

ERASMUS

**Etude d'une chaussée neuve
sous trafic TC5 avec prise en compte
de critères environnementaux**

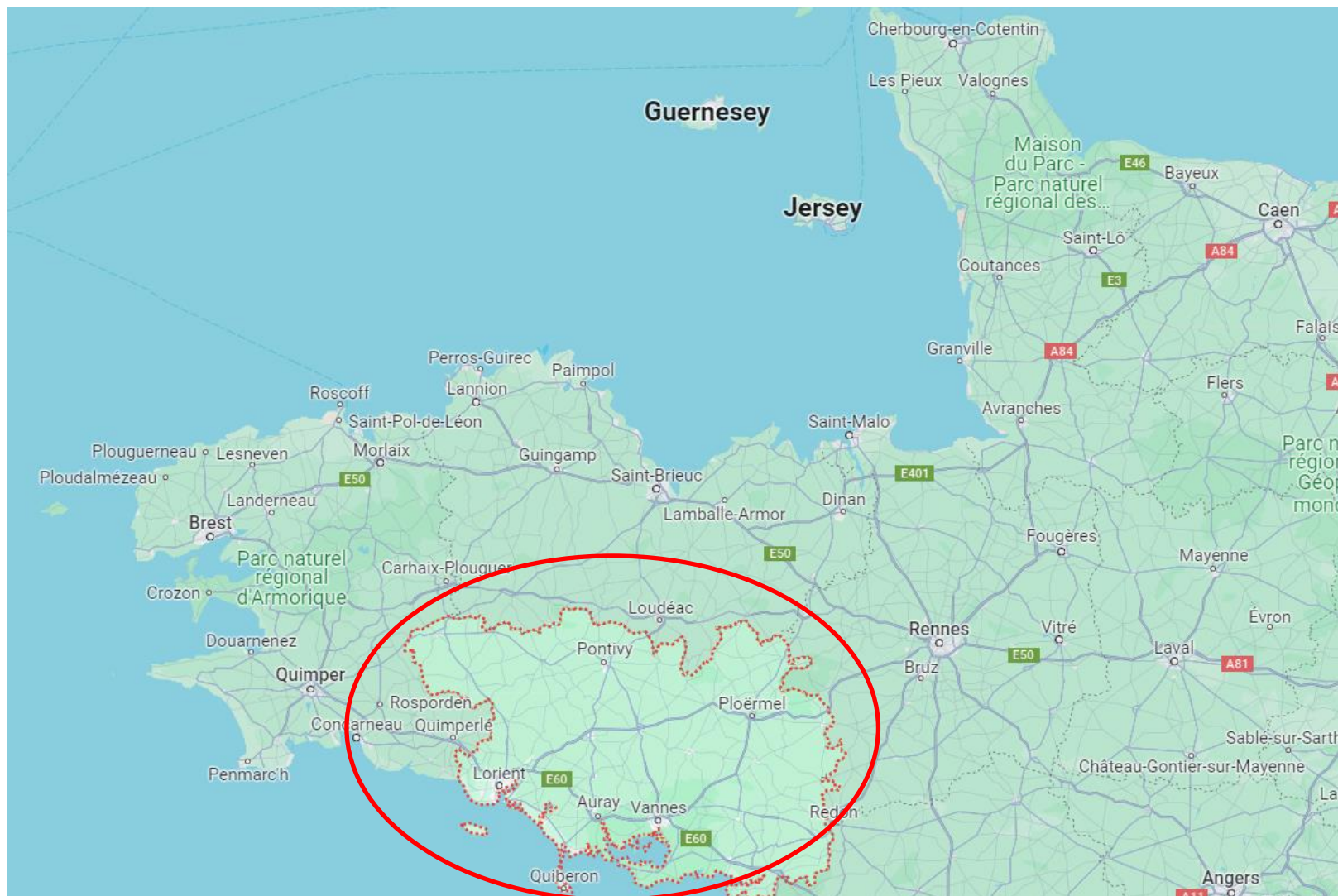


31ème forum – 12-13 et 14 juin 2024

Département du Morbihan

CAS DE LA RD 767

Localisation de l'étude



Situation de l'étude



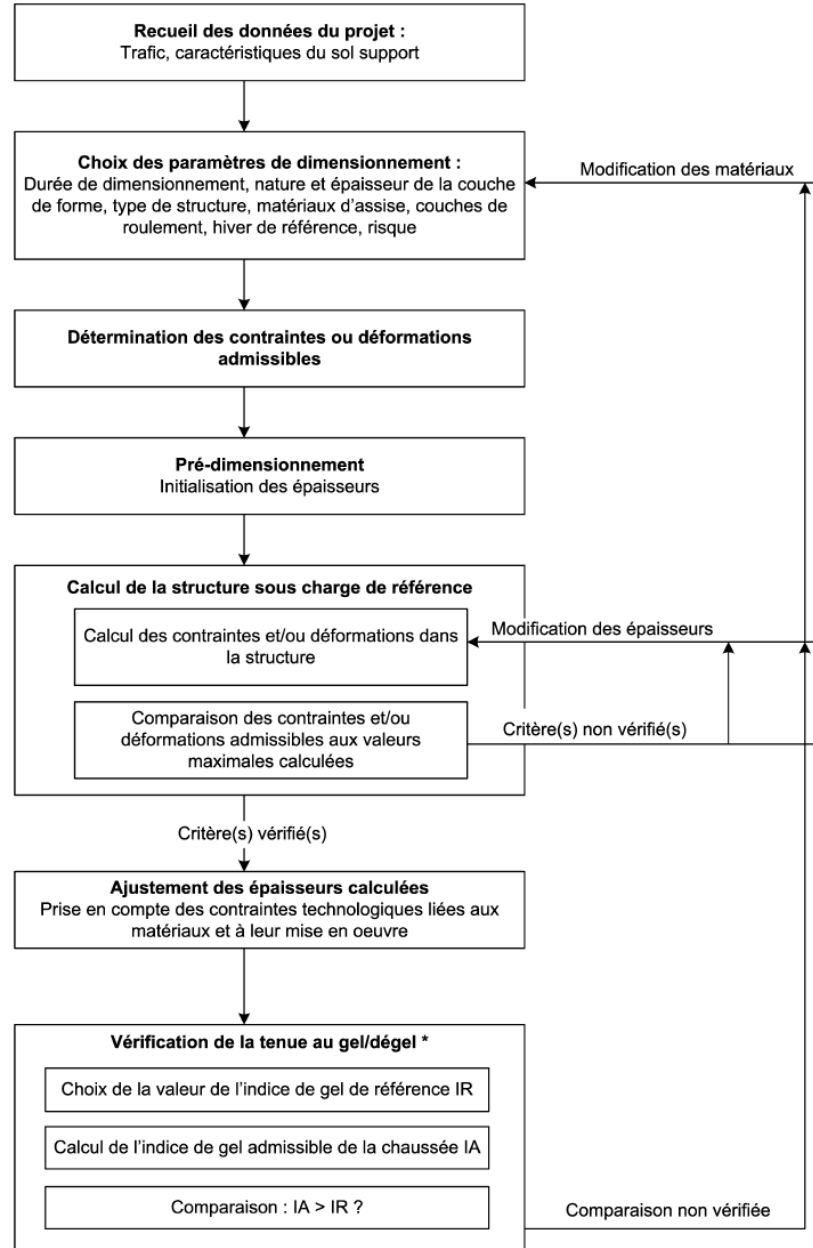
Module construction d'Erasmus

- Un premier traitement de ce cas a montré la nécessité de faire progresser le module Construction.
- Prise en compte de nouvelles contraintes
- Amélioration de la capacité d'Erasmus à proposer des solutions

Module construction d'Erasmus

La norme **NF P98-086**

La méthode



La structure à déterminer

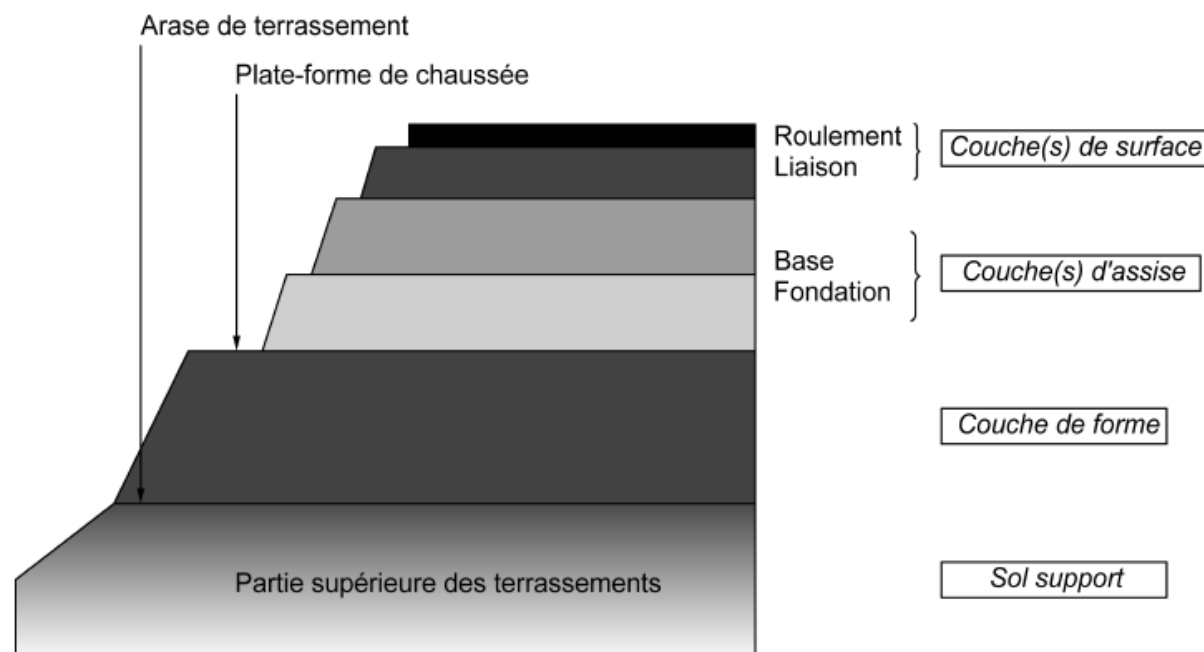


Figure 1 — Représentation schématique d'une structure de chaussée

Données requises

7 Données requises pour le dimensionnement des structures de chaussées neuves

La méthode de dimensionnement prend en considération les données suivantes :

- Les paramètres précisés en amont du projet ;
- Les propriétés de la plate-forme support de chaussée ;
- Les propriétés des matériaux de chaussée et la qualité de leur mise en œuvre.

7.1 Paramètres fixés en amont du projet

Les paramètres d'entrée, choisis en amont du projet, et nécessaires au dimensionnement mécanique de la chaussée sont les suivants :

- La durée de dimensionnement ;
- Le trafic poids lourd et son taux de croissance ;
- Le risque de calcul ;
- L'hiver de référence.

7.1.1 Durée de dimensionnement

La durée de dimensionnement (d en années) définit la durée fixée pour le calcul de l'ouvrage. Elle permet de calculer le trafic poids lourds cumulé à prendre en compte pour le dimensionnement.

Des exemples de durées d sont fournis en Annexe E.

Données requises

7.1.2 Trafic poids lourds et taux de croissance

Le trafic poids lourds et son évolution font l'objet du paragraphe 7.2.

7.1.3 Risque de calcul

Le risque de calcul r (en %) associé à la durée de dimensionnement retenue d est défini en 5.2.4.1.

Des valeurs de risque de calcul usuellement utilisées sont fournies en Annexe E. Elles sont fonction du type de structure, de la nature des matériaux et de la classe de trafic.

7.1.4 Hiver et indice de gel de référence

L'hiver de référence, auquel correspond l'indice de gel de référence IR , est l'hiver contre lequel la chaussée doit être protégée. Ce peut être l'hiver le plus rigoureux connu (hiver exceptionnel noté HE présentant le plus fort indice de gel depuis 1950), l'hiver décennal (hiver rigoureux non exceptionnel noté HRNE dont la rigueur a une période de retour de 10 ans) ou tout autre hiver.

L'Annexe E précise le document de référence pour les valeurs d' IR usuelles.

7.3 La plate-forme support de chaussée

Pour le dimensionnement des chaussées, la plate-forme support est décrite par les quatre caractéristiques suivantes :

- la portance à long terme de la plate-forme ;
- le coefficient d'hétérogénéité de la plate-forme ;
- la sensibilité au gel des matériaux constitutifs de la plate-forme ;
- la protection thermique apportée par les matériaux non gélifs de la plate-forme.

Le cas des substrats rocheux est traité spécifiquement dans le paragraphe 7.3.5.

Le dimensionnement mécanique

5.1 Conversion trafic – Nombre d'essieux équivalents

Le trafic poids lourds devant emprunter la chaussée pendant sa durée de dimensionnement, exprimé par le nombre cumulé de poids lourds N_{PL} , est converti en un nombre équivalent NE de passages de l'essieu de référence (NF P 98-082). Le calcul est précisé au paragraphe 7.2. Il est basé sur le produit du nombre N_{PL} par un coefficient d'équivalence appelé Coefficient d'Agressivité Moyen du trafic, noté CAM , dont la valeur dépend de la nature de la structure de chaussée et de la composition du trafic Poids Lourds (silhouettes des poids lourds et fréquences de passage). La méthode de calcul de ce coefficient est développée dans la norme NF P 98-082. Elle doit être utilisée notamment dans le cas des zones de trafic recevant des poids lourds dérogeant au Code de la Route français ou à la directive européenne n° 96/53/CE. Pour les autres zones et en l'absence des informations nécessaires pour mener un tel calcul, les valeurs du coefficient CAM fournies en Annexe C peuvent être utilisées.

5.2 Calcul des sollicitations admissibles

La méthode de dimensionnement distingue trois mécanismes d'endommagement auxquels sont associées trois expressions de sollicitations admissibles :

- l'endommagement par fatigue des matériaux bitumineux, pris en compte à travers leur déformation d'extension horizontale réversible maximale admissible $\epsilon_{t,adm}$;
- l'endommagement par fatigue des matériaux traités aux liants hydrauliques et les bétons de ciment, pris en compte à travers leur contrainte de traction horizontale maximale admissible $\sigma_{t,adm}$;
- l'endommagement par cumul des déformations permanentes dans les matériaux non traités, pris en compte à travers leur déformation verticale réversible maximale admissible $\epsilon_{z,adm}$.

Le dimensionnement mécanique

Les matériaux bitumineux

5.2.1 Critère de déformation admissible pour les matériaux bitumineux, $\varepsilon_{t,adm}$

Pour une couche bitumineuse sollicitée en extension par flexion, la déformation admissible pour la température équivalente θ_{eq} est calculée selon l'Équation 1.

Équation 1 : équation de la déformation admissible pour les matériaux bitumineux

$$\varepsilon_{t,adm} = \varepsilon_6(10\text{ °C} ; 25\text{ Hz}) \times \sqrt{\frac{E(10\text{ °C} ; 10\text{ Hz})}{E(\theta_{eq} ; 10\text{ Hz})}} \times \left(\frac{NE}{10^6}\right)^b \times k_c \times k_r \times k_s$$

où :

$\varepsilon_6(10\text{ °C} ; 25\text{ Hz})$ est le paramètre de la loi de fatigue du matériau bitumineux, représentant la déformation conduisant à une durée de vie de 10^6 cycles. ε_6 est déterminé par l'essai normalisé de fatigue en flexion deux points (NF EN 12697-24, Annexe A). Cet essai est réalisé à 10 °C et 25 Hz ;

b est la pente de la loi de fatigue du matériau bitumineux ($-1 < b < 0$) ;

$E(10\text{ °C} ; 10\text{ Hz})$ est le module de rigidité obtenu selon la norme NF EN 12697-26, Annexe A à 10 °C et 10 Hz ou selon la norme NF EN 12697-26, Annexe F ;

$E(\theta_{eq} ; 10\text{ Hz})$ est le module de rigidité obtenu selon la norme NF EN 12697-26, Annexe A à θ_{eq} et 10 Hz ou selon la norme NF EN 12697-26, Annexe F ;

NE est le nombre de passages de l'essieu de référence ;

k_c, k_r, k_s sont les coefficients d'ajustement définis au paragraphe 5.2.4, et dont les valeurs sont fournies en Annexe D et Annexe F.

Le dimensionnement mécanique

Les matériaux hydrauliques

5.2.2 Critère de contrainte admissible pour les matériaux traités aux liants hydrauliques et les bétons de ciment, $\sigma_{t,adm}$

Pour une couche constituée par ces matériaux, sollicitée en traction par flexion, la contrainte admissible est calculée selon l'Équation 2.

Équation 2 : équation de la contrainte admissible pour les matériaux traités aux liants hydrauliques

$$\sigma_{t,adm} = \sigma_6 \times \left(\frac{NE}{10^6} \right)^b \times k_c \times k_r \times k_s \times k_d$$

où :

σ_6 est le paramètre représentant la contrainte conduisant à une durée de vie en fatigue par flexion de 10^6 cycles sur des éprouvettes dont le mûrissement est de 360 jours (NF P 98-233-1) ;

b est la pente de la loi de fatigue du matériau ($-1 < b < 0$) ;

NE est le nombre de passages de l'essieu de référence ;

k_c, k_r, k_s, k_d sont les coefficients d'ajustement définis au paragraphe 5.2.4 et dont les valeurs sont fournies en Annexe D et Annexe F.

Le dimensionnement mécanique

Les matériaux non traités et les sols

5.2.3 Critère de déformation admissible pour les matériaux non traités et les sols supports de chaussée, $\varepsilon_{z,adm}$

Pour une couche de matériau non traité et pour le sol, la sollicitation admissible est la déformation verticale en surface de la couche, calculée selon l'Équation 3.

Équation 3 : équation de la déformation admissible pour les matériaux non traités et les sols supports de chaussée

$$\varepsilon_{z,adm} = A \times (NE)^b$$

où :

A, b sont les paramètres fonction du niveau de trafic, du type de matériau et de la structure, définis au paragraphe 8.1 ($-1 < b < 0$) ;

NE est le nombre de passages de l'essieu de référence.

Les matériaux: couche de roulement

**Tableau B.1 — Domaine d'épaisseur
des différentes techniques de couche de roulement**

Techniques	Normes	Granularité	Épaisseur (m)
BB semi-grenus BBSG	NF EN 13108-1	EB10 EB14	0,05 à 0,07 0,06 à 0,09
BB minces BBM	NF EN 13108-1	EB10 EB14	0,03 à 0,04 0,035 à 0,05
BB drainants BBDr	NF EN 13108-7	BBDr6 BBDr10	0,03 à 0,04 0,04 à 0,05
BBS (Bétons bitumineux pour chaussées où $NE \leq 250\ 000$)	NF EN 13108-1	EB10 – type 1 EB10 – type 2 EB10 – type 3 EB10 – type 4	0,04 à 0,05 0,04 à 0,05 0,08 0,10 à 0,12
BB très minces BBTM	NF EN 13108-2	BBTM10 BBTM6	0,02 à 0,03 0,02 à 0,03
BB Ultra-minces BBUM	prNF EN 13108-9 (mai 2010)	UTLAC10 UTLAC6	0,015 0,015
BB à module élevé BBME	NF EN 13108-1	EB10 EB14	0,05 à 0,07 0,06 à 0,09
Enduits superficiels ES	NF EN 12271		
Asphalte coulé routier	NF EN 13108-6		

Les matériaux bitumineux base et fondation

Tableau F.6 — Caractéristiques mécaniques minimales et maximales de EB-GB à retenir pour le dimensionnement dans le cadre de l'approche fondamentale

	Classe	2	3	4
Valeurs minimales	Module à 15 °C – 10 Hz ou 0,02 s (MPa)	9 000	9 000	11 000
	ε_6 (μdéf)	80	90	100
Valeurs maximales	Module à 15 °C – 10 Hz ou 0,02 s (MPa)	11 000	11 000	14 000
	ε_6 (μdéf)	90	100	115
Valeurs à appliquer forfaitairement	$-1/b$	5	5	5
	S_N	0,3	0,3	0,3
	k_C	1,3	1,3	1,3

Tableau F.7 — Caractéristiques mécaniques minimales et maximales de EB-EME à retenir pour le dimensionnement dans le cadre de l'approche fondamental

	Classe	1	2
Valeurs minimales et valeurs conventionnelles	Module à 15 °C – 10 Hz ou 0,02 s (MPa)	14 000	14 000
	ε_6 (μdéf)	100	130
Valeurs maximales	Module à 15 °C – 10 Hz ou 0,02 s (MPa)	17 000	17 000
	ε_6 (μdéf)	115	145
Valeurs à appliquer forfaitairement	$-1/b$	5	5
	S_N	0,3	0,25
	k_C	1	1

Les matériaux bitumineux liaison et/ou roulement

Tableau F.9 — Caractéristiques mécaniques minimales et maximales des matériaux pour couche de liaison et de roulement à retenir pour le dimensionnement dans l'approche fondamentale

		EB-BBSG		EB-BBME	
	Classe	1	2 et 3	1	2 et 3
Valeurs minimales et valeurs conventionnelles	Module à 15 °C – 10 Hz (MPa)	5 500	7 000	9 000	11 000
	ε_6 (μdéf)	100	100	100	100
Valeurs maximales	Module à 15 °C – 10 Hz (MPa)	9 000	11 000	11 000	14 000
	ε_6 (μdéf)	115	130	115	130
Valeurs à appliquer forfaitairement	$-1/b$	5	5	5	5
	S_N	0,25	0,25	0,25	0,25
	k_c	1,1	1,1	1,1	1,1

Les matériaux hydrauliques

Tableau F.2 — Valeurs de référence des paramètres de calcul pour les graves traitées aux liants hydrauliques conformes aux normes

Matériau	E (10^3 MPa)	σ_6 (MPa)	$-1/b$	S_N	S_h	$R_{t360 \text{ min}}$ (MPa)
Grave Ciment (T3) Grave Liant Hydraulique Routier (T3) Grave Cendre Hydraulique (T3)	23	0,75	15	1	0,03	1,15
Grave Ciment (T4)	25	1,2	15	1		1,8
Grave Laitier Granulé (T2) Grave Laitier Prébroyé (activée à la chaux) (T2)	15	0,60	12,5	1		0,90
Grave Laitier Prébroyé (T3) (activant sulfatique ou calcique)	20	0,70	13,7	1		1,05
Grave Cendre Volante Silicoalumineuse-Chaux (T3)	30	1,40	16	1		2,10
Béton compacté (T5)	28	1,85	15	1		2,8

Les matériaux non traités

Tableau F.1 — Valeurs de module de rigidité des couches de GNT pour le dimensionnement

Chaussées pour lesquelles la classe de trafic est inférieure ou égale à T3												
Catégories définies dans la norme NF EN 13285												
couche de base	catégorie 1 : $E_{\text{GNT}} = 600 \text{ MPa}$											
	catégorie 2 : $E_{\text{GNT}} = 400 \text{ MPa}$											
	catégorie 3 : $E_{\text{GNT}} = 200 \text{ MPa}$											
couche de fondation (GNT subdivisée en sous-couches de 0,25 m d'épaisseur indiquée par i croissant de bas en haut)	$E_{\text{GNT}} \{1\} = 3 E_{\text{plateforme-support}}$ $E_{\text{GNT}} \{\text{sous-couche } i\} = k E_{\text{GNT}} \{\text{sous-couche } (i-1)\}$ k variant selon la catégorie de la GNT <table border="1"><tr><td>Catégorie</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>k</td><td>3</td><td>2,5</td><td>2</td></tr></table> E_{GNT} borné par la valeur indiquée en couche de base Voir Tableau G.1				Catégorie	1	2	3	k	3	2,5	2
Catégorie	1	2	3									
k	3	2,5	2									
Chaussées pour lesquelles la classe de trafic est T2 ou T1 – structures bitumineuses épaisses avec fondation en GNT												
couche de fondation (GNT subdivisée en sous-couches de 0,25 m d'épaisseur)	$E_{\text{GNT}} \{1\} = 3 E_{\text{plateforme-support}}$ $E_{\text{GNT}} \{\text{sous-couche } i\} = 3 E_{\text{GNT}} \{\text{sous-couche } (i-1)\}$ E_{GNT} borné par 360 MPa											
Chaussées à structure inverse (GNT de type B)												
	$E_{\text{GNT}} = 480 \text{ MPa}$											

Détermination de la plateforme

D.1 Plate-forme de chaussée

La portance à long terme de la plate-forme de chaussée est évaluée soit sous chargement statique à la plaque, soit sous chargement dynamique. La détermination du module EV_2 sous chargement statique est définie dans la norme NF P 94-117-1. Sous chargement dynamique, le module E_{DYN2} est défini dans la norme NF P 97-117-2.

Les classes de portance à long terme de la plate-forme support de chaussée sont établies à partir des valeurs de module soit sous chargement statique, soit sous chargement dynamique comme indiquées dans le Tableau D.1.

Tableau D.1 — Classe de portance à long terme de la plate-forme support de chaussée

Module EV_2 ou E_{DYN2} (MPa)	20	50	80	120	200
Classe de plate-forme	PF1	PF2	PF2 ^{qs}	PF3	PF4

La classe PF2^{qs}, dénommée PF2 de qualité supérieure est une classe intermédiaire de calcul permettant de valoriser les plates-formes dont les caractéristiques de réception permettent d'assurer une valeur de portance à long terme comprise entre 80 MPa et 120 MPa. À ce jour, leur réception n'est pas normalisée.

D.2 Coefficient d'hétérogénéité de plate-forme pris en compte lors du dimensionnement

Le coefficient d'hétérogénéité, k_s , fonction de la plate-forme et utilisé lors des calculs de dimensionnement, est fourni dans le Tableau D.2.

Tableau D.2 — Valeurs de k_s pris en compte en fonction de la classe de portance à long terme de la plate-forme support

Module	$E < 50$ MPa	$50 \text{ MPa} \leq E < 80$ MPa	$80 \text{ MPa} \leq E < 120$ MPa	$E \geq 120$ MPa
k_s	1/1,2	1/1,1	1/1,065	1

D.3 Comportement au gel des matériaux constitutifs de la plate-forme

La classification des matériaux de la plate-forme en trois catégories, non gélifs (SGn), peu gélifs (SGp) et très gélifs (SGt) est déterminée en fonction de la pente de l'essai de gonflement au gel (selon NF P 98-234-2), suivant les fourchettes de valeur fournies dans le Tableau D.3.

Les essais de gonflement au gel prévalent. Toutefois, dans le cas où il n'est pas possible de disposer de tels résultats d'essai, les classes de sensibilité au gel mentionnées dans le Tableau D.4, à titre indicatif, peuvent être adoptées. Le Tableau D.4 a été élaboré en retenant pour chaque matériau la classe de sensibilité la plus élevée, rencontrée dans plus de 10 % des cas. Une application stricte de ce tableau peut donc conduire à surestimer la sensibilité au gel, en particulier sur les sols fins. Il n'est pas possible de se prononcer sur les matériaux ne figurant pas dans le Tableau D.4 en l'état actuel des connaissances. L'essai de gonflement est alors indispensable.

Durée de dimensionnement

- Durée en fonction de la stratégie d'investissement retenue

E.1 Durée de dimensionnement

À titre indicatif, pour son réseau, l'État a retenu deux durées de dimensionnement possibles selon le type de réseau envisagé, comme indiqué dans le Catalogue des structures types de chaussées neuves de 1998. Sur le réseau routier structurant, la durée de dimensionnement retenue est de 30 ans ; pour les chaussées relevant du réseau routier non structurant, celle-ci est fixée à 20 ans. Les collectivités territoriales ont, quant à elles, pour pratique de retenir des durées de dimensionnement comprises entre 15 ans et 30 ans.

En ce qui concerne les chaussées urbaines, la durée de dimensionnement est généralement comprise entre 10 ans et 20 ans comme mentionné dans le document de référence, Dimensionnement des structures des chaussées urbaines [6].

E.2.1 Valeurs de risque indicatives

Tableau E.1 — Valeurs de risque, en %, associé au type de structure, au matériau et à la classe de trafic en milieu péri-urbain et rase campagne

[illegible]

Trafic – agressivité

Tableau C.1 — Coefficients d'Agressivité Moyen fonction du trafic et du type de matériaux pour les chaussées à caractère autoroutier

	T2	T1	T0	TS	Tex
<i>CAM</i> Matériaux Bitumineux	0,8				
<i>CAM</i> Matériaux Traités aux Liants Hydrauliques et béton	1,3				
<i>CAM</i> Sol, GNT	1				

Tableau C.2 — Coefficients d'Agressivité Moyen fonction du trafic et du type de matériaux pour les chaussées à caractère non autoroutier

	T5	T4	T3-	T3+	T2, T1, T0
<i>CAM</i> Matériaux Bitumineux	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5
<i>CAM</i> Matériaux Traités aux Liants Hydrauliques et béton	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8
<i>CAM</i> Sol, GNT	0,4	0,5	0,6	0,75	1

Tableau C.3 — Coefficients d'Agressivité Moyen fonction du trafic et du type de matériaux pour les chaussées en milieu urbain

	Voie de desserte	Voie de distribution	Voie principale à trafic lourd
<i>CAM</i> Matériaux Bitumineux	0,1	0,2	0,2
<i>CAM</i> Matériaux Traités aux Liants Hydrauliques et béton	0,1	0,2	0,4
<i>CAM</i> sur giratoire	0,2	0,5	1,0

Etude d'une structure

Après ces rappels, reprise de l'étude
d'une structure sur la RD 767

RD 767 - Les données

- Type de chaussée
- Trafic PL
- Taux d'accroissement du trafic PL
- Base de trafic
- Zone climatique
- Sol support
- Couche de forme
- Durée de dimensionnement

RD 767 : 2x2 voies

Données générales

Général

Nom	RD767_Morbihan_revu	Voie	RD767
Gestionnaire		Localisation début	Supprimer
Localisation fin	Supprimer	pr	0
pr	1	abs	0
abs	0	Département	56


RD 767 Trafic

Trafic

Base de trafic: Chaussee_Transit_NF_P98_

Type de progression: GCD-Dec-1994

Route_Campagne_NF_P98_
Route_Ville_Desserte_NF_P9_
Route_Ville_Distribution_NF_
Route_Ville_Trafic_Lourd_NF_
VRNS-Catalogue-98
VRS-Catalogue-98
Chaussee_Transit_NF_P98_




Trafic

Base de trafic: Chaussee_Transit_NF_P98_

Type de progression: Arithmetique

2024
Voie 1 : 450 PL/j



Courant: Trafic (2024)

Année de mesure: 2024

Taux d'accroissement futur: 2

Vitesse des PL (km/h): 110

Nombres de PL

Voie 1

Nombre de PL: 450

Trafic PL : MJA sur la
voie la plus chargée

RD 767 Le climat

Courant: Climat

Station de référence

Nantes

Indice gel dernier hiver rigoureux (deg.jour)

0 <=

110

Dernier été

chauds

RD 767 sol et plateforme

Courant: Sol

Matériau

Nature : sables-graves-avec-fines

Classe : B5

Pente de l'essai de gonflement(mm/(°C.h)^{1/2} :

An((°C.j)^{1/2} . m-1) :

Paramètres avancés

Module (MPa) : 50

Coefficient de Poisson :

Structure



☐ Mode Travaux

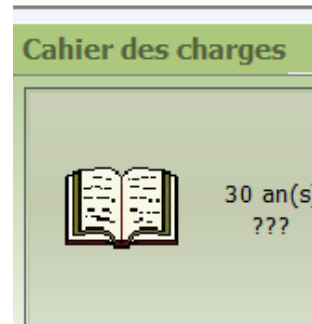


Voie 1



Sol / Plateforme 50.0Mpa - sables-graves-avec-fines - B5

RD 767 Le cahier des charges



Courant: Cahier des charges

Annee de construction	2024
Examen du gel en diagnostic	Oui
Durée de vie (ans)	0 <= 30
Epaisseur min à fraiser (cm)	
Risque de dimensionnement (%)	1 <=
Adhérence	
Couche de roulement	BB-TRES-MINCE-0/10
Séparation des fonctions de la CR	<input type="checkbox"/>
Couche de liaison	
Atténuation du bruit	

RD 767 Les techniques souhaitées

Erasmus 6 [pierre]

Fichier Cas Moteur **Configuration ?**

- Configuration des rapports
- Accéder à la base de prix**
- Changer de référentiel
- Etools
- Paramétrer unités production
- Initialiser Erasmus WEB

Général

Nom

Gestionnaire

RD 767




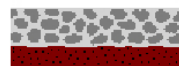


Localisation début Supprimer

pr 1 abs 0

pr 0 abs 0

Département 56

RD 767 Les techniques souhaitées

<div>       </div>					
Enduits	Enrobés de surface	Enrobés de base	Grave hydraulique	Grave Non Traitée	Autres Techniques
Selectionné	Nom	Coût min TTC	Coût max TTC	Unité de vente	Coût Km TTC
<input checked="" type="checkbox"/>	BB-TRES-MINCE-0/10	2,29€	3,00€	m2	0,00€
<input checked="" type="checkbox"/>	BBSG-0/10-CLASSE-3	38,00€	40,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	BB-DISCONTINU-COUCHE-MINCE	3,81€	4,00€	m2	0,00€
<input type="checkbox"/>	BB-TRES-MINCE-0/6	2,29€	3,00€	m2	0,00€
<input type="checkbox"/>	BBME-0/10-CLASSE-1	38,11€	40,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	BBME-0/10-CLASSE-2	38,00€	40,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	BBME-0/10-CLASSE-3	38,00€	40,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	BBME-0/14-CLASSE-1	38,00€	40,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	BBME-0/14-CLASSE-2	38,00€	40,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	BBME-0/14-CLASSE-3	38,00€	40,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	BBSG-0/10-CLASSE-1	38,00€	40,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	BBSG-0/10-CLASSE-2	38,00€	40,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	BBSG-0/14-CLASSE-1	38,00€	40,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	BBSG-0/14-CLASSE-2	38,00€	40,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	BBSG-0/14-CLASSE-3	38,00€	40,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	ENROBE-COULE-A-FROID	3,00€	4,00€	m2	0,00€
<input type="checkbox"/>	ENROBE-DRAINANT-BITUME-PUR	3,00€	4,00€	m2	0,00€
<input type="checkbox"/>	ENROBE-DRAINANT-LIANT-MODIFIE	4,00€	5,00€	m2	0,00€
<input type="checkbox"/>	SMA-0/10-BITUME-MODIFIE	8,00€	11,00€	m2	0,00€

RD 767 Les techniques souhaitées

- Le maître d'œuvre a souhaité ajouter dans la base, un matériau utilisé localement



GB4_optimise_56







45,00€

Saisie au préalable des caractéristiques du matériau

Caractéristiques Intrinsèques			Caractéristiques Thermiques			Caractéristiques de Comportement		
Type de liant	bitume		Teneur en eau (%)	1		Loi N cycles admissibles (conc)	LCPC	
Liant	c40/50		Lambda g (J/m².K)	1.9		Résistance à la fatigue	forte	
Nature granulats	silice		Lambda ng (J/m².K)	1.9		Résistance au fluage	forte	
Teneur en liant (%)	2 <=	4.8 <= 6	Gélvité intrinsèque	0		Résistance à la fissuration thermique	moyenne	
Compacté (%)	70 <=	92 <= 100	Chaleur spécifique (Cal/g/deg C)	0,1 <=	0.21 <= 1			
Masse volumique (t/m³)	1,9 <=	2.3 <= 2,4						
Caractéristiques Elastiques			Caractéristiques Elastiques			Caractéristiques Industrielles		
Module minimal (MPa)	2 000		Epsilon 6 (10-6)	110		Rôle fonctionnel	<input type="checkbox"/> Couche de liaison <input checked="" type="checkbox"/> Couche de base <input checked="" type="checkbox"/> Couche de fondation	
Module fatigue (MPa)	2 000		Module nominal 10degC (MPa)	1 000 <=	14 300 <= 20 000	Type de travaux	Pose d'une couche de base	
Module nominal (MPa)	12 500		Kc (calage)	0,2 <=	1.3 <= 2	<input checked="" type="checkbox"/> sth <input checked="" type="checkbox"/> bb		
Module maximal (MPa)	16 000		Pente courbe fatigue	0.2				
Coefficient de Poisson	0.35		Dispersion loi fatigue	0.3				

Enregistrer Annuler

RD 767 Les techniques souhaitées

<div>       </div>					
Enduits	Enrobés de surface	Enrobés de base	Grave hydraulique	Grave Non Traitée	Autres Techniques
Selectionné	Nom	Coût min TTC	Coût max TTC	Unité de vente	Coût Km TTC
<input checked="" type="checkbox"/>	EME-0/14-CLASSE-2	50,00€	60,00€	t	0,00€
<input checked="" type="checkbox"/>	GB-0/14-CLASSE-4	40,00€	50,00€	t	0,00€
<input checked="" type="checkbox"/>	GB4_optimise_56	40,00€	50,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	BB-THERMOREGENERATION	5,00€	6,00€	m2	0,00€
<input type="checkbox"/>	EME-0/10-CLASSE-1	50,00€	60,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	EME-0/10-CLASSE-2	50,00€	60,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	EME-0/14-CLASSE-1	50,00€	60,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	EME-0/20-CLASSE-1	50,00€	60,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	EME-0/20-CLASSE-2	50,00€	60,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	GB-0/14-CLASSE-2	40,00€	50,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	GB-0/14-CLASSE-3	40,00€	50,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	GB-0/20-CLASSE-2	40,00€	50,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	GB-0/20-CLASSE-3	40,00€	50,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	GB-0/20-CLASSE-4	40,00€	50,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	GRAVE-EMULSION-TYPE1	35,06€	45,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	GRAVE-EMULSION-TYPE2	35,06€	42,69€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	BBME-LIAISON-0/10-CLASSE-1	40,00€	45,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	BBME-LIAISON-0/10-CLASSE-2	40,00€	50,00€	t	0,00€
<input type="checkbox"/>	BBME-LIAISON-0/10-CLASSE-3	40,00€	50,00€	t	0,00€

RD 767 recherche des solutions

Erasmus 6 [pierre]

Fichier Cas **Moteur** Configuration ?

← →

- Lancer le diagnostic
- Lancer la conception**
- Récupérer résultat précédent
- Analyse multiple

Général

Nom RD767_Morbihan_revu Voie RD767

Gestionnaire Conseil département

Localisation début Supprimer

Localisation fin Supprimer

pr 1 abs 0




pr 0 abs 0

Département 56

RD 767

- La couche de surface souhaitée est un BBTM
- Le trafic cumulé TC5 permet ce type de revêtement sur la couche de base en EME: GB4 ?
- Pour le cas étudié, en l'absence d'information sur la GB4 une couche de liaison sera nécessaire

RD 767 Solutions de conception


Résultats de conception	Modèle mécanique	Durée de vie réelle	Epaisseur totale
2024 : BB très mince 0/10 (N) (2.5 cm) Liant d'accrochage 2024 : EME-0/14-CLASSE-2 (N) (11.0 cm) Liant d'accrochage 2024 : EME-0/14-CLASSE-2 (N) (11.0 cm) Enduit d'accrochage 2024 : GNT-PLATEFORME (N) (36.0 cm)		37 ans	60.5
2024 : BB très mince 0/10 (N) (2.5 cm) Liant d'accrochage 2024 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm) Liant d'accrochage 2024 : GB-0/14-CLASSE-4 (N) (9.0 cm) Liant d'accrochage 2024 : GB-0/14-CLASSE-4 (N) (10.0 cm) Enduit d'accrochage 2024 : GNT-PLATEFORME (N) (36.0 cm)		31 ans	63.5
2024 : BB très mince 0/10 (N) (2.5 cm) Liant d'accrochage 2024 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm) Liant d'accrochage 2024 : GB4_optimise_56 (N) (8.0 cm) Liant d'accrochage 2024 : GB4_optimise_56 (N) (9.0 cm) Enduit d'accrochage 2024 : GNT-PLATEFORME (N) (36.0 cm)		30 ans	61.5

RD 767 Détail solution GB4 optimisée et comparaison avec GB4

BB très mince 0/10 (2024)	2.5 cm	3000.0 Mpa	n= 0.35	Compression
bbsg-0/10-C3 (2024)	6.0 cm	7000.0 Mpa	n= 0.35	Compression
GB4_optimise_56 (2024)	8.0 cm	12500.0 Mpa	n= 0.35	ept= 18.2 10-6 (Adm = 88.7 10-6) sigt= 0.232501 MPa (Adm = 2 MPa)
GB4_optimise_56 (2024)	9.0 cm	12500.0 Mpa	n= 0.35	ept= 79.4 10-6 (Adm = 79.8 10-6) sigt= 1.37817 MPa (Adm = 2 MPa)
gnt-platefor (2024)	36.0 cm	50.0 Mpa	n= 0.35	epz= 305.7 10-6 (Adm = 370.6 10-6)
Sol B5 D = 45 mm/100 RC = 1083 m	600.0 cm	50.0 Mpa	n= 0.35	epz= 226.1 10-6
		10000.0 Mpa	n= 0.25	

BB très mince 0/10 (2024)	2.5 cm	3000.0 Mpa	n= 0.35	Compression
bbsg-0/10-C3 (2024)	6.0 cm	7000.0 Mpa	n= 0.35	Compression
gb-0/14-C4 (2024)	9.0 cm	11000.0 Mpa	n= 0.35	ept= 18.5 10-6 (Adm = 85.0 10-6) sigt= 0.199271 MPa (Adm = 2 MPa)
gb-0/14-C4 (2024)	10.0 cm	11000.0 Mpa	n= 0.35	ept= 76.2 10-6 (Adm = 77.3 10-6) sigt= 1.16958 MPa (Adm = 2 MPa)
gnt-platefor (2024)	36.0 cm	50.0 Mpa	n= 0.35	epz= 282.8 10-6 (Adm = 370.6 10-6)
Sol B5 D = 42 mm/100 RC = 950 m	600.0 cm	50.0 Mpa	n= 0.35	epz= 207.1 10-6
		10000.0 Mpa	n= 0.25	

RD 767 examen des critères environnementaux

<div>  Colonnes <div>  Erasmus vert </div> </div>		
Résultats de conception	Modèle mécanique	Durée de vie réelle
2024 : BB très mince 0/10 (N) (2.5 cm) Liant d'accrochage 2024 : EME-0/14-CLASSE-2 (N) (11.0 cm) Liant d'accrochage 2024 : EME-0/14-CLASSE-2 (N) (11.0 cm) Enduit d'accrochage 2024 : GNT-PLATEFORME (N) (36.0 cm)		37 ans
2024 : BB très mince 0/10 (N) (2.5 cm) Liant d'accrochage 2024 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm) Liant d'accrochage 2024 : GB-0/14-CLASSE-4 (N) (9.0 cm) Liant d'accrochage 2024 : GB-0/14-CLASSE-4 (N) (10.0 cm) Enduit d'accrochage 2024 : GNT-PLATEFORME (N) (36.0 cm)		31 ans

RD 767

• Résultats des critères environnementaux pour chaque solution

Ecologie

Centrale enrobés

Centrale à enrobés Erasmus

Centrale émulsion

Centrale émulsion Erasmus

Centrale à blanc

Centrale a blanc Erasmus

Transport

Transport Erasmus

Distance chantier-centrale enrobés

10

Distance chantier-centrale emulsion

10

Distance chantier-centrale à blanc

10

Cimenterie

Cimenterie Erasmus

Carrière

Carrière Erasmus

Raffinerie

Raffinerie Erasmus

Distance chantier-cimenterie

10

Distance chantier-carrière

10

Distance chantier-stockage fraisats

10

Solutions	Coût min (k€)	Coût max (k€)	Gaz à effet de serre généré (Kg.eq.CO2)	Energie consommée (MJ)	Granulats consommés (t)
2024 : BB très mince 0/10 (N) (2.5 cm) Liant d'accrochage	624	841	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div></div>
2024 : EME-0/14-CLASSE-2 (N) (11.0 cm) Liant d'accrochage					
2024 : EME-0/14-CLASSE-2 (N) (11.0 cm) Enduit d'accrochage					
2024 : GNT-PLATEFORME (N) (36.0 cm)					
2024 : BB très mince 0/10 (N) (2.5 cm) Liant d'accrochage	610	830	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div></div>
2024 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm) Liant d'accrochage					
2024 : GB-0/14-CLASSE-4 (N) (9.0 cm) Liant d'accrochage					
2024 : GB-0/14-CLASSE-4 (N) (10.0 cm) Enduit d'accrochage					
2024 : GNT-PLATEFORME (N) (36.0 cm)					
2024 : BB très mince 0/10 (N) (2.5 cm) Liant d'accrochage	594	811	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div></div>
2024 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm) Liant d'accrochage					
2024 : GB4_optimise_56 (N) (8.0 cm) Liant d'accrochage					
2024 : GB4_optimise_56 (N) (9.0 cm) Enduit d'accrochage					
2024 : GNT-PLATEFORME (N) (36.0 cm)					

Légende

Bitume

Granulats

Ciment

Enrobe



















Emulsion

Blanc

Transports

Granulats consommés

Détail de la solution EME
























Solutions	Gaz à effet de serre généré (Kg.eq.CO2)	Energie consommée (MJ)	Granulats consommés (t)
2024 : BB très mince 0/10 (N) (2.5 cm) Surface : 7600.0 m ² Quantité : 456.0 t Coût estimé : 17404.0€ à 22800.0€			
Liant d'accrochage Surface : 7600.0 m ² Coût estimé : 7600.0€ à 15200.0€			
2024 : EME-0/14-CLASSE-2 (N) (11.0 cm) Surface : 8110.0 m ² Quantité : 2051.83 t Coût estimé : 102591.0€ à 123110.0€			
Liant d'accrochage Surface : 8110.0 m ² Coût estimé : 8110.0€ à 16220.0€			
2024 : EME-0/14-CLASSE-2 (N) (11.0 cm) Surface : 8110.0 m ² Quantité : 2051.83 t Coût estimé : 102591.0€ à 123110.0€			
Enduit d'accrochage Surface : 8110.0 m ² Coût estimé : 40550.0€ à 56770.0€			
2024 : GNT-PLATEFORME (N) (36.0 cm) Surface : 8720.0 m ² Quantité : 6906.24 t Coût estimé : 345312.0€ à 483437.0€			

Détail de la solution GB cl4

Solutions	Gaz à effet de serre généré (Kg.eq.CO2)	Energie consommée (MJ)	Granulats consommés (t)
2024 : BB très mince 0/10 (N) (2.5 cm) Surface : 7600.0 m ² Quantité : 456.0 t Coût estimé : 17404.0€ à 22800.0€			
Liant d'accrochage Surface : 7600.0 m ² Coût estimé : 7600.0€ à 15200.0€			
2024 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm) Surface : 7600.0 m ² Quantité : 1094.4 t Coût estimé : 41587.2€ à 43776.0€			
Liant d'accrochage Surface : 7600.0 m ² Coût estimé : 7600.0€ à 15200.0€			
2024 : GB-0/14-CLASSE-4 (N) (9.0 cm) Surface : 8090.0 m ² Quantité : 1674.63 t Coût estimé : 66985.2€ à 83731.5€			
Liant d'accrochage Surface : 8090.0 m ² Coût estimé : 8090.0€ à 16180.0€			
2024 : GB-0/14-CLASSE-4 (N) (10.0 cm) Surface : 8100.0 m ² Quantité : 1863.0 t Coût estimé : 74520.0€ à 93150.0€			
Enduit d'accrochage Surface : 8100.0 m ² Coût estimé : 40500.0€ à 56700.0€			
2024 : GNT-PLATEFORME (N) (36.0 cm) Surface : 8720.0 m ² Quantité : 6906.24 t Coût estimé : 345312.0€ à 483437.0€			

Bitume = 454 054 MJ
 Granulats = 74 490 MJ
 Ciment = 0 MJ
 Enrobe = 1 164 375 MJ
 Emulsion = 1 944 MJ
 Blanc = 0 MJ
 Transports = 225 314 MJ
Total = 1 920 177 MJ

Détail de la solution GB cl4 optimisé

Solutions	Gaz à effet de serre généré (Kg.eq.CO2)	Energie consommée (MJ)	Granulats consommés (t)
2024 : BB très mince 0/10 (N) (2.5 cm) Surface : 7600.0 m ² Quantité : 456.0 t Coût estimé : 17404.0€ à 22800.0€			
Liant d'accrochage Surface : 7600.0 m ² Coût estimé : 7600.0€ à 15200.0€			
2024 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm) Surface : 7600.0 m ² Quantité : 1094.4 t Coût estimé : 41587.2€ à 43776.0€			
Liant d'accrochage Surface : 7600.0 m ² Coût estimé : 7600.0€ à 15200.0€			
2024 : GB4_optimise_56 (N) (8.0 cm) Surface : 8080.0 m ² Quantité : 1486.72 t Coût estimé : 59468.8€ à 74336.0€			
Liant d'accrochage Surface : 8080.0 m ² Coût estimé : 8080.0€ à 16160.0€			
2024 : GB4_optimise_56 (N) (9.0 cm) Surface : 8090.0 m ² Quantité : 1674.63 t Coût estimé : 66985.2€ à 83731.5€			
Enduit d'accrochage Surface : 8090.0 m ² Coût estimé : 40450.0€ à 56630.0€			
2024 : GNT-PLATEFORME (N) (36.0 cm) Surface : 8720.0 m ² Quantité : 6906.24 t Coût estimé : 345312.0€ à 483437.0€			

- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--|---|---------------|---------------|---|-----------|--------|--------|----------|-------|------------|------------------------|---------|-----------|--------|---------|----------|-------|-------------------------|---------|------------|
| A1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | RD767_Morbihan_revu | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Solutions | | Coût min [k€] | Coût max [k€] | Gaz à effet de serre généré (Kg.eq.CO2) | | | | | | | Energie consommée (MJ) | | | | | | | Granulats consommés (t) | | |
| 5 | | | | | Bitume | Granulats | Ciment | Enrobe | Emulsion | Blanc | Transports | Total | Bitume | Granulats | Ciment | Enrobe | Emulsion | Blanc | | | Transports |
| 6 | 2024 : BB très mince Ø10 (N) (2.5 cm)
Liant d'accrochage
2024 : EME Ø14-CLASSE-2 (N) (11.0 cm)
Liant d'accrochage
2024 : EME Ø14-CLASSE-2 (N) (11.0 cm)
Enduit d'accrochage
2024 : GNT-PLATEFORME (NI) (36.0 cm) | | 624 | 841 | 66331 | 21299 | 0 | 150469 | 286 | 0 | 47864 | 286249 | 130092 | 470824 | 0 | 2849788 | 5717 | 0 | 628216 | 5254637 | 11210 |
| 7 | 2024 : BB très mince Ø10 (N) (2.5 cm)
Liant d'accrochage
2024 : BBSG Ø10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm)
Liant d'accrochage
2024 : GB Ø14-CLASSE-4 (N) (9.0 cm)
Liant d'accrochage
2024 : GB Ø14-CLASSE-4 (N) (10.0 cm)
Enduit d'accrochage
2024 : GNT-PLATEFORME (NI) (36.0 cm) | | 610 | 830 | 67137 | 22303 | 0 | 167905 | 377 | 0 | 52569 | 310290 | 1315877 | 493008 | 0 | 3180019 | 7534 | 0 | 689962 | 5686399 | 11738 |
| 8 | 2024 : BB très mince Ø10 (N) (2.5 cm)
Liant d'accrochage
2024 : BBSG Ø10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm)
Liant d'accrochage
2024 : GB4_optimise_56 (N) (8.0 cm)
Liant d'accrochage
2024 : GB4_optimise_56 (N) (9.0 cm)
Enduit d'accrochage
2024 : GNT-PLATEFORME (NI) (36.0 cm) | | 594 | 811 | 62619 | 21622 | 0 | 155488 | 376 | 0 | 49113 | 289218 | 1227336 | 477963 | 0 | 2944844 | 7529 | 0 | 644604 | 5302275 | 11380 |

Les améliorations du module Construction

- Ajout et dimensionnement automatique d'une GNT de plateforme lors d'une demande de dimensionnement au gel si cela s'avère nécessaire.
- Technique de couche de fondation et Technique de couche de base identique par défaut : Contrainte débrayable dans le cahier des charges.

Les améliorations du module Construction

- Matériau de plus fort module toujours en dessous.
- Dans le cas d'une couche de roulement poreuse (BBTM, Drainant, ...) posée sur un support poreux, (GB2, GB3, ...) ajout automatique d'une couche de liaison non poreuse (BBSG) : Contrainte débrayable dans le cahier des charges.

Les améliorations du module Construction

Paramètres Conception avancés

Supprimer

Taux d'actualisation des prix (%)	<input type="text"/>
Evolution des modules	<input type="text"/> ▼
Blocage du sol	<input type="text"/> ▼
Décollement progressif	<input type="text"/> ▼
Scenarios des études	<input type="text"/> ▼
Désactiver les contraintes de fraisage	<input type="text"/> ▼
Désactiver la contrainte sigt des MB	<input type="text"/> ▼
Désactiver la génération auto de la couche de liaison	<input type="text"/> ▼
Désactiver Technique unique base fondation en Construction	<input type="text"/> ▼
Activer le lissage de l'Epz admissible	<input type="text"/> ▼
Intégrer la CR dans le calcul de SH	<input type="text"/> ▼
CAM sur les matériaux bitumineux	<input type="text"/>
CAM sur les matériaux hydraulique	<input type="text"/>
CAM sur le sol	<input type="text"/>
A epz admissible	<input type="text"/>

Conclusion

- L'étude du cas a permis d'améliorer le processus de détermination des solutions de construction des chaussées neuves.
- Le cas de la RD 767 a été traité en liaison avec le laboratoire départemental du Morbihan
- En plus de proposer des solutions de dimensionnement, Erasmus permet au laboratoire du Morbihan de compléter son étude avec les critères environnementaux

Merci de votre attention

UNE PALETTE DE MILLE COULEURS...

Émeraude à l'aube, saphir à midi, aigue-marine au goûter, topaze au couchant, les falaises de Saint-Gildas-de-Rhuys forment comme un écrin où se reflètent ces lueurs précieuses. Bleu ou vert ? Les bretons sont tombés d'accord sur un mot pour définir la couleur de l'océan : le glaz !

