

Présentation du système expert ERASMUS



Un peu d'histoire



Historique

- **1968** : Mise en place du dimensionnement rationnel des chaussées
- **1978** : Guide technique de «Dimensionnement des renforcements des chaussées souples»
- **1985** : Note pour l'utilisation du programme ALIZE et premiers pas d'ERASMUS

Historique

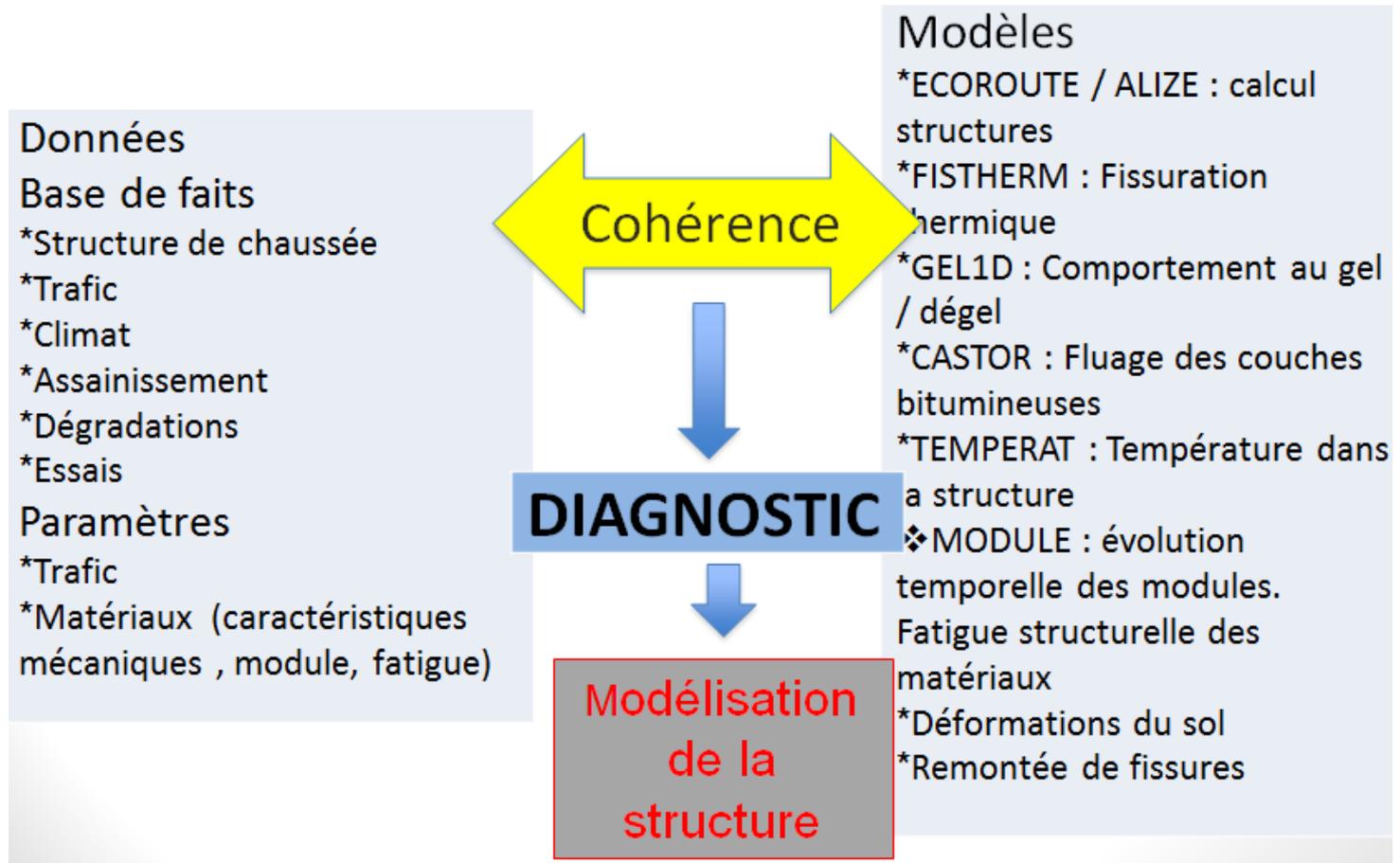
- **1986** : ERASMUS-CS pour les chaussées souples
- **1990** : ERASMUS-GB pour les chaussées bitumineuses
- **1996** : ERASMUS-GH pour les chaussées hydrauliques
- **2011** : ERASMUS-CONSTRUCTION norme NF 98-086
- **2014** : ERASMUS-ETUDE
- **2021** : ERASMUS en SAAS
- **2022** : ERASMUS en mode collaboratif

Les principes d'ERASMUS



Erasmus, votre partenaire d'aide à la décision pour vos chaussées !

L'architecture d'ERASMUS: Logiciels de calcul et Connaissance des experts



3 étapes séquentielles

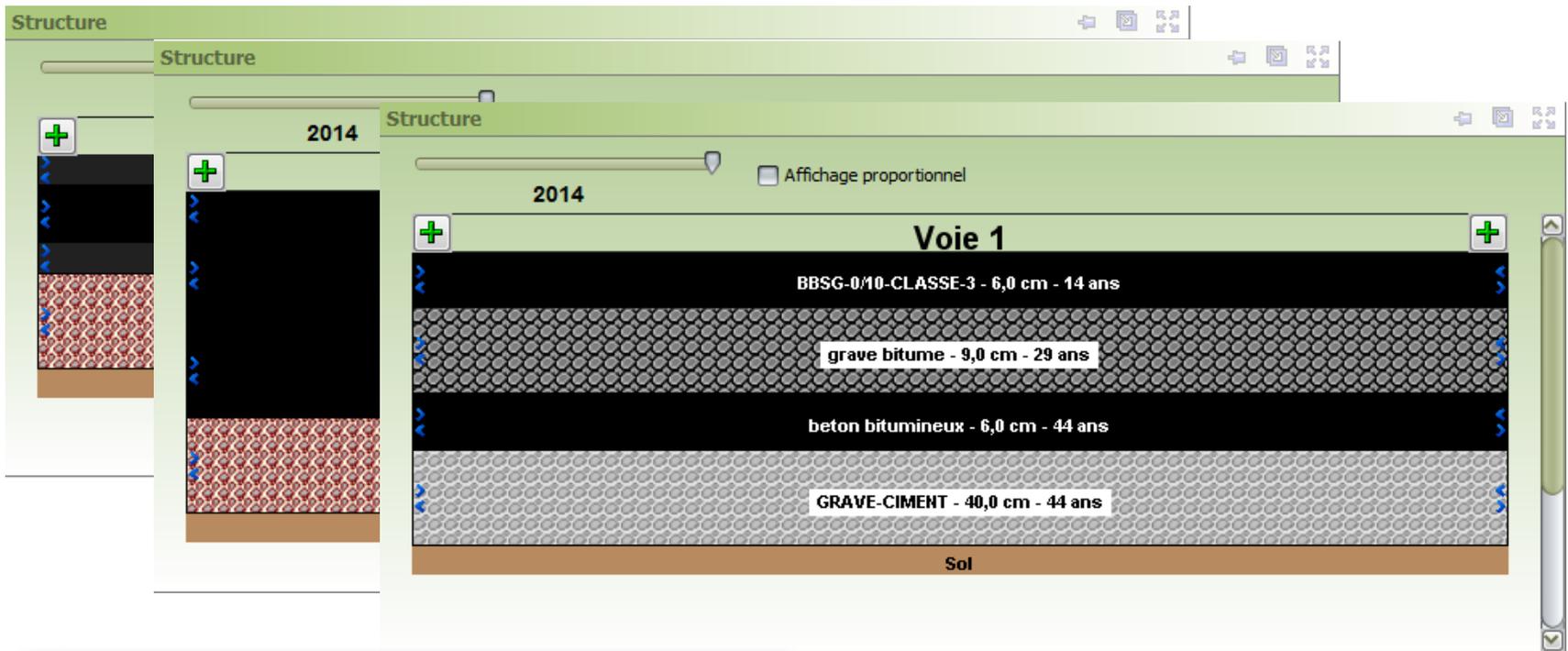
- **Description** de la chaussée et de son environnement
- **Diagnostic** de l'état de la chaussée
- **Conception** des solutions de remise en état

La description de la chaussée : l'étape primordiale



La structure de la chaussée

- Parce que son traitement sera différent selon qu'elle se compose de matériaux souples, bitumineux ou hydrauliques.



Le trafic

- Avec notamment la prise en compte des trafics de la norme NFP98-086



Route_Campagne_NF-P98_086



Route_Ville_Trafic_Lourd_NF-P98_086



Autoroute_NF-P98_086

Les essais

- Le système interprète les essais normalisés français :
déflexion, modules, caractérisation des matériaux, carottage
...



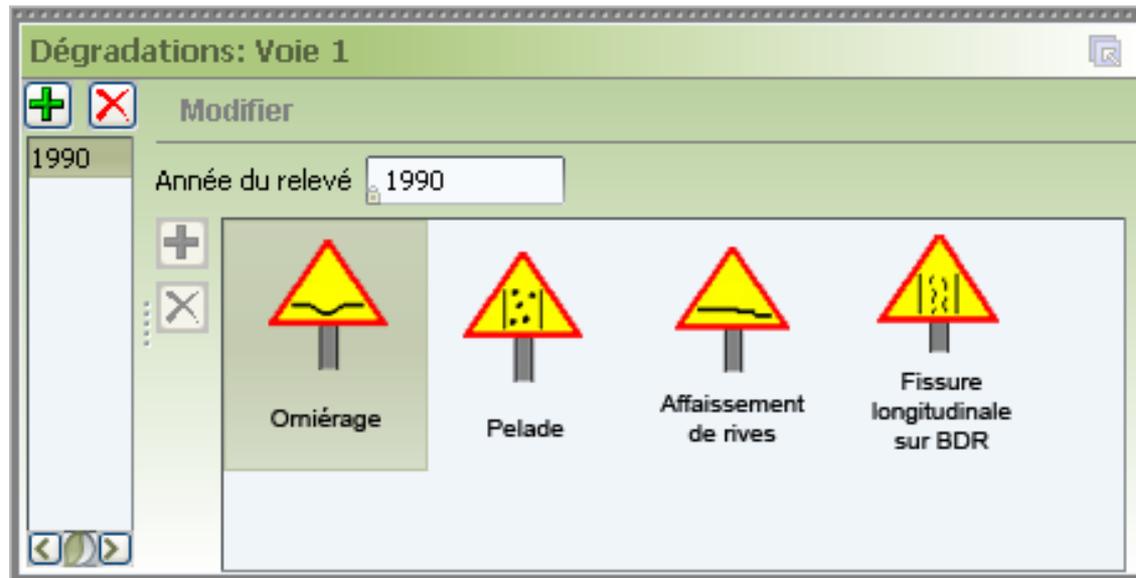
Les essais

- Pour les laboratoires, le carottage est un élément indispensable pour analyser, confirmer et concevoir la chaussée.



Les dégradations

- La prise en compte des dégradations permet d'optimiser et de fiabiliser les solutions de travaux qui seront proposées



Le diagnostic

ERASMUS analyse le comportement passé de la chaussée pour identifier l'origine des défauts constatés.

Le diagnostic

Solution 1	PB-fatigue	PB-fluage	Dégâts dus au gel	PB-fissuration-thermique	Remontée de fissures	PB-drainage
Section Trafic: 550. PL/jour: t3+ Calage mécanique (1990) Déflexion calculée:43 mm/100 Valeur de calage:43 mm/100	Synthèse experte fort(e)	Synthèse experte non	Synthèse experte non	Synthèse experte non	X	
Enrobé de surface (n°1) 4. cm, 1 an(s), collé 7000 MPa / 4. cm	Analyse de surface non Analyse rationnelle non Synthèse experte non	Synthèse experte non		Analyse de surface non	Analyse de surface non Analyse rationnelle faible Synthèse experte faible	X
Enrobé de surface (n°2) 9. cm, 8 an(s), collé 6957 MPa / 9. cm	Analyse rationnelle faible Synthèse experte faible			Analyse rationnelle non Synthèse experte non	Analyse rationnelle non Synthèse experte non	X
Enrobé de surface (n°3) 10. cm, 30 an(s), collé 2000 MPa / 10. cm	Analyse rationnelle très fort(e) Synthèse experte fort(e)			Analyse rationnelle très fort(e) Synthèse experte fort(e)	Analyse rationnelle non Synthèse experte non	X
Matériau non traité (n°4) 32. cm, 30 an(s), collé 240 MPa / 2. cm 240 MPa / 10 cm 240 MPa / 10 cm 139 MPa / 10 cm	Analyse rationnelle non Synthèse experte non		X	X	X	X
Sol 70 MPa	Analyse de surface non Analyse rationnelle non Synthèse experte non	X		X	X	X

La conception

- En fonction du diagnostic obtenu et du cahier des charges,
 - le module Conception d'ERASMUS propose des solutions de travaux variées,
 - respectant les normes françaises de l'entretien et de la réhabilitation.

La conception

Résultats d'étude

- Voie 1
 - Solution 1
 - Solutions de conception (4)
 - 6.0 cm - BBSG-0/10-CLASSE-1 (N)
Liant d'accrochage
Reconstruction locale
Purge au niveau des fissures dégradées
 - 4.0 cm - BB discontinu couche mince (N)
Liant d'accrochage
6.0 cm - BB classique de liaison (N)
Liant d'accrochage
 - 2.5 cm - BB très mince 0/6 (N)
Liant d'accrochage
6.0 cm - BB classique de liaison (N)
Liant d'accrochage
 - 6.0 cm - BBSG-0/10-CLASSE-1 (N)
Liant d'accrochage
6.0 cm - BB classique de liaison (N)
Liant d'accrochage
 - Echecs de conception (7)
 - Echec 1

Colonnes
Erasmus vert

Résultats de conception	Coût min. (k€)	Adhérence	Bruit	Modèle mécanique	Durée de vie réelle
BBSG-0/10-CLASSE-1 (N) (6.0 cm) Liant d'accrochage Reconstruction locale Purge au niveau des fissures dégradées	7088.0	bonne	moyenne		> 30
BB discontinu couche mince (N) (4.0 cm) Liant d'accrochage BB classique de liaison (N) (6.0 cm) Liant d'accrochage	7050.0	bonne	moyenne		> 50
BB très mince 0/6 (N) (2.5 cm) Liant d'accrochage BB classique de liaison (N) (6.0 cm) Liant d'accrochage	5848.0	bonne	très bonne		> 50
BBSG-0/10-CLASSE-1 (N) (6.0 cm) Liant d'accrochage BB classique de liaison (N) (6.0 cm) Liant d'accrochage	8390.0	bonne	moyenne		> 50

Temps de chargement : 8 secondes

Les principes d'ERASMUS

La section d'étude: Concept

Prendre en compte l'hétérogénéité longitudinale et transversale des structures



Les données de la section d'étude

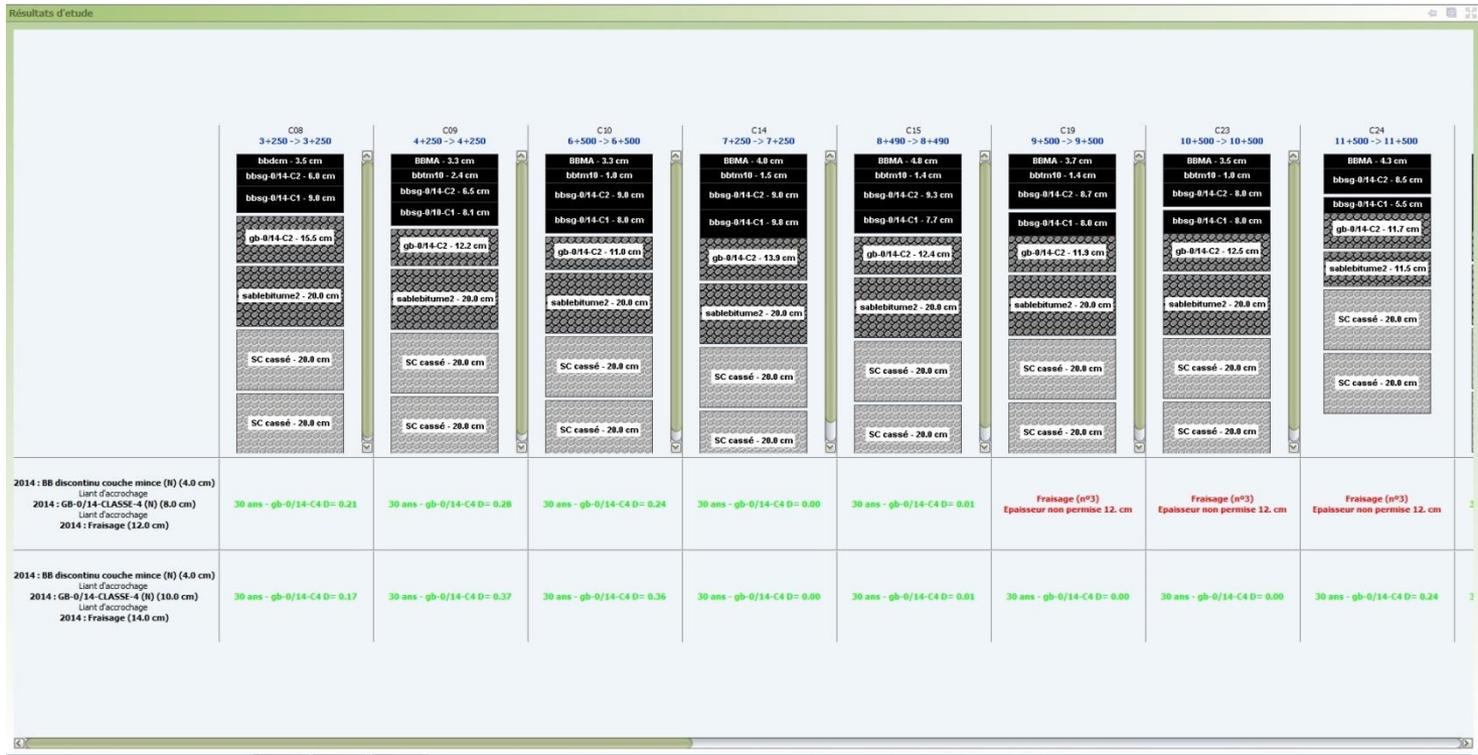
- Faire des carottes (points de contrôle) bien implantés : représentatives de la section
- Prendre en compte toutes les carottes
- Faire le lien entre carotte (Structure et son état), dégradations et déflexion.

Principe d'analyse

- Définir des solutions de travaux de façon automatique ou manuelle
- Analyser ces solutions sur chaque point de contrôle
- Exploiter les résultats

Exploitation des résultats

- Choisir la/les solution(s) le(s) plus adaptée(s)
- Détecter les points singuliers



Les sections d'étude

Les modules techniques : E-tools



E-Tools : La base Climat

Etools
X

Base de paramétrages
 LCP:SETRA









ETools - Climat

Référentiel france (protege)
+
×
↶
↷
📄

Climat

[Besançon \(système\)](#)
[Bordeaux \(système\)](#)
[Clermont-Ferrand \(système\)](#)
[Grenoble \(système\)](#)
[Lille \(système\)](#)
[Lus-la-croix-haute \(système\)](#)
[Lyon-zone1 \(système\)](#)
[Lyon-zone2 \(système\)](#)
[Lyon-zone3 \(système\)](#)
[Marseille \(système\)](#)
[Montbeliard \(système\)](#)
[Nancy \(système\)](#)
[Nantes \(système\)](#)
[Paris \(système\)](#)
[Pontarlier \(système\)](#)

Températures équivalentes des journées chaudes

Température été très chaud	29.6
Température été chaud	24.6
Température été normal	19.6
Durée équivalente été	15
Écart équivalent jour. temp. air (°C)*	11.1

Rayonnements solaires et vitesse du vent

Rayonnement de juillet (J/cm²)*	2 155
Rayonnement moyen annuel (J/cm²)*	1 236
Vitesse moyenne du vent (km/h)*	11.5

Conditions hivernales

Périodicité de l'hiver moyen*	3
Indice de gel atmosphérique moyen (deg.jour)*	50
Indice de gel atmosphérique référence (deg.jour)*	70

Conditions pluviométriques

Nombre annuel de mois secs*	0
Nombre annuel de mois normaux*	10
Nombre annuel de mois humides*	2

Températures

Temp. annuelle moyenne de l'air (°C)*	12.5
Écart maxi annuel temp. air (°C)*	24
Écart maxi jour. temp. air (°C)*	11.1

Enregistrer
Annuler

La configuration d'Erasmus

E-Tools : La base Technique

Etools

Base de paramétrages
LCPC-SETRA

ETools - Technique

Référentiel

Enduits	Enrobés de surface	Enrobés de base	Graves hydrauliques	Graves non traités
<ul style="list-style-type: none"> ENDUIT-BICOUCHE (système) ENDUIT-EPAIS (système) ENDUIT-HAUTE-ADHERENCE (système) ENDUIT-MONOCOUCHE (système) ENDUIT-MONOCOUCHE-DOUBLE-GRAS (système) ENDUIT-SANDWICH-GLG (système) 	<ul style="list-style-type: none"> BBME-0/14-CLASSE-2 (système) BBME-0/14-CLASSE-3 (système) BBSG-0/10-CLASSE-1 (système) BBSG-0/10-CLASSE-2 (système) BBSG-0/10-CLASSE-3 (système) BBSG-0/14-CLASSE-1 (système) BBSG-0/14-CLASSE-2 (système) BBSG-0/14-CLASSE-3 (système) BB-TRES-MINCE-0/6 (système) BB-TRES-MINCE-0/10 (système) ENROBE-COULE-A-FROID (système) ENROBE-DRAINANT-BITUME-PUR (système) ENROBE-DRAINANT-LIANT-MODIFIE (système) SMA-0/10-BITUME-MODIFIE (système) SMA-0/10-BITUME-PUR (système) 	<ul style="list-style-type: none"> EME-0/20-CLASSE-1 (système) EME-0/20-CLASSE-2 (système) GB-0/14-CLASSE-2 (système) GB-0/14-CLASSE-3 (système) GB-0/14-CLASSE-4 (système) GB-0/20-CLASSE-2 (système) GB-0/20-CLASSE-3 (système) GB-0/20-CLASSE-4 (système) GRAVE-EMULSION-TYPE1 (système) GRAVE-EMULSION-TYPE2 (système) RETRAITEMENT-EMULSION-M1R1 (système) RETRAITEMENT-EMULSION-M2R1 (système) RETRAITEMENT-EMULSION-M2R2 (système) RETRAITEMENT-EMULSION-M3R1 (système) RETRAITEMENT-EMULSION-M3R2 (système) 	<ul style="list-style-type: none"> GRAVE-CENDRES-VOLANTES-CHAUX (système) GRAVE-CIMENT (système) GRAVE-CIMENT-CASSEE (système) GRAVE-LAITIER-PREBROYE (système) RETRAITEMENT-HYDRAULIQUE-R1M1 (système) RETRAITEMENT-HYDRAULIQUE-R1M2 (système) RETRAITEMENT-HYDRAULIQUE-R2M1 (système) RETRAITEMENT-HYDRAULIQUE-R2M2 (système) RETRAITEMENT-LIANT-COMPOSE-R1M1 (système) RETRAITEMENT-LIANT-COMPOSE-R1M2 (système) RETRAITEMENT-LIANT-COMPOSE-R2M1 (système) SABLE-CIMENT-C1 (système) SABLE-CIMENT-C2 (système) SABLE-CIMENT-C3 (système) SABLE-CIMENT-CASSE (système) 	<ul style="list-style-type: none"> GNT-PLATEFORME (système) GRAVE-NON-TRAITE (système) GRAVE-RECONSTITUEE-HUMIDIFIEE (système)

Caractéristiques Intrinsèques	Caractéristiques Thermiques	Caractéristiques de Comportement
Type de liant: bitume Liant: c40/50 Nature granulats*: silice Teneur en liant (%)*: 2 <= 4.6 <= 6 Compacité (%)*: 70 <= 93 <= 100 Masse volumique (t/m³)*: 1,9 <= 2.3 <= 2,4	Teneur en eau (%)*: 1 Lambda g (J/m².K)*: 1.9 Lambda ng (J/m².K)*: 1.9 Gélinivité intrinsèque*: 0 Chaleur spécifique (Cal/g/deg C)*: 0,1 <= 0.21 <= 1	Loi N cycles admissibles (conc)*: LCPC Résistance à la fatigue*: forte Résistance au fluage*: forte Résistance à la fissuration thermique*: moyenne

Caractéristiques Elastiques	Caractéristiques Elastiques	Caractéristiques Industrielles
Module minimal (MPa)*: 2 000 Module fatigue (MPa)*: 2 000 Module nominal (MPa)*: 0 000	Epsilon 6 (10-6)*: 90 Module nominal 10degC (MPa)*: 1 000 <= 11 880 <= 20 000 K _v (cal/cm³)*: 0 7 <= 1 7 <= 7	Rôle fonctionnel: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Couche de liaison <input checked="" type="checkbox"/> Couche de base <input type="checkbox"/> Couche de fondation

Enregistrer Annuler

La configuration d'Erasmus

E-Tools : La base Trafic – Volumes

Etools
X

Base de paramétrages
 LCP:SETRA






ETools - Trafic

Référentiel france (protege)
+
×
↺
↻
📄

Volumes de trafic

s-t0 (système)

t0 (système)

t1 (système)

t2 (système)

t3- (système)

t3+ (système)

t4 (système)

t5 (système)

t.excep (système)

Types de trafic

ag->t3 (système)

ag-t3- (système)

ag-t3+ (système)

ag-t4 (système)

ag-t5 (système)

Essieux

Essieu-reference-F (système)

Volumes

Nombre de Poids lourds min (PL/jour)*

Nombre de Poids lourds max (PL/jour)*

Risques

Risque / évaluation des MH (%)*

Risque / évaluation des MB (%)*

Risque / dimensionnement MH (%)*

Risque / dimensionnement MB (%)*

Références

Type* ag->t3 ▼

Enregistrer
Annuler

La configuration d'Erasmus

E-Tools : La base Trafic - Types

Etools
X

Base de paramétrages
 LCP:SETRA









ETools - Trafic

Référentiel france (protege)
+
×
↺
↻
📄

Volumes de trafic

s-t0 (système)

t0 (système)

t1 (système)

t2 (système)

t3- (système)

t3+ (système)

t4 (système)

t5 (système)

t.excep (système)

Types de trafic

ag->t3 (système)

ag-t3- (système)

ag-t3+ (système)

ag-t4 (système)

ag-t5 (système)

Essieux

Essieu-reference-F (système)

Essieux

Essieu de référence* Essieu-reference-F

Agressivités

Agressivité/enrobés de surface*	0.5
Agressivité/enrobés de base*	0.5
Agressivité/matériaux hydrauliques*	0.8
Agressivité/graves non traitées*	1
Agressivité/sols*	1

Enregistrer
Annuler

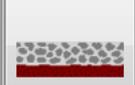
La configuration d'Erasmus

E-Tools : La base Trafic - Essieux

Etools
X

Base de paramétrages
 LCP:SETRA









ETools - Trafic

Référentiel france (protege) + × ↺ ↻ 📄

Volumes de trafic

s-t0 (système)

t0 (système)

t1 (système)

t2 (système)

t3- (système)

t3+ (système)

t4 (système)

t5 (système)

t.excep (système)

Types de trafic

ag->t3 (système)

ag-t3- (système)

ag-t3+ (système)

ag-t4 (système)

ag-t5 (système)

Essieux

Essieu-reference-F (système)

Charges

Type de charge*	Jumelage	▼
Rayon d'empreinte (cm)*	12.5	
Poids de l'essieu (t)*	13	
Entraxe du jumelage (cm)*	37.5	

Enregistrer Annuler

La configuration d'Erasmus