



NOTE

14/09/2021

DOCUMENT CONFIDENTIEL

Estimation de durée de vie des plateformes de l'aéroport de Beauvais

De Mahe BEN MOUELLI

À Olivier MAYAUD

Copie Charles Emmanuel IMPALLOMENI

Réf. 20SAGEB018

Cette note est fournie en complément du rapport AVP du projet de rénovation de la piste 12-30 et les Taxiways Roméo et Sierra de l'aéroport de Paris-Beauvais.

Cette analyse a comme but d'estimer et évaluer la durée de vie théorique de la piste 12-30 et du Taxiway Roméo de l'aéroport à partir de l'année 2022 sur la base des campagnes géotechniques réalisées par Rincet en 2020 et 2021, du dernier relevé de dégradation réalisé en 2019, des différentes visites de site et des résultats/préconisations obtenus à l'issue de la mission DIAG.

• Rappel

La répartition en zones homogènes de la piste 12-30 et du Taxiway Roméo ainsi que la structure de chaussée correspondantes à chaque zone sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1. Répartition en zones homogènes de la piste 12-30

Matériaux	ZH1	ZH2	ZH3	ZH4	ZH5	ZH6	Raquette 12	Raquette 30	
	0+000 - 0+300	0+300 - 0+725	0+725 - 1+150	1+150 - 1+750	1+750 - 2+200	2+200- 2+430			
Structure (cm)	BBA	28.3	16.1	28.5	24.9	21.1	19.8	28.3	19.8
	GT	/	/	/	/	33	34	/	34
	GNT	29.3	56.1	37	40.5	16.9	17.6	29.3	17.6
IS global	56	56	56	44	44	44	50	56	

Tableau 2. Répartition en zones homogènes du Taxiway Roméo

Matériaux		ZH1	ZH2	ZH3	ZH4
		0+000 - 0+300	0+300 - 0+600	0+600 - 0+800	0+800 - 1+000
Structure (cm)	BBA	17.9	17.9	13.2	13.2
	GT	/	/	28.1	28.1
	GNT	44.3	44.3	21.9	21.9
IS global		38	38	38	38

• Hypothèses de trafic

Le trafic de référence est donné dans le tableau suivant :

Tableau 3. Trafic de référence

	Avion	Nbre de mvts/an Année 0	Nb mvts / 10 ans	Masse réelle décollage (T)	Taxiway Roméo en % des mvts	Atterrissage piste 12 en % des mvts	Atterrissage piste 30 en % des mvts	Décollage piste 12 en % des mvts	Décollage piste 30 en % des mvts
					15%	38%	62%	71%	29%
Trafic à 10 ans	A319	356	4 495	72	674	1 726	2 769	3 191	1 304
	A320	4 339	45 966	72	6 895	17 651	28 315	32 636	13 330
	A321	852	10 758	83	1 614	4 131	6 627	7 638	3 120
	A321 Néo	-	8 822	87	1 323	3 388	5 434	6 264	2 558
	E190	35	442	50	66	170	272	314	128
	B717	-	-	-	-	-	-	-	-
	B737-5	183	2 311	60	347	887	1 424	1 641	670
	B737-8	19 214	200 496	67	30 074	76 990	123 506	142 352	58 144
	B737 Max 8	-	42 119	74	6 318	16 174	25 945	29 904	12 215
	B767-3	10	126	170	-	48	78	89	37
	TOTAL	24 979	315 409		47 311	121 117	194 292	223 940	91 469

· Vérification des structures de chaussée pour un trafic de 10 ans

Les vérifications et les calculs des structures de chaussée ont été réalisés avec le logiciel DCA développé par le STAC. Le dimensionnement des structures des différentes zones est fait sur un trafic de 10 ans. Les résultats de calculs sont résumés ci-dessous :

Tableau 4. Résultats du dimensionnement de la piste 12-30

	Epaisseurs équivalentes réelles		Epaisseurs équivalentes nécessaires (calcul DCA)	
	Ep matériaux équivalentes (cm)	Ep enrobés (cm)	Ep matériaux équivalentes (cm)	Ep enrobés mini (cm)
ZH1	77.41	48.11	64	32.1
ZH2	75.06	27.37	84	34.2
ZH3	85.45	48.45	61	32.4
ZH4	77.85	37.35	82	33.4
ZH5	88.15	31.65	64	32.1
ZH6	88.1	29.7	92	34.3
Raquette 12	71.75	42.45	86	32
Raquette 30	92.06	33.66	66	29.1

Tableau 5. Résultats du dimensionnement du Taxiway Roméo

	Epaisseurs équivalentes réelles		Epaisseurs équivalentes nécessaires (calcul DCA)	
	Ep matériaux équivalentes (cm)	Ep enrobés (cm)	Ep matériaux équivalentes (cm)	Ep enrobés mini (cm)
ZH1	71.15	26.85	46	27
ZH2	71.15	26.85	81	30.2
ZH3	75.42	19.8	56	28.1
ZH4	75.42	19.8	81	30.2

Les zones rouges sont sous-dimensionnées et ne peuvent pas accueillir la totalité du trafic sur 10 ans. La durée de vie de chacune de ces zones sera calculée dans la partie suivante.

Les autres zones sont bien dimensionnées et peuvent accueillir un trafic de 10 ans à condition de garantir à minima le niveau de service actuel.

• Estimation de durée de vie des plateformes de l'aéroport

Le dimensionnement des structures des différentes zones est calculée par itération à l'aide du logiciel DCA : les structures sont calculées par rapport au trafic cumulé de chaque année jusqu'à avoir une épaisseur équivalente ou une épaisseur de matériaux traités supérieure aux épaisseurs existantes.

◆ Raquette 12

Le calcul par itération de la structure de chaussée de la raquette 12 est présenté dans le tableau suivant :

	Épaisseurs équivalentes réelles		2022	
			Épaisseurs équivalentes nécessaires (calcul DCA)	
	Ep matériaux équivalentes (cm)	Ep enrobés (cm)	Ep matériaux équivalentes (cm)	Ep enrobés mini (cm)
Raquette 12	71.75	42.45	76	28.3

L'épaisseur existante est sous-dimensionnée dès 2022. Le calcul implique des travaux de renforcement pour améliorer la portance de la chaussée.

◆ ZH2

Le calcul par itération de la structure de chaussée de la ZH2 sont présentés dans le tableau suivant :

	Épaisseurs équivalentes réelles		2022	
			Épaisseurs nécessaires (calcul DCA)	
	Ep matériaux équivalentes (cm)	Ep enrobés (cm)	Ep matériaux équivalentes (cm)	Ep enrobés mini (cm)
ZH2	75.06	27.37	73	29.7

L'épaisseur existante est sous-dimensionnée dès 2022. Le calcul implique des travaux de renforcement pour améliorer la portance de la chaussée.

◆ ZH4

Le calcul par itération de la structure de chaussée de la ZH4 est présenté dans le tableau suivant :

	Epaisseurs équivalentes réelles		2022		2023		2024		2025		2026	
			Epaisseurs nécessaires (DCA)									
	Ep équiv totale (cm)	Ep équiv enrobés (cm)	Ep équiv totale (cm)	Ep équiv enrobés (cm)	Ep équiv totale (cm)	Ep équiv enrobés (cm)	Ep équiv totale (cm)	Ep équiv enrobés (cm)	Ep équiv totale (cm)	Ep équiv enrobés (cm)	Ep équiv totale (cm)	Ep équiv enrobés (cm)
ZH4	78	37.35	72	29.3	75	30.6	76	31.8	78	31.8	79	32.2

La structure existante pourra accueillir le trafic de l'aéroport jusqu'à l'année 2025. Des travaux de renforcement seront nécessaires à partir de l'année 2026 pour améliorer la portance de la chaussée.

◆ ZH6

Le calcul par itération de la structure de chaussée de la ZH6 est présenté dans le tableau suivant :

	Epaisseurs équivalentes réelles		2022		2023		2024	
			Epaisseurs nécessaires (DCA)		Epaisseurs nécessaires (DCA)		Epaisseurs nécessaires (DCA)	
	Ep équiv totale (cm)	Ep équiv enrobés (cm)	Ep équiv totale (cm)	Ep équiv enrobés (cm)	Ep équiv totale (cm)	Ep équiv enrobés (cm)	Ep équiv totale (cm)	Ep équiv enrobés (cm)
ZH6	88.1	29.7	80	29.7	83	30.9	85	31.7

La structure existante pourra accueillir le trafic de l'aéroport jusqu'à l'année 2022. Des travaux de renforcement seront nécessaires à partir de l'année 2023 améliorer la portance de la chaussée.

◆ Roméo

Le calcul par itération de la structure de chaussée du Taxiway Roméo est présenté dans le tableau suivant :

	Epaisseurs équivalentes réelles		2022		2023	
			Epaisseurs nécessaires (DCA)		Epaisseurs nécessaires (DCA)	
	Ep équiv totale (cm)	Ep équiv enrobés (cm)	Ep équiv totale (cm)	Ep équiv enrobés (cm)	Ep équiv totale (cm)	Ep équiv enrobés (cm)
ZH1	71.15	26.85	38	24	38	24.3
ZH2	71.15	26.85	72	26.8	74	27.6
ZH3	75.42	19.8	50	25.1	51	25.6
ZH4	75.42	19.8	72	26.8	74	27.6

Les structures existantes des ZH2, ZH3 et ZH4 sont sous-dimensionnées dès 2022. Le calcul implique des travaux de renforcement pour améliorer la portance de la chaussée.

· Analyses des résultats et préconisations de travaux zone par zone

Ces analyses sont faites en tenant compte du calcul DCA ci-dessus, du dernier relevé de service de 2019, du dernier rapport de diagnostic de chaussée réalisé par Rincant ainsi que des différentes visites de site réalisées par ADPI.

◆ Piste : ZH1, ZH3, Raquette 30

Les hypothèses sont les suivantes :

- Le calcul DCA indique que les zones ZH1, ZH3 et la raquette 30 sont bien dimensionnées pour accueillir le trafic à 10 ans. Les épaisseurs équivalentes de matériaux et les épaisseurs équivalentes des enrobés existantes sont supérieures aux épaisseurs équivalentes des matériaux et aux épaisseurs équivalentes d'enrobés minimales pour accueillir un trafic de 10 ans.
- L'indice de service de 2019 ne fait pas apparaître de dégradations majeures susceptibles de condamner l'utilisation de la piste ou de présenter un risque sur la sécurité des passagers.
- Les matériaux et les interfaces entre les différentes couches de chaussées sont en bon état.

Résultat : l'analyse ci-dessus indique que les structures existantes des zones ZH1, ZH3 et la raquette 30 peuvent donc accueillir le trafic de 10 ans.

Des travaux de maintenance annuels (pontages, réparations ponctuelles) seront nécessaires pour stopper la propagation des anciennes et nouvelles dégradations.

◆ **Piste : ZH2, ZH6, Raquette 12**

Les hypothèses sont les suivantes :

- Le calcul DCA indique que les structures existantes des zones ZH2, ZH6 et la raquette 12 sont sous dimensionnées. Les épaisseurs équivalentes des enrobés et les épaisseurs équivalentes des structures existantes sont inférieures aux épaisseurs équivalentes des enrobés et aux épaisseurs équivalentes nécessaires pour accueillir le trafic de 10 ans. Des travaux de renforcement seront nécessaires sur ces 3 zones pour pouvoir accueillir le trafic sur 10 ans. Le calcul DCA indique en effet qu'un renforcement est nécessaire en 2022 pour les Raquette 12 et la ZH2, et en 2023 pour la ZH6.
- L'indice de service de 2019 ne fait pas apparaître de dégradations majeures susceptibles de condamner l'utilisation de la piste ou de présenter un risque sur la sécurité des passagers à court terme.
- Les matériaux et les interfaces entre les différentes couches de chaussées sont en bon état.

Résultat : Sur cette base, nous estimons que les structures actuelles de la ZH2, de la ZH6 et de la raquette 12 peuvent supporter le trafic jusqu'à 2024 sans travaux de renforcement. Des travaux de renforcement seront nécessaires à partir de 2025 pour améliorer la portance de chaussée et pouvoir accueillir le trafic sur 10 ans.

Des travaux de maintenance annuels (pontages, réparations ponctuelles) seront nécessaires pour maintenir à minima le niveau de service actuel et stopper la propagation des anciennes et des nouvelles dégradations avant les travaux de renforcement.

◆ **Piste : ZH4**

Les hypothèses sont les suivantes :

- Le calcul DCA indique que la structure existante est correctement dimensionnée pour accueillir le trafic jusqu'en 2025. A partir de 2026, l'épaisseur équivalente finale de matériaux est sous-dimensionnée alors que l'épaisseur équivalente d'enrobé est bien dimensionnée.
- L'indice de service de 2019 ne fait pas apparaître de dégradations majeures susceptibles de condamner l'utilisation de la piste ou de présenter un risque sur la sécurité des passagers à court terme.
- Les matériaux et les interfaces entre les différentes couches de chaussées sont en bon état.

Résultat : des travaux de renforcement seront nécessaires à partir de 2026 sur cette zone pour pouvoir accueillir le trafic sur 10 ans.

Des travaux de maintenance annuels (pontages, réparations ponctuelles) seront nécessaires pour maintenir à minima le niveau de service actuel et stopper la propagation des anciennes et des nouvelles dégradations avant les travaux de renforcement.

◆ Piste : ZH5

Les hypothèses sont les suivantes :

- Le calcul DCA indique que la structure de la zone ZH5 est bien dimensionnée. L'épaisseur équivalente des matériaux et l'épaisseur équivalente des enrobés existantes sont supérieures à l'épaisseur équivalente des matériaux et l'épaisseur équivalente des enrobés minimales pour accueillir un trafic de 10 ans.
- L'indice de service de cette zone est égal à 44 qui est inférieur au seuil d'alarme égal à 45. Ceci peut être expliqué par le fait que cette zone est située à l'extrémité de la piste et inclut la zone de toucher de roues et le point cible du seuil 30. Des dégradations importantes sont susceptibles d'apparaître au fil du temps à cause des sollicitations des opérations d'atterrissage et de décollage.
- Les matériaux et les interfaces entre les différentes couches de chaussées sont en bon état.

Résultat : la structure de cette zone est correctement dimensionnée pour accueillir le trafic à 10 ans, mais l'état de service devra être amélioré (estimation 2025) par réfection de l'enrobé pour pouvoir supporter le trafic sur 10 ans dans de bonnes conditions.

Des travaux de maintenance annuels (pontages, réparations ponctuelles) seront nécessaires pour maintenir et stopper la propagation des anciennes et nouvelles dégradations et prolonger la durée de vie de la chaussée.

◆ Taxiway : Roméo

Les hypothèses sont les suivantes :

- Le calcul DCA indique que les structures des ZH2, ZH3 et ZH4 ne sont pas correctement dimensionnées pour accueillir le trafic de 2022. Seule la ZH1 permettrait d'accueillir le trafic à 10 ans.
- L'indice de service des différentes zones homogènes du Taxiway Roméo est égal à 38 qui est inférieur au seuil d'alarme égal à 45. De plus, la moitié du Taxiway est faïencée. Ces faïençages peuvent évoluer et se transformer en nid-de-poule.
- Les matériaux sont en bon état, mais certaines interfaces entre les différentes couches sont en mauvais état.

Résultat : des travaux de renforcement sont nécessaires dès 2022 pour stopper l'évolution des dégradations et pour améliorer la portance de la chaussée sur le Taxiway Romeo pour accueillir le trafic de 10 ans.

• Conclusion

Les travaux à réaliser sur la piste 12-30 et le Taxiway Roméo sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

ESTIMATION DE DUREE DE VIE DES PLATEFORMES DE L'AEROPORT DE BEAUVAIS

DOCUMENT CONFIDENTIEL

Plateforme		Travaux à envisager										
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Piste 12-30	Raquette 12	Entretien	Entretien	Entretien	Travaux de renforcement	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien
	ZH1	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien
	ZH2	Entretien	Entretien	Entretien	Travaux de renforcement	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien
	ZH3	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien
	ZH4	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Travaux de renforcement	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien
	ZH5	Entretien	Entretien	Entretien	Travaux de renforcement	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien
	ZH6	Entretien	Entretien	Entretien	Travaux de renforcement	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien
	Raquette 30	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien	Entretien

ESTIMATION DE DUREE DE VIE DES PLATEFORMES DE L'AEROPORT DE BEAUVAIS

DOCUMENT CONFIDENTIEL

Roméo	ZH1	Travaux de renforcement	Entretien									
	ZH2	Travaux de renforcement	Entretien									
	ZH3	Travaux de renforcement	Entretien									
	ZH4	Travaux de renforcement	Entretien									

• Estimation des coûts des travaux

Montants à engager si décalages de travaux																
	2022		2023		2024		2025		2026							
	Localisation	Désignation	Coût	Désignation	Coût	Désignation	Coût	Désignation	Coût	Désignation	Coût					
Piste 12-30	Raquette 12	Réparations diverses enrobés et pontages (10€/435m²)	5	Réparations diverses enrobés et pontages	5	Réparations diverses enrobés et pontages	5	Réparations et renforcement +6cm	182.65							
		Ajout feux raquette	20.51					Raquette, seuil, axe, fin piste, TDZ, approche: retraits puis repose embases et feux	104.53							
	ZH1 : 0-300m	Réparations diverses enrobés et pontages	2	Réparations diverses enrobés et pontages	2	Réparations diverses enrobés et pontages	2	Réparations diverses enrobés et pontages	2							
	ZH2 : 300-725m	Réparations diverses enrobés et pontages (10€/1.275m²)	15	Réparations diverses enrobés et pontages	15	Réparations diverses enrobés et pontages	15	Réparations et renforcement +5cm	293.28							
								Axe, TDZ piste, axe twy: retraits puis repose embases et feux	216.00							
	ZH3 : 725-1150m	Réparations diverses enrobés et pontages	2	Réparations diverses enrobés et pontages	2	Réparations diverses enrobés et pontages	2	Réparations diverses enrobés et pontages	2							
	ZH4 : 1150-1750m	Réparations diverses enrobés et pontages (10€/2.700m²)	27	Réparations diverses enrobés et pontages (10€/2.700m²)	27	Réparations diverses enrobés et pontages (10€/2.700m²)	27	Réparations diverses enrobés et pontages (10€/2.700m²)	27	+ 5cm renforcement 21 600m² (18 000m² + 20% ancrage), 18€/m² et balisage	442.8					
	ZH5 : 1750-2200m	Réparations diverses enrobés et pontages (10€/2.025m²)	20	Réparations diverses enrobés et pontages (10€/2.025m²)	20	Réparations diverses enrobés et pontages (10€/2.025m²)	20	+ 5cm renforcement 16 200m² (13 500m² + 20% ancrage), 18€/m² et balisage	332.1							
		Réparations diverses enrobés et pontages (10€/690m²)	7	Réparations diverses enrobés et pontages (10€/690m²)	7	Réparations diverses enrobés et pontages (10€/690m²)	7	Réparations et renforcement +5cm	181.42							
	Raquette 30	Ajout feux raquette	17.93	Réparations diverses enrobés et	2	Réparations diverses enrobés et	2	Raquette, seuil, axe, fin piste, TDZ, approche: retraits puis repose embases et feux	68.67							
		Réfection circuit bord piste	Recherche défauts et réparations	50				Réparations diverses enrobés et	2							
	Embases décollées	Remplacement 70 embases décollées	80.3	Remplacement 10 embases décollées	11.5	Remplacement embases décollées	11.5	Remplacement embases décollées	11.5							
		Curage et mise à la terre Marquage						Regards Marquage complet	153.00							
	Réfection tranchée commune 12-30							Option 2: tranchées individuelles à 40cm prof (SU)	34.66							
	Roméo	Toutes zones	Rénovation complète	403.68												
Balisage et marquage complet			553.10													
Parking SSLIA	Enrobés	Reconstruction totale sur 1 950m².	118.95													
	Réseaux	Reconstruction totale (avec 1 pompe relevage)	37.10													
Route de service	Nouvelle voie de service	Balisage voie service	13.50													
	Reprise actuel Sierra	Rabotage depuis IGN jusque nouvelle voie de service + 1050m² (300m x 3.5m large) x 38.5€/m²	40.43													
Déléthérisation et tampons non conformes		Déléthérisation et remplacement tampons	132.00													
Obsolésence balisage et divers	Axial piste	Achat de pièces détachées et ajout feux entre seuil 12 et décalé 12	50.00					Remplacement halogène par LED	135.52							
	TDZ	Achat pièces détachées	20.00					Remplacement halogène par LED	155.70							
	Approche 12	Achat pièces détachées	20.00					Remplacement halogène par LED	153.40							
	Approche 30	Achat pièces détachées	20.00					Remplacement halogène par LED	140.40							
	Raquettes	Achat pièces détachées	5					Remplacement halogène par LED	33.58							
	Seuil 12	Achat pièces détachées	5					Remplacement halogène par LED	21.25							
	Ajout feux 60m courbes W et N Remplacement panneaux N/04-22	Remplacement panneaux N/04-22	25.00					Fourniture et pose	25.41							
TOTAL			1690.6925	TOTAL			91.5	TOTAL		91.5	TOTAL		2291.0625	TOTAL		442.8
Installations chantier (10% sur gros travaux)			140.42	Installations chantier (10% sur gros travaux)			228.51	Installations chantier (10% sur gros travaux)		228.51	Installations chantier (10% sur gros travaux)		44.28			
Aléas (15% du total hors balisage)			113.57	Aléas (15% du total hors balisage)			147.54	Aléas (15% du total hors balisage)		147.54	Aléas (15% du total hors balisage)		58.32			
TOTAL GENERAL (jour) hors inflation			1944.69	TOTAL GENERAL (jour) hors inflation			91.5	TOTAL GENERAL (jour) hors inflation		91.5	TOTAL GENERAL (jour) hors inflation		2667.11	TOTAL GENERAL (jour) hors inflation		545.4
TOTAL GENERAL (nuit pour Roméo, déléthérisation, raquettes, Sierra, embases) hors inflation			2 443.94	TOTAL GENERAL (nuit pour Roméo, déléthérisation, raquettes, Sierra, embases) hors inflation			3 642.55	TOTAL GENERAL (nuit pour Roméo, déléthérisation, raquettes, Sierra, embases) hors inflation		3 642.55	TOTAL GENERAL (nuit pour Roméo, déléthérisation, raquettes, Sierra, embases) hors inflation		745.85			



ESTIMATION DE DUREE DE VIE DES PLATEFORMES DE L'AEROPORT DE BEAUVAIS

DOCUMENT CONFIDENTIEL

FIN DU DOCUMENT