent maximal en m/s

Tableau 25 : 5.2.8 Vitesse moyenne du vent maximal en m/s

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
1996	3,00	4,60	3,30	3,40	3,20	2,50	3,00	2,80	3,40	3,30	3,40	4,80
1997	3,20	2,40	2,70	3,80	4,40	3,90	4,10	2,30	2,10	2,20	3,10	3,60
1998	2,70	2,30	3,70	3,80	3,60	3,10	3,30	3,10	3,00	2,00	2,70	2,60
1999	3,00	4,30	4,00	4,00	3,50	3,90	3,70	2,80	3,00	2,20	3,10	3,40
2000	1,70	3,70	2,90	4,60	3,20	2,50	2,60	1,90	2,40	3,20	2,80	3,00
2001	3,10	3,90	3,60	4,10	3,60	2,90	3,10	2,20	2,30	1,90	3,20	3,00
2002	2,00	3,20	4,20	4,70	3,50	3,00	3,30	2,60	2,70	2,20	4,00	2,90
2003	3,60	3,50	2,60	3,60	3,60	2,30	2,30	2,20	2,90	2,50	2,60	4,10
2004	3,50	2,80	3,50	3,30	3,00	2,30	2,40	2,40	2,30	1,80	3,00	3,00
2005	3,30	4,30	3,40	3,90	3,00	2,80	3,20	2,60	2,20	12,40	2,60	2,50

2.9. Jours de neige

Tableau 26 : 5.2.9 Jours de neige

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
1996	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
1997	2	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1999	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2000	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2001	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2002	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2003	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
2004	5	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2005	7	9	3	1	0	0	0	0	0	0	1	3

2.10. Jours de Gelé

Tableau 27 :5.2.10 Jours de Gelé

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
1996	5	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	4
1997	4	5	8	3	0	0	0	0	0	0	0	5
1998	12	8	14	2	0	0	0	0	0	0	3	15
1999	11	16	8	3	0	0	0	0	0	0	3	5
2000	22	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	7
2001	6	10	1	0	0	0	0	0	0	0	5	9
2002	21	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	7
2003	7	9	4	0	0	0	0	0	0	0	5	12
2004	7	11	3	1	0	0	0	0	0	0	1	3
2005	16	5	3	0	0	0	0	0	0	0	2	7

3. Evaluation des conditions de surface de piste

Introduction

Cette étude est basée principalement sur les données météorologiques, les performances et les limitations opérationnelles des aéronefs à l'atterrissage et au décollage, pour cela toutes les données ont été étudiées d'une manière très claire afin d'atteindre des résultats positifs qui répondent au problème étudié.

Calcule moyennes décennale des paramètres météorologiques

Sur la base des données météorologiques la moyenne mensuelle décennale pour chaque paramètre atteint :

Pluie (mm):

Tableau 28 :5.1 Pluie (mm): Moyenne Décennale (10 ans)

	<i>Jan</i>	<i>Fév</i>	<i>Mar</i>	<i>Avr</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juil</i>	<i>Aoû</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>
Moyenne Mensuelle décennale	33,32	20,96	29,44	32,87	34,01	32,18	17,90	31,01	44,22	42,64	45,79	44,92

Moyenne Décennale (10 ans)	34,11
-----------------------------------	--------------

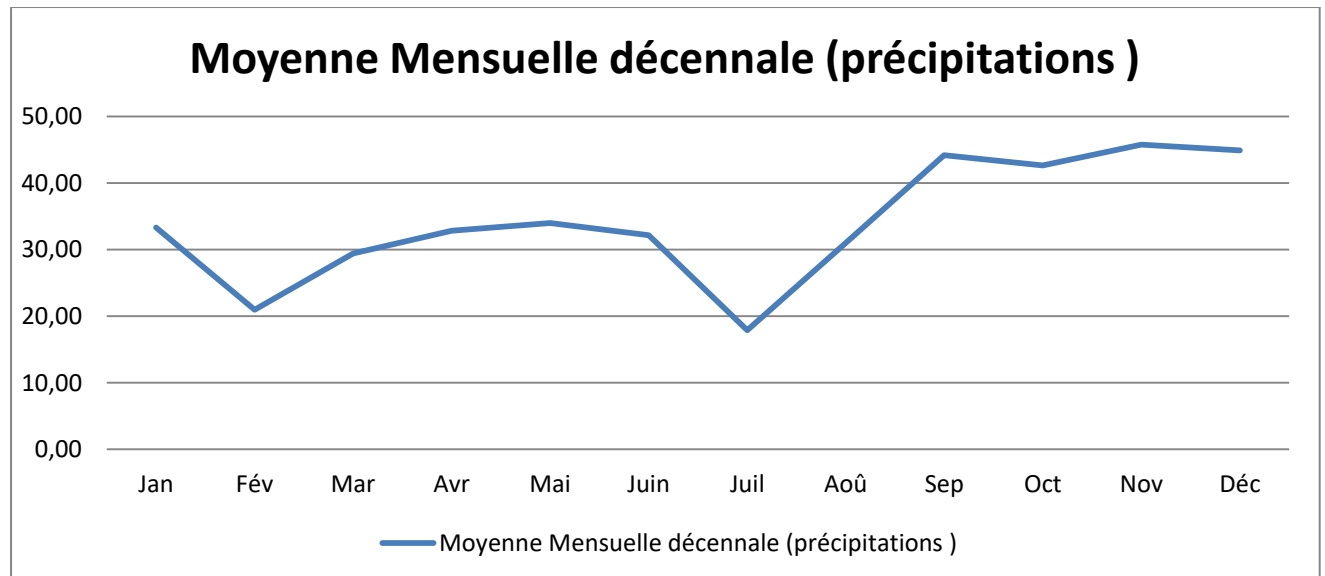


Figure 48 :5.1 Moyenne Mensuelle décennale (précipitations)

Eau évaporée

Tableau 29: 5.2 Eau évaporée Moyenne Décennale (10 ans)

	<i>Jan</i>	<i>Fév</i>	<i>Mar</i>	<i>Avr</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juil</i>	<i>Aoû</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>
Moyenne Mensuelle décennale	79,74	95,48	145,91	175,78	240,46	283,21	357,54	309,82	203,65	169,58	108,59	83,07

Moyenne Décennale (10 ans)	187,74
-----------------------------------	---------------

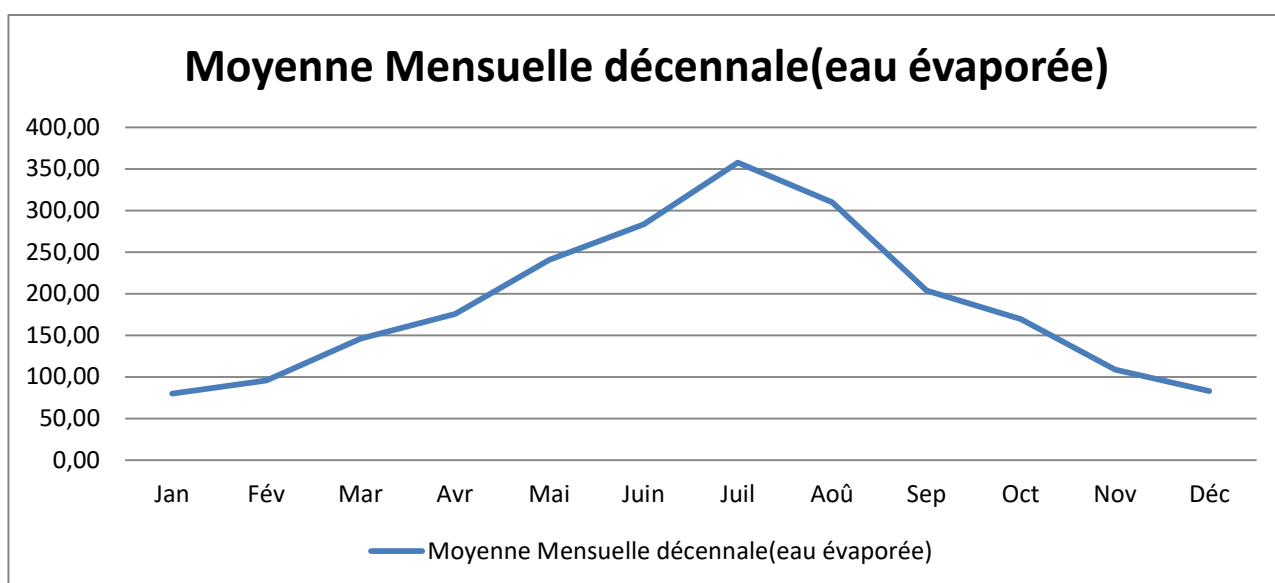


Figure 49: 5.2 Eau évaporée Moyenne Décennale (10 ans)

Températures maximales

Tableau 30 :5.3 Températures maximales Moyenne Décennale (10 ans)

	<i>Jan</i>	<i>Fév</i>	<i>Mar</i>	<i>Avr</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juil</i>	<i>Aoû</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>
Moyenne Mensuelle décennale	12,11	13,12	17,39	20,38	26,51	31,71	35,37	34,43	28,53	24,07	16,81	12,79

Moyenne Décennale (10 ans)	22,77
-----------------------------------	--------------

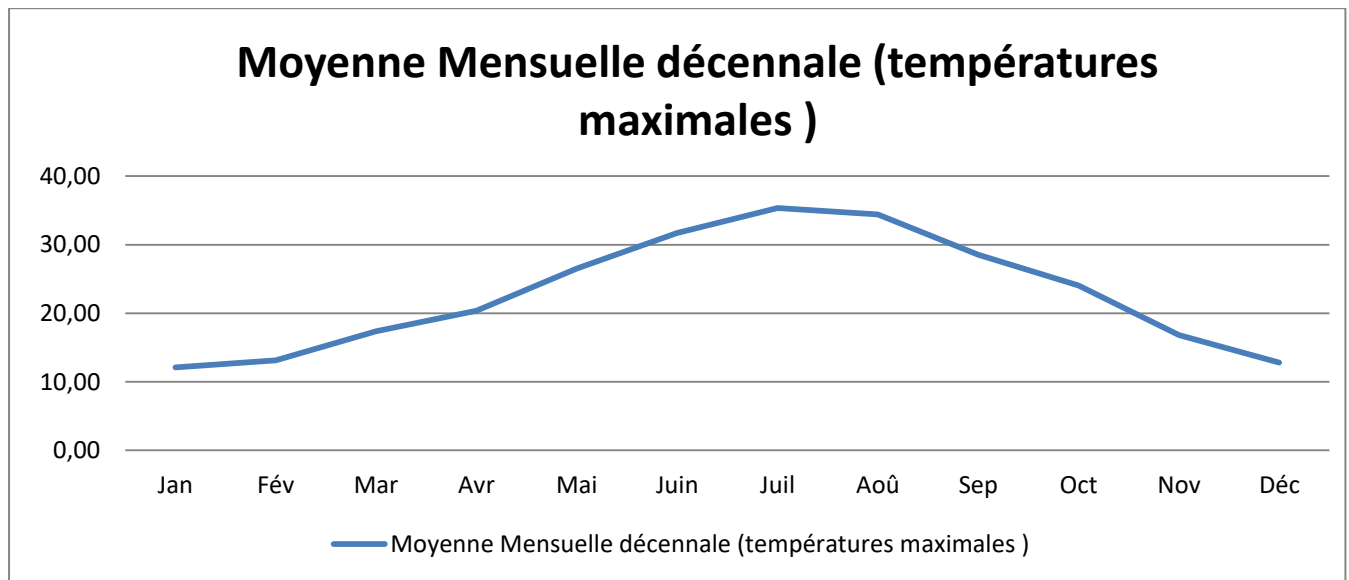


Figure 50 : 5.3 Températures maximales Moyenne Décennale (10 ans)

Températures minimales

Tableau 31 : 5.4 Températures minimales Moyenne Décennale (10 ans)

	<i>Jan</i>	<i>Fév</i>	<i>Mar</i>	<i>Avr</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juil</i>	<i>Aoû</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>
Moyenne Mensuelle décennale	1,89	2,36	5,29	8,01	12,48	16,10	19,31	19,32	15,81	12,22	7,10	7,00

Moyenne Décennale (10 ans)	10,57
-----------------------------------	--------------

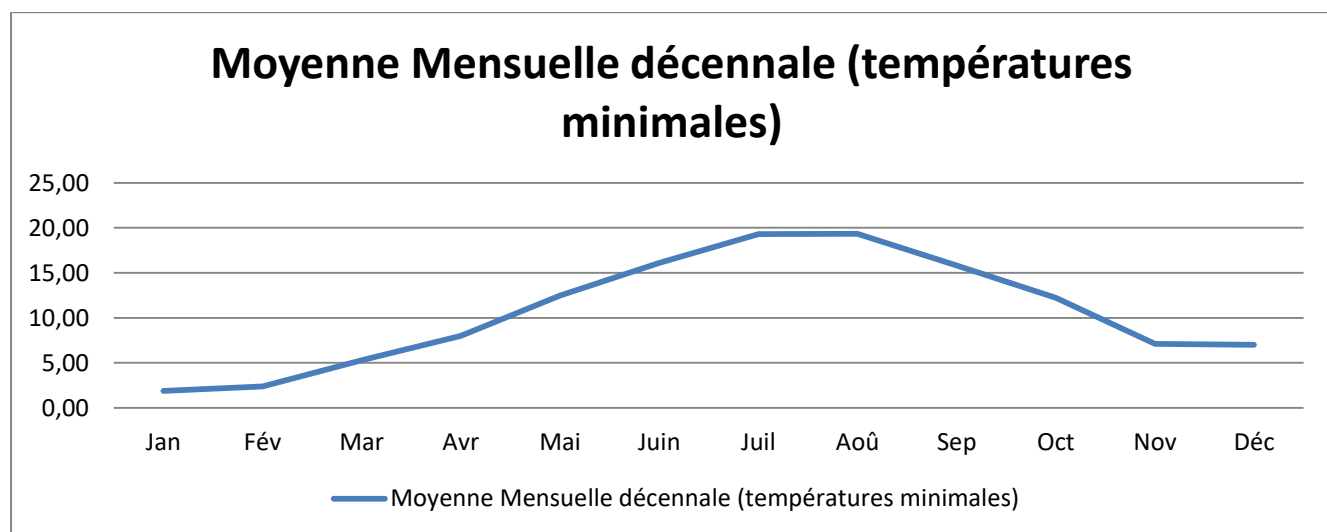


Figure 51 : 5.4 Températures minimales Moyenne Décennale (10 ans)

Humidité moyenne

Tableau 32 : 5.5 Humidité moyenne Moyenne Décennale (10 ans)

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Moyenne Mensuelle décennale	71,17	64,51	62,86	59,46	52,70	46,20	39,99	45,49	58,87	59,20	70,07	72,59

Moyenne Décennale (10 ans)	58,59
----------------------------	--------------

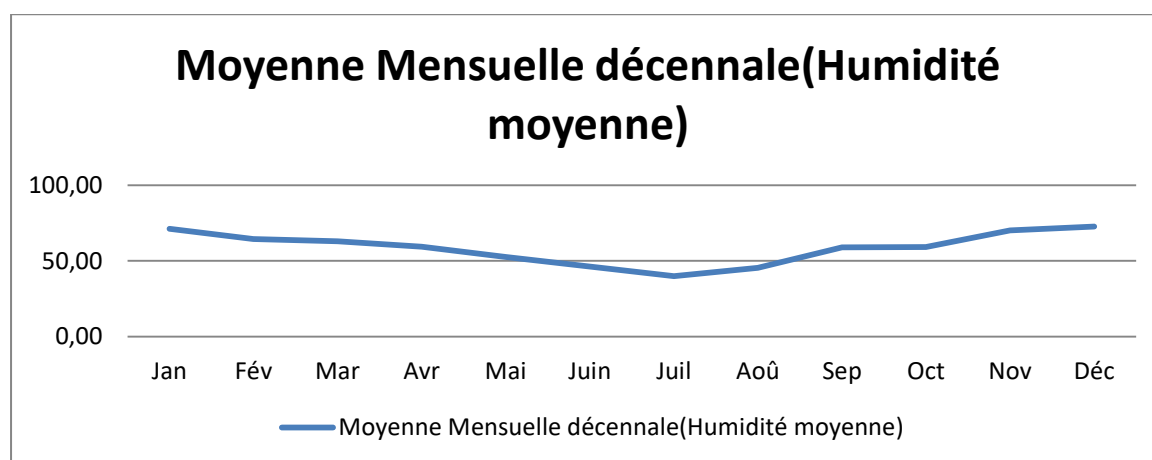


Figure 52: 5.5 Humidité moyenne Moyenne Décennale (10 ans)

Tensions de vapeur

Tableau 33: 5.6 Tensions de vapeur Moyenne Décennale (10 ans)

	<i>Jan</i>	<i>Fév</i>	<i>Mar</i>	<i>Avr</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juil</i>	<i>Aoû</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>
Moyenne Mensuelle décennale	6,90	6,69	7,80	8,95	10,92	12,62	13,23	14,75	14,40	12,17	9,45	7,62

Moyenne Décennale (10 ans)	10,46
-----------------------------------	--------------

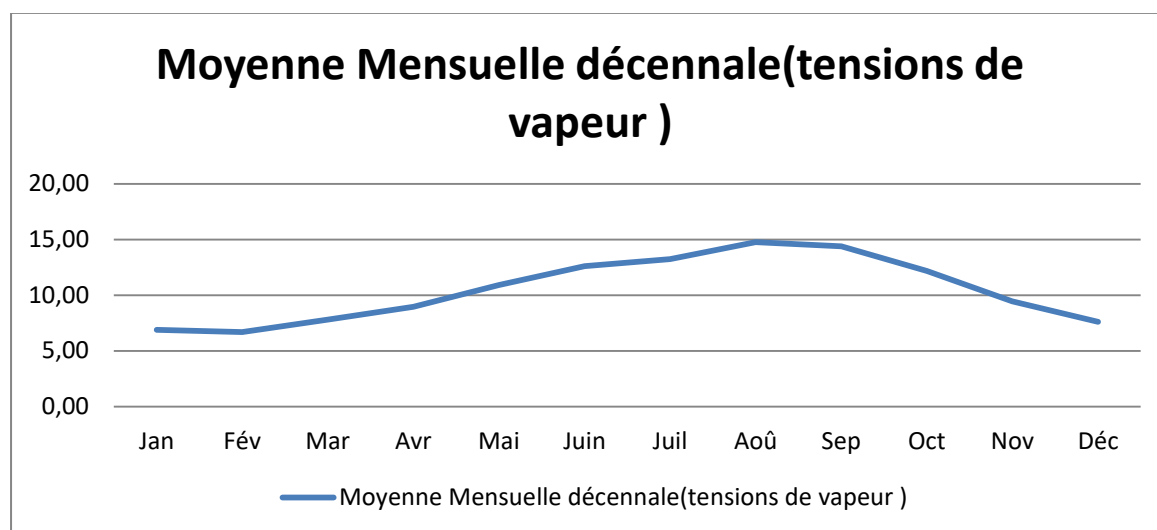


Figure 53 : 5.6 Tensions de vapeur Moyenne Décennale (10 ans)

Insolation

Tableau 34 : 5.7 Insolation Moyenne Décennale (10 ans)

	<i>Jan</i>	<i>Fév</i>	<i>Mar</i>	<i>Avr</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juil</i>	<i>Aoû</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>
Moyenne Mensuelle décennale	167,70	184,03	234,35	244,92	286,39	306,66	342,48	303,85	252,43	231,01	180,50	153,32

Moyenne Décennale (10 ans)	240,64
-----------------------------------	---------------

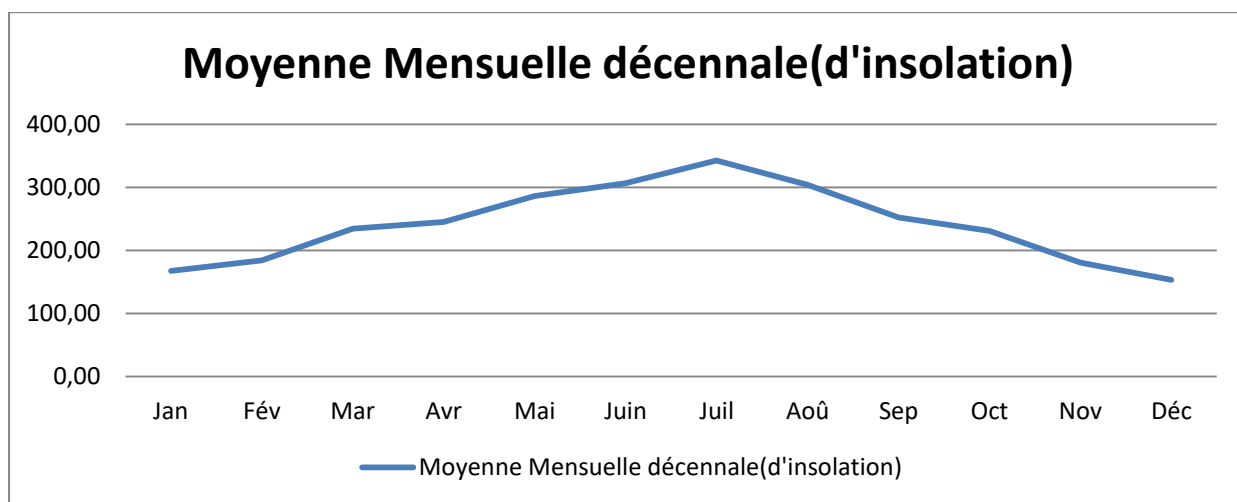


Figure 54: 5.7 Insolation Moyenne Décennale (10 ans)

vent maximal

Tableau 35: 5.8 vent maximal Moyenne Décennale (10 ans)

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Moyenne Mensuelle décennale	2,91	3,50	3,39	3,92	3,46	2,92	3,10	2,49	2,63	3,37	3,05	3,29

Moyenne Décennale (10 ans)	3,17
----------------------------	-------------

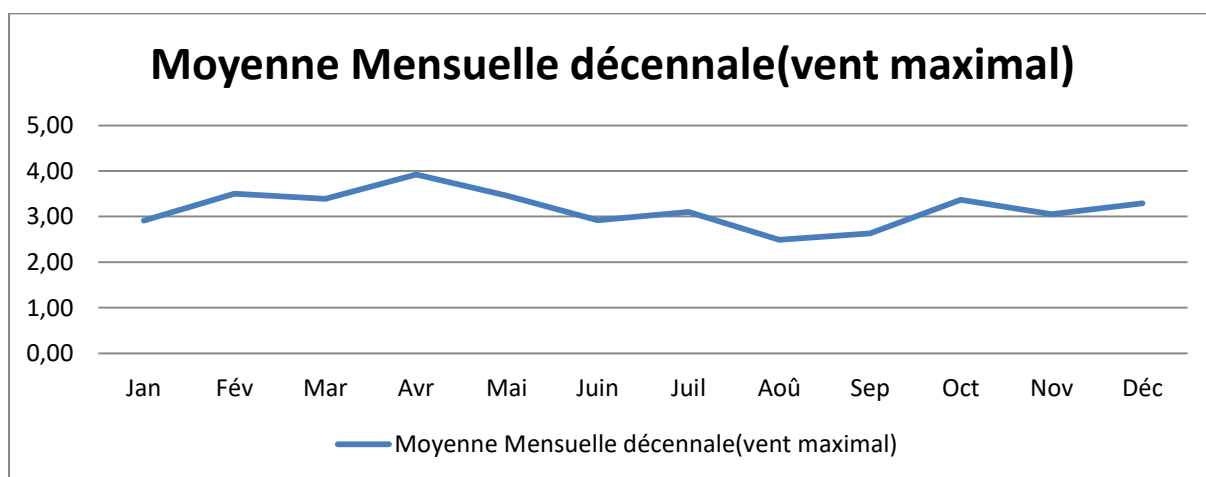


Figure 55: 5.8 vent maximal Moyenne Décennale (10 ans)

Jours de neige Moyenne Décennale (10 ans)

Tableau 36 : 5.9 Jours de neige Moyenne Décennale (10 ans)

	<i>Jan</i>	<i>Fév</i>	<i>Mar</i>	<i>Avr</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juil</i>	<i>Aoû</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>
Moyenne Mensuelle décennale	3,20	3,40	0,70	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	2,40

Moyenne Décennale (10 ans)	0,84
-----------------------------------	-------------

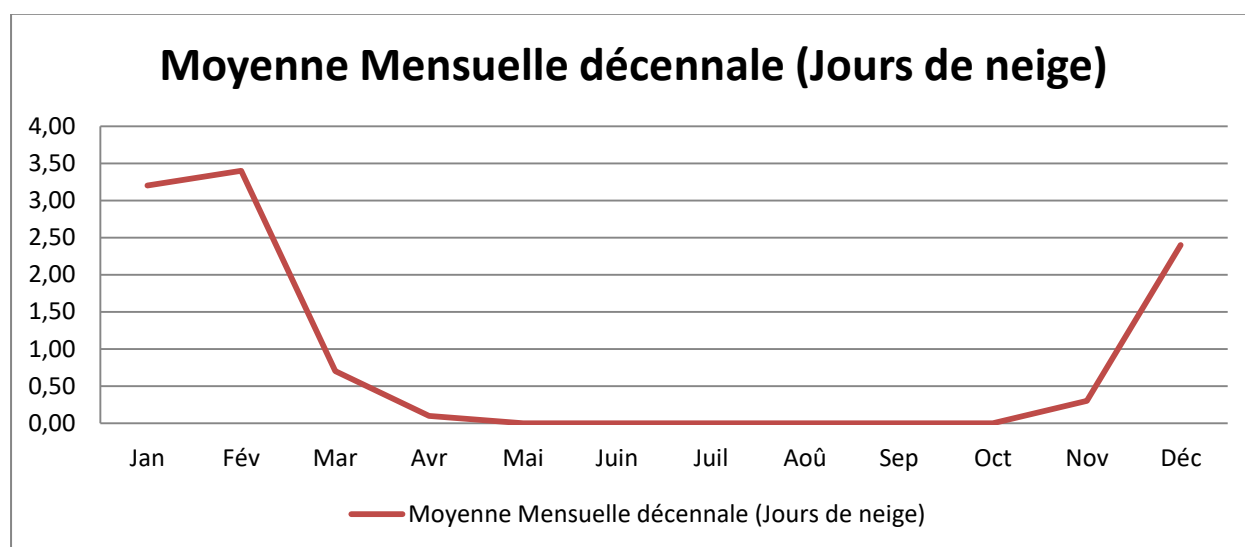


Figure 56 : 5.9 Jours de neige Moyenne Décennale (10 ans)

Jours de Gelé

Tableau 37 : 5.10 Jours de Gelé Moyenne Décennale (10 ans)

	<i>Jan</i>	<i>Fév</i>	<i>Mar</i>	<i>Avr</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juil</i>	<i>Aoû</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>
Moyenne Mensuelle décennale	11,10	8,50	5,40	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	7,40

Moyenne Décennale (10 ans)	2,96
-----------------------------------	-------------

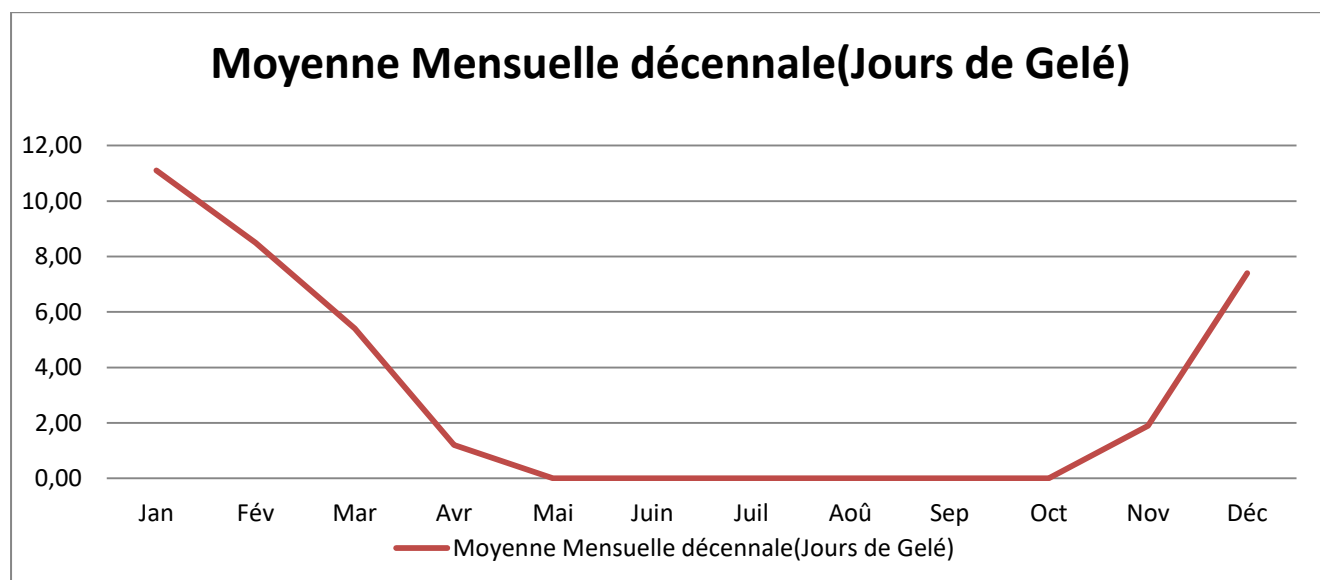


Figure 57: 5.10 Jours de Gelé Moyenne Décennale (10 ans)

3.1. Constituant du tableau d'évaluation des conditions de surface de piste

Cette étude est fondé essentiellement sur Cinque (05) élément conceptuels fondamentaux ces éléments sont :

- Un rapport uniforme sur l'état de la piste : Le Runway Condition report (RCR), ce rapport est défini par la présence (+) ou bien le manque (-) de deux (02) types de contaminants (pluie et neige).
- Une matrice d'évaluation de l'état de piste : la Runway Condition Assessment Matrix ou RCAM ;
- Un code numérique (allant de 0 à 6) représentatif de la condition de surface de piste, le Runway Condition Code ou RWYCC ;
- Etat de piste : elle est définie par quatre (04) états de conditions d'état de surface de piste, ces états sont :
 - Sèche (SE),
 - Glissante mouillée(GM),
 - Mouillée (MO),
 - Contaminée (CO).
- Huit descripteurs de la condition de contamination de surface de la piste :
 - NC (neige compactée)

- NS (neige sèche)
- GV (givre)
- GI (glace)
- NF (neige fondante)
- ES (Eau stagnante)
- GM (Glace Mouillée)
- NM (neige mouillée)

4. Méthodologie à suivre

Pour déterminer le rapport GRF de la piste principale (12/29), les étapes suivantes sont été adopté comme une méthodologie à suivre :

- 1- En fonction des conditions climatiques il faut affecter un code parmi les descripteurs du tableau pour chaque mois. On choisit le type de donnée propre au code (pluie -neige- température etc.) en considérant les moyennes maximale calculées.
- 2-Pour chaque mois nous avons revenir au tableau du GRF et estimer le code propre. (6 à 0).
- 3-Nous avons fait un tableau récapitulatif sur le code GRF propre à chaque mois.

Tableau 38 : 5.4.1 Tableau d'évaluation des conditions de surface de piste

Code Time	Code Month	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	
RCR	Eau(Pluie)	33,32	20,96	29,44	32,87	34,01	32,18	17,90	31,01	44,22	42,64	45,79	44,92	
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	(Neige)	3,20	3,40	0,70	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	2,40
		+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	(Gelé)	11,10	8,50	5,40	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	7,40
		+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+
températures minimales	1,89	2,36	5,29	8,01	12,48	16,10	19,31	19,32	15,81	12,22	7,10	7,00		
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
RWYCC		3	3	3	4	6	6	6	6	6	6	4	3	
Etat de Surface		(GM)	(GM)	(GM)	(CO)	(SE)	(SE)	(SE)	(SE)	(SE)	(SE)	(CO)	(GM)	
Etat de Contamination		GM	GM	GM	NM	-	-	-	-	ES	ES	NM	GM	

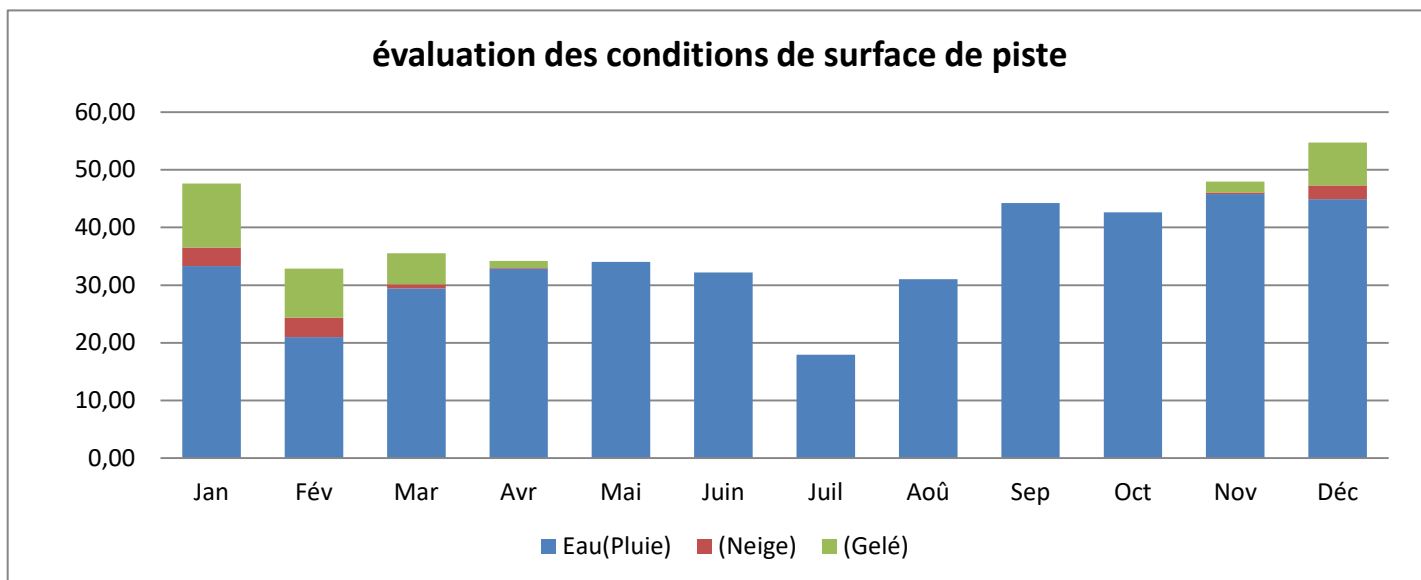


Figure 58: 5.4.1 évaluation des conditions de surface de piste

Conclusion sur l'état de surface : (CODE GRF)

Selon l'évaluation des conditions de surface de piste, le rapport consultatif du pilot sur l'efficacité du freinage durant la période de référence (1996 à 2005) sera :

Tableau 39: 5.4.2 Tableau Conclusion sur l'état de surface

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
CODE GRF	MOY	MOY	MOY	BOM	BON	-	-	-	-	BON	BOM	MOY

Tableau 40 : 5.4.3 répartition du rapport consultatif sur l'efficacité du freinage

BONNE	5												
BON A MOYEN	4												
MOYEN	3												
MOYEN A FAIBLE	2												
FAIBLE	1												
INFÉRIEUR A FAIBLE	0												
		MOY	MOY	MOY	BOM	BON	-	-	-	-	BON	BOM	MOY
		<i>Jan</i>	<i>Fév</i>	<i>Mar</i>	<i>Avr</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juil</i>	<i>Août</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>

5. Le déploiement de Global Reporting Format

Afin de déterminer l'état de surface de piste (CODE GRF), le déploiement de Global Reporting Format sera :

```
GRF: DABC12/30/AD [MOY (01/ 03/12).BOM(04/11) .BON(6++10)] 0]
```

```
GRF: DABC11/29/AD [MOY (01/ 03/12).BOM(04/11) .BON(6++10)] 10]
```

6. Techniques modernes en cours d'élaboration pour la modélisation de Global Reporting Format (GRF)

Le monde est confronté au changement climatique depuis de nombreuses années. Ce changement climatique est globalement dû à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre, y compris celles des avions. Cependant, ce n'est pas seulement l'aviation qui a un impact sur le climat en émettant des gaz à effet de serre, mais le changement climatique a également des influences considérables sur l'aviation. Les effets du changement climatique, tels que l'augmentation des températures; vents forts; des pluies abondantes, brutales et/ou prolongées affectent les opérations aéronautiques en termes de timing, de contrôle aérodynamique et directionnel.

Par ailleurs, on observe partout dans le monde des incidents (remise des gaz d'un avion, sortie de piste, etc.) et des accidents d'avions généralement par temps de pluie. C'est pourquoi de nombreux aérodromes ont mis en place leurs propres systèmes pour évaluer et signaler l'état de la surface des pistes aux pilotes afin de les aider à décoller et à atterrir en toute sécurité.

Cependant, avec l'expansion des vols internationaux, le manque d'uniformité d'un pays à l'autre crée des difficultés pour l'élaboration des procédures opérationnelles des compagnies aériennes et pour la formation des équipages de conduite. Par conséquent, l'OACI a introduit le Global Reporting Format (GRF), une méthodologie harmonisée à l'échelle mondiale destinée à être le seul format de compte rendu pour l'aviation internationale, dans le but de réduire les sorties de piste

Les méthodes actuelles, simples et éprouvées, sont cependant loin de répondre aux nouvelles exigences internationales en matière de suivi en temps réel de l'état des pistes. La croissance importante du trafic augmente le temps d'occupation des pistes qui doit être minimisé par des inspections humaines. Ainsi, les Laboratoires travaillent actuellement à l'automatisation de l'application Global Reporting Format (GRF) mais ce n'est pas encore terminé Régions'

les caractéristiques climatiques sont différentes les unes des autres, de sorte que les règles d'ingénierie établies à partir d'études réalisées dans une zone donnée ne peuvent pas nécessairement être transposées à une autre. Ainsi, Les chercheurs proposent en parallèle une méthode. Dans ce travail, Les chercheurs travaillent à rendre l'application du Global Reporting Format (GRF) plus facile et presque totalement

automatique. En fonction de la météo de zone, nous avons choisi de parler sure le cas d'une surface humide, une surface avec

(EAU STATIONNANTE ET UNE SURFACE SÈCHE).

Différents matériels électroniques sont utilisés et un code informatique est développé pour automatiser l'estimation de la profondeur de l'eau sur la piste et pour générer également automatiquement un rapport sur l'état de la piste (RCR).

7. Matériels et méthodes

7.1.Composants d'équipement

Cet travail vise à générer automatiquement le RCR à l'aéroport et rapportant automatiquement le niveau d'eau. Les matériaux utilisés pour récupérer le niveau d'eau sur une surface afin de générer automatiquement le RCR sont variés. D'une part, il y a les composants d'équipements électroniques D'autre part, un logiciel comprenant un code informatique est nécessaire pour générer automatiquement le RCR

Certains de ces matériaux matériels sont présentés ci-dessous :

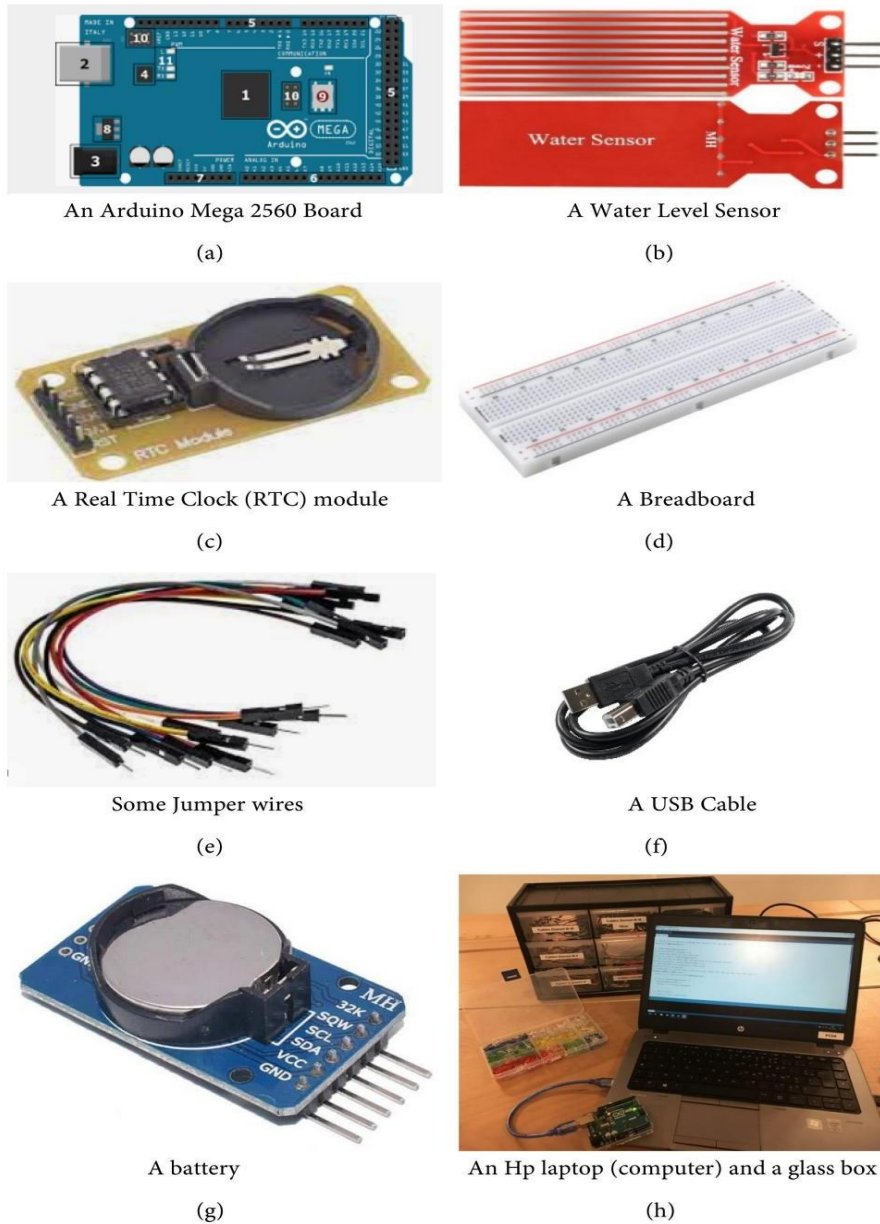


Figure 59 : 5.7.1 Composants de l'équipement

niveau d'eau haut ou bas dans un récipient fixe. Ici, le niveau d'eau doit être converti en millimètres

1-Arduino Méga2560Conseil (voir Figure précédent, panneau « a ») est un appareil électronique conçu pour un projet d'automatisation comme le nôtre

2-Capteur de niveau d'eau(WLS) (Figure précédent, panneau « b ») est un appareil qui mesure

3-Horloge en temps réel (Module) RTC(Figure précédent, panneau « c ») est un dispositif

Intégration du code GRF d'une piste souple dans la gestion des chaussées souples aéronautiques

électronique conçu sous la forme d'un circuit intégré pour mesurer le passage du temps réel. Les horloges en temps réel maintiennent des mesures de temps précises dans un système integer système même lorsque l'alimentation principale est coupée. Il compte les heures, les minutes, les secondes, des mois, des jours et même des années. Nous en avons besoin ici pour récupérer l'heure de début de l'inspection de piste ;

2-Planche à pain (Figure précédent, panneau « d ») est utilisé pour connecter les appareils électroniques ;

3-Fils de liaison (Figure précédent, panneau « e ») sont utilisés pour connecter deux points dans une cuite sans soudure

4- Cable USB (Figure précédent, panneau « f ») est utilisé pour connecter la carte Arduino à un ordinateur;

5-Batterie (Figure précédent, panneau « g ») est utilisé pour continuer à fournir de l'alimentation électrique

au module d'horloge en temps réel (RTC) pendant le mode arrêt

6-Ordinateur (Figure précédent, panneau « h ») est utilisé pour écrire et exécuter le code

7- Processus de détermination du rapport sur l'état des pistes (RCR)

Le niveau d'eau sur la piste d'atterrissage est récupéré à l'aide d'un capteur de niveau d'eau doté de trois broches : VCC, GND et OUT, comme décrit ci-dessous :

- 1- VCC est la broche d'alimentation qui peut être connectée à une alimentation 5 V ;
- 2- GND est la broche de masse de la carte et elle doit être connectée à l'Arduino broche de masse de l'appareil
- 3- DEHORS est la broche de sortie analogique de la carte utilisée pour envoyer un signal analogique entre les broches VCC et GND.

Pour faire fonctionner le capteur de niveau d'eau, il doit être connecté à la carte Arduino MEGA (voir Figure 2). Lorsque le capteur fonctionne sur une alimentation de 5 V, il fournit des données au format analogique. Le panneau « a » de la figure 2 montre que le collecteur du transistor est connecté à une alimentation de 5 V et que son émetteur est connecté à la

terre avec une résistance de 100 Ohms. Dans le module, un jeu de 5 plaques conductrices est connecté au VCC en série avec une résistance de 100 Ohms et les 5 autres jeux sont connectés à la base du transistor NPN. Maintenant, quand l'eau les touche par les conducteurs, les courants commencent à circuler de l'alimentation 5 V à la base du transistor et le transistor s'allume. Plus le capteur est immergé, plus il générera de tension de sortie. La valeur analogique est ensuite convertie en tension à l'aide de l'équation (1) :

$$\text{Tension} = 5 \times (\text{Valeur analogique}) / 1023$$

La tension est maintenant convertie en niveau d'eau (profondeur) en millimètres (mm). Le processus consiste à trouver soigneusement les valeurs de tension correspondant à chaque profondeur de l'eau. La profondeur est considérée entre 0 mm et 15 mm selon la méthode de récupération du rapport sur l'état des pistes (RCR) de l'OACI. En utilisant ces niveaux d'eau mesurés pour trois parties de la piste, nous calculons le rapport d'état de la piste (RCR) précis grâce au code Arduino que nous avons développé.

Un module Real Time Clock (RTC) est ajouté afin de récupérer la piste heure de début de l'inspection.

Pour récupérer un RCR précis, la matrice d'évaluation de l'état des pistes (RCAM) présentée dans le tableau 1 a été utilisée dans le code : il donne la relation

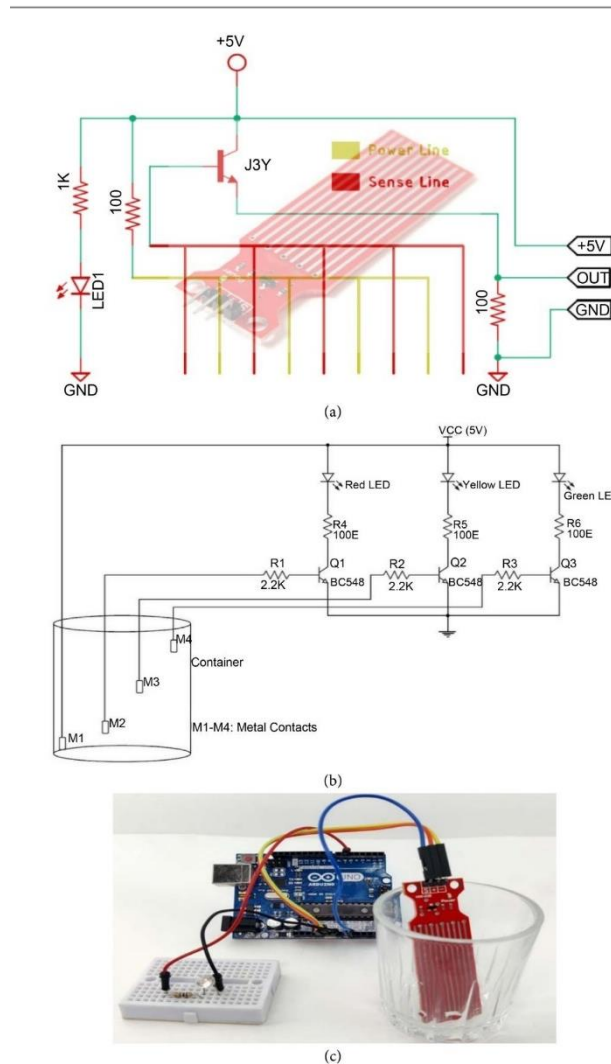


Figure 60: 5.7.7 Assemblage fonctionnel du capteur de niveau d'eau avec le dispositif Arduino. (un)

Schéma schématique du capteur de niveau d'eau (image réelle en arrière-plan) . (b) Représentation simple de l'indicateur de niveau d'eau à l'aide d'Arduino . (c) Circuit du capteur de niveau d'eau Arduino – image de connexion .

La surface de la piste est HUMIDE si elle est recouverte d'humidité ou d'eau visible jusqu'à 3 mm de profondeur inclusivement ; il y a de l'EAU STATIONNANTE sur la surface de la piste s'il y a plus de 3 mm de profondeur d'eau dessus. Lorsqu'il reste moins de 25 % d'humidité visible sur la surface de la piste, elle est considérée comme une surface SÈCHE .

7. Méthode de comparaison des résultats

Basé sur la définition des proportions et des variations telle que définie par Roussillon et la composition à l'équilibre d'un plasma dans le disjoncteur à air basse tension tel que défini par Banouga . , la précision adluetRCR déterminé par le modèle est évaluée par l'équation

$$\Delta_{\text{depth}} (\%) = \frac{|\text{depth}_{\text{in-situ}} - \text{depth}_{\text{model}}|}{\text{depth}_{\text{in-situ}}} \times 100$$

où $\Delta_{\text{profondeur}}$ est la différence entre les mesures de profondeur entre les mesures in situ

(profondeur sur place) et ceux du modèle informatique (profondeur modèle).

Puis à partir de la définition des proportions et des variations telles que définies par Roussillon, la différence en termes de code d'état de piste (RWYCC) (Δ_{RWYCC}) a également été calculée en utilisant l'équation

$$\Delta_{\text{code}} = |\text{code}_{\text{in-situ,depth}} - \text{code}_{\text{model,depth}}|$$

où RWYCC in-situ, profondeur et RWYCC modèle, profondeur désignent respectivement le code d'état de la piste à partir des mesures de profondeur in situ et du calcul des profondeurs du modèle

8. Résultats, analyses et discussions

8.1. Résultats

La fiabilité de la méthode d'estimation automatisée du RCR est vérifiée en exécutant le code dans le cas d'une surface HUMIDE, d'une surface avec EAU STATIONNANTE et d'une surface SÈCHE. L'expérience est réalisée en laboratoire en utilisant l'indicateur de localisation de l'aéroport de Ouagadougou (DFFD) [19] et le numéro de piste (04) dans le message RCR comme données par défaut. Trois (03) messages affichés obtenus le 25 juin 2022 sont présentés dans le tableau.

Dans ces trois messages, le sigle DFFD signifie que les mesures sont effectuées à l'aéroport de Ouagadougou. Les 8 chiffres qui suivent indiquent le jour et l'heure auxquels les mesures ont été effectuées. Par exemple, dans le cas du RCR 1 (06252239), les mesures ont été enregistrées le 25 juin à 22h39 (22h39).

Les chiffres suivants (04) représentent le numéro de piste enregistré. Les chiffres et lettres restants du message mettent en évidence le code d'état de la piste (RWYCC) dans les trois parties et le niveau d'état sec ou mouillé de la piste. Par exemple, dans les cas RCR 1 et RCR 2, la piste est respectivement entièrement mouillée et avec de l'eau stagnante dans les trois parties avec respectivement une profondeur d'eau maximale de 3 mm dans le cas du RCR 1 et de 4 mm, 4 mm et 5 mm pour le RCR 2. Surtout dans le cas du RCR 2, il y a un message d'alerte de connaissance de la situation (RWY POOR. STAND 4 WITH OIL) qui signifie que le freinage sur la piste est mauvais et qu'il y a de l'huile sur le stand numéro 4 de l'aire de trafic. Le RCR 3 révèle que la piste est sèche (DRY) partout à 23h59

Tableau 41: 5.8.1 Trois messages RCR affichés du 25 juin 2022

Numéro RCR	Message affiché
RCR1	DFFD 06252239 04 5/5/5 100/100/100 NR/NR/NR HUMIDE/HUMIDE/HUMIDE
RCR2	DFFD 06252250 04 2/2/2 100/100/100 04/04/05 EAU STATIONNANTE/STANENTE EAU/EAU STATIONNANTE PISTE PAUVRE. STAND 4 AVEC DE L'HUILE.
RCR 3	DFFD 06252359 04 6/6/6 NR/NR/NR NR/NR/NR SEC/SEC/SEC

8.2. Analyses et discussions

Le RCR estimé par le modèle informatique est évalué en comparant les résultats obtenus au niveau d'eau mesuré à l'aide de la graduation du capteur. Certaines différences de ± 1 mm sont observées entre les données du modèle informatique et les valeurs de mesure (de lecture). Les résultats présentés dans le tableau 3 montrent que le modèle est fiable et robuste. Différences entre l'estimation du modèle informatique et les capteurs gradués

Les mesures peuvent s'expliquer d'une part par les erreurs de mesure dues soit à la précision du capteur, soit aux erreurs de lecture, et d'autre part par la précision du modèle informatique.

Quoi qu'il en soit, ces erreurs n'affectent pas les conditions de récupération de la piste car un niveau d'eau supérieur à 3 mm est considéré comme de l'EAU STATIONNANTE, et on ne remarque pas que les différences entre les mesures des capteurs et le modèle informatique commencent à partir de 5 mm.

La figure 3 montre que les différences entre les mesures (lecture) du capteur et les valeurs du modèle informatique sont très légères. Par conséquent, le code informatique permettant d'extraire le rapport sur l'état des pistes peut être considéré comme une application appropriée pour un format de rapport global (GRF) plus simple et plus rapide.

L'équipement doit mesurer neuf (9) fois et chacune dure environ 15 secondes (selon le modèle informatique). Le temps pour se rendre d'un point à un autre est d'environ une (1) minute (selon le chef des inspecteurs). Et nous avons 8 intervalles de déplacement entre les neuf (9) points consécutifs ;

Ainsi, le temps d'occupation de la piste lors des mesures (mesures) est de : T

$$T_{\text{des mesures}} = \frac{15 \times 9 \times 60 \times 8}{60} = 10 \text{ minutes } 15 \text{ secondes}$$

En fait, le modèle informatique aidera les inspecteurs de piste à prendre un peu de temps pour évaluer le RCR. Ils ne tiendront donc pas sur la piste habituellement utilisée en raison de la croissance du trafic . Les inspecteurs auront environ 10 minutes pour

Tableau 42: 5.8.2 Comparaison des données du modèle informatique et des mesures du capteur gradué.

Méthodes	Profondeur de l'eau (mm)								
	0	3	4	5	8	dix	13	15	
Lectures du capteur gradué	0	3	4	5	8	dix	13	15	
Valeurs du modèle de calcul	0	3	4	4	7	11	13	14	
RWYCC pour la lecture et le calcul des mesures (sans caoutchouc)	5	5	2	2	2	2	2	2	
RWYCC pour la lecture et le calcul des mesures (avec caoutchouc)	3	3	2	2	2	2	2	2	
Différence de mesure de profondeur (%)	0%	0%	0%	20%	12,5%	10%	0%	6,67%	
Différence dans RWYCC	0	0	0	0	0	0	0	0	

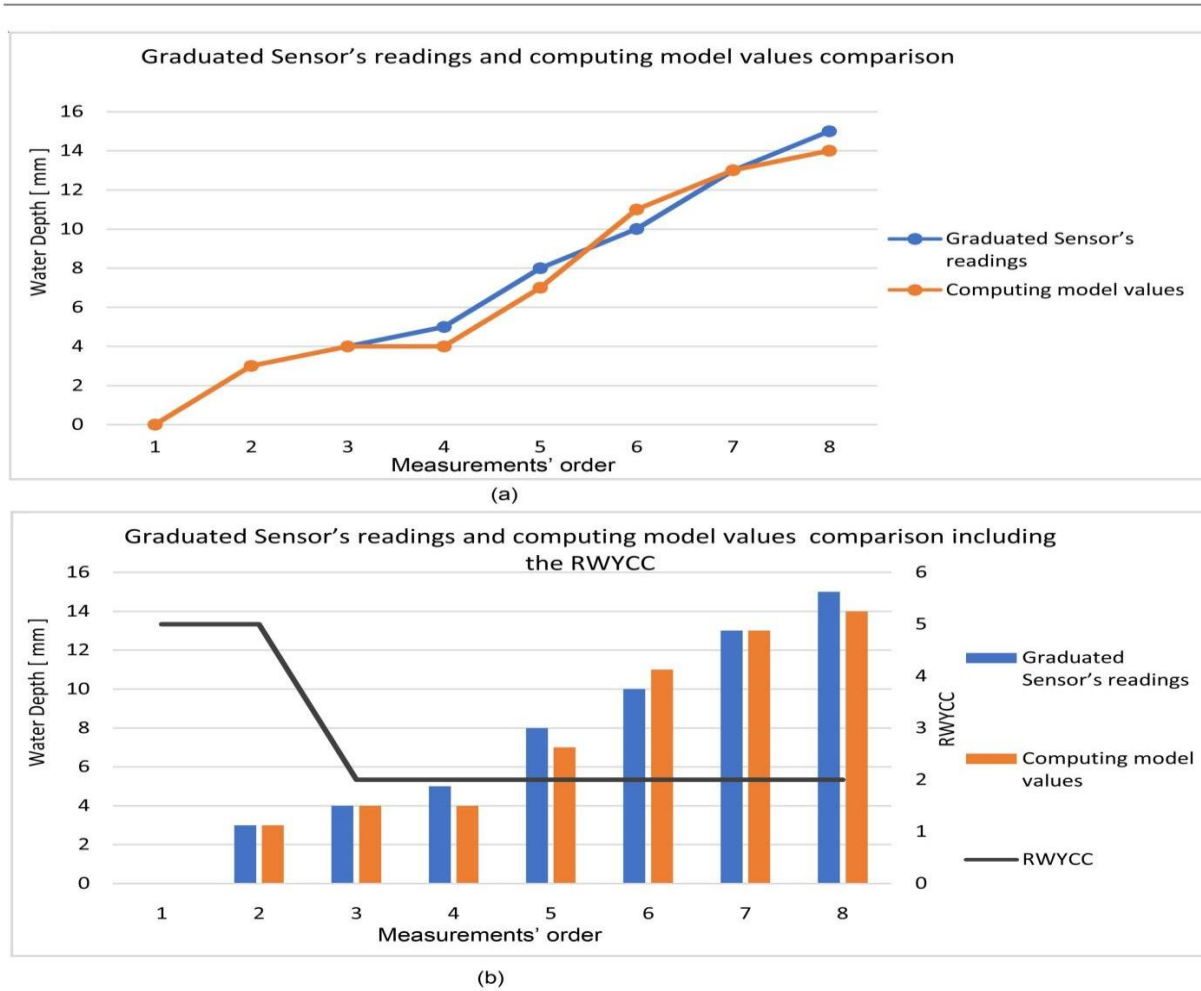


Figure 61: Comparaison des résultats de lecture et de calcul (a) et avec RWYCC (b).

Rester sur la piste de 3000 m contre environ 20 minutes qu'ils passent actuellement dessus. De plus, la méthode de modèle informatique développée est simple à utiliser car elle fonctionne de manière autonome. L'inspecteur n'aura qu'à l'exécuter. L'utilisation de ce modèle informatique protégera également les inspecteurs de la pluie car ils n'auront pas à sortir du véhicule pour les différentes mesures. Comme il est automatique, il n'y aura aucun risque d'erreur lors de l'écriture du RCR, car après avoir effectué lui-même les mesures, il générera automatiquement le RCR.

Conclusion

Le modèle informatique développé est une application autonome et automatique mise en œuvre spécialement pour utiliser des matériaux Arduino et du code informatique développés par les auteurs. Ce code met en application un capteur de niveau d'eau et des moyens de détermination du rapport sur l'état des pistes (RCR) définis par l'OACI.

Les résultats obtenus montrent que l'utilisation de cette méthode pour récupérer le rapport sur l'état de la piste (RCR) est rapide, ce qui réduit la présence humaine sur la piste. Même si les résultats obtenus à l'aide de ce modèle sont légèrement différents de ceux attendus, les conditions réelles de la piste ne sont pas trop affectées. Cette méthode peut donc être prise en compte et on peut tenter de l'améliorer avec par exemple un capteur de niveau d'eau plus précis ou toute autre suggestion.

**Chapitre 06 : L'INDICE DE
SERVICE(IS) Application à
l'aérodrome Sheikh Larbi Tebesi de
Tébessa**

1. LA METHODE DE L'INDICE DE SERVICE:

Inspection visuelle des chaussées aéronautiques :

La méthode de l'indice de service (IS) est basée sur l'analyse de relevés visuels des différents indicateurs d'état permettant d'apprécier le niveau de qualité d'une chaussée.

Cette méthode fournit une masse importante d'informations sur l'état des chaussées et son évolution dans le temps. Elle constitue en cela une aide à la décision en matière d'entretien, de réfection, d'auscultation lourde et d'adéquation de la portance déclarée à la capacité réelle de la chaussée.

Cette méthode permet d'aboutir à la définition de l'Indice de Service qui est un indicateur numérique représentatif de l'état de la chaussée. Il peut prendre des valeurs comprises entre 0 (chaussée hors service) et 100 (chaussée neuve). Ainsi sa valeur croît-elle avec le niveau de service offert par la chaussée, les correspondances étant consignées :

Tableau 43: 6.1 IS et niveau de service

<i>I.S.</i>	<i>Niveau de service</i>
<i>0-10</i>	<i>hors service</i>
<i>10-25</i>	<i>très mauvais</i>
<i>25-40</i>	<i>mauvais</i>
<i>40-55</i>	<i>passable</i>
	<i>moyen</i>
	<i>bon</i>

2. FONDEMENT DE LA THEORIE DE LA METHODE DE L ' INDICE DE SERVICE

Le suivi régulier de l'état de la chaussée passe par l'appréciation périodique de ses qualités relevées au moyen d'indicateurs d'états tels que la portance, l'uni, la glissance et son état de surface. En pratique, l'évaluation de ces indicateurs requièrent des investigations contraignantes compte tenu du coût et de la disponibilité des appareillages nécessaires. Comme sur la figure 1,

on remarque que l'état de surface, nécessitant un simple relevé visuel, laisse transparaître l'ensemble des qualités offertes par une chaussée.

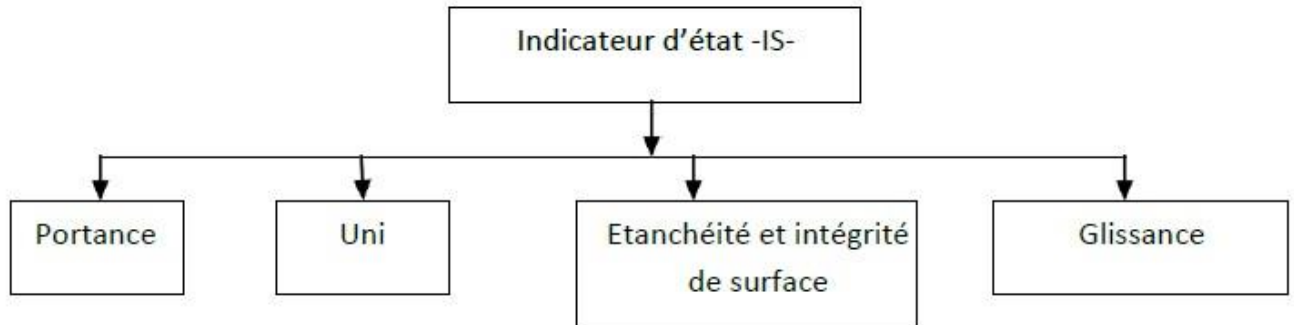


Figure 62: 6.2 FONDEMENT LA METHODE IS

La portance : concerne la famille des déformations, fissures de fatigue et faïençage.

L'uni : concerne les familles des déformations comme la Pelade

L'étanchéité : concerne les familles de fissures et des arrachements

La glissance : concerne les familles des déformations, ainsi le dépôt de gomme, ressuage, les remontées d'eau et de fines

Le Relevé des dégradations:

C'est une fiche représentative du niveau de service d'une chaussée aéronautique, son indice de service (IS) est déterminé à partir d'un relevé visuel de ses dégradations sur des sections caractéristiques. Pour les chaussées souples, ces sections caractéristiques sont divisées en tronçons élémentaires de 500 m² environ, appelés mailles de relevé. Chaque dégradation est répertoriée à l'aide du triplet d'information suivant :

-Le type de la dégradation

-Le niveau de gravité : Léger (L), Moyen (M) ou élevé (E).

-La densité de dégradation dans la maille considérée, celle-ci est mesurée par une surface caractéristique de chaque type de dégradation.

Enfin Le catalogue de dégradations permet de faire la distinction de celles Provenant de la surface ou

de la structure comme le montre le tableau suivant :

Tableau 44 : 6.2 Dégradations dans Corps de chaussée

	Dégradations révélant un défaut de structure	Dégradations révélant un défaut de surface
Chaussée souple	<ul style="list-style-type: none"> - Flache - Ornière - Fissure de fatigue - Faiénçage de fatigue - Déformation en W - Gonflement - Tassement différentiel - Remontée d'eau - Remontée de fines 	<ul style="list-style-type: none"> - Désenrobage - brûlure - Enrobés poreux - Fissure de joint - Fissure de retrait - Faiénçage de retrait - Réparation dégradée - Contamination - Dépôt de gomme - Poinçonnement - Ressuage - Fissure parabolique - Nid de poule - Pelade

Etat des Infrastructures pour l'aérodrome Cheikh Larbi Tébessi :

Piste principale : orientée **11/29**, de **3000 m de longueur** et de **45 m de largeur** inscrite à l'intérieur d'une bande stabilisée qui s'étend sur 75 m de part et d'autre de l'axe. Avec des accotements de 7,5 m de largeur et deux P.O.R aux extrémités de la piste de 100 m de longueur e chacune (le P.O.R côté seuil 11 est presque inexistant) et une raquette de retournement côté seuil 29.

Piste secondaire : orientée **12/30**, de **2400 m de longueur** et de **30 m de largeur**, avec un P.O.R revêtu du côté du seuil 12 et deux raquettes de retournement de 30 m de rayon chacune.

Données réelles de la surface de la piste :

Afin de compléter l'étude, le travail est divisé en un ensemble d'étapes séquentielles:

Sur site, il faut veiller à ce que le relevé de dégradations soit effectué sur des sections homogènes aussi bien du point de vue structure {âge et composition du corps de chaussée) que de nature du trafic reçu.

MAILLAGE

Chaque section homogène définie est divisée en sous sections élémentaires appelées "mailles de relevé".

les dimensions de ces mailles sont :

- 500 m² dans le cas des chaussées souples;
- 20 dalles dans le cas des chaussées rigides, ce qui revient à la même surface pour des dalles de 5 m x 5 m (dans le cas où les dalles ont des dimensions plus importantes, il faudra réduire le nombre de dalles de manière à garder la même surface : 500 m²).

La délimitation, au sol, des mailles utilise au maximum les caractéristiques physiques de la chaussée.

Sur chaussée souple

- Les joints de passes de finisseurs peuvent être utilisés comme repères des côtés longitudinaux des mailles, la largeur de la maille est définie par un nombre entier de passes. Les côtés transversaux sont matérialisés par un marquage au sol exécuté à la peinture (par exemple : un trait de 10 cm dans l'axe de la section).
- Les pistes sont inspectées généralement sur la partie centrale correspondante à la section de chaussée la plus sollicitée, cette largeur est généralement de 20 à 30 m (1/3 de la largeur de la piste). La longueur est choisie de manière à avoir une surface d'environ 500 m²
- Les voies de circulation et bretelles sont inspectées sur toute leur largeur.

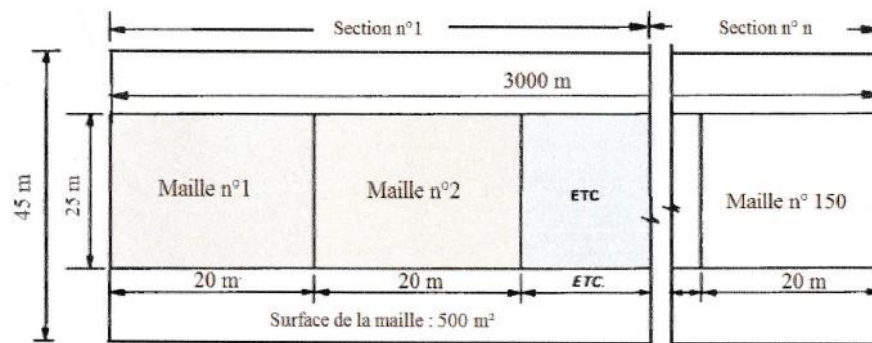


Figure 63: 6.3 Exemple de maillage sur chaussée souples

Reconnaissance des dégradations (catalogue des dégradations)

Le relevé consiste à enregistrer, maille par maille, les dégradations observées, conformément au catalogue de dégradations édité par le Service Technique de l'Aviation civile - France.

Dans ce catalogue, les dégradations sont répertoriées à l'aide du triplet suivant ;

- le type de la dégradation {22 types pour les chaussées souples et 1-0 pour les chaussées rigides}.
- le niveau de gravité : Léger {L}, Moyen {M} ou Elevé (E). L'introduction de ces trois niveaux de gravité {sauf cas particuliers} pour le relevé qualitatif. permet entre autres de tenir compte de l'évolution des dégradations dans le temps.
- la densité de la dégradation dans la maille considérée.

Les dégradations sont codifiées dans le catalogue où l'on distingue les dégradations relevant d'un défaut de surface ou de structure

Fréquence et choix de la date du relevé visuel des dégradations

La fréquence idéale des relevés est d'une fois par an pour l'ensemble des aires. Toutefois il est possible de réduire cette fréquence lorsque :

- l'IS obtenu lors du précédent relevé était encore suffisamment élevé.
- La chaussée est neuve (dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'effectuer le premier relevé avant trois ans)
- Les conditions climatiques du site font que le niveau de gravité des dégradations varie d'une saison à l'autre (il est admis que le niveau de gravité d'une dégradation donnée correspond à son état le plus critique rencontré sur une année). Dans ce cas, il est préférable d'effectuer deux relevés, l'un en saison chaude et sèche, l'autre en saison froide et humide.

Dans le même esprit, il convient d'augmenter la fréquence des relevés lorsqu'apparaîtra une accentuation du processus de détérioration. Cela peut survenir par exemple à la suite d'une augmentation subite du trafic {création d'une ligne supplémentaire, apparition de nouveaux avions contraignants, etc.}

On peut également imaginer d'ajuster la fréquence des relevés en fonction de la nature des zones (chemins, voies de circulation, places de stationnement). Concernant le choix de la date préférentielle pour réaliser l'enquête, lorsqu'il n'y a pas d'indications particulières, le gestionnaire peut choisir la période qui offre les conditions climatiques les plus adaptées à la réalisation de l'enquête. Par exemple, juste après une pluie, vos déformations sont facilement visibles sur la route.

CHAUSSEES SOUPLES

AERODROME :
ZONE RELEVÉE :
LONGUEUR DE LA MAILLE :
LARGEUR DE LA MAILLE :

DATE DU RELEVÉ :

		Maille N°	Maille N°	Maille N°	Maille N°	Maille N°
FLACHE (m ²)	L					
	M					
	E					
ORNIERE FRAYEE (m ²)	L					
	M					
	E					
FISSURE DE FATIGUE (mètres)	L					
	M					
	E					
FAIENCAGE DE FATIGUE (m ²)	L					
	M					
	E					
DESENROBAGE BRULURE PELADE (m ²)	L					
	M					
	E					
FISSURE DE JOINT (mètres)	L					
	M					
	E					
FISSURE DE RETRAIT (mètres)	L					
	M					
	E					
FAIENCAGE DE RETRAIT (m ²)	L					
	M					
	E					
REPARATION PONCTUELLE DEGRADEE (m ²)	L					
	M					
	E					
EPARABOLIQUE (m ²)						
DEFORMATION EN W (m ²)	L					
	M					
	E					
GONFLEMENT BOURRELET (m ²)	L					
	M					
	E					
TASSEMENT DIFFERENTIEL MARCHE (mètres)	L					
	M					
	E					
NID DE POULE (unité)						
CONTAMINATION (m ²)						
DEPOT DE GOMME (m ²)						
EMPREINTE POINCONNEMENT (m ²)	L					
	M					
	E					
ENROBE POREUX (m ²)						
REMONTEE D'EAU (m ²)						
REMONTEE DE FINES (m ²)						
RESSUAGE (m ²)						

XXXXXX : dégradation de structure YYYYYY : dégradation de surface

Figure 64: 6.4 FICHES DE RELEVÉ VISUEL DES DEGRADATIONS

Relevé visuel des dégradations pour la piste 11/30

Le processus de relevé visuel des dégradations est résumé dans le tableau suivant:

Tableau 45 : 6.5 ETAT DES DEGRADATIONS

ETAT DES DEGRADATIONS			
Aérodrome: TEBESSA , Cheikh Larbi Tébessi (121)			
PIST:11/29		RELEVES LE:	
<i>N° Maille</i>			<i>1</i>
Code	Designation	Étendu	Degre
0	PAS DE DEGRADATION	0	INEFFICACE
<i>N° Maille</i>			<i>2</i>
Code	Designation	Étendu	Degre
0	PAS DE DEGRADATION	0	INEFFICACE
<i>N° Maille</i>			<i>.....</i>
Code	Designation	Étendu	Degre
.....
<i>N° Maille</i>			<i>23</i>
Code	Designation	Étendu	Degre
16	DEPOT DE GOMME	23	LEGER
<i>N° Maille</i>			<i>15</i>
Code	Designation	Étendu	Degre
6	FISSURE DE JOINT	3	LEGER

Le tableau suivant comprend Sections dégradées, le type de dégradations et leur longueur ou superficie.

Tableau 46 : 6.6 ETAT DES DEGRADATIONS

ETAT DES DEGRADATIONS

Aérodrome: TEBESSA , Cheikh Larbi Tébessi (121)

PIST:12/30

RELEVES LE:

N° Maille	Code degradation	Designation	Étendu		Degre
			m ²	ml	
1	6	FISSURE DE JOINT	0,00	3,00	LEGER
2	6	FISSURE DE JOINT	0,00	2,00	LEGER
3	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
4	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
5	6	FISSURE DE JOINT	0,00	2,00	LEGER
6	6	FISSURE DE JOINT	0,00	1,00	LEGER
7	6	FISSURE DE JOINT	0,00	4,00	LEGER
8	6	FISSURE DE JOINT	0,00	3,00	LEGER
9	6	FISSURE DE JOINT	0,00	5,00	LEGER
10	6	FISSURE DE JOINT	0,00	3,00	LEGER
11	6	FISSURE DE JOINT	0,00	3,00	LEGER
12	6	FISSURE DE JOINT	0,00	5,00	LEGER
13	6	FISSURE DE JOINT	0,00	2,00	LEGER
14	6	FISSURE DE JOINT	0,00	3,00	LEGER
15	6	FISSURE DE JOINT	0,00	6,00	LEGER
16	6	FISSURE DE JOINT	0,00	1,00	LEGER
17	6	FISSURE DE JOINT	0,00	1,00	LEGER
18	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
19	6	FISSURE DE JOINT	0,00	5,00	LEGER
20	6	FISSURE DE JOINT	0,00	1,00	LEGER
21	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
22	6	FISSURE DE JOINT	0,00	14,00	LEGER
23	6	FISSURE DE JOINT	0,00	1,00	LEGER
24	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
25	6	FISSURE DE JOINT	0,00	2,00	LEGER
26	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
27	6	FISSURE DE JOINT	0,00	4,00	LEGER
28	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
29	6	FISSURE DE JOINT	0,00	2,00	LEGER
30	6	FISSURE DE JOINT	0,00	16,00	LEGER
31	6	FISSURE DE JOINT	0,00	1,00	LEGER

32	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
33	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
34	6	FISSURE DE JOINT	0,00	1,00	LEGER
35	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
36	6	FISSURE DE JOINT	0,00	23,00	LEGER
37	6	FISSURE DE JOINT	0,00	5,00	LEGER
38	6	FISSURE DE JOINT	0,00	7,00	LEGER
39	6	FISSURE DE JOINT	0,00	7,00	LEGER
40	6	FISSURE DE JOINT	0,00	4,00	LEGER
41	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
42	6	FISSURE DE JOINT	0,00	5,00	LEGER
43	6	FISSURE DE JOINT	0,00	5,00	LEGER
44	6	FISSURE DE JOINT	0,00	2,00	LEGER
45	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
46	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
47	6	FISSURE DE JOINT	0,00	4,00	LEGER
48	6	FISSURE DE JOINT	0,00	4,00	LEGER
49	6	FISSURE DE JOINT	0,00	2,00	LEGER
50	6	FISSURE DE JOINT	0,00	13,00	LEGER
51	6	FISSURE DE JOINT	0,00	9,00	LEGER
52	6	FISSURE DE JOINT	0,00	1,00	LEGER
53	6	FISSURE DE JOINT	0,00	5,00	LEGER
54	6	FISSURE DE JOINT	0,00	9,00	LEGER
55	6	FISSURE DE JOINT	0,00	8,00	LEGER
56	6	FISSURE DE JOINT	0,00	11,00	LEGER
57	6	FISSURE DE JOINT	0,00	7,00	LEGER
58	6	FISSURE DE JOINT	0,00	3,00	LEGER
59	6	FISSURE DE JOINT	0,00	2,00	LEGER
60	6	FISSURE DE JOINT	0,00	8,00	LEGER
61	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
62	6	FISSURE DE JOINT	0,00	3,00	LEGER
63	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
64	6	FISSURE DE JOINT	0,00	37,00	LEGER
65	6	FISSURE DE JOINT	0,00	7,00	LEGER
66	6	FISSURE DE JOINT	0,00	2,00	LEGER
67	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
68	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
69	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
70	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
71	6	FISSURE DE JOINT	0,00	2,00	LEGER
72	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE

73	6	FISSURE DE JOINT	0,00	3,00	LEGER
74	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
75	6	FISSURE DE JOINT	0,00	8,00	LEGER
76	6	FISSURE DE JOINT	0,00	2,00	LEGER
77	0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	INEFFICACE
78	6	FISSURE DE JOINT	0,00	21,00	LEGER
79	6	FISSURE DE JOINT	0,00	7,00	LEGER
80	6	FISSURE DE JOINT	0,00	15,00	LEGER

Et pour plus de precisions

Tableau 47: 6.7 ETAT DES DEGRADATIONS

BILAN DES DEGRADATIONS

Aérodrome: TEBESSA , Cheikh Larbi Tébessi (121)

RELEVES LE:

PIST:11/29

.....

Code dégradation	Designation	LEGER	moyen	élevé
16	DEPOT DE GOMME	372,00	0,00	0,00
0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	0,00

BILAN DES DEGRADATIONS

Aérodrome: TEBESSA , Cheikh Larbi Tébessi (121)

RELEVES LE:

PIST:12/30

.....

Code dégradation	Designation	LEGER	moyen	élevé
6	FISSURE DE JOINT	342,00	0,00	0,00
0	PAS DE DEGRADATION	0,00	0,00	0,00

Calcul des densités :

On détermine pour chaque doublet (type de dégradation, niveau de gravité) une densité de dégradation en % par maille (maille de 500 m² environ) :

- si dégradation de type surfacique : densité = surface de dégradations x 100 / aire maille ;
- si dégradation de type linéaire : densité = linéaire dégradations x 0,3048 x 100 / aire maille.

A partir des paramètres de longueur / largeur des dalles et de leur nombre en Profil en Travers (PT), détermination du nombre de rangées Nr définissant une maille de calcul proche de 500 m² (Nr = valeur entière la plus proche de 500 / surface d'une rangée).

Selon la longueur de la section, Nr est incrémenté (pour la dernière maille) selon le test :

- si dernière fraction de maille \geq supercifiemaille/2 alors on garde cette dernière maille de calcul ;
- si dernière fraction de maille $<$ supercifiemaille/2 alors dernière maille de calcul constituée par avant dernière maille complète + fraction de maille restante

On détermine alors, pour chaque doublet (type de dégradation, niveau de gravité), une densité de dégradation en % par maille (nombre de dalles affectées par la dégradation par rapport au nombre total de dalles constituant une maille x 100).

Dégradation de type linéaire :

$$\text{densité} = \text{linéaire dégradations} \times 0,3048 \times 100 / \text{aire maille.}$$

EX : Piste 12/30, de 2400 m de longueur et de 30 m de largeur

$$2400/80=30.00 \text{ ml}$$

$$\text{aire maille} = 30 \times 30 = 900 \text{ m}^2$$

$$\text{densité maille (36)} = \text{linéaire dégradations} = (23.00) \times 0,3048 \times 100 / \text{aire maille} = (900).$$

$$\text{densité maille (36)} = 23.00 \times 0,3048 \times 100 / (900)$$

$$\text{densité maille (36)} = 0.78$$

Détermination des valeurs déduites

Pour chaque type de dégradation, on détermine, grâce aux courbes de valeurs déduites propres à chaque dégradation, la valeur déduite VD (en abscisse se trouve la densité d).

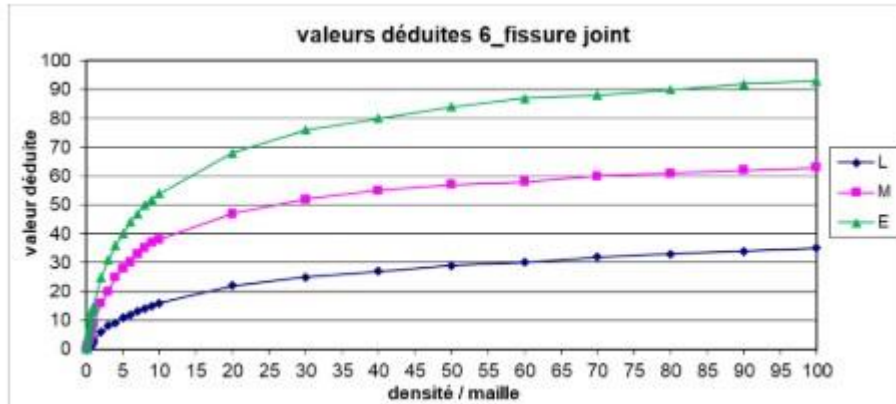


Figure 65: 6.5 VALEUR DEDUITES 6 FISSURE

Densité	L	M	E
0	0	0	0
0,1	0	0	1
0,2	0	1	3
0,3	0	2	5
0,4	0	3	7
0,5	1	4	8
0,6	1	5	10
0,7	1	6	11
0,8	2	7	13
0,9	2	8	14
1	3	9	15
2	6	16	25
3	8	20	31
4	9	25	36
5	11	28	40
6	12	30	44
7	13	33	47
8	14	35	50
9	15	37	52
10	16	38	54
20	22	47	68
30	25	52	76
40	27	55	80
50	29	57	84
60	30	58	87
70	32	60	88
80	33	61	90
90	34	62	92
100	35	63	93

Figure 66: 6.8 VALEUR DEDUITES 6 FISSURE

Interpolation à partir des points connus :

La formulation d'interpolation des points connus est à utiliser lorsque l'on souhaite déterminer la VD pour une valeur de densité non répertorié dans les tableaux de valeurs déduites. Exemple pour une densité de 15 (gravité léger) dans le tableau . On obtient :

$$VD = (VDB - VDA) \times (\text{Log}(d) - \text{Log}(d_A)) / (\text{Log}(d_B) - \text{Log}(d_A)) + VDA$$

$$VD = (33 - 24) \times ((\text{Log}(15) - \text{Log}(10)) / ((\text{Log}(20) - \text{Log}(10))) + 24 = 29,26 \approx 29$$

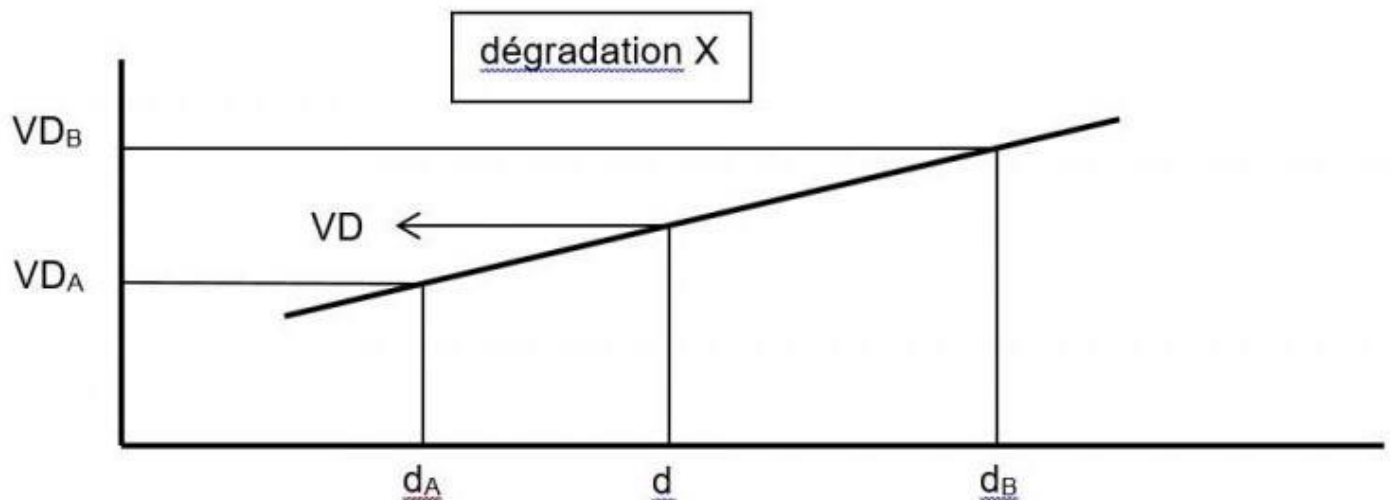


Figure 67 : 6.8.1 Interpolation à partir des points connus

Ne sont prises en compte que les VD > 5.

Les valeurs déduites sont ensuite sommées par catégorie de dégradation (superficielle et structurelle) et toutes catégories (globales) aboutissant à 3 Valeurs déduites Totales : VDT(1), VDT(2) et VDT(3).

Sont aussi comptabilisées le nombre de doublets (dégradation / niveau de gravité) selon la catégorie (superficiel, structurel et global) : N(1), N(2) et N(3).

Détermination des valeurs corrigées

Des corrections sont appliquées aux valeurs réduites totales déterminées, en fonction du nombre de dégradations significatives relevées (= nombre de doublets dégradation / niveau de gravité ayant une VD >5), à l'aide des tableaux et figures associés presents

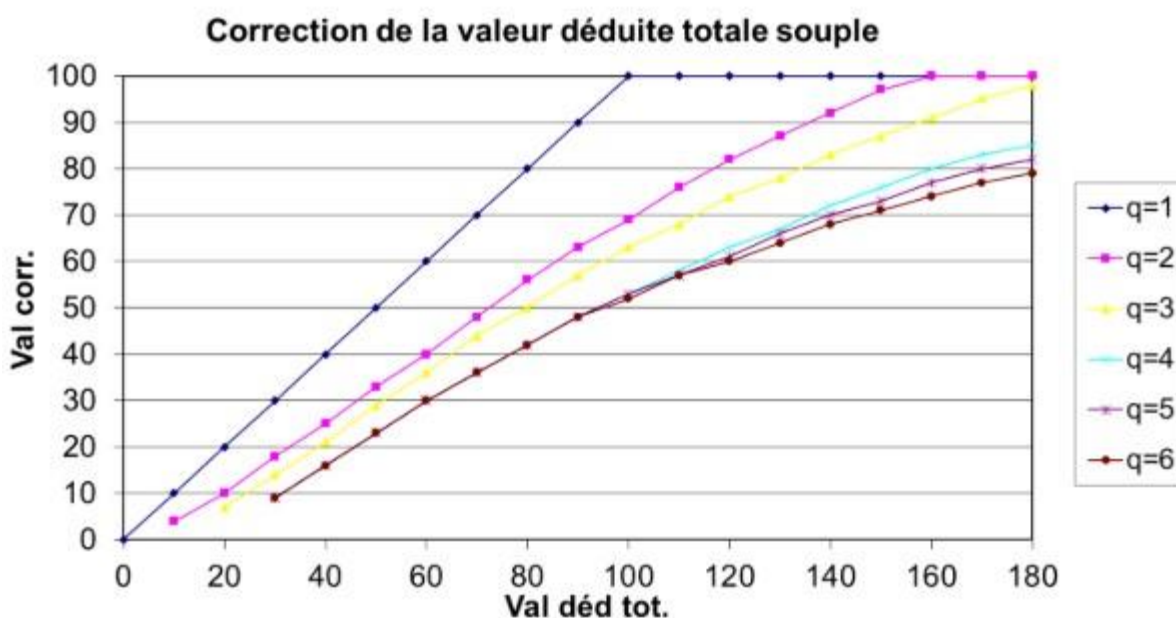


Figure 68 : 6.8.2 valeurs corrigées

Tableau 48: 6.8.2 valeurs corrigées

Valeur déduite totale	q=1	q=2	q=3	q=4	q=5	q=6
0	0					
10	10	4				
20	20	10	7			
30	30	18	14	9	9	9
40	40	25	21	16	16	16
50	50	33	29	23	23	23
60	60	40	36	30	30	30
70	70	48	44	36	36	36
80	80	56	50	42	42	42
90	90	63	57	48	48	48
100	100	69	63	53	53	52
110	100	76	68	58	57	57
120	100	82	74	63	61	60
130	100	87	78	67	66	64
140	100	92	83	72	70	68
150	100	97	87	76	73	71
160	100	100	91	80	77	74
170	100	100	95	83	80	77
180	100	100	98	85	82	79

Interpolation à partir des points connus :

La formulation d'interpolation des points connus est à utiliser lorsque l'on souhaite déterminer la VD pour une valeur de densité non répertorié dans les tableaux de valeurs déduites. Exemple pour une densité de 15 (gravité léger) dans le tableau . On obtient :

$$VC = (VCB - VCA) \times (VDT - VDTA) / (VDTB - VDTA) + VCA$$

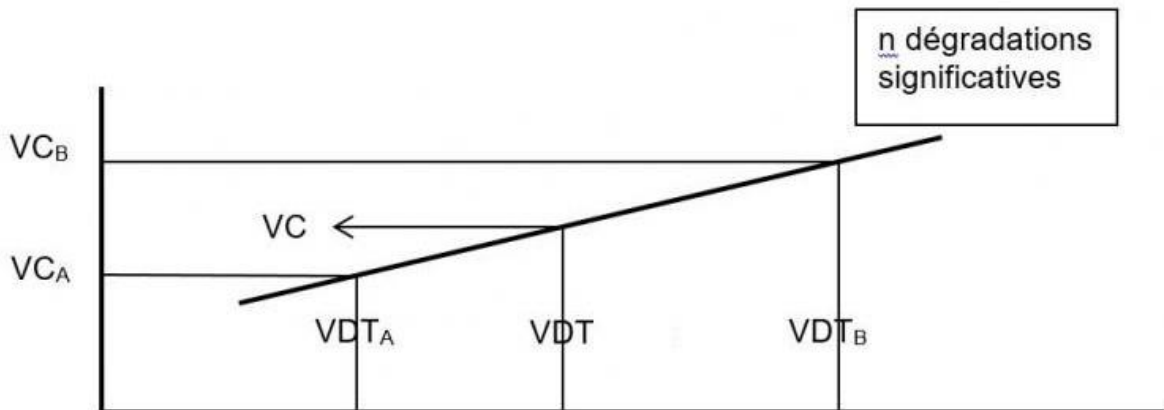


Figure 69: 6.8.3 Interpolation à partir des points connus

Calcul des IS Global, structurel et surfacique par maille

Les 3 IS (structurel, superficiel et global) sont calculés à l'aide de la formule : $IS = 100 - VC$

Pour le calcul des indices superficiel et structurel, les valeurs déduites totales $VDT_{\text{superficielle}}$ et $VDT_{\text{structurelle}}$ sont calculées en ne prenant en compte que les dégradations respectivement de types structurel et superficiel, et les valeurs corrigées superficielles et structurelles correspondantes sont calculées en fonction du nombre « q » de dégradation de chaque type.

Pour le calcul de l'indice global, la valeur corrigée est calculée en prenant en compte l'ensemble des dégradations (structurelles et superficielles) de la maille. Par ailleurs, une même dégradation comportant deux niveaux de gravité différents compte pour deux dégradations lors du calcul de la valeur corrigée

Exemple : 5 dégradations au total, 2 structurelles de VDT = 45 et 3 superficielles de VDT = 30.
Il convient de considérer q=5 et VDT = 75 pour l'IS Global, q=2 et VDT = 45 pour l'indice structurel et q=3 et VDT = 30 pour l'indice superficiel.

Tableau 49 : 6.8.3 ETAT DE L'INDICE DE SERVICE

ETAT DE L'INDICE DE SERVICE

Aérodrome: TEBESSA , Cheikh Larbi Tébéssi (121)

PIST:11/29

RELEVES LE:

is mailles

N° Maille	GLOBAL	STRUCTUREL	ET SURFACE
1	100,00	100,00	100,00
2	100,00	100,00	100,00
.....	100,00	100,00	100,00
.....	100,00	100,00	100,00
.....	100,00	100,00	100,00
.....	100,00	100,00	100,00
.....	100,00	100,00	100,00
.....	100,00	100,00	100,00
TOTAL	10000,00	10000,00	10000,00
is mailles	100,000	100,00	100,000

Tableau 50 : 6.8.4 ETAT DE L'INDICE DE SERVICE

ETAT DE L'INDICE DE SERVICE

Aérodrome: TEBESSA , Cheikh Larbi Tébéssi (121)

PIST:12/30

RELEVES LE:

is mailles

N° Maille	GLOBAL	STRUCTUREL	ET SURFACE
1	100,00	100,00	100,00
2	100,00	100,00	100,00
.....	100,00	100,00	100,00
.....	100,00	100,00	100,00
36	90,00	100,00	90,00
64	90,00	100,00	90,00
.....	100,00	100,00	100,00
78	90,00	100,00	90,00
TOTAL	7970,00	8000,00	7970,00
is mailles	99,625	100,00	99,625

Calcul des IS Global, structurel et surfacique de l'aire étudiée

Calcul des 3 IS moyens sur l'ensemble des mailles et des écarts types.

Tableau 51: 6.8.5 ETAT DE L'INDICE DE SERVICE

ETAT DE L'INDICE DE SERVICE

Aérodrome: **TEBESSA , Cheikh Larbi Tébessi (121)**

PIST:11/29

RELEVES LE:

is section

GLOBAL	STRUCTUREL	ET SURFACE
100,00	100,00	100,00

ETAT DE L'INDICE DE SERVICE

Aérodrome: **TEBESSA , Cheikh Larbi Tébessi (121)**

PIST:12/30

RELEVES LE:

is section

GLOBAL	STRUCTUREL	ET SURFACE
99,62	100,00	99,62

Les seuils et indices

Seuil critique : dégradations légères et graves en certains points : le suivi de la chaussée doit être plus fréquent

Seuil d'alarme : chute irrémédiable des qualités structurelles des chaussées : réfection nécessaire

Indice de service = combinaison des indices de service structurels et des indices de service superficiels.

Tableau 52: 6.8.6 Les seuils et indices

IS	0-10	10-25	25-40	40-55	55-70	70-85	85-100
Niveau de service	Hors service	Très mauvais	Mauvais	Passable	Moyen	Bon	Très bon

3. Modélisation

Introduction :

Le SGBA est un logiciel de gestion de traitement des données aéroportuaires qui consiste à :

- La gestion des tables et des fichiers : permet d'initialiser les tables et les fichiers dont on a besoin dans les modules inspections et traitements.

exemple : nous ne pouvons pas saisir les relevés de dégradations sans avoir saisi les types des dégradations, ni définir l'aérodrome et ses différentes infrastructures.

- La gestion des inspections : permet l'enregistrement des investigations effectués sur le terrain telle que :
 - Les relevés de dégradations,
 - L'étude de trafic, etc...
 - La gestion des traitements : permet :
 - Le calcul des indices de service
 - Le traitement des données
 - Les travaux d'entretiens qui devront se réaliser.
- La gestion des éditions et des rapports : permet l'édition des états et des rapports d'aide à la gestion.

4. Présentation du logiciel

Environnement : Le SGBA a été développé en Visuel Basic 6.0 et gère les données sous forme de base de données au format Access 97. Pour le bon fonctionnement du logiciel ; la configuration minimale requise pour le PC est :

- Le système d'exploitation WIN 98
- Ram de 64 MO

5. Architecture du logiciel SGBA :

Description des répertoires : le répertoire principal par défaut du SGBA est « C:\BDA » qui est suivi de quatre sous répertoires à savoir :

Le répertoire « BaseDone » : contient les bases de données de travail tel que : BDA.mdb (La base de données principale contient toutes les données) ; BDAExp.mdb (La base de données

que les DTP des différentes wilayas doivent exporter au Ministère des Travaux Publics).

Le répertoire « Plans » : contient les images des plans de masse de type « .bmp ».

Le répertoire « Rapport » : contient les fichiers de type état de sorties.

Le répertoire « BDAAIDE » : contient le fichier help et les fichiers qui assurent le bon déroulement de ce dernier.

Vous retrouvez le fichier permettant d'exécuter l'application localisée dans le répertoire racine

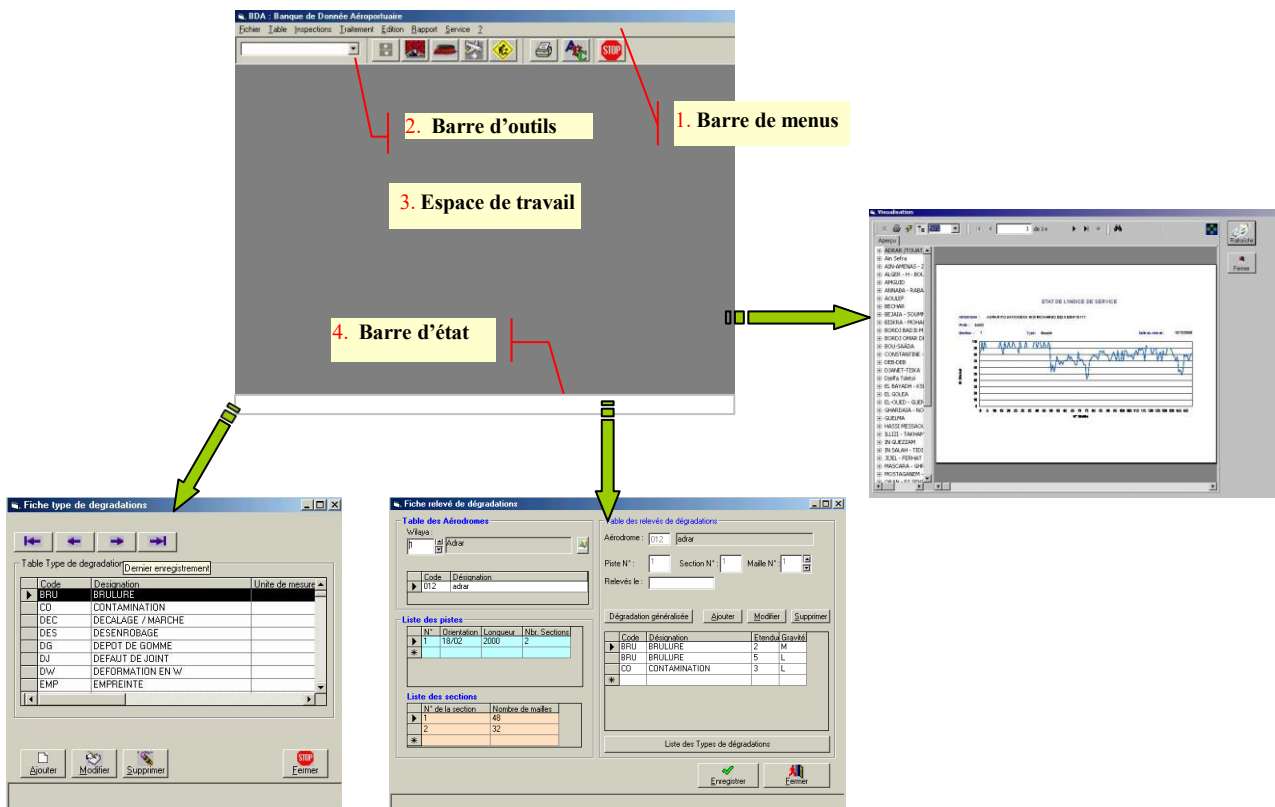


Figure 70: 6.5 5. Architecture du logiciel SG

6. Fonctionnement du logiciel

Pour que le logiciel puisse produire des rapports de gestion avec des résultats exacts, il faut connaître les bonnes méthodes de travail, pour cela suivez les étapes suivantes :

Etape 1 : Initialisation de la base de données

Pour accéder à la base de données rapidement, Il est préférable de ne pas traiter les aérodrômes ensemble, en exécutant la commande « **Initialisation** » du menu « **Fichier** » et la fenêtre ci-dessous (1) sera affichée

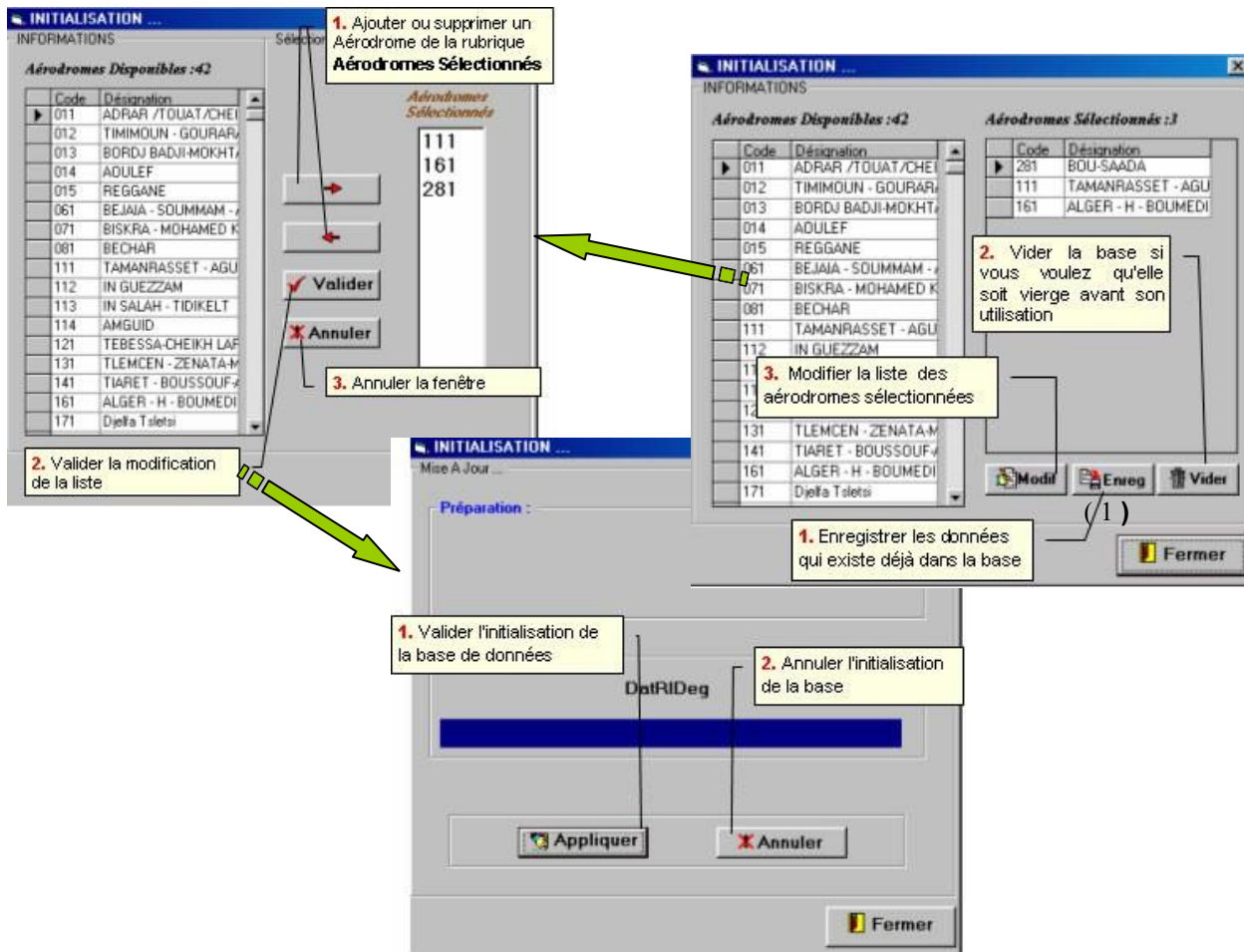


Figure 71 : 6.1 Fonctionnement du logiciel

Etape 2 : Saisir les Paramètres

Les paramètres appelés « **Table** » sont des données qui ne changent que rarement et qui sont nécessaires pour la saisie des investigations, nous citons :

- Type de Sol.
- Type de couche.
- Type de dégradations.
- Type de travaux.
- Type d'essai.

Comment saisir les données dans une table ?

La saisie des données dans les tables consiste au stockage des données de type paramètres. Pour faire appel aux fenêtres qui permettent la saisie :

1. Cliquez sur le menu « **Table** ».
2. Appliquez sur l'une des commandes « **Type de Sol** », « **Type de couches** », etc..., selon le besoin, une fenêtre comme ci-dessous s'affichera :



Figure 72: 6.2 les données dans une table

Pour saisir les données, il faut faire appel à la fenêtre de mise à jour comme ci- dessous en utilisant les boutons « **Ajouter** », « **Modifier** »

The screenshot shows a window titled 'Typ_Deg' with a yellow header box containing instructions: 'Dans les champs suivants Saisire : 1. Le code type de degradation qui ne doit pas dépasser 3 2. Designation Type de degradation 3. L'unité de mesure de Type de degradation'. Below this, the 'Identification Type de Couche' section has three input fields: 'Code' (containing '100'), 'Designation' (containing 'CONTAMINATION'), and 'Unite de mesure' (empty). A red line points from the 'Champs de saisie' label to these fields. At the bottom, a yellow box labeled 'Boutons de validation' points to 'Enregister' and 'Annuler' buttons.

Figure 73: 6.3 les données

Etape 3 : Mise à jours des fichiers

Données de type variables tel que Aérodrome, Piste, sectionnement ; maillage, etc...

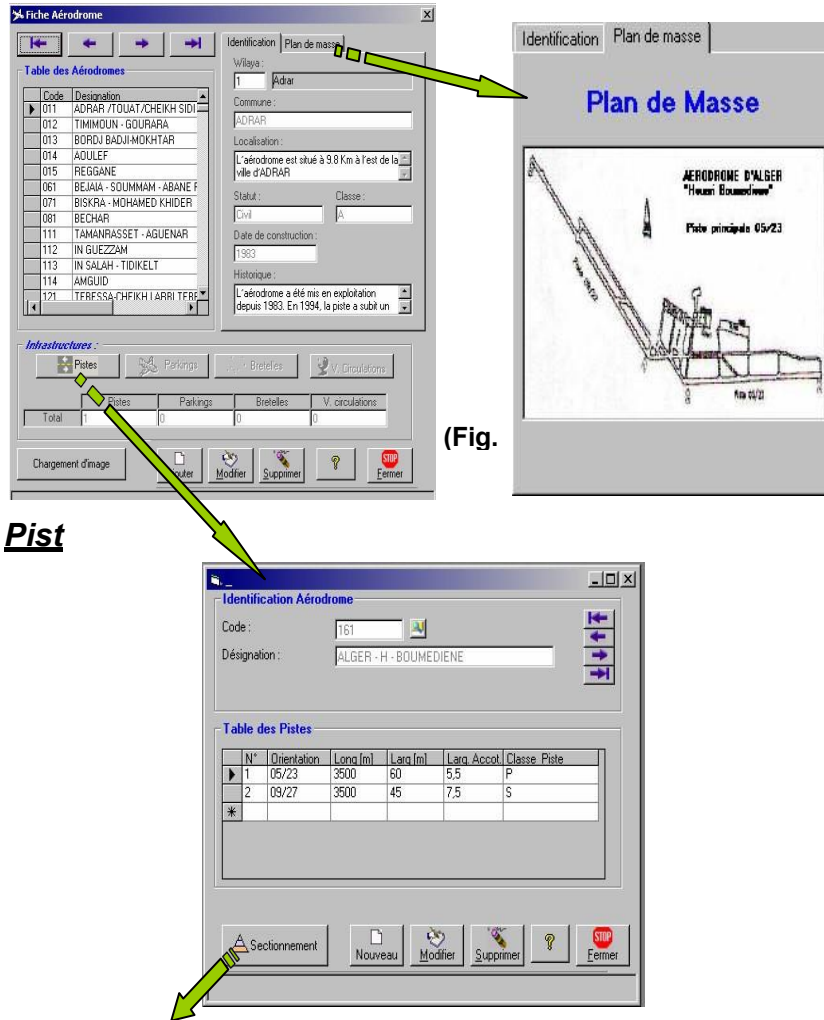
Comment saisir les données dans un fichier ?

La saisie des données dans les fichiers consiste au stockage des données de type variables. Pour faire appel aux fenêtres qui permettent la saisie :

1. Cliquez sur le menu « **Fichier** ».
2. Appliquez sur l'une des commandes « **Aérodrome** », « **Pistes** », etc... selon le besoin, et une fenêtre de mise à jours s'affichera,

exemple:

Aérodrome :



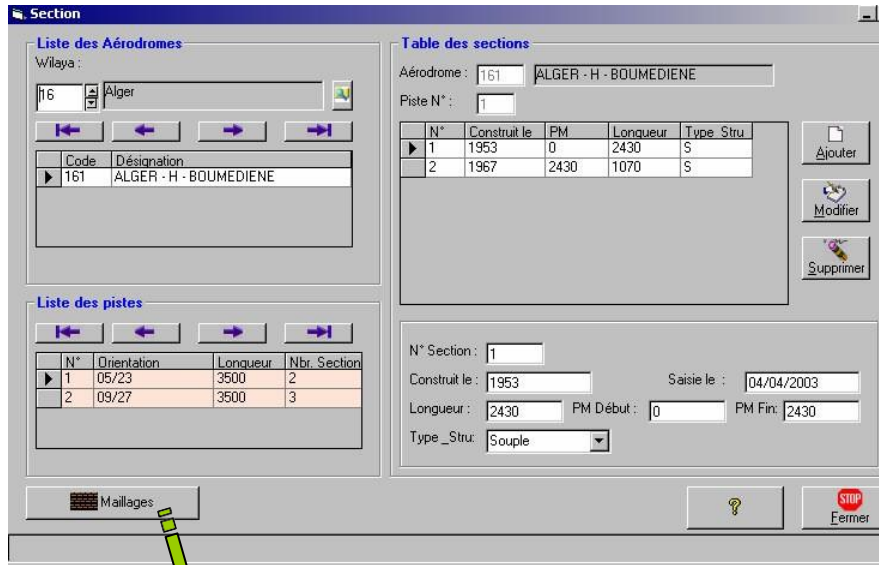
(Fig.

Pist

Permet d'ouvrir la fenêtre Sectionnement

Figure 74: 6.4 saisir les données dans un fichier

Sectionnement :



(Fig.10)

Maillage :

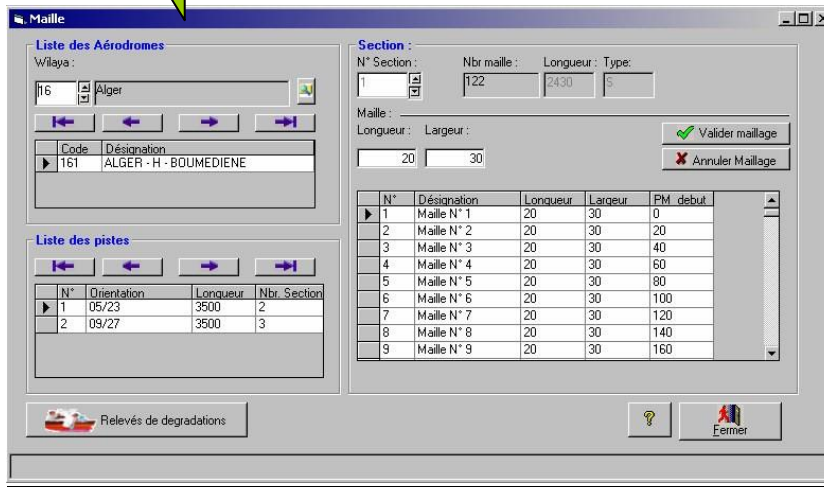


Figure 75: 6.5 Sectionnement

Etape 4 : saisie des relevés effectués sur les chaussées
Relevés de dégradations :

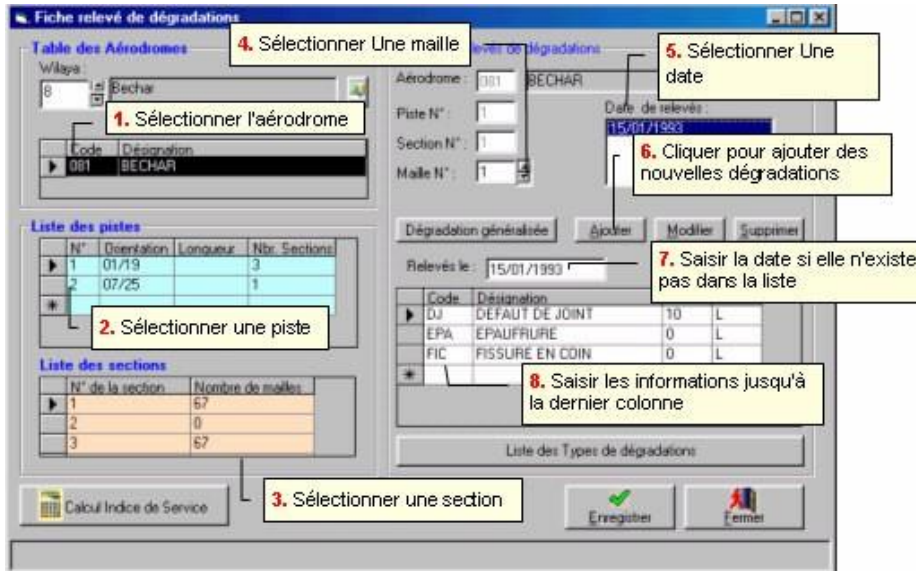


Figure 76: 6.6 Relevés de dégradations

Relevés de rugosité

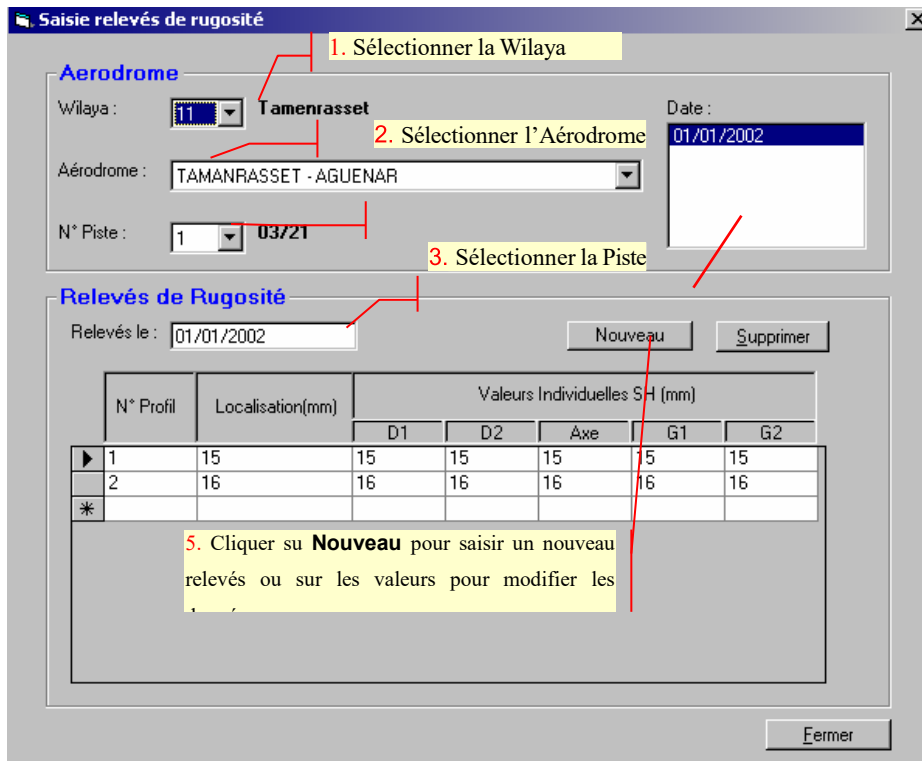


Figure 77: 6.6.1 Relevés de dégradations

Etape 5 : Traitement des données

Une fois que toutes les données sont saisies, il faudra les traiter :

- Calcul de l'indice de service (cas relevés des dégradations) pour pouvoir prendre une décision sur l'état de la chaussée.
- Traitement des travaux d'entretien qu'il faudra réaliser :

Comment calculer l'indice de service ?

- Pour lancer le calcul voir:
 1. Cliquez sur le menu « **Traitement** ».
 2. Appliquez la commande « **Calcul Indice de service** »
 3. Dans les fenêtres qui s'affichent précisez la date des relevés de dégradations
 4. Cliquez sur le bouton « **Lancer le calcul** » pour calculer l'indice de service.

Traitement des travaux

- Pour lancer le Traitement voir:
 5. Cliquez sur le menu « **Traitement** ».
 6. Appliquez la commande « **Traitement des travaux** »
 7. Dans les fenêtres qui s'affichent précisez la date des relevés de dégradations
 8. Cliquez sur le bouton « **Lancer le traitement** » pour faire le traitement des travaux.

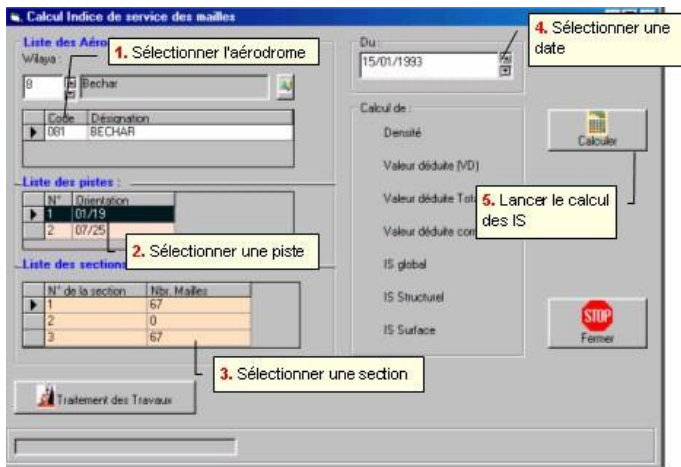
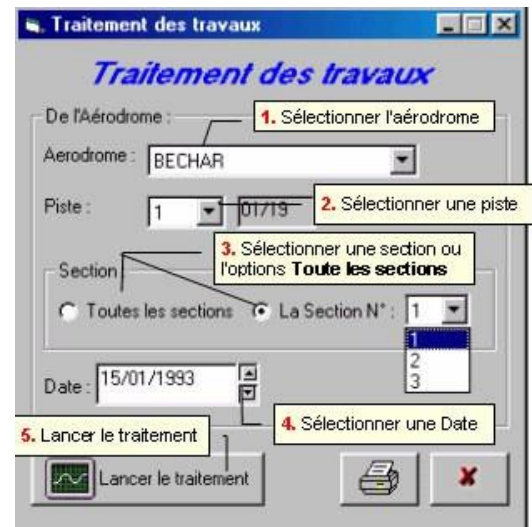


Figure 78: 6.6.2 traitement



Edition des rapports de gestion

Appliquez l'une des commandes de menu « **Rapport** » et choisissez l'état à éditer

Remarque :

- L'état **bilan de dégradation** pour l'éditer il faut choisir auparavant : l'aérodrome, la piste et la date des relevés.
- Les autres états de sortie seront édités sous la forme suivante :

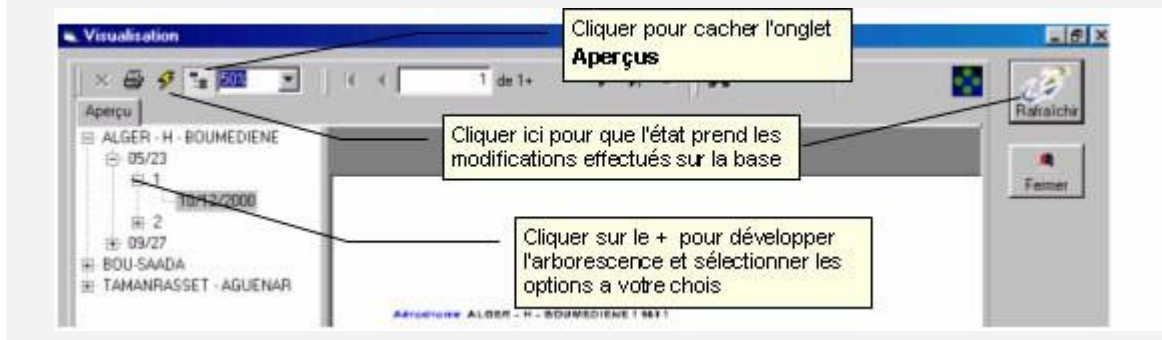


Figure 79: 6.6.3 ETAT DE SORTIES DU LOGICIEL SGBA

**Chapitre 07: INTÉGRATION DU
CODE GRF DANS LA GESTION
DES CHAUSSÉES (INDICE DE
SERVICE)**

Afin d'obtenir un code unifié résumant l'état de la surface de la piste en fonction de - Le Format de Rapport Global (GRF) ET l'indice de service (IS) pour l'aérodrome Cheikh Larbi Tébessi.

Nous présentons les données suivantes

1. ETAT DE L'INDICE DE SERVICE

Tableau 53: 7.1 ETAT DE L'INDICE DE SERVICE

ETAT DE L'INDICE DE SERVICE

Aérodrome: TEBESSA , Cheikh Larbi Tébessi (121)

PIST:11/29

RELEVES LE:

is section

GLOBAL	STRUCTUREL	ET SURFACE
100,00	100,00	100,00

ETAT DE L'INDICE DE SERVICE

Aérodrome: TEBESSA , Cheikh Larbi Tébessi (121)

PIST:12/30

RELEVES LE:

is section

GLOBAL	STRUCTUREL	ET SURFACE
99,62	100,00	99,62

Les seuils et indices

Seuil critique : dégradations légères et graves en certains points : le suivi de la chaussée doit être plus fréquent

Seuil d'alarme : chute irrémédiable des qualités structurelles des chaussées : réfection nécessaire

Indice de service = combinaison des indices de service structurels et des indices de service superficiels.

Tableau 54: 7.2 1. Les seuils et indices

IS	0-10	10-25	25-40	40-55	55-70	70-85	85-100
Niveau de service	Hors service	Très mauvais	Mauvais	Passable	Moyen	Bon	Très bon

2. L'état de surface : (CODE GRF)

Selon l'évaluation des conditions de surface de piste, le rapport consultatif du pilot sur l'efficacité du freinage

Tableau 55: 7.2.2 Conclusion sur l'état de surface

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
CODE GRF	MOY	MOY	MOY	BOM	BON	-	-	-	-	BON	BOM	MOY

Tableau 56: 7.2. répartition du rapport consultatif sur l'efficacité du freinage

BONNE	5												
BON A MOYEN	4												
MOYEN	3												
MOYEN A FAIBLE	2												
FAIBLE	1												
INFERIEUR A FAIBLE	0												
		MOY	MOY	MOY	BOM	BON	-	-	-	-	BON	BOM	MOY
		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc

GRF: DABC 12/30 AD [MOY (01/ 03/12).BOM(04/11) .BON(6++10)] 0]

GRF: DABC 11/29 AD [MOY (01/ 03/12).BOM(04/11) .BON(6++10)] 10]

INTÉGRATION DU CODE GRF DANS LA GESTION DES CHAUSSÉES (INDICE DE SERVICE)

Forme code

GRF/IS	0-10	10-25	25-40	40-55	55-70	70-85	85-100	
NIVEAU DE SERVICE	Hors service	Très mauvais	Mauvais	Passable	Moyen	Bon	Très bon	
Très A FAIBLE								0
FAIBLE								1
MOYEN A FAIBLE								2
MOYEN							X	3
BON A MOYEN							X	4
BONNE							X	5
Très Bonne								6
	0	1	2	3	4	5	6	

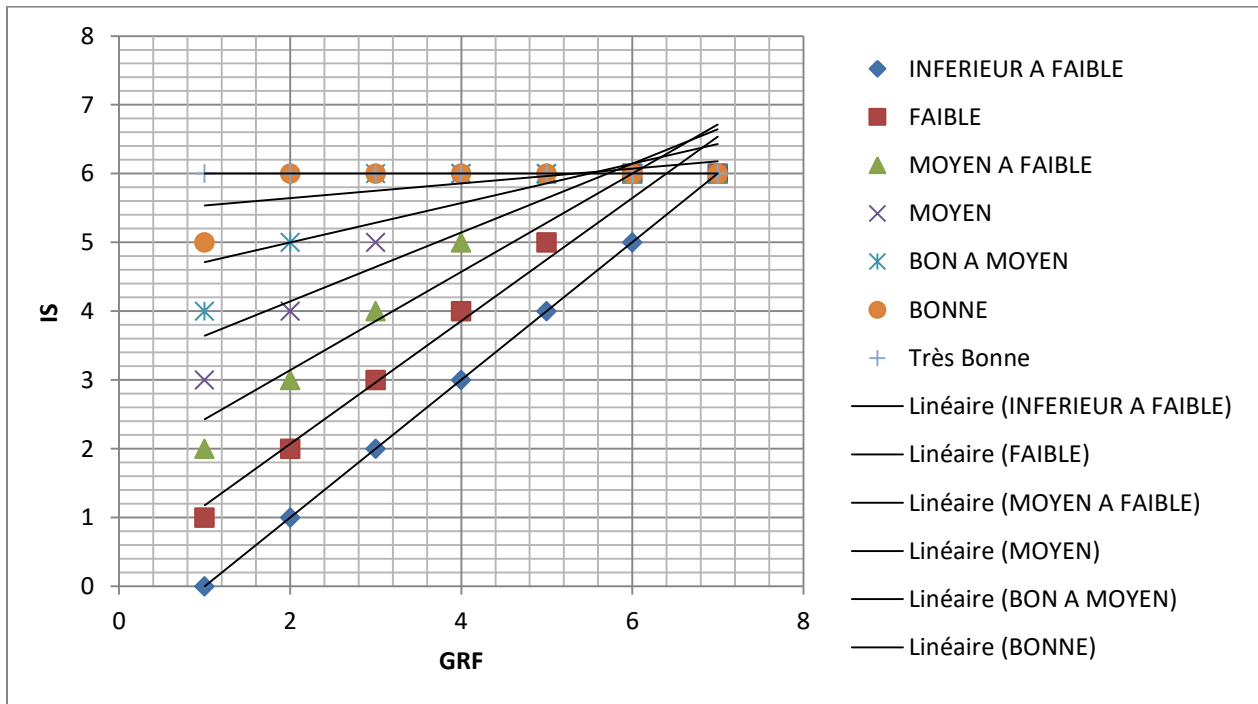
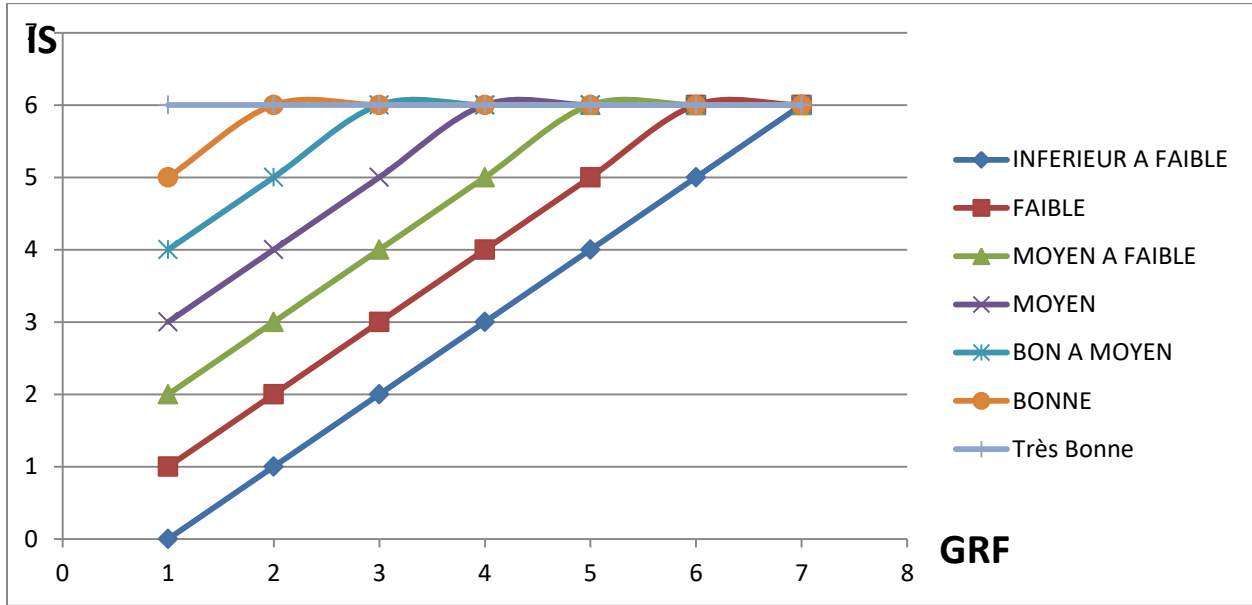
GRFS : DABC 12/30 AD [3/6 (01 / 03/ 12).4/6(04/11) . 5/6(6++10)]

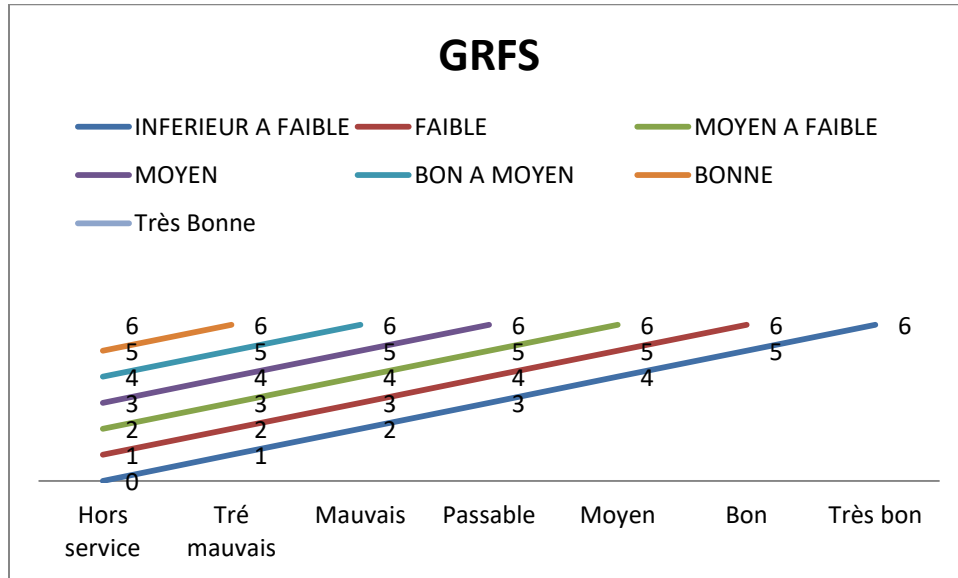
GRF/IS	0-10	10-25	25-40	40-55	55-70	70-85	85-100	
NIVEAU DE SERVICE	Hors service	Très mauvais	Mauvais	Passable	Moyen	Bon	Très bon	
Très FAIBLE								0
FAIBLE								1
MOYEN A FAIBLE								2
MOYEN							X	3
BON A MOYEN							X	4
BONNE							X	5
Très Bonne								6
	0	1	2	3	4	5	6	

GRFS : DABC 12/30 AD [B (01 / 03/ 12).B(04/11) . B(6++10)]

BONNE	B
MOYEN	M
Passable	P
Hors service	H

Forme : Abaque





Conclusion générale

Compléter un code unifié qui comprend une mission qui contribue au développement du service aéronautique. Dans notre démarche d'étude, nous avons essayé de respecter toutes les normes en vigueur qui ne peuvent être négligées et que nous avons prises en compte, les conditions météorologiques et le niveau de service des pistes.

Ce projet de fin d'études a été l'occasion de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises lors de notre formation.

Ce fut également une excellente occasion d'en apprendre davantage sur les progrès réalisés dans ce domaine. Ce fut l'occasion pour nous de bénéficier des expériences de personnes dans ce domaine, et d'autre part de connaître une méthodologie rationnelle qu'il faut suivre pour développer un code unifié.

Une fois de plus, ce travail nous a poussé à mieux maîtriser l'outil informatique, et à nous renseigner sur la gestion aéroportuaire et la sécurité des avions.

Nous avons cherché à mettre en évidence tous les processus qui doivent être suivis pour créer un code unifié qui contribue à réduire les accidents et à faciliter la communication entre les différents travailleurs de ce domaine.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Format de fichier: PDF/Adorbe Acrobat –Afficher « Runway condition assessment process ».
- [2] Format de fichier: PDF /**Ancien mémoire** Un nouveau concept : Le déploiement d'un GRF (Global Reporting Format) pour un aéroport donné : Application à l'aéroport MOHAMMAD BOUDIEF Constantine -dirigé par Mr ROUILI AHMED
- [3] Documents Officiel du service ENNA tebessa
- [4] Documents Officiel du service EGSA
- [5] Documents Officiel du laboratoire de la banque de données des travaux aéroportuaires, DTP Tebessa
- [2] Documents et Données du service ONM tebessa
- [6] Format de fichier: PDF /rescue and firefighting services and snow plan«AIP AD 1.2-1 ALGERIA»
- [7] Format de fichier: PDF/ Méthode Indice de service « guidemethodologieSTBA 2003»
- [8] Format de fichier: PDF /Catalogue des dégradations « état de la surface des chaussées aéronautiques STBA 2007»
- [9] Documents et Cours du module Aéroport par Pr A.ROUILI, Université L'université Larbi Tébessi, Tébessa, 2024
- Moteurs de recherche :**
- [10] <http://www.earth.google.com>
– <https://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/fr/publications/caracterisation-letat-surface-pistes-en-conditions-meteorologiques-degradees>
- [11] <https://www.icao.int/safety/Pages/GRF.aspx>
- [12] <https://www.icao.int/Meetings/webinar-series/Pages/GRF.aspx>
- [13] <https://www.sia-enna.dz/PDF/AIP/AD/AD2/DABC/DABC.pdf>
- [14] <https://www.iata.org/en/training/pages/global-reporting-format/>
- [15] <https://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/fr/chaussees-aeronautiques/adherence/global-reporting-format>
- [16] <https://www.unitingaviation.com/video/skytalks/a40-skytalks/a40-skytalks-the-global-reporting-system-format-be-aware-get-ready/>
- [17] <https://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/fr/airfield-pavement/monitoring>

ANNEXES

CHAUSSEE SOUPLE

FLACHE

Code IS : 1

Dépression localisée de la surface de la chaussée, généralement de forme elliptique en plan et de longueur inférieure à 5 m.

Les niveaux de gravité dépendent de la nature de la chaussée. Ils s'établissent en fonction de la profondeur maximale p mesurée sous la règle de 3 mètres.

Niveau de gravité	piste ou bretelle grande vitesse	voie de circulation ou aire de stationnement
L	$0,3 \text{ cm} < p \leq 1 \text{ cm}$	$1 \text{ cm} < p \leq 2 \text{ cm}$
M	$1 \text{ cm} < p \leq 2 \text{ cm}$	$2 \text{ cm} < p \leq 4 \text{ cm}$
E	$p > 2 \text{ cm}$	$p > 4 \text{ cm}$

Quantitatif :
surface en m^2 du rectangle qui entoure la dégradation.

ORNIERE/FRAYEE

Code IS : 2

Dépression longitudinale de faible rayon transversal, apparaissant dans les traces des atterrisseurs et éventuellement accompagnée d'un fluage des enrobés se matérialisant par un bourrelet en bordure de la déformation.

Elle se rencontre généralement sur les postes de stationnement « nez dedans » et sur les voies de circulation.

Les niveaux de gravité sont fonction de la profondeur maximale sous la règle de 3 mètres posée transversalement sur la dégradation, indépendamment de la nature de la chaussée.

Niveau léger : profondeur inférieure ou égale à 1 cm
Niveau moyen : profondeur supérieure à 1 cm et inférieure ou égale à 2 cm
Niveau élevé : profondeur supérieure à 2 cm

Quantitatif :
surface en m^2 du rectangle qui entoure la dégradation.

FISSURE DE FATIGUE

Code IS : 3

Fissure longitudinale apparaissant généralement dans les traces des atterrisseurs. Elle est souvent accompagnée de fissures transversales à intervalle aléatoire et d'une dépression.

Les niveaux de gravité sont fonction de : l'ouverture de la fissure, la présence ou non de ramifications, l'existence ou non de dépôts de matériaux.

Niveau léger : fissure simple d'ouverture inférieure à 5 mm ou fissure bien réparée
Niveau moyen : fissure simple d'ouverture supérieure à 5 mm ou fissure avec ramifications sans départ de matériaux
Niveau élevé : fissure avec dépôts de matériaux.

Quantitatif :
longueur en mètre pour chaque niveau de gravité.
Ex. : fissure de 25 m avec :
5 m L
10 m M
10 m E

FAIENCAGE DE FATIGUE

Code IS : 4

Ensemble de fissures formant un maillage, les mailles ayant la forme de polygones dont la plus grande diagonale ne dépasse pas 60 cm. Généralement cette dégradation est située dans les traces des atterrisseurs et est accompagnée d'une dépression.

Le niveau de gravité est évalué à partir de la fissure constitutive la plus grave, à savoir :

Niveau léger : fissure simple d'ouverture inférieure à 5 mm ou fissure bien réparée
Niveau moyen : fissure simple d'ouverture supérieure à 5 mm ou fissure avec ramifications sans départ de matériaux
Niveau élevé : fissure avec dépôts de matériaux.

Quantitatif :
surface en m^2 du rectangle qui entoure la dégradation.

DESENROBAGE/BRULURE/PELADE

Code IS : 5

DESENROBAGE/BRULURE

Séparation du mastic (liant + fines) et des granulats avec éventuellement dépôts de ces derniers.

Niveau léger : déchaussement de granulats avec dépôts légers
Niveau moyen : dépôts importants de granulats
Niveau élevé : dépôts massifs de granulats

PELADE

Arrachement de la couche de roulement par plaques.

Le niveau de gravité est systématiquement considéré élevé.

Quantitatif :
surface en m^2 du rectangle qui entoure la dégradation.

FISSURE DE JOINT

Code IS : 6

Il faut entendre par « joint » le raccordement longitudinal entre deux bandes de répandage de la couche de roulement, ou transversal à la reprise de bande. Par extension, cela peut désigner également la délimitation entre zones de structures différentes.

Les niveaux de gravité sont fonction de : l'ouverture de la fissure, la présence ou non de ramifications, l'existence ou non de dépôts de matériaux.

Niveau léger : fissure simple d'ouverture inférieure à 5 mm ou fissure bien réparée
Niveau moyen : fissure simple d'ouverture supérieure à 5 mm ou fissure avec ramifications sans départ de matériaux
Niveau élevé : fissure avec dépôts de matériaux.

Quantitatif :
longueur en mètre du cheminement de chaque niveau de gravité.
Ex. : fissure de 25 m avec :
10 m L
5 m M
10 m E

CHAUSSEE SOUPLE

FISSURE DE RETRAIT

Code IS : 7

Fissure généralement transversale se rencontrant à intervalle régulier (variable de 3 à 20 m) sur une partie ou la totalité de la largeur de la chaussée. Elle peut s'accompagner de déformations (gonflements ou tassements).

Par extension au cas des chaussées en dalles de béton de ciment renforcées en enrobés, fissure située au droit des joints de dalles.

Les niveaux de gravité sont fonction de : l'ouverture de la fissure, la présence ou non de ramifications, l'existence ou non de départs de matériaux.

Niveau léger : fissure simple d'ouverture inférieure à 5 mm ou fissure bien réparée

Niveau moyen : fissure simple d'ouverture supérieure à 5 mm ou fissure avec ramifications sans départ de matériaux

Niveau élevé : fissure avec départs de matériaux.

Quantitatif

longueur en mètre du cheminement de chaque niveau de gravité.

Ex. : fissure de 25 m avec :

5 m L
5 m M
20 m E

FAIENCAGE DE RETRAIT

Code IS : 8

Ensemble de fissures formant un maillage, les mailles étant sensiblement rectangulaires, de largeur inférieure à 3 m et généralement supérieure à 60 cm. Cette dégradation peut se rencontrer indifféremment sur toute la largeur de la chaussée, même dans les zones non circulées.

Le niveau de gravité est évalué à partir de la fissure constitutive la plus grave, à savoir :

Niveau léger : fissure simple d'ouverture inférieure à 5 mm ou fissure bien réparée

Niveau moyen : fissure simple d'ouverture supérieure à 5 mm ou fissure avec ramifications sans départ de matériaux

Niveau élevé : fissure avec départs de matériaux.

Quantitatif

surface en m² du rectangle qui entoure la dégradation.

REPARATION PONCTUELLE DEGRADEE

Code IS : 9

Réparation ponctuelle, quelque soit son origine, à l'exception des scellements de fissures, concernant une ou plusieurs couches de chaussée et présentant des dégradations plus ou moins importantes sur sa surface ou sur son contour.

Le niveau de gravité est pris égal au niveau le plus élevé rencontré parmi les dégradations figurant à la surface de la réparation et sur son contour.

Quantitatif

surface cumulée en m² des réparations de même niveau de gravité par maille.

FISSURES PARABOLIQUES

ENROBE TIRE

Code IS : 10

Fissures groupées en forme de croissant concernant la couche de roulement.

Ces fissures peuvent être accompagnées de bourrelets.

Aucun niveau de gravité n'est à rechercher.

Quantitatif

surface en m² du rectangle qui entoure la dégradation.

DEFORMATION EN « W »

Code IS : 11

Dépressions longitudinales de grand rayon transversal, situées de part et d'autre de l'axe de circulation dans le passage des atterrisseurs principaux des avions et dont les largeurs varient entre 5 et 7 m. Elles s'observent généralement sur d'assez grandes longueurs.

Compte tenu de la largeur importante des dépressions, les niveaux de gravité sont mesurés à la corde de 7 m. Ils sont fonction de la profondeur maximale sous fil obtenue sur le profil en travers.

Niveau léger : profondeur inférieure ou égale à 1,5 cm

Niveau moyen : profondeur supérieure à 1,5 cm et inférieure ou égale à 3 cm

Niveau élevé : profondeur supérieure à 3 cm

Quantitatif

surface cumulée en m² des deux rectangles encadrant les dépressions.

GONFLEMENT/BOURRELET

Code IS : 12

Renflement de la structure dans le profil en long ou le profil en travers.

Les niveaux de gravité dépendent de la nature de la chaussée. Ils s'établissent en fonction de la hauteur maximale h mesurée sous la règle de 3 m centrée sur la dégradation. La règle se place perpendiculairement à la direction générale de celle-ci et parallèlement à la pente moyenne de la chaussée.

Quantitatif

surface en m² encadrant le gonflement.

Niveau de gravité	piste ou bretelle grande vitesse	voie de circulation ou aire de stationnement
L	$h < 1 \text{ cm}$	$1 \text{ cm} < h \leq 2 \text{ cm}$
M	$1 \text{ cm} < h \leq 2 \text{ cm}$	$2 \text{ cm} < h \leq 4 \text{ cm}$
E	$h > 2 \text{ cm}$	$h > 4 \text{ cm}$

CHAUSSEE SOUPLE

TASSEMENT DIFFERENTIEL

MARCHE

Code IS : 13

Dénivellation, généralement transversale, liée aux dispositions constructives.

Les niveaux de gravité dépendent de la nature de la chaussée. Ils s'établissent en fonction de la hauteur de la dénivellation h mesurée au droit de la dégradation.

Niveau de gravité	piste ou bretelle grande vitesse	voie de circulation ou aire de stationnement
L	$h \leq 1 \text{ cm}$	$1 \text{ cm} < h \leq 2 \text{ cm}$
M	$1 \text{ cm} < h \leq 2 \text{ cm}$	$2 \text{ cm} < h \leq 4 \text{ cm}$
E	$h > 2 \text{ cm}$	$h > 4 \text{ cm}$

Quantitatif

longueur en mètres pour chaque niveau de gravité.

NID DE POULE

Code IS : 14

Cavité à la surface de la chaussée due à des départs de matériaux.

Compte tenu des conséquences sur la sécurité des vols, ce type de dégradation nécessite un colmatage urgent. Sa présence, seule, sera relevée.

Aucun niveau de gravité n'est à rechercher.

Quantitatif

signaler le nombre d'Unité.

CONTAMINATION/SOUILURE

Code IS : 15

Pénétration dans l'enrobé de produits chimiques (ex : hydrocarbures, huiles,...) ayant un pouvoir solvant sur le bitume. Ce défaut s'observe généralement sur les aires de stationnement.

Aucun niveau de gravité n'est à rechercher.

Quantitatif

surface en m^2 du rectangle qui entoure la dégradation.

DEPOT DE GOMME

Code IS : 16

Dépôt de caoutchouc localisé dans la zone de toucher des roues.

Aucun niveau de gravité n'est à rechercher.

Quantitatif

surface en m^2 du rectangle qui entoure la dégradation.

EMPREINTE/POINCONNEMENT

Code IS : 17

Enfoncement localisé du revêtement. Ce défaut s'observe généralement sur les aires de stationnement.

Les niveaux de gravité sont fonction de la profondeur maximale de l'enfoncement.

Niveau léger : profondeur inférieure ou égale à 1 cm

Niveau moyen : profondeur supérieure à 1 cm et inférieure ou égale à 2 cm

Niveau élevé : profondeur supérieure à 2 cm

Quantitatif

surface en m^2 du rectangle qui entoure la dégradation.

ENROBE POREUX

Code IS : 18

Enrobé ayant un aspect ouvert soit en milieu de bande de répannage, soit au niveau du joint entre bandes.

Aucun niveau de gravité n'est à rechercher.

Quantitatif

surface en m^2 du rectangle qui entoure la dégradation.

REMONTEE D'EAU

Code IS : 19

Zone humide d'eau claire provenant du corps de chaussée et remontant à travers les points faibles de la couche de roulement (fissures, enrobé poreux).

Aucun niveau de gravité n'est à rechercher.

Quantitatif

surface en m^2 du rectangle qui entoure la dégradation.

REMONTEE DE FINES

Code IS : 20

Zone humide d'eau chargée (en fines, laitance, boues,...) provenant du corps de chaussée et remontant à travers les points faibles de la couche de roulement (fissures, enrobé poreux).

Aucun niveau de gravité n'est à rechercher.

Quantitatif

surface en m^2 du rectangle qui entoure la dégradation.

RESSUAGE

Code IS : 21

Remontée de mastic (liant + fines) à la surface du revêtement.

Aucun niveau de gravité n'est à rechercher.

Quantitatif

surface en m^2 du rectangle qui entoure la dégradation.

CHAUSSEE RIGIDE

FISSURE

Code IS : 1

Rupture de dalle en 2 morceaux à l'exclusion des ruptures en coin.

- L = Fissure non épaufrée d'ouverture ≤ 2 mm ou fissure bien réparée
- M = Fissure non épaufrée d'ouverture > 2 mm ou fissure épaufrée sans départ de matériaux.
- E = Fissure avec départ de matériaux - Unité: dalle.

FRACTURE

Code IS : 2

Rupture de dalle en plus de 2 morceaux. Les cassures d'angle étant comptées à part.

Nombre de morceaux de dalle (N)	Niveaux de gravité des fissures		
	Léger	Moyen	Elevé
N = 3	L	M	E
N > 3	M	E	E

Le dénombrement des morceaux de dalle doit être effectué en faisant abstraction de la fragmentation due aux fissures en coin.

FISSURE EN COIN CASSURE D'ANGLE

Code IS : 3

Rupture de dalle en 2 morceaux.

- L = Fissure non épaufrée d'ouverture ≤ 2 mm ou fissure bien réparée
- M = Fissure non épaufrée d'ouverture > 2 mm ou fissure épaufrée sans départ de matériaux.
- E = Fissure avec départ de matériaux.

EPAUFRURE

Code IS : 4

Bris de dalle en coin ou en partie courante à moins de 30 cm des joints.

Longueur de la dégradation	Sans départ de matériaux		Avec départs de matériaux
	n ≤ 3	n > 3	
L ≤ 60 cm	L	L	E
L > 60 cm	L	M	E

n : nombre de morceaux composant la dégradation

FAIENCAGE

ECAILLAGE

Code IS : 5

FAIENCAGE : ensemble de petites fissures formant un maillage serré

ECAILLAGE : départ de petites plaques de pellicules de laitance

- L = Faiencage
- M = Ecaillage ≤ 1 m²
- E = Ecaillage > 1 m²

REPARATION PONCTUELLE DEGRADEE

Code IS : 6

Réparation ponctuelle quelque soit l'origine concernant une fraction de dalle $\geq 0,50$ m² à l'exception du scellement de fissure et présentant des dégradations sur sa surface ou le contour. **Le niveau de gravité est égal au niveau le plus élevé rencontré parmi les dégradations figurant à la surface ou le contour.**

DEFAUT DE JOINT

Code IS : 7

- L = quelques défauts ponctuels vieillissement ou décollement sur moins de la moitié de la longueur
- M = quelques défauts ponctuels vieillissement ou décollement sur plus de la moitié de la longueur
- E = fissuration ou décollement systématique ou arrachement

POMPAGE

Code IS : 8

Remontée de fines à travers les joints ou les fissures. Les battements de dalles sous charge génèrent des mouvements d'eau sous pression aux interfaces dalles-fondation qui provoquent ces remontées.



2 dalles



3 dalles



5 dalles

Le niveau de gravité est fonction du nombre de dalles affectées par la dégradation rapporté au nombre total de dalles par maille de relevé. **Il sera apprécié lors de l'exploitation du relevé.**

DECALAGE/MARCHE

Code IS : 9

Différence de niveau entre 2 dalles successives ou les lèvres d'une fissure (une épaufrure avec départ de matériaux n'est pas une marche).

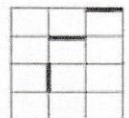
- L = H $\leq 0,5$ cm
- M = $0,5 < H \leq 1,5$ cm
- E = H $> 1,5$ cm



1 déca.



2 déca.



3 déca.

DEPOT DE GOMME

Code IS :

La dalle est comptée si elle est couverte d'au moins 1m².

Localisation : zone de toucher des roues.

Aucun niveau de gravité n'est à rechercher.

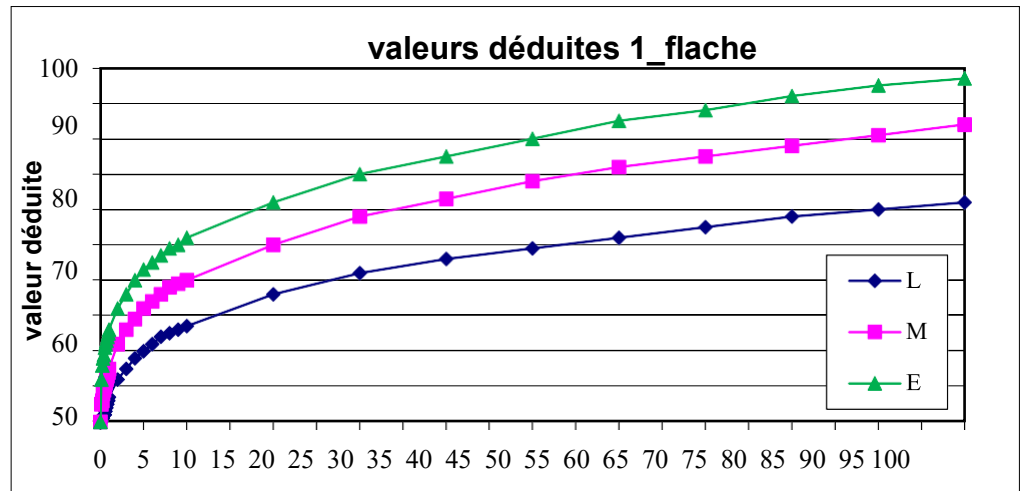
DG

Calculs d'IS: courbes et tableaux de valeurs déduites

1. Chaussées souples

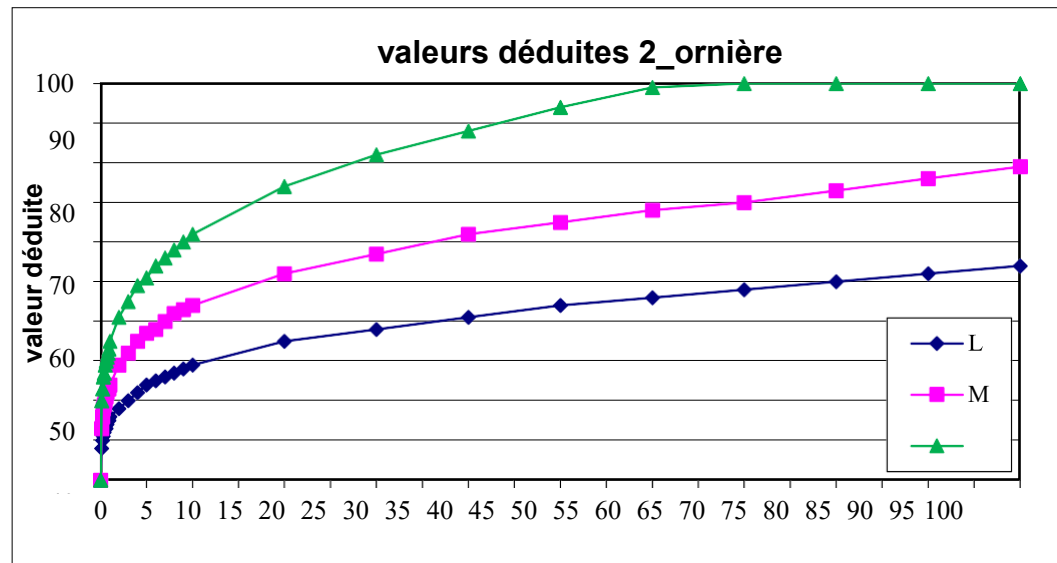
1.1 Flaches

Densité	L	M	E
0	0	0	0
0,1	0	5	12
0,2	1	6	16
0,3	1	8	18
0,4	2	9	19
0,5	2	10	21
0,6	3	11	22
0,7	4	12	23
0,8	5	13	24
0,9	6	14	25
1	7	15	26
2	12	22	32
3	15	26	36
4	18	29	40
5	20	32	43
6	22	34	45
7	24	36	47
8	25	38	49
9	26	39	50
10	27	40	52
20	36	50	62
30	42	58	70
40	46	63	75
50	49	68	80
60	52	72	85
70	55	75	88
80	58	78	92
90	60	81	95
100	62	84	97



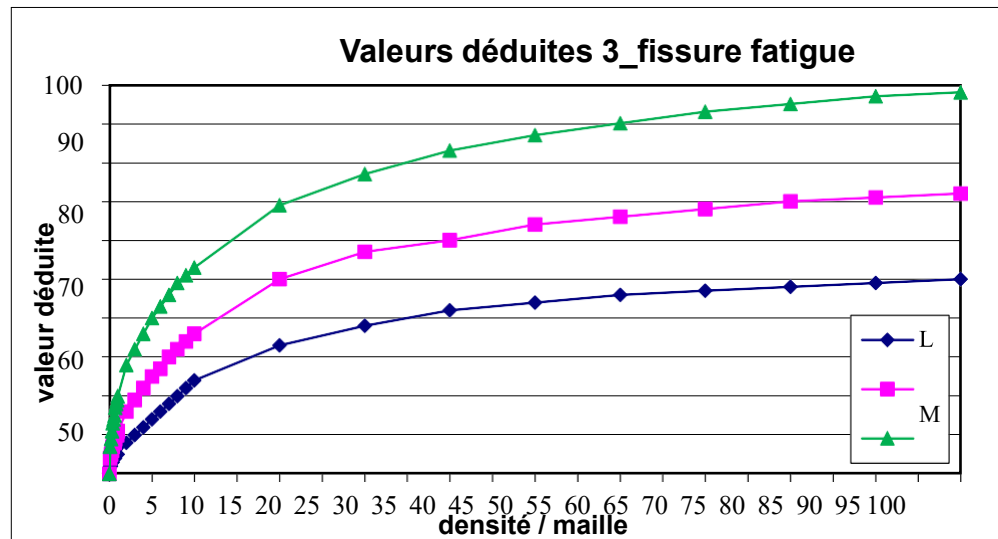
1.2. Ornières

Densité	L	M	E
0	0	0	0
0,1	8	13	20
0,2	10	16	23
0,3	11	18	26
0,4	12	19	27
0,5	13	20	29
0,6	13	21	30
0,7	14	22	31
0,8	15	23	32
0,9	15	23	33
1	16	24	35
2	18	29	41
3	20	32	45
4	22	35	49
5	24	37	51
6	25	38	54
7	26	40	56
8	27	42	58
9	28	43	60
10	29	44	62
20	35	52	74
30	38	57	82
40	41	62	88
50	44	65	94
60	46	68	99
70	48	70	100
80	50	73	100
90	52	76	100
100	54	79	100



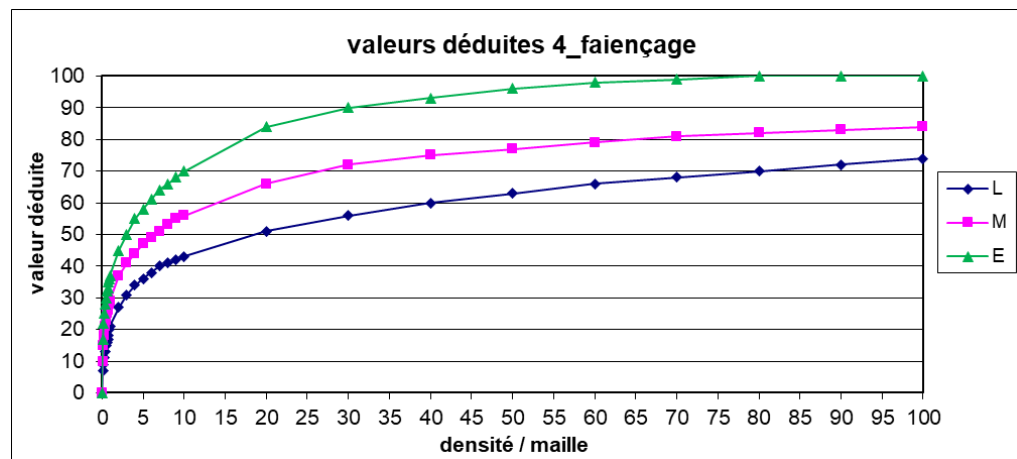
1.2. Fissures de fatigue

Densité	L	M	E
0	0	0	0
0,1	2	4	7
0,2	2	5	9
0,3	3	6	11
0,4	3	7	13
0,5	4	8	14
0,6	4	8	15
0,7	4	9	17
0,8	5	10	18
0,9	5	10	19
1	5	11	20
2	8	16	28
3	10	19	32
4	12	22	36
5	14	25	40
6	16	27	43
7	18	30	46
8	20	32	49
9	22	34	51
10	24	36	53
20	33	50	69
30	38	57	77
40	42	60	83
50	44	64	87
60	46	66	90
70	47	68	93
80	48	70	95
90	49	71	97
100	50	72	98



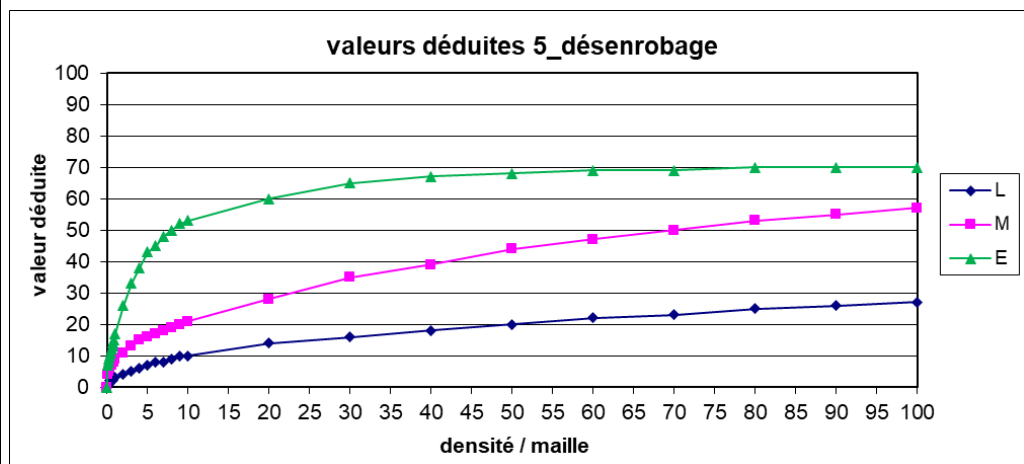
1.3. Façonnage de fatigue

Densité	L	M	E
0	0	0	0
0,1	7	10	17
0,2	9	15	22
0,3	11	18	25
0,4	13	21	28
0,5	15	23	30
0,6	16	25	32
0,7	17	26	33
0,8	18	27	35
0,9	20	28	36
1	21	29	37
2	27	37	45
3	31	41	50
4	34	44	55
5	36	47	58
6	38	49	61
7	40	51	64
8	41	53	66
9	42	55	68
10	43	56	70
20	51	66	84
30	56	72	90
40	60	75	93
50	63	77	96
60	66	79	98
70	68	81	99
80	70	82	100
90	72	83	100
100	74	84	100



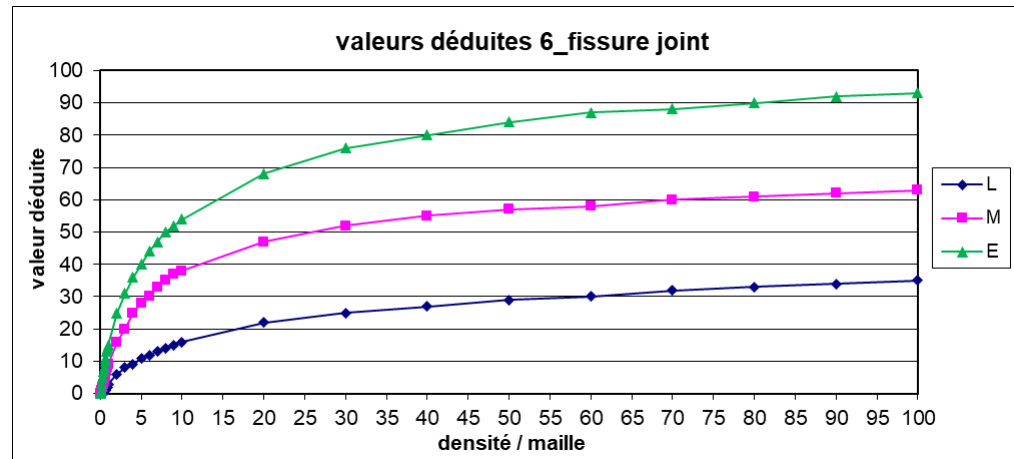
1.4. Désenrobage

Densité	L	M	E
0	0	0	0
0,1	1	4	7
0,2	1	5	8
0,3	1	5	9
0,4	2	6	10
0,5	2	7	11
0,6	2	7	12
0,7	2	8	13
0,8	3	8	14
0,9	3	8	15
1	3	9	17
2	4	11	26
3	5	13	33
4	6	15	38
5	7	16	43
6	8	17	45
7	8	18	48
8	9	19	50
9	10	20	52
10	10	21	53
20	14	28	60
30	16	35	65
40	18	39	67
50	20	44	68
60	22	47	69
70	23	50	69
80	25	53	70
90	26	55	70
100	27	57	70



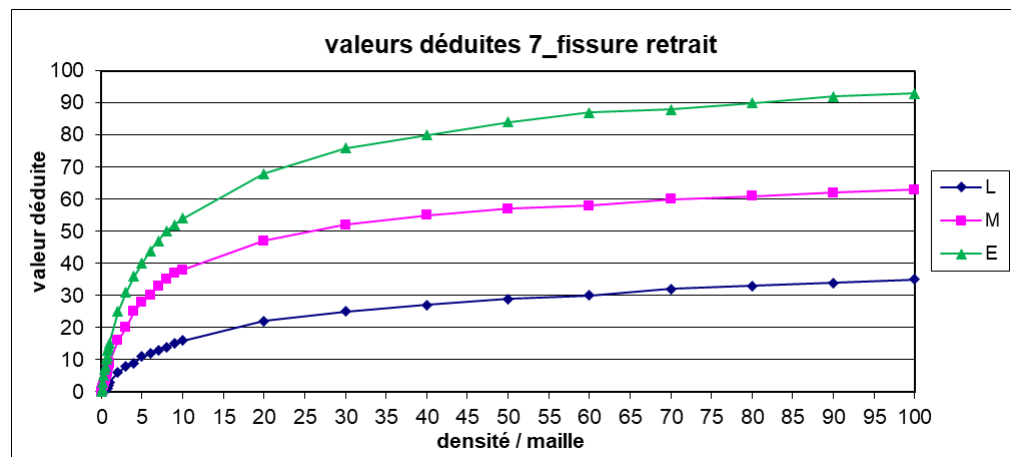
1.6. Fissures de joint

Densité	L	M	E
0	0	0	0
0,1	0	0	1
0,2	0	1	3
0,3	0	2	5
0,4	0	3	7
0,5	1	4	8
0,6	1	5	10
0,7	1	6	11
0,8	2	7	13
0,9	2	8	14
1	3	9	15
2	6	16	25
3	8	20	31
4	9	25	36
5	11	28	40
6	12	30	44
7	13	33	47
8	14	35	50
9	15	37	52
10	16	38	54
20	22	47	68
30	25	52	76
40	27	55	80
50	29	57	84
60	30	58	87
70	32	60	88
80	33	61	90
90	34	62	92
100	35	63	93



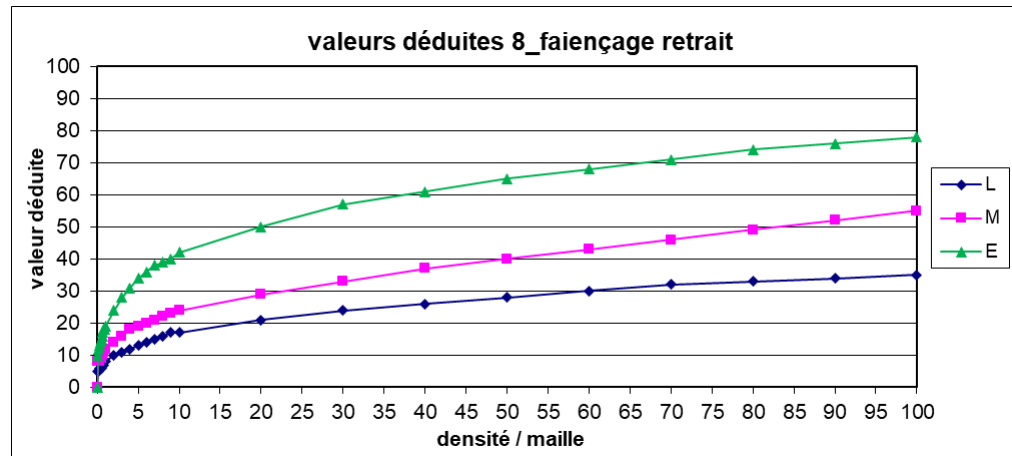
1.7. Fissures de retrait

Densité	L	M	E
0	0	0	0
0,1	0	0	1
0,2	0	1	3
0,3	0	2	5
0,4	0	3	7
0,5	1	4	8
0,6	1	5	10
0,7	1	6	11
0,8	2	7	13
0,9	2	8	14
1	3	9	15
2	6	16	25
3	8	20	31
4	9	25	36
5	11	28	40
6	12	30	44
7	13	33	47
8	14	35	50
9	15	37	52
10	16	38	54
20	22	47	68
30	25	52	76
40	27	55	80
50	29	57	84
60	30	58	87
70	32	60	88
80	33	61	90
90	34	62	92
100	35	63	93



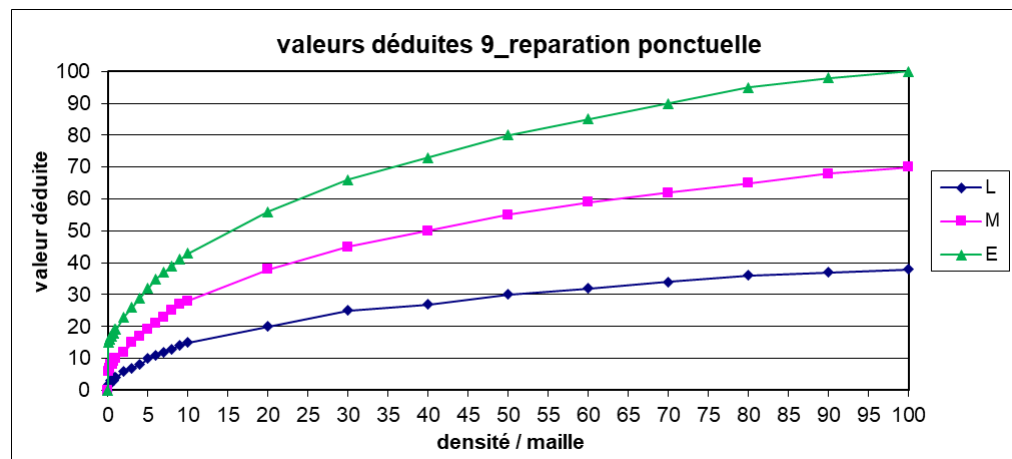
1.8. Faççage de retrait

Densité	L	M	E
0	0	0	0
0,1	5	8	10
0,2	5	8	12
0,3	6	8	13
0,4	6	9	14
0,5	6	9	15
0,6	7	10	16
0,7	7	10	17
0,8	7	11	18
0,9	8	12	18
1	8	12	19
2	10	14	24
3	11	16	28
4	12	18	31
5	13	19	34
6	14	20	36
7	15	21	38
8	16	22	39
9	17	23	40
10	17	24	42
20	21	29	50
30	24	33	57
40	26	37	61
50	28	40	65
60	30	43	68
70	32	46	71
80	33	49	74
90	34	52	76
100	35	55	78



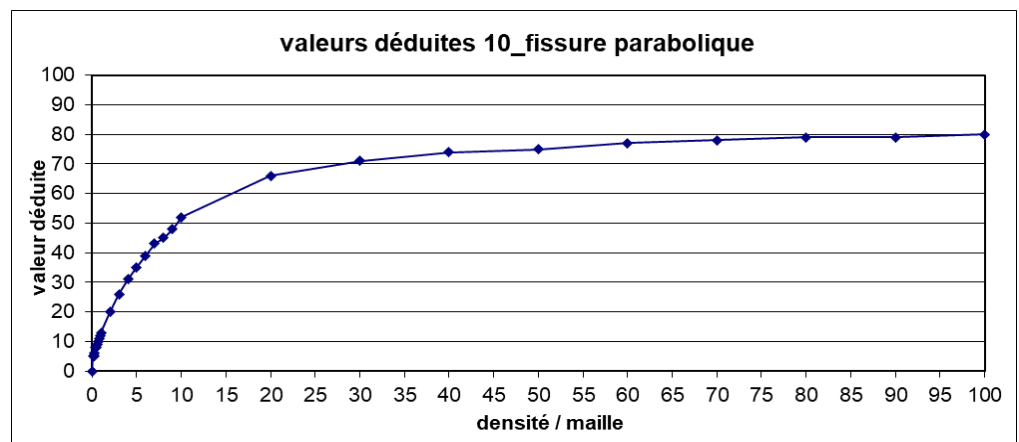
1.9. Réparation ponctuelle

Densité	L	M	E
0	0	0	0
0,1	2	6	15
0,2	2	7	16
0,3	2	7	16
0,4	3	8	17
0,5	3	8	17
0,6	3	8	18
0,7	3	9	18
0,8	3	9	18
0,9	4	10	19
1	4	10	19
2	6	12	23
3	7	15	26
4	8	17	29
5	10	19	32
6	11	21	35
7	12	23	37
8	13	25	39
9	14	27	41
10	15	28	43
20	20	38	56
30	25	45	66
40	27	50	73
50	30	55	80
60	32	59	85
70	34	62	90
80	36	65	95
90	37	68	98
100	38	70	100



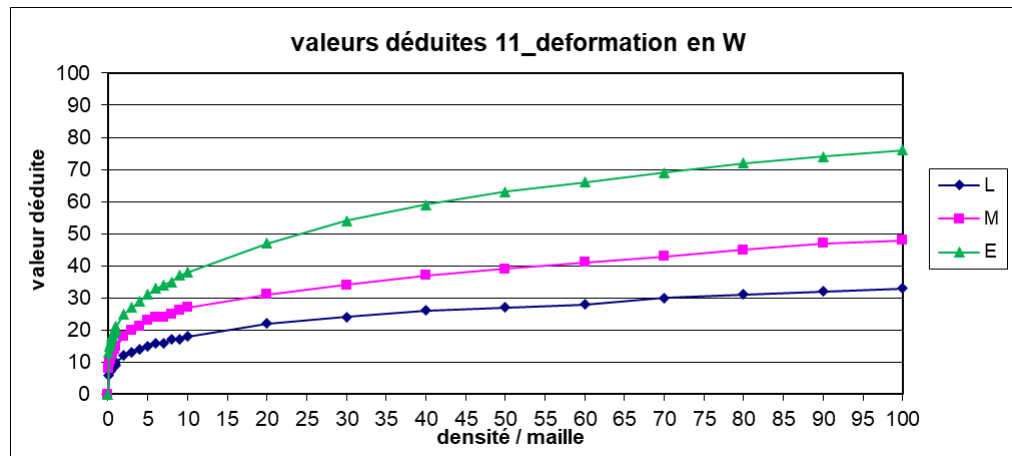
1.10. Fissures paraboliques

Densité	VD
0	0
0,1	5
0,2	5
0,3	6
0,4	8
0,5	8
0,6	9
0,7	10
0,8	11
0,9	12
1	13
2	20
3	26
4	31
5	35
6	39
7	43
8	45
9	48
10	52
20	66
30	71
40	74
50	75
60	77
70	78
80	79
90	79
100	80



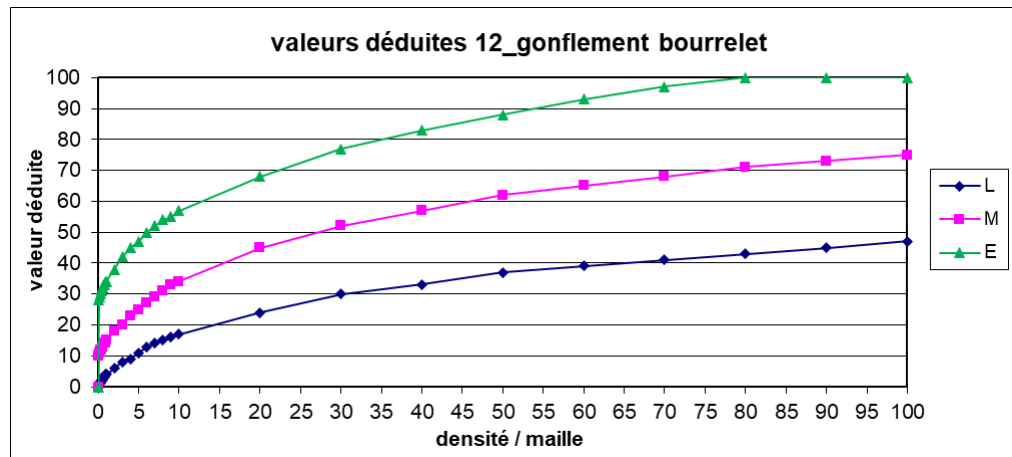
1.11. Déformation en W

Densité	L	M	E
0	0	0	0
0,1	6	8	13
0,2	7	10	15
0,3	7	11	16
0,4	8	12	17
0,5	8	13	18
0,6	8	13	18
0,7	9	14	19
0,8	9	14	20
0,9	9	15	20
1	10	15	21
2	12	18	25
3	13	20	27
4	14	21	29
5	15	23	31
6	16	24	33
7	16	24	34
8	17	25	35
9	17	26	37
10	18	27	38
20	22	31	47
30	24	34	54
40	26	37	59
50	27	39	63
60	28	41	66
70	30	43	69
80	31	45	72
90	32	47	74
100	33	48	76



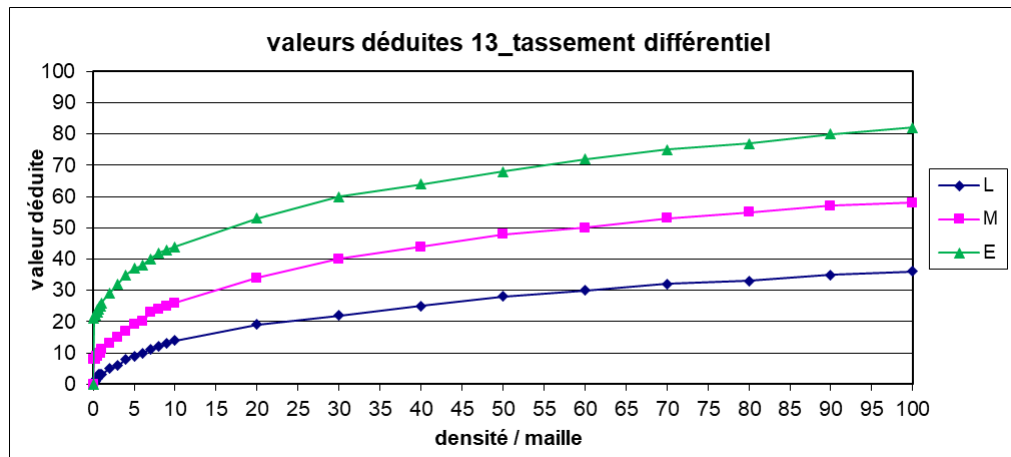
1.12. Gonflement - Bourrelet

Densité	L	M	E
0	0	0	0
0,1	1	10	28
0,2	1	11	29
0,3	1	12	30
0,4	2	12	31
0,5	2	13	32
0,6	3	13	32
0,7	3	14	33
0,8	3	14	33
0,9	4	14	34
1	4	15	34
2	6	18	38
3	8	20	42
4	9	23	45
5	11	25	47
6	13	27	50
7	14	29	52
8	15	31	54
9	16	33	55
10	17	34	57
20	24	45	68
30	30	52	77
40	33	57	83
50	37	62	88
60	39	65	93
70	41	68	97
80	43	71	100
90	45	73	100
100	47	75	100



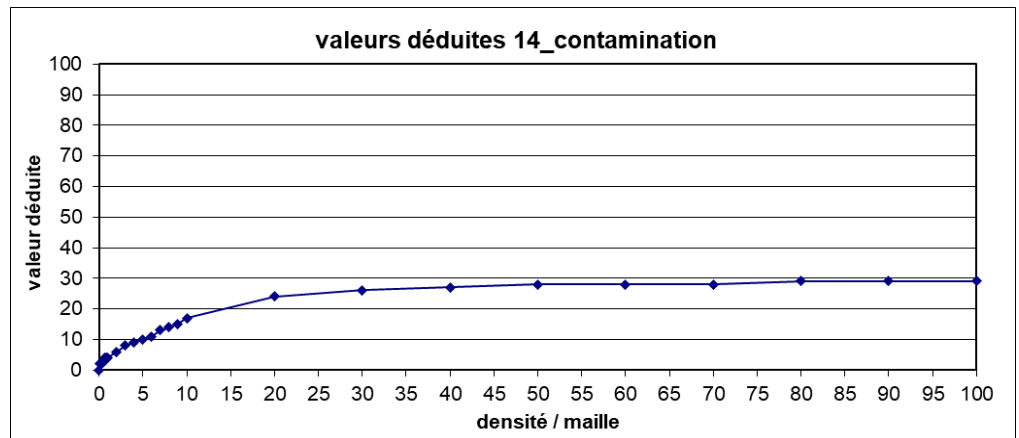
1.13. Tassement différentiel

Densité	L	M	E
0	0	0	0
0,1	1	8	21
0,2	1	8	22
0,3	1	8	22
0,4	2	9	23
0,5	2	9	23
0,6	2	9	24
0,7	3	10	24
0,8	3	10	25
0,9	3	10	25
1	3	11	26
2	5	13	29
3	6	15	32
4	8	17	35
5	9	19	37
6	10	20	38
7	11	23	40
8	12	24	42
9	13	25	43
10	14	26	44
20	19	34	53
30	22	40	60
40	25	44	64
50	28	48	68
60	30	50	72
70	32	53	75
80	33	55	77
90	35	57	80
100	36	58	82



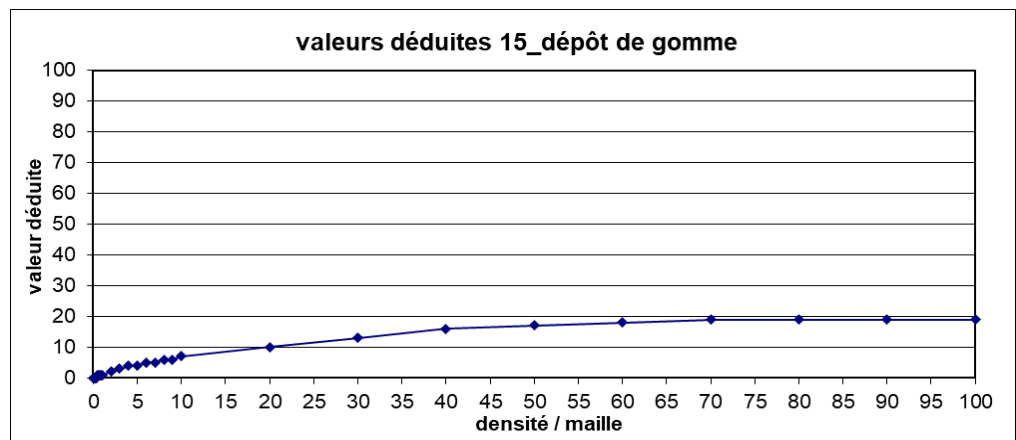
1.14. Contamination

Densité	VD
0	0
0,1	2
0,2	2
0,3	2
0,4	3
0,5	3
0,6	3
0,7	4
0,8	4
0,9	4
1	4
2	6
3	8
4	9
5	10
6	11
7	13
8	14
9	15
10	17
20	24
30	26
40	27
50	28
60	28
70	28
80	29
90	29
100	29



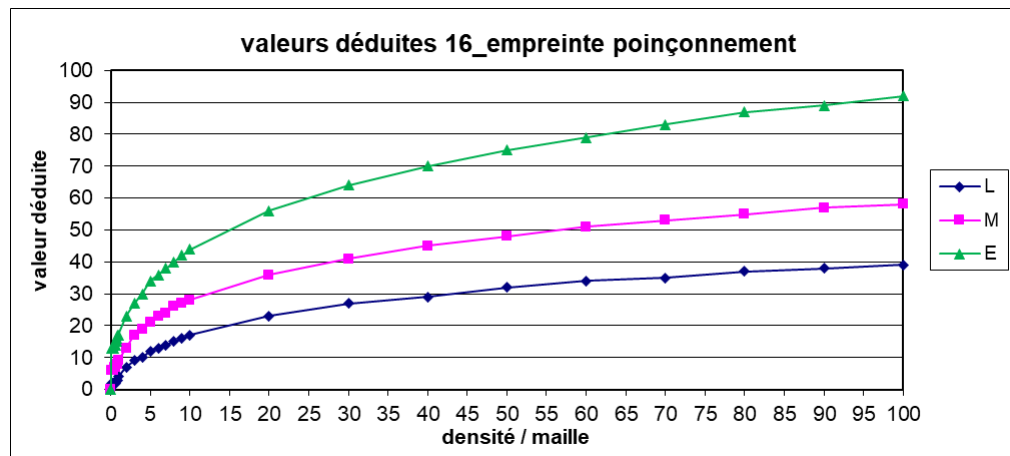
1.15. Dépôts de gomme

Densité	VD
0	0
0,1	0
0,2	0
0,3	0
0,4	0
0,5	1
0,6	1
0,7	1
0,8	1
0,9	1
1	1
2	2
3	3
4	4
5	4
6	5
7	5
8	6
9	6
10	7
20	10
30	13
40	16
50	17
60	18
70	19
80	19
90	19
100	19



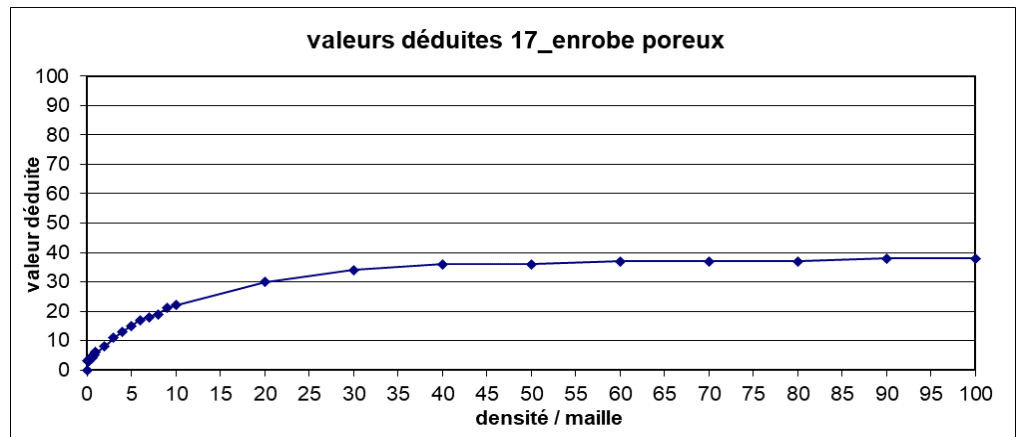
1.16. Empreinte – poinçonnement

Densité	L	M	E
0	0	0	0
0,1	2	6	13
0,2	2	6	13
0,3	2	6	13
0,4	2	6	13
0,5	2	7	14
0,6	2	7	14
0,7	3	8	15
0,8	3	8	16
0,9	3	8	17
1	4	9	17
2	7	13	23
3	9	17	27
4	10	19	30
5	12	21	34
6	13	23	36
7	14	24	38
8	15	26	40
9	16	27	42
10	17	28	44
20	23	36	56
30	27	41	64
40	29	45	70
50	32	48	75
60	34	51	79
70	35	53	83
80	37	55	87
90	38	57	89
100	39	58	92



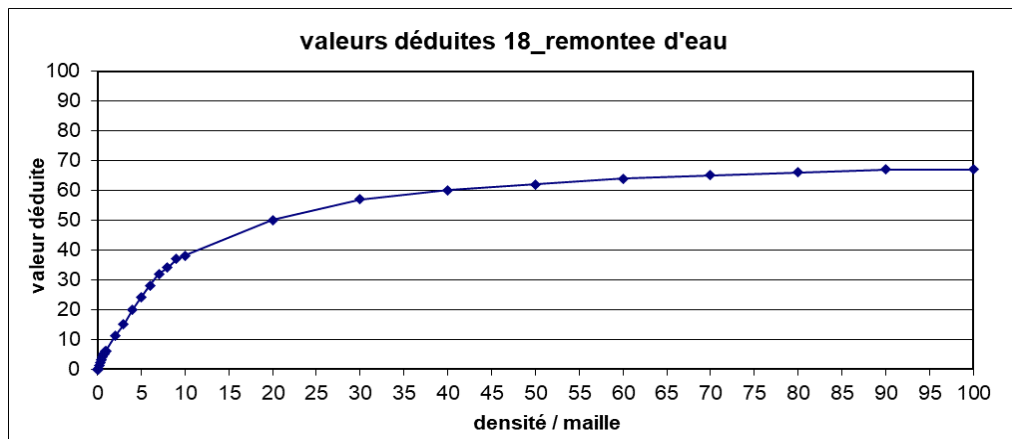
1.17. Enrobé poreux

Densité	VD
0	0
0,1	3
0,2	3
0,3	3
0,4	4
0,5	4
0,6	4
0,7	5
0,8	5
0,9	6
1	6
2	8
3	11
4	13
5	15
6	17
7	18
8	19
9	21
10	22
20	30
30	34
40	36
50	36
60	37
70	37
80	37
90	38
100	38



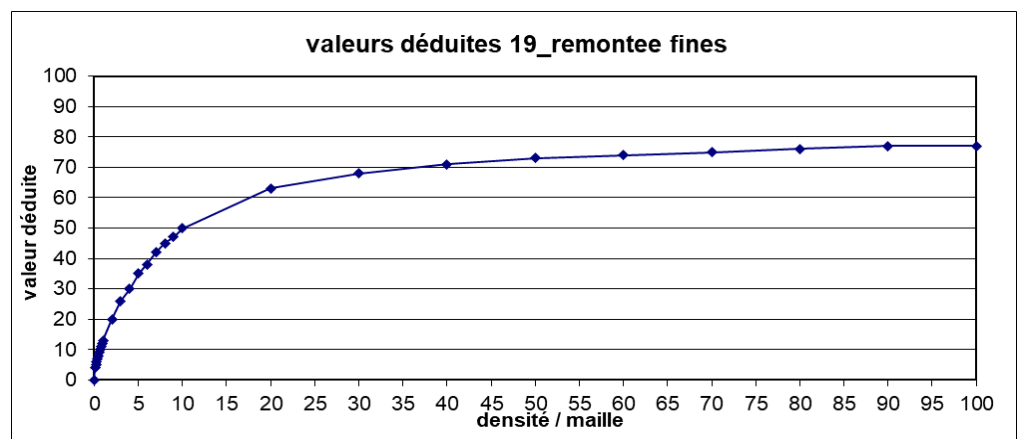
1.18. Remontée d'eau

Densité	VD
0	0
0,1	0
0,2	1
0,3	2
0,4	3
0,5	3
0,6	4
0,7	5
0,8	5
0,9	6
1	6
2	11
3	15
4	20
5	24
6	28
7	32
8	34
9	37
10	38
20	50
30	57
40	60
50	62
60	64
70	65
80	66
90	67
100	67



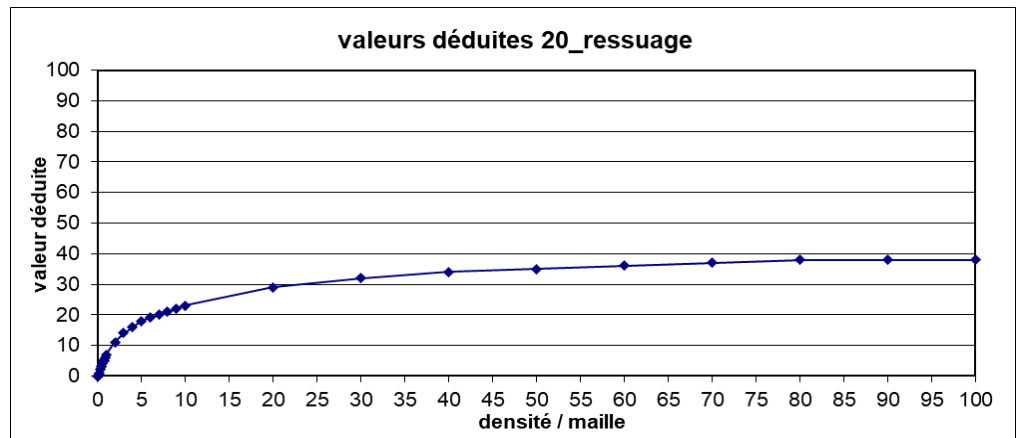
1.19. Remontée de fines

Densité	VD
0	0
0,1	4
0,2	5
0,3	6
0,4	7
0,5	8
0,6	9
0,7	10
0,8	11
0,9	12
1	13
2	20
3	26
4	30
5	35
6	38
7	42
8	45
9	47
10	50
20	63
30	68
40	71
50	73
60	74
70	75
80	76
90	77
100	77



1.20. Ressuage

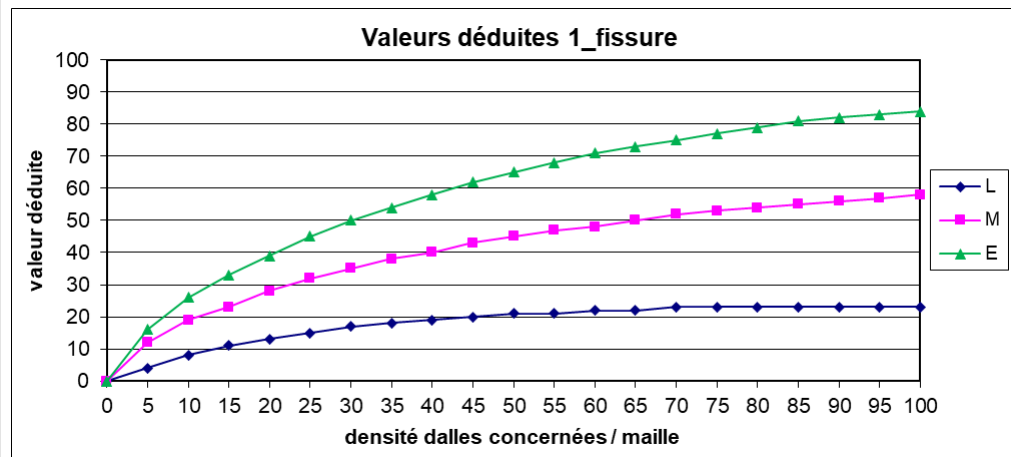
Densité	VD
0	0
0,1	0
0,2	1
0,3	2
0,4	3
0,5	3
0,6	4
0,7	5
0,8	5
0,9	6
1	7
2	11
3	14
4	16
5	18
6	19
7	20
8	21
9	22
10	23
20	29
30	32
40	34
50	35
60	36
70	37
80	38
90	38
100	38



2. Chaussées rigides

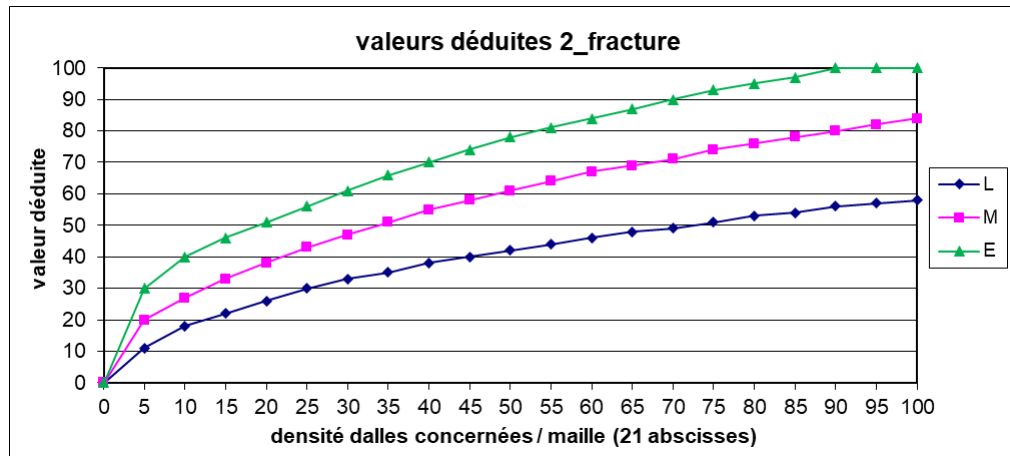
2.1 Fissures

Densité	L	M	E
0	0	0	0
5	4	12	16
10	8	19	26
15	11	23	33
20	13	28	39
25	15	32	45
30	17	35	50
35	18	38	54
40	19	40	58
45	20	43	62
50	21	45	65
55	21	47	68
60	22	48	71
65	22	50	73
70	23	52	75
75	23	53	77
80	23	54	79
85	23	55	81
90	23	56	82
95	23	57	83
100	23	58	84



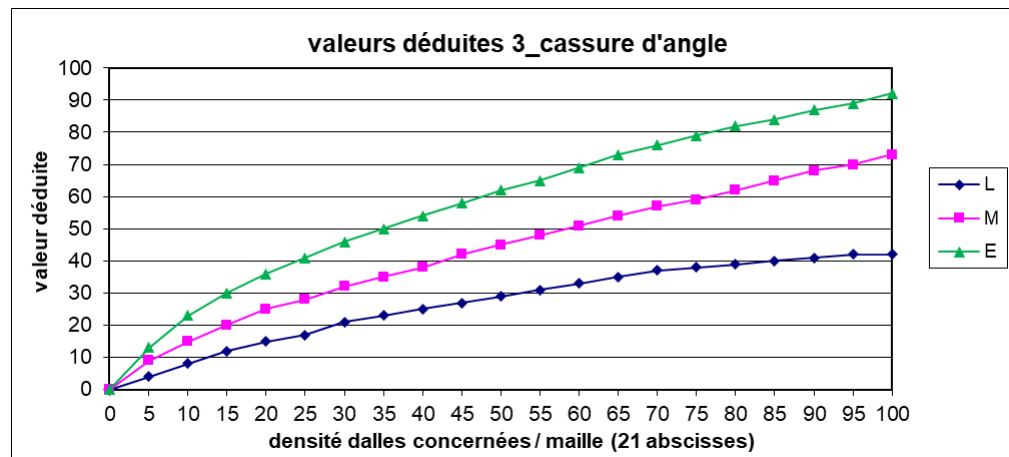
2.2 Fractures

Densité	L	M	E
0	0	0	0
5	11	20	30
10	18	27	40
15	22	33	46
20	26	38	51
25	30	43	56
30	33	47	61
35	35	51	66
40	38	55	70
45	40	58	74
50	42	61	78
55	44	64	81
60	46	67	84
65	48	69	87
70	49	71	90
75	51	74	93
80	53	76	95
85	54	78	97
90	56	80	100
95	57	82	100
100	58	84	100



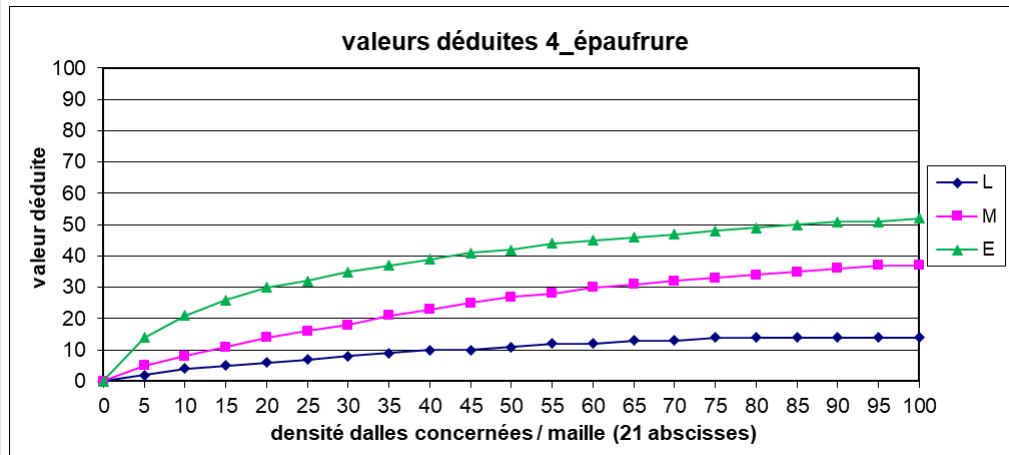
2.3 Cassures d'angle

Densité	L	M	E
0	0	0	0
5	4	9	13
10	8	15	23
15	12	20	30
20	15	25	36
25	17	28	41
30	21	32	46
35	23	35	50
40	25	38	54
45	27	42	58
50	29	45	62
55	31	48	65
60	33	51	69
65	35	54	73
70	37	57	76
75	38	59	79
80	39	62	82
85	40	65	84
90	41	68	87
95	42	70	89
100	42	73	92



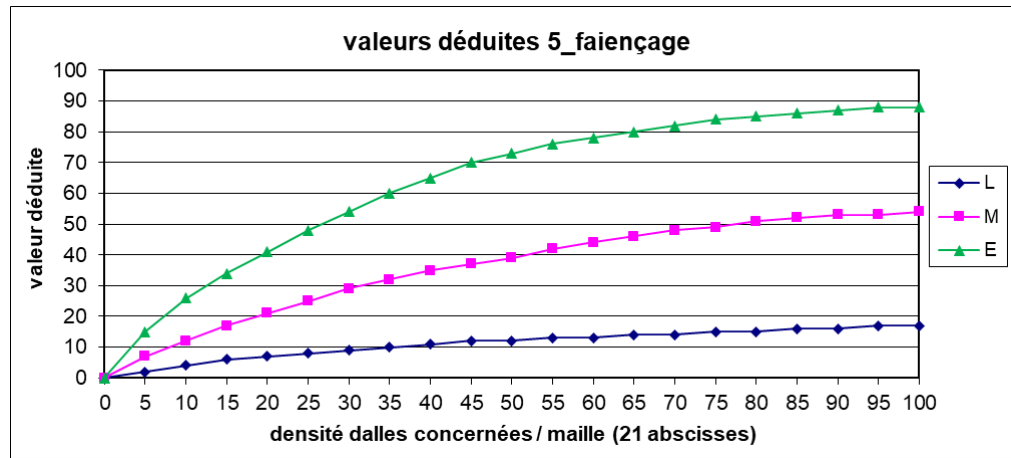
2.4 Epaufures

Densité	L	M	E
0	0	0	0
5	2	5	14
10	4	8	21
15	5	11	26
20	6	14	30
25	7	16	32
30	8	18	35
35	9	21	37
40	10	23	39
45	10	25	41
50	11	27	42
55	12	28	44
60	12	30	45
65	13	31	46
70	13	32	47
75	14	33	48
80	14	34	49
85	14	35	50
90	14	36	51
95	14	37	51
100	14	37	52



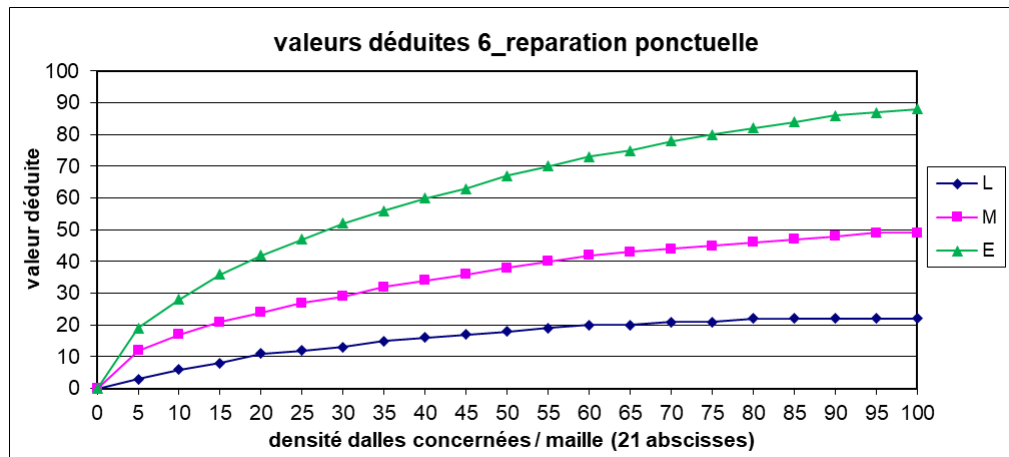
2.5 Faiçnage

Densité	L	M	E
0	0	0	0
5	2	7	15
10	4	12	26
15	6	17	34
20	7	21	41
25	8	25	48
30	9	29	54
35	10	32	60
40	11	35	65
45	12	37	70
50	12	39	73
55	13	42	76
60	13	44	78
65	14	46	80
70	14	48	82
75	15	49	84
80	15	51	85
85	16	52	86
90	16	53	87
95	17	53	88
100	17	54	88



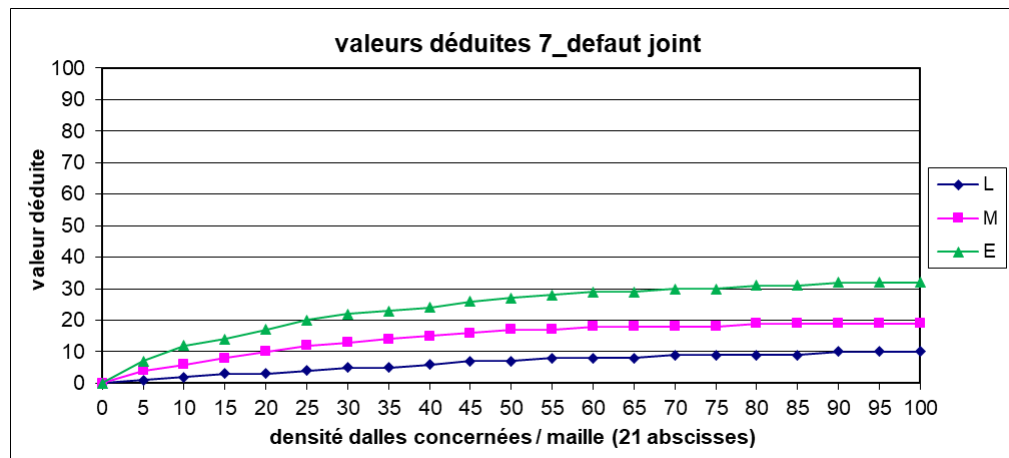
2.6 Réparation ponctuelle

Densité	L	M	E
0	0	0	0
5	3	12	19
10	6	17	28
15	8	21	36
20	11	24	42
25	12	27	47
30	13	29	52
35	15	32	56
40	16	34	60
45	17	36	63
50	18	38	67
55	19	40	70
60	20	42	73
65	20	43	75
70	21	44	78
75	21	45	80
80	22	46	82
85	22	47	84
90	22	48	86
95	22	49	87
100	22	49	88



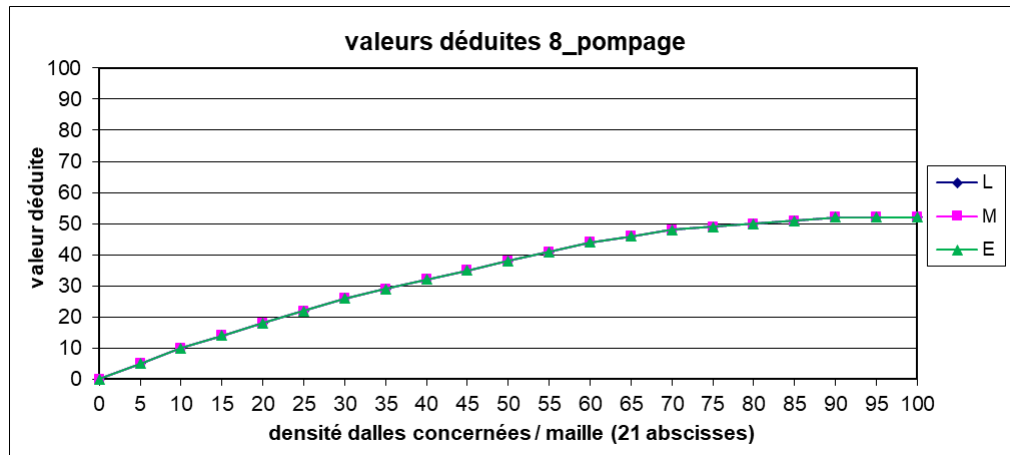
2.7 Défait de joint

Densité	L	M	E
0	0	0	0
5	1	4	7
10	2	6	12
15	3	8	14
20	3	10	17
25	4	12	20
30	5	13	22
35	5	14	23
40	6	15	24
45	7	16	26
50	7	17	27
55	8	17	28
60	8	18	29
65	8	18	29
70	9	18	30
75	9	18	30
80	9	19	31
85	9	19	31
90	10	19	32
95	10	19	32
100	10	19	32



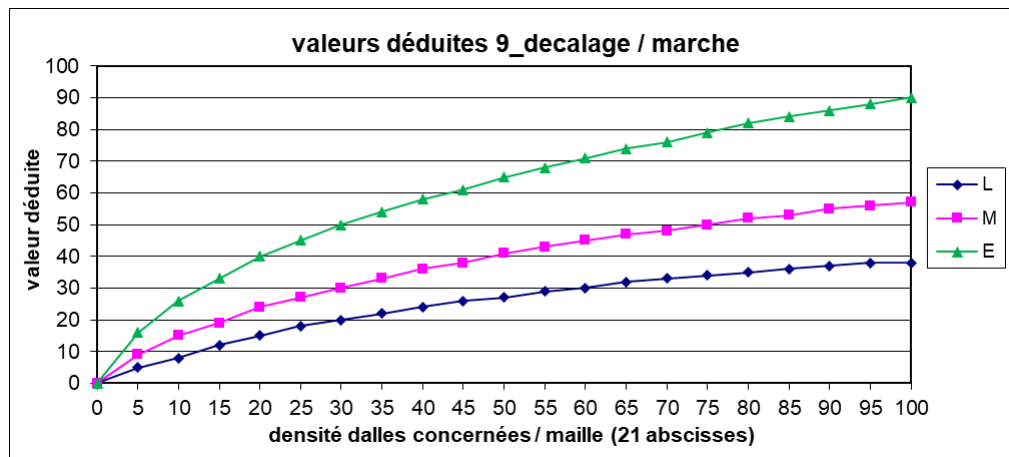
2.8 Pompage

Densité	L	M	E
0	0	0	0
5	5	5	5
10	10	10	10
15	14	14	14
20	18	18	18
25	22	22	22
30	26	26	26
35	29	29	29
40	32	32	32
45	35	35	35
50	38	38	38
55	41	41	41
60	44	44	44
65	46	46	46
70	48	48	48
75	49	49	49
80	50	50	50
85	51	51	51
90	52	52	52
95	52	52	52
100	52	52	52



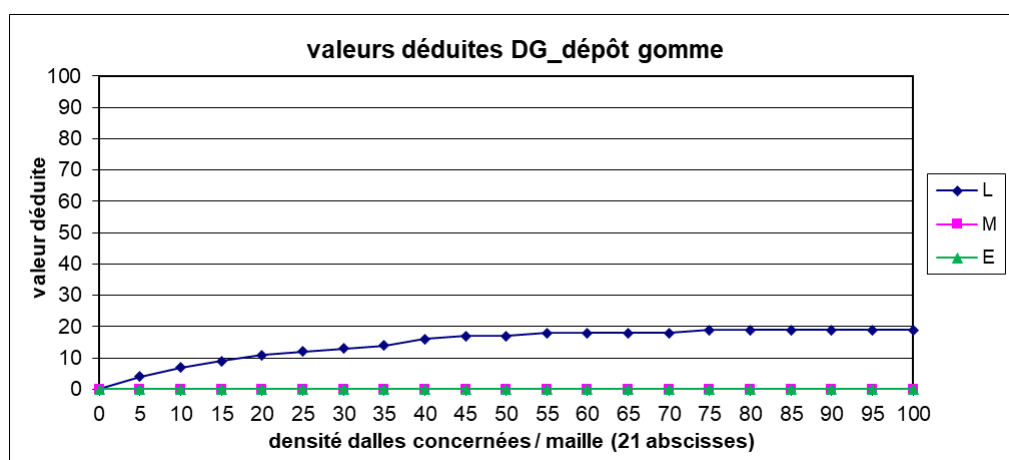
2.9 Décalage – Marche

Densité	L	M	E
0	0	0	0
5	5	9	16
10	8	15	26
15	12	19	33
20	15	24	40
25	18	27	45
30	20	30	50
35	22	33	54
40	24	36	58
45	26	38	61
50	27	41	65
55	29	43	68
60	30	45	71
65	32	47	74
70	33	48	76
75	34	50	79
80	35	52	82
85	36	53	84
90	37	55	86
95	38	56	88
100	38	57	90



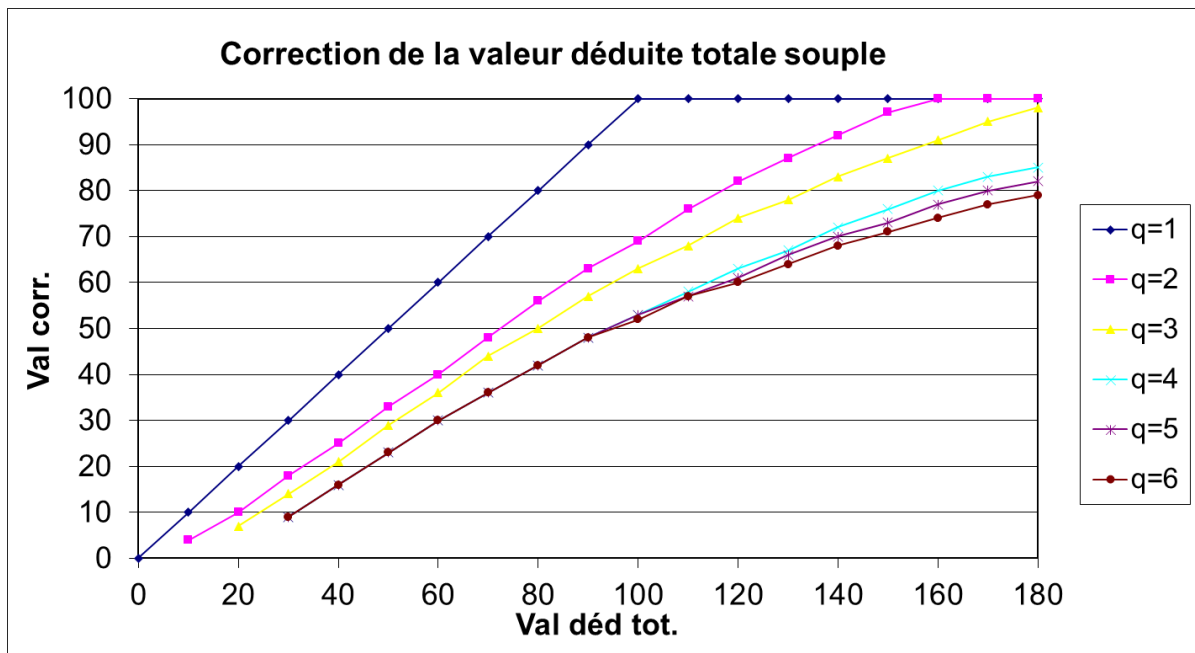
2.10 Dépôt de gomme

Densité	L	M	E
0	0	0	0
5	4	0	0
10	7	0	0
15	9	0	0
20	11	0	0
25	12	0	0
30	13	0	0
35	14	0	0
40	16	0	0
45	17	0	0
50	17	0	0
55	18	0	0
60	18	0	0
65	18	0	0
70	18	0	0
75	19	0	0
80	19	0	0
85	19	0	0
90	19	0	0
95	19	0	0
100	19	0	0



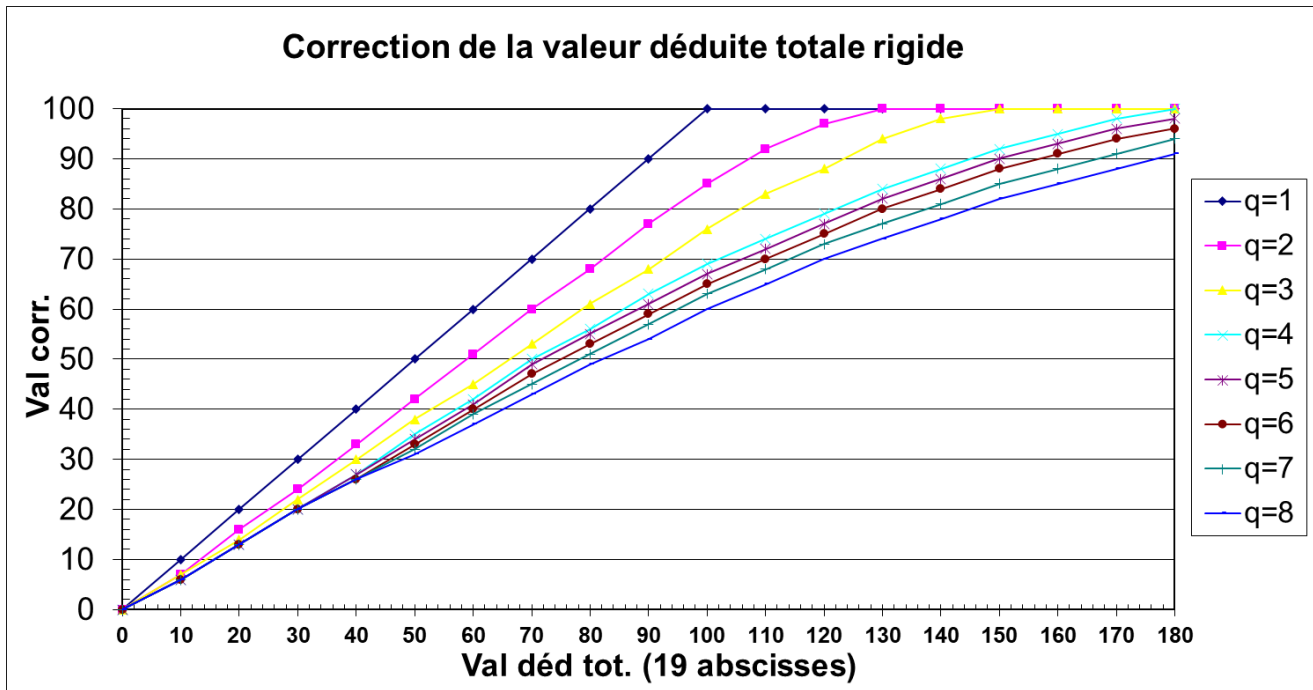
Abaque de correction de valeur déduite totale pour l'obtention de la valeur corrigée souple et rigide

1. Chaussées Souples



Valeur déduite totale	q=1	q=2	q=3	q=4	q=5	q=6
0	0					
10	10	4				
20	20	10	7			
30	30	18	14	9	9	9
40	40	25	21	16	16	16
50	50	33	29	23	23	23
60	60	40	36	30	30	30
70	70	48	44	36	36	36
80	80	56	50	42	42	42
90	90	63	57	48	48	48
100	100	69	63	53	53	52
110	100	76	68	58	57	57
120	100	82	74	63	61	60
130	100	87	78	67	66	64
140	100	92	83	72	70	68
150	100	97	87	76	73	71
160	100	100	91	80	77	74
170	100	100	95	83	80	77
180	100	100	98	85	82	79

2. Chaussées rigides



Valeur déduite totale	q=1	q=2	q=3	q=4	q=5	q=6	q=7	q=8
0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	10	7	7	6	6	6	6	6
20	20	16	14	13	13	13	13	13
30	30	24	22	20	20	20	20	20
40	40	33	30	27	27	26	26	26
50	50	42	38	35	34	33	32	31
60	60	51	45	42	41	40	39	37
70	70	60	53	50	49	47	45	43
80	80	68	61	56	55	53	51	49
90	90	77	68	63	61	59	57	54
100	100	85	76	69	67	65	63	60
110	100	92	83	74	72	70	68	65
120	100	97	88	79	77	75	73	70
130	100	100	94	84	82	80	77	74
140	100	100	98	88	86	84	81	78
150	100	100	100	92	90	88	85	82
160	100	100	100	95	93	91	88	85
170	100	100	100	98	96	94	91	88
180	100	100	100	100	98	96	94	91