Congrès belge de la **Route**
Belgisch **Wegen**congres

Application du CCT Qualiroutes dans le cadre de travaux aéroportuaires en Région Wallonne: problèmes, solutions et moyens de contrôle

Centre de recherches routières
Ensemble pour des routes durables

Wallonie mobilité infrastructures SPW

AGENTSCHAP WEGEN & VERKEER

BRUXELLES MOBILITÉ
SERVICE PUBLIC RÉGIONAL DE BRUXELLES

Quality2Build
BENOR

mobiwall
vlawebo

Une organisation de
ABR | Association Belge de la Route

Dans le cadre d'expertises techniques pour des travaux d'entretien et de réhabilitation d'infrastructures aéroportuaires en Région Wallonne, il est clairement apparu que l'application du CCT Qualiroutes nécessite une attention particulière pour le dimensionnement et la réalisation de ce type de structures.

Les spécifications, le type de matériaux et les contrôles repris dans le cahier des charges type sont parfois inadaptés pour résister aux sollicitations spécifiques liées au trafic aéroportuaire et aux changements climatiques observés ces dernières années.

Sur base de ces différents éléments le CRR a préparé deux propositions d'annexe du CCT Qualiroutes pour les revêtements aéroportuaires bitumineux et en béton de ciment. Ces adaptations, proposées sur base de standards internationaux et de nombreux entretiens avec les différents acteurs du secteur en Belgique, devraient permettre de mieux répondre aux besoins dimensionnels et de durabilité de ce type d'ouvrages.

Chaussée routière	Chaussée aéronautique
Charge maximale par essieu pour un véhicule routier est généralement de 10 tonnes, mais peut atteindre 12 tonnes pour un essieu moteur. Les ensembles articulés et les ensembles de véhicules peuvent avoir des limites plus élevées: PTAC 48 à 50 tonnes.	Pas de limitation de charges, pouvant aller jusqu'à 25-30 tonnes à la roue
La pression des pneumatiques est généralement comprise entre 2 et 9 bars.	Les pressions des pneumatiques peuvent atteindre plus de 15 bars pour certains avions
L'application des charges présente une très faible dispersion latérale sur une voie de circulation dont la largeur ne dépasse pas de l'ordre de 3,5 m en ligne droite	Sur les pistes, dont la largeur peut atteindre plus de 45 m, le traffic est dispersé et la configuration des trains d'atterrissage varie d'un avion à l'autre. Sur les voies de dégagement ou de manœuvres les charges sont moins dispersées.
Les charges les plus agressives ne sont pas appliquées à une vitesse de plus de 80 à 90 km/h	Vitesses variables : très faibles dans certaines zones générant des phénomènes de poinçonnement sur la partie supérieure de la structure très éléevées notamment au décollage et à l'atterissage (> 300 km/h)
Très grande circulation de charges relativement peu élevées qui engendre une fatigue principalement due à la répétition importante de charges (de l'ordre d'un million de mouvements) entraînant de faibles déformations.	Très faible circulation de charges diverses qui induit une fatigue due à une répétition restreinte de charges lourdes (de l'ordre de 10 000 répétitions) engendrant de grandes déformations.
Uni (défauts de surface) lié au confort des usagers	Uni de surface lié en majeure partie à la sécurité des avions lors du roulage à grande vitesse
Rugosité évoluant essentiellement par le polissage des granulats au cours du temps	Rugosité beaucoup plus évolutive due au dépôt de gomme PMT > 1mm
Déviation et interruption du trafic en cas d'interventions sur la chaussée	Trafic dont les contraintes d'exploitation et de sécurité ne permettent généralement pas son interruption ni même son aménagement sans de grandes difficultés, en vue d'entretenir les couches de roulement
Pourcentage des pentes à respecter : Profil en long ≤ 9 % Profil en travers (ligne droite) ≤ 2,5 % Profil en travers (courbe) ≤ 7,5 ou 9 %	Pourcentage des pentes à respecter : Profil en long piste ≤ 1,5 % Profil en travers piste ≤ 1,5 % Pente transversale voies de relation ≤ 1,5 % Pente poste de stationnement ≤ 1 % dans toutes les directions

Orniérage de grand rayon, causes ?

- Dimensionnement structurel insuffisant
- Analyse au niveau des grave bitume spécifiées dans le CCT Qualiroutes
- Sous-fondation drainante
- Sol de plateforme traité

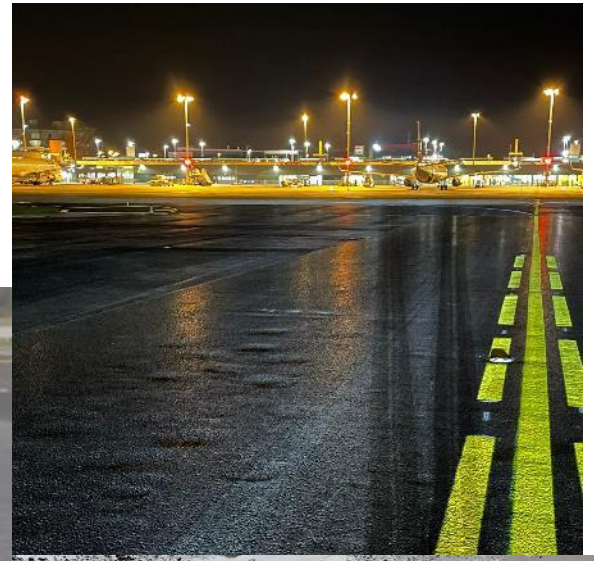
Ouverture du revêtement

Prélèvement de matériau granulaire

Essai à la plaque

Poinçonnement, causes ?

- Qualité des couches supérieures du revêtement (10 à 15 premiers cm)
- Réchauffement climatique
- Spécifications des EME du CCT Qualiroutes
- Taux de recyclage des sous-couches



Poinçonnement, contrôle préalable ou a posteriori possible via une procédure STAC

La résistance aux chargements statiques d'un enrobé, peut être caractérisée suivant l'un des deux essais présentés ci-après.

Essai de module en traction directe – chargement long

Suivant la norme NF EN 12 697-26 et selon l'une des modalités DT-CY ou DT-PR.

Le pourcentage de vides des corps d'épreuve doit respecter la norme « produit », si elle existe. Dans le cas contraire, il doit être spécifié dans le marché ou dans la proposition de l'Entreprise.

L'essai est réalisé dans les conditions opératoires suivantes :

- température d'essai : + 30 °C,
- amplitude de déformation relative : 200 microdéfs,
- temps de chargement : 300 secondes.

La valeur du module doit être supérieure ou égale à 200 MPa.

Essai de poinçonnement

Selon le mode opératoire décrit dans la recommandation ANNALES de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics (I.T.B.T.P.), n° 465 de juin 1988.

L'essai consiste à mesurer, en fonction du temps, à des températures et sous des charges données, l'enfoncement d'un poinçon de section définie dans une éprouvette du produit soumis à l'essai.

Cet enfoncement dépend :

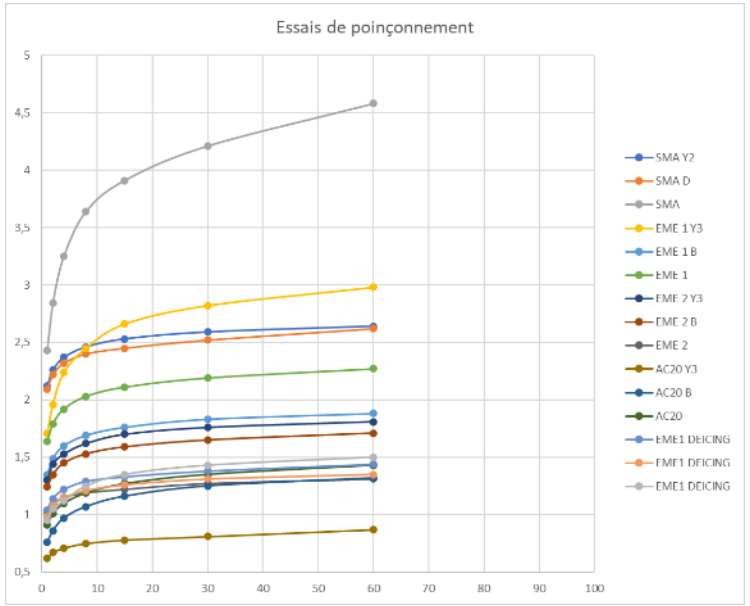
- de la durée de l'essai,
- de la charge appliquée,
- de la température à laquelle s'effectue l'essai.

Les valeurs de ces 2 derniers paramètres sont choisies en fonction de l'utilisation pour laquelle le produit est prévu et de l'environnement dans lequel il est utilisé.

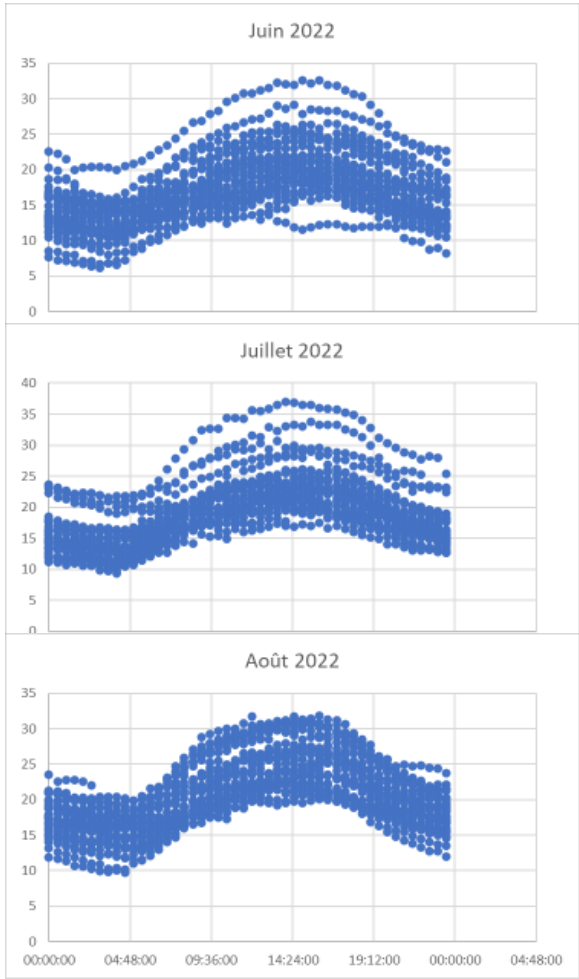
À titre d'exemple, pour un essai à l'aide d'un poinçon d'une section de 5 mm^2 et pour une pression de 5 *MPa*, on peut retenir, pour des températures de 20 °C, 40 °C et 50 °C à des durées d'essai respectivement de 24 h, 24 h et 4 h, les valeurs d'enfoncement du tableau 55.

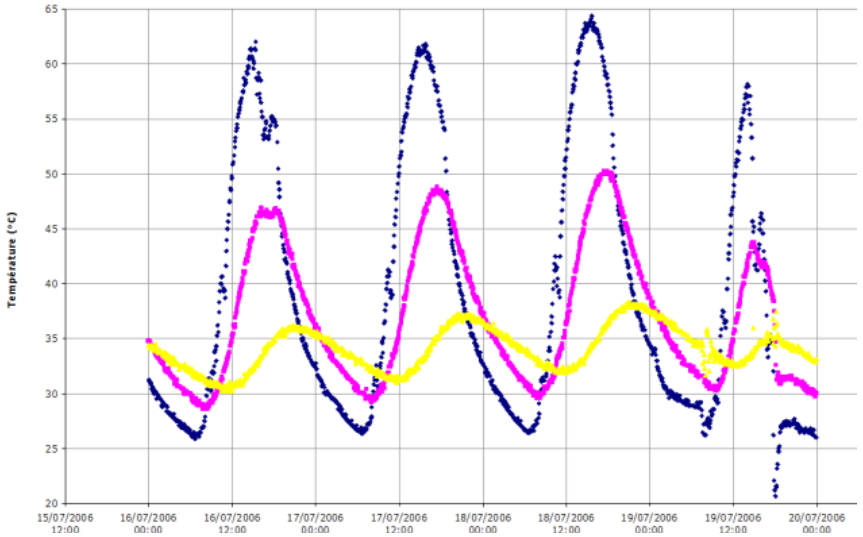
Tableau 55 – Essai de poinçonnement - Valeurs d'enfoncement du poinçon

Température de l'essai	Durée de l'essai	Enfoncement maximum
20 °C	24 h	2 mm
40 °C	24 h	3 mm
50 °C	4 h	3 mm

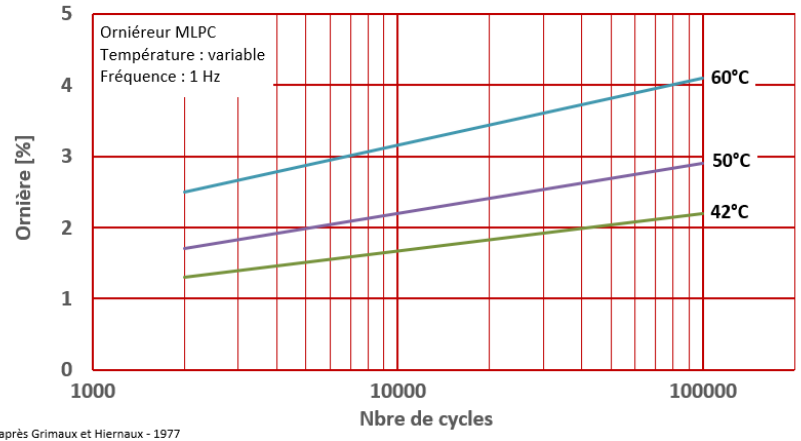


Orniérage: réaliser l'essai à 60°C plutôt que 50°C tel que défini actuellement

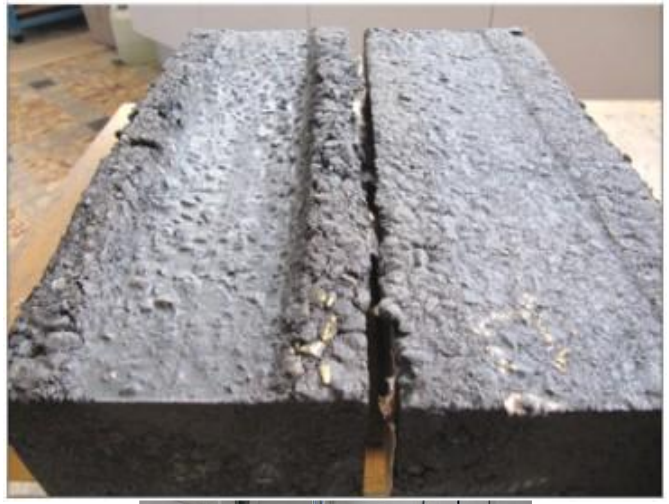




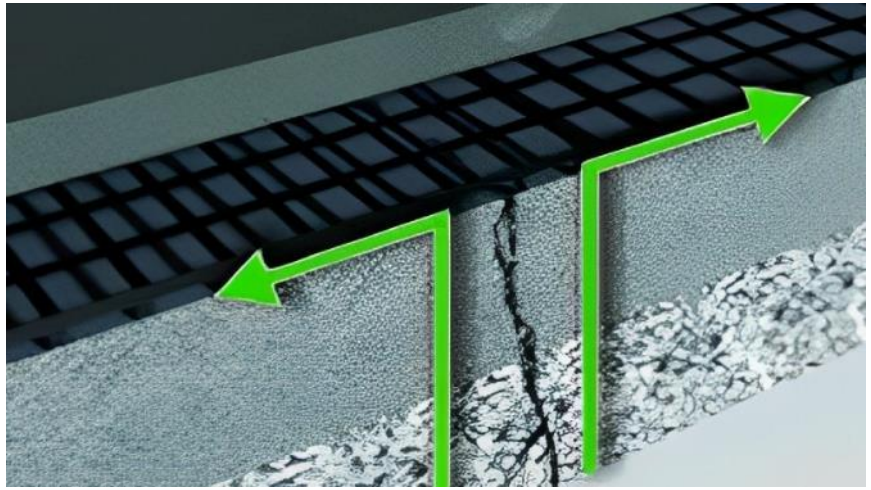
Orniérage en fonction de la température



D'après Grimaux et Hiernaux - 1977



Réhabilitation raclage/pose, interface anti-fissures ?

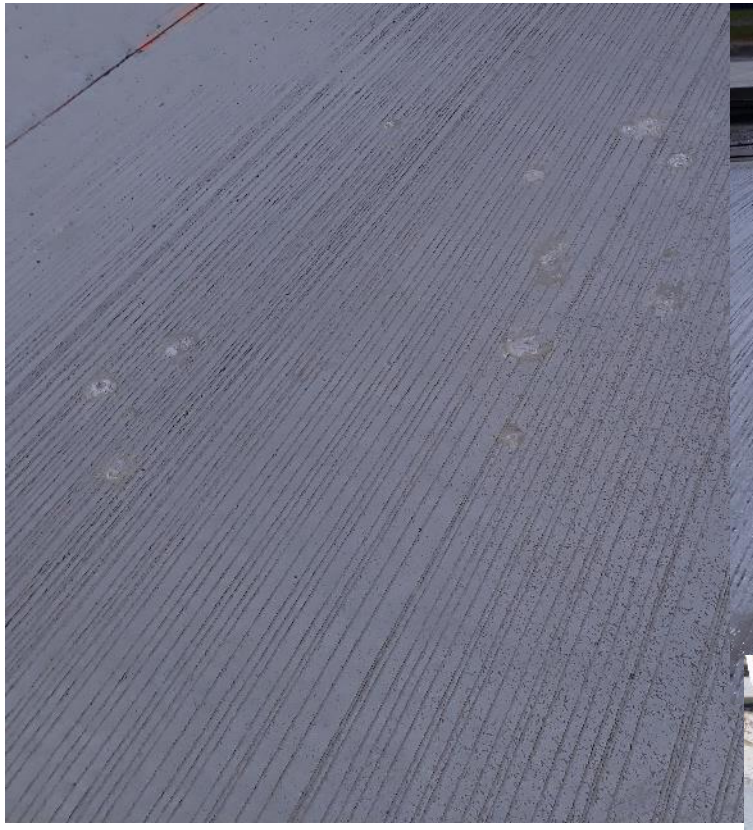


Réhabilitation raclage/pose, qualité des sous-couche et importance des joints de pose ?

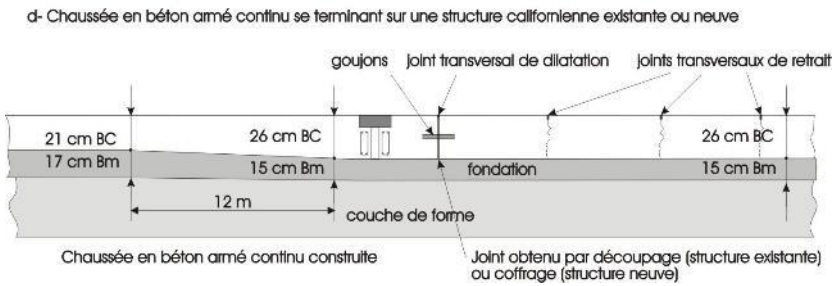
Revêtements en béton : monocouche, bicouche, goujons, résistance à la flexion

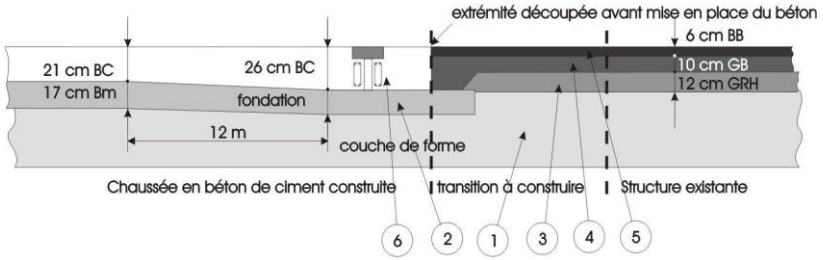
Revêtements en béton : monocouche, bicouche, goujons, résistance à la flexion

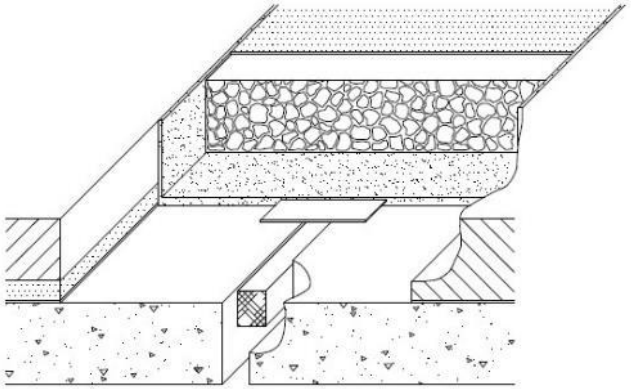
Revêtements en béton : monocouche, bicouche, goujons, résistance à la flexion



Joints de revêtement aéroportuaire: mise en œuvre, durabilité ?



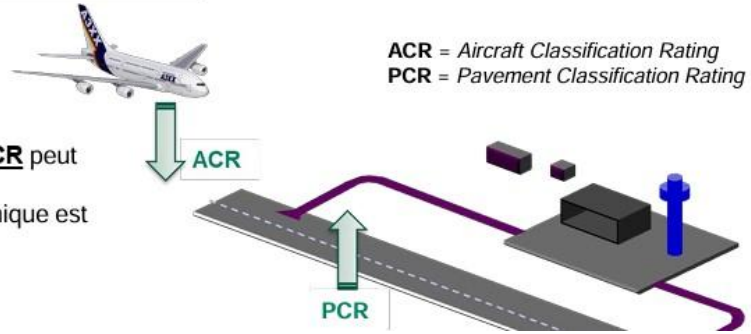




Suivi et contrôle des travaux aéroportuaires

La philosophie de la méthode

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



ACR = *Aircraft Classification Rating*
PCR = *Pavement Classification Rating*

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

- Caractérisation par le **module de sol apparent E**, exprimé en MPa

Catégorie	Résistance	Valeurs de E (MPa)	Valeur caractéristique
A	Élevée	150 ≤ E	E = 200 MPa
B	Moyenne	100 ≤ E < 150	E = 120 MPa
C	Faible	60 ≤ E < 100	E = 80 MPa
D	Ultra-faible	E < 60	E = 50 MPa

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

Annexe revêtements bitumineux

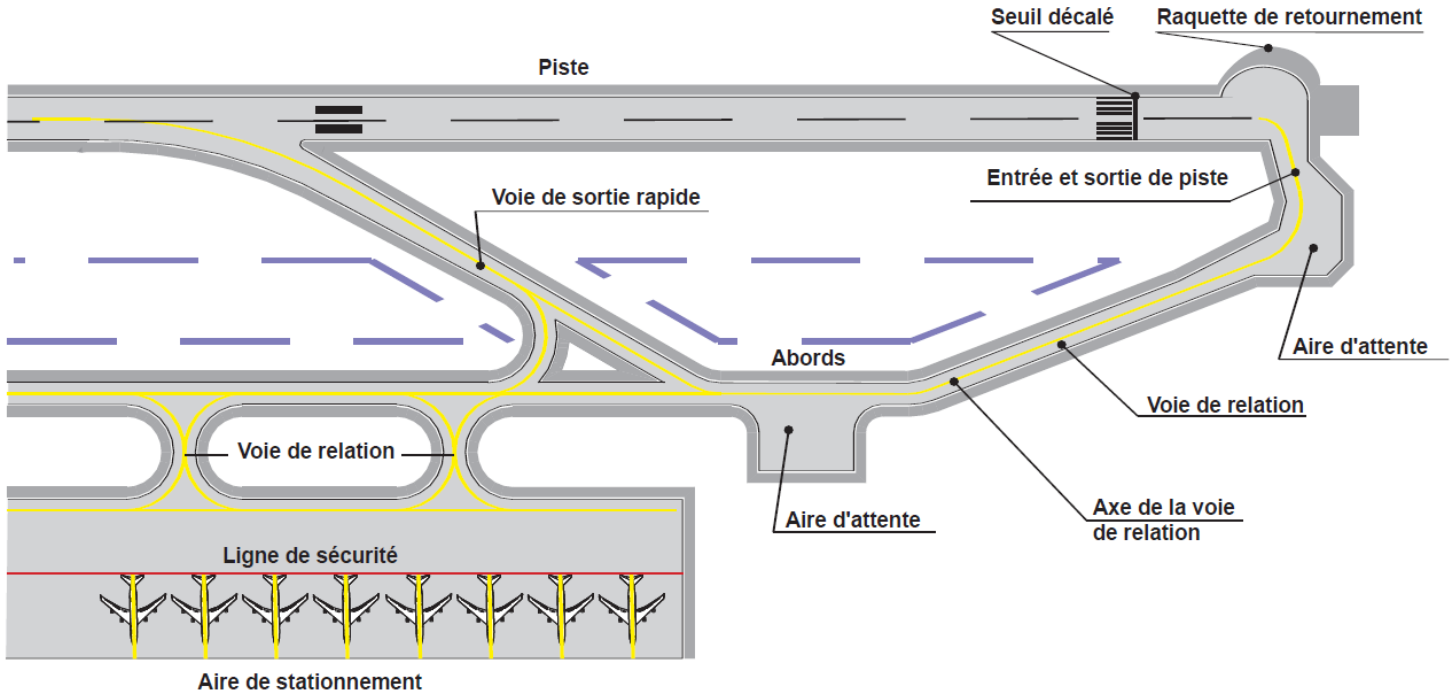
- L'introduction de mélanges bitumineux performanciels
  - GBA: Grave Bitume Aéronautique
  - EMEA : Enrobé à Module Elevé Aéronautique
  - BBPS : Béton Bitumineux à Prestations pour Sous-couches
  - BBA : Béton Bitumineux Aéronautique
  - BBME : Béton Bitumineux à Module Elevé
  - PPA : Percolated Porous Asphalt pour enrobé percolé
- Etude préliminaire qui permet de valider les caractéristiques performancielles

	Epaisseur éprouvette (mm)	Nombre de cycles	Profondeur maximale d'ornière P (%)	
			Prescription	Catégorie
GBA-20	100	10 000	7,5	$P_{max7,5}$
GBA-14	100	10 000	7,5	$P_{max7,5}$
BBPS-20	100	10 000	7,5	$P_{max7,5}$
BBPS-14	100	10 000	7,5	$P_{max7,5}$
BBPS-10	50	10 000	7,5	$P_{max7,5}$
EMEA-20	100	30 000*	7,5*	$P_{max7,5*}$
EMEA-14	100	30 000*	7,5*	$P_{max7,5*}$
BBA-14 D (Discontinu)	50	10 000	5,0	$P_{max5,0}$
BBA-10 D (Discontinu)	50	10 000	5,0	$P_{max5,0}$
BBME-14	50	30 000	5,0	$P_{max5,0}$
BBME-10	50	30 000	5,0	$P_{max5,0}$
PPA	-	-	-	-

Type		Module de rigidité G* (MPa)	Catégorie
GBA	Min.	9 000	$S_{min9000}$
	Max.	NR	S_{maxNR}
BBPS	Min.	9 000	$S_{min9000}$
	Max.	NR	S_{maxNR}
EMEA	Min.	14 000	$S_{min14000}$
	Max.	NR	S_{maxNR}
BBME	Min.	11 000	$S_{min11000}$
	Max.	NR	S_{maxNR}
BBA	Min.	7000	$S_{min7000}$
	Max.	NR	S_{maxNR}

Type	Résistance minimale à la fatigue (Ɛ6)	Catégorie
GBA	80	$Ɛ_{6-min\ 80}$
BBPS	80	$Ɛ_{6-min\ 80}$
EMEA	115	$Ɛ_{6-min\ 115}$
BBME	100	$Ɛ_{6-min\ 100}$
BBA	100	$Ɛ_{6-min\ 100}$

Annexe revêtements bitumineux: utilisation



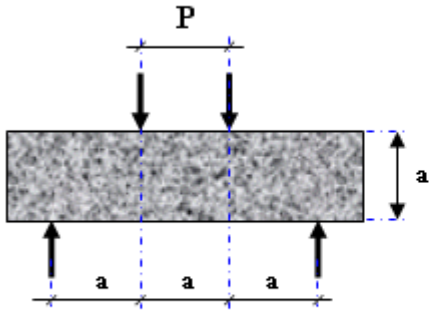
Ouvrage / Section d'ouvrage		
Aire de stationnement		Béton de ciment (1) EMEA
Piste	Partie courante	BBPS (EMEA) (2)
	Raquette	BBPS (EMEA) (2)
	Sortie/Entrée de piste	BBPS (EMEA) (2)
	Seuil	BBPS (EMEA) (2)
Voies de circulation	Partie courante Raccordement	BBPS (EMEA) (2)
Plateforme ou aire d'attente		BBPS (EMEA) (2)

Annexe revêtements en béton de ciment

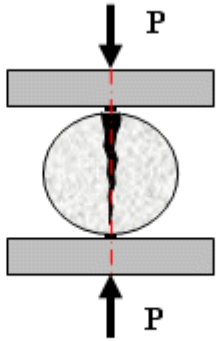
- Etude préliminaire qui permet de valider les caractéristiques performancielles
- Contrôles après exécution et leur fréquence

Etude préliminaire			
	7 jours	28 jours	90 jours
Résistance minimale à la flexion selon NBN EN 12390-5		7,2 MPa	
Masse volumique sèche selon NBN B15-238	TBR		
Masse volumique humide selon NBN B15-238	TBR		
Absorption d'eau maximum selon NBN B15-215	6,0%		
Résistance au gel/dégel à 28 cycles selon la norme CEN/TS 12390-9 (pose au slipform)	1.500 kg/m^2		
Résistance au gel/dégel à 28 cycles selon la norme CEN/TS 12390-9 (pose manuelle)	TBR		
Résistances minimales à la compression selon NBN EN 12390-3 sur cubes	35 MPa	45 MPa	50 MPa
Résistances minimales à la traction par fendage (NBN EN 12390-6) sur carottes de 100 cm^2	2,8 MPa	3,9 MPa	/

Contrôles chantier			
	7 jours	28 jours	90 jours
Masse volumique sèche selon NBN B15-238	TBR		
Masse volumique humide selon NBN B15-238	TBR		
Absorption d'eau maximum selon NBN B15-215	6,0%		
Résistance au gel/dégel à 28 cycles selon la norme CEN/TS 12390-9 (pose au slipform)	1.500 kg/m^2		
Résistance au gel/dégel à 28 cycles selon la norme CEN/TS 12390-9 (pose au manuelle)	TBR		
Résistance à la compression individuelle minimale selon NBN EN 12390-3 sur cubes	35 MPa		
Résistance à la compression moyenne selon NBN EN 12390-3 sur carottes de 100 cm^2		40 MPa	
Résistance à la compression minimale individuelle selon NBN EN 12390-3 sur carottes de 100 cm^2		38 MPa	
Résistances minimales à la traction par fendage (NBN EN 12390-6) sur carottes de 100 cm^2	2,5 MPa	3,3 MPa	3,6 MPa



A. Essai de traction par flexion



B. Essai de traction par fendage

C. Essai de traction direct

Merci pour votre attention

Yves HANOTEAU, Ombudsman Technique CRR
y.hanoteau@brrc.be