Formation à l'utilisation du système expert ERASMUS

Jean-Pierre LABAT

Lille – Du 12 au 14 septembre 2017

ERASMUS
Système expert pour les chaussées

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

ERASMUS
Système expert pour les chaussées

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

Un peu d'histoire

ERASMUS
Système expert pour les chaussées

Les principes d'ERASMUS

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

Données

Base de faits

*Structure de chaussée
*Trafic
*Climat
*Assainissement
*Dégradations
*Essais

Paramètres

*Trafic
*Matériaux (caractéristiques mécaniques , module, fatigue)

Cohérence

DIAGNOSTIC

Modélisation de la structure

Modèles

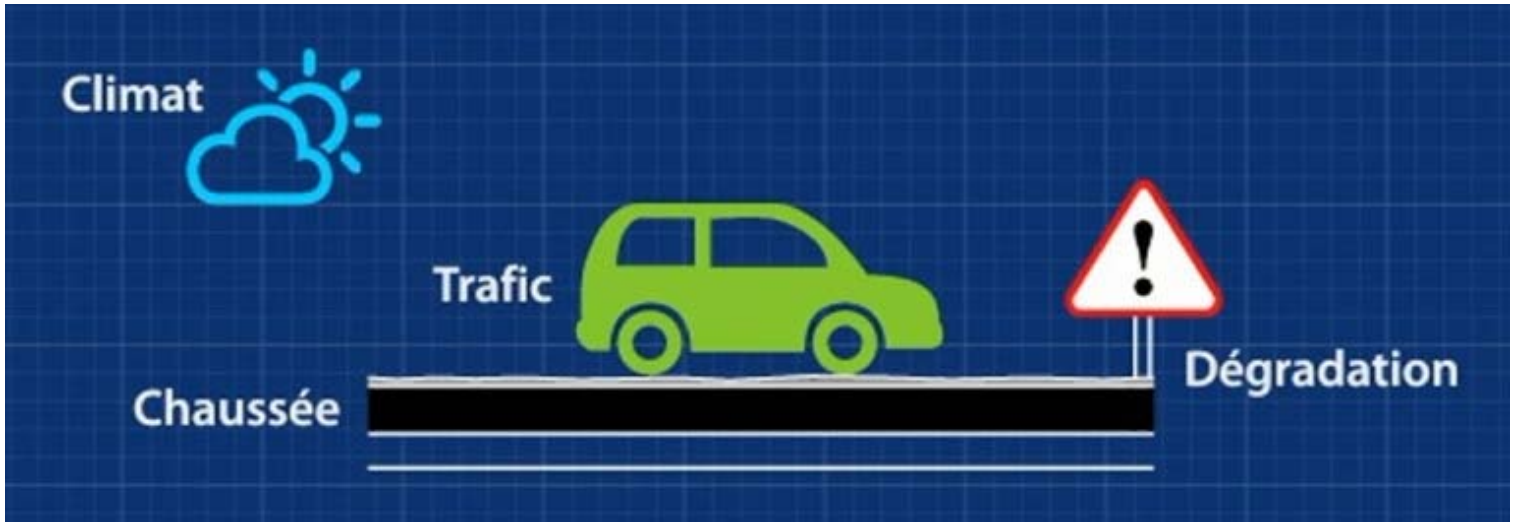
*ECOROUTE / ALIZE : calcul structures
*FISTHERM : Fissuration thermique
*GEL1D : Comportement au gel / dégel
*CASTOR : Fluage des couches bitumineuses
*TEMPERAT : Température dans la structure
❖MODULE : évolution temporelle des modules. Fatigue structurelle des matériaux
*Déformations du sol
*Remontée de fissures

Les principes d'ERASMUS

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

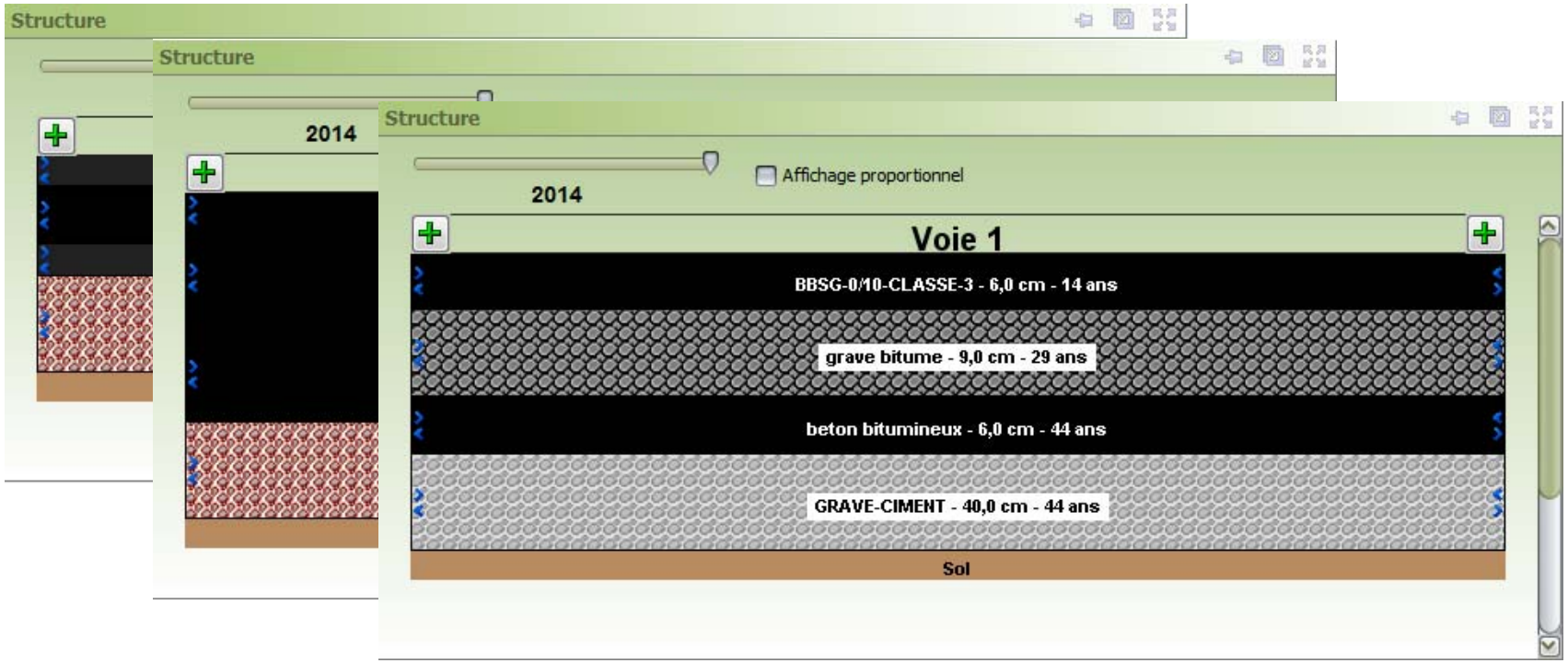
La description de la chaussée : l'étape primordiale



Les principes d'ERASMUS

La structure de la chaussée

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



Les principes d'ERASMUS

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

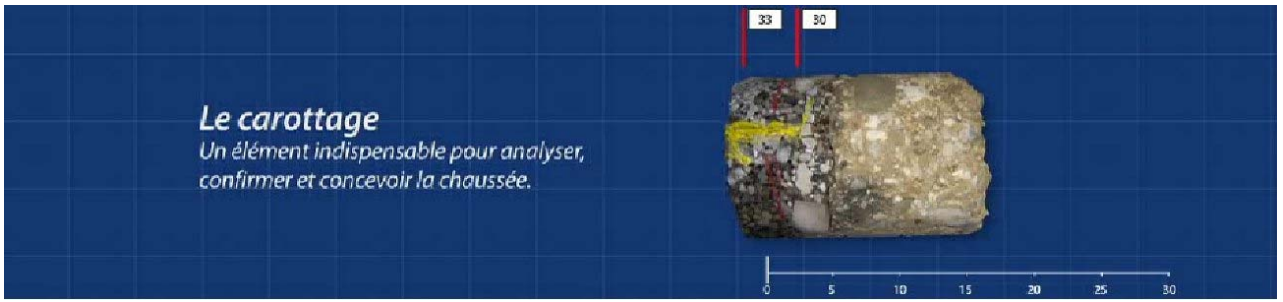
Autoroute_NF-P98_086

Les essais

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

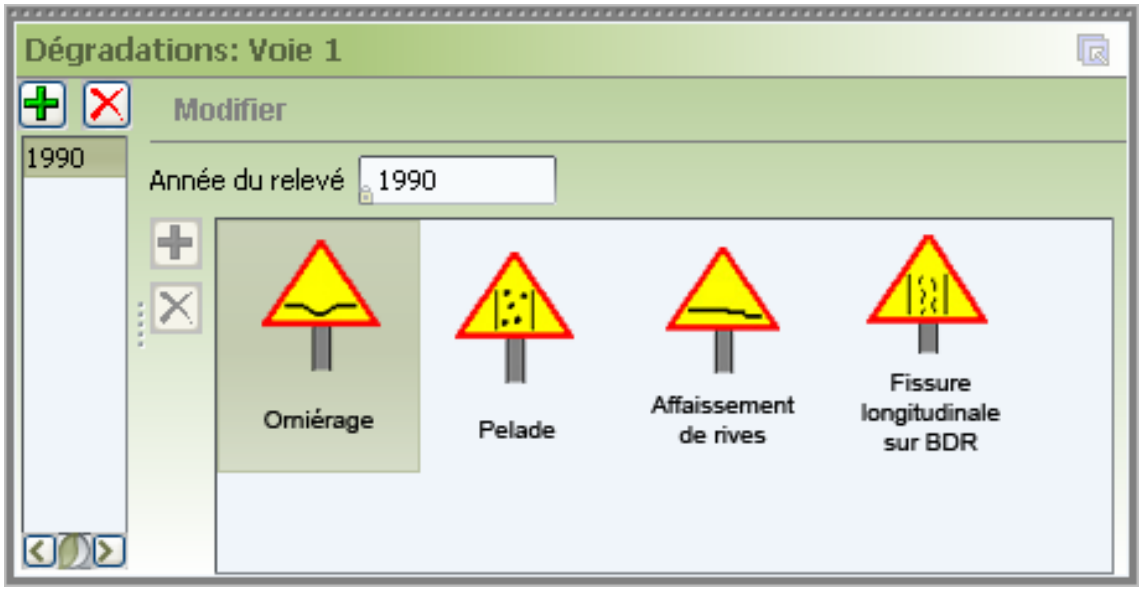
Les essais

- 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



ERASMUS
Système expert pour les chaussées

Le diagnostic

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

ERASMUS
Système expert pour les chaussées

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 (nº1) 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 (nº2) 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 (nº3) 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 (nº4) 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

Les principes d'ERASMUS

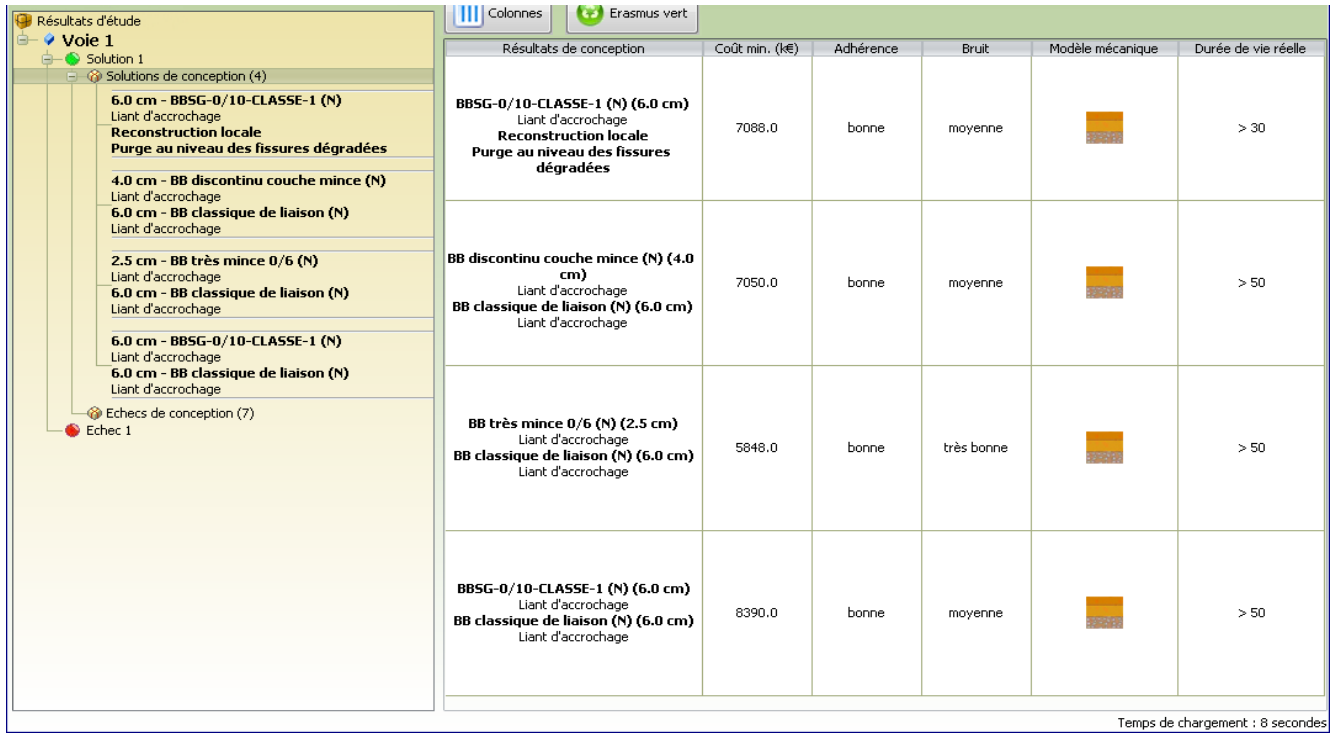
ERASMUS
Système expert pour les chaussées

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.

ERASMUS
Système expert pour les chaussées

La conception



Les principes d'ERASMUS

ERASMUS
Système expert pour les chaussées

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 :

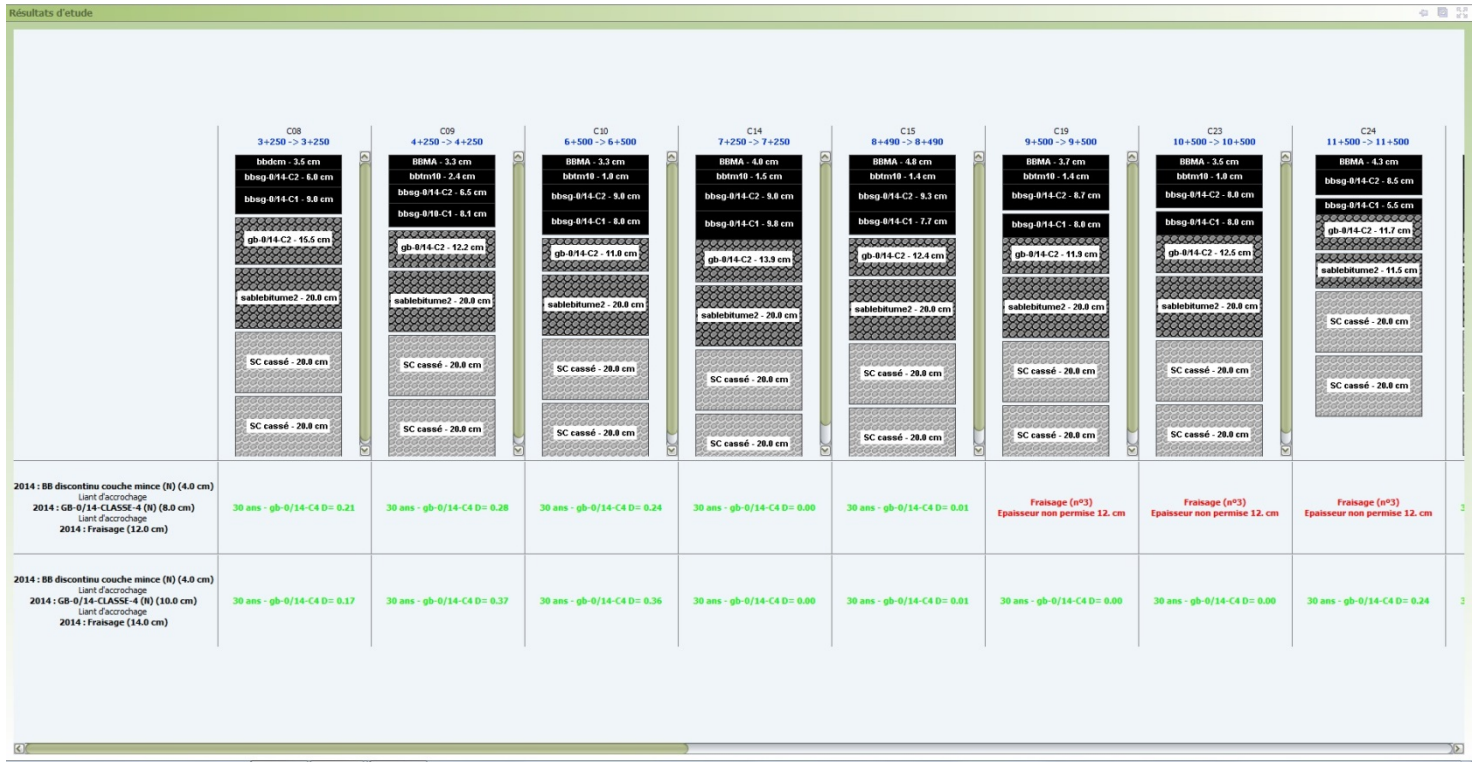
- Faire le lien entre carotte (Structure et son état), dégradations et déflexion.

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

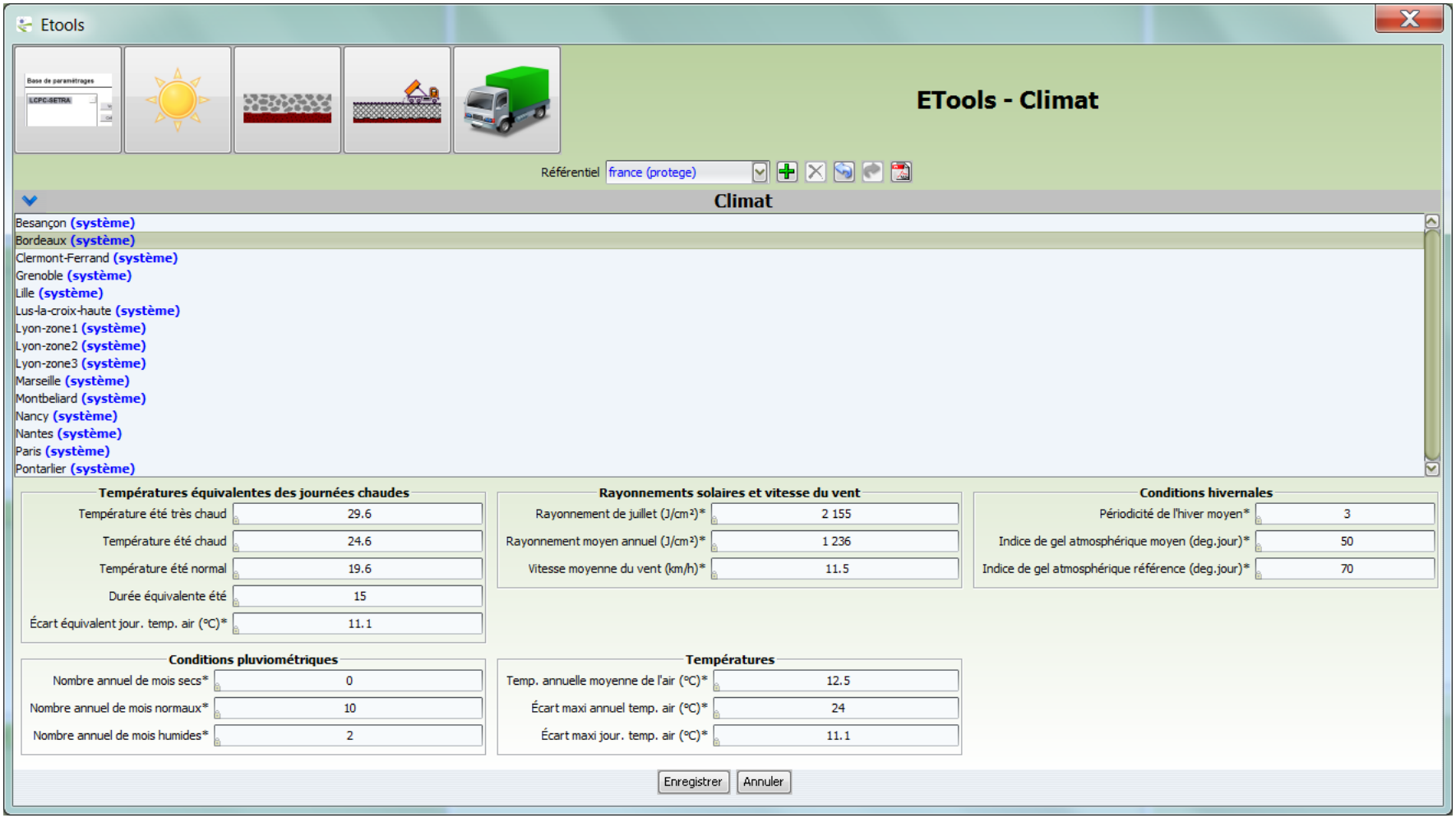


Les sections d'étude

ERASMUS
Système expert pour les chaussées

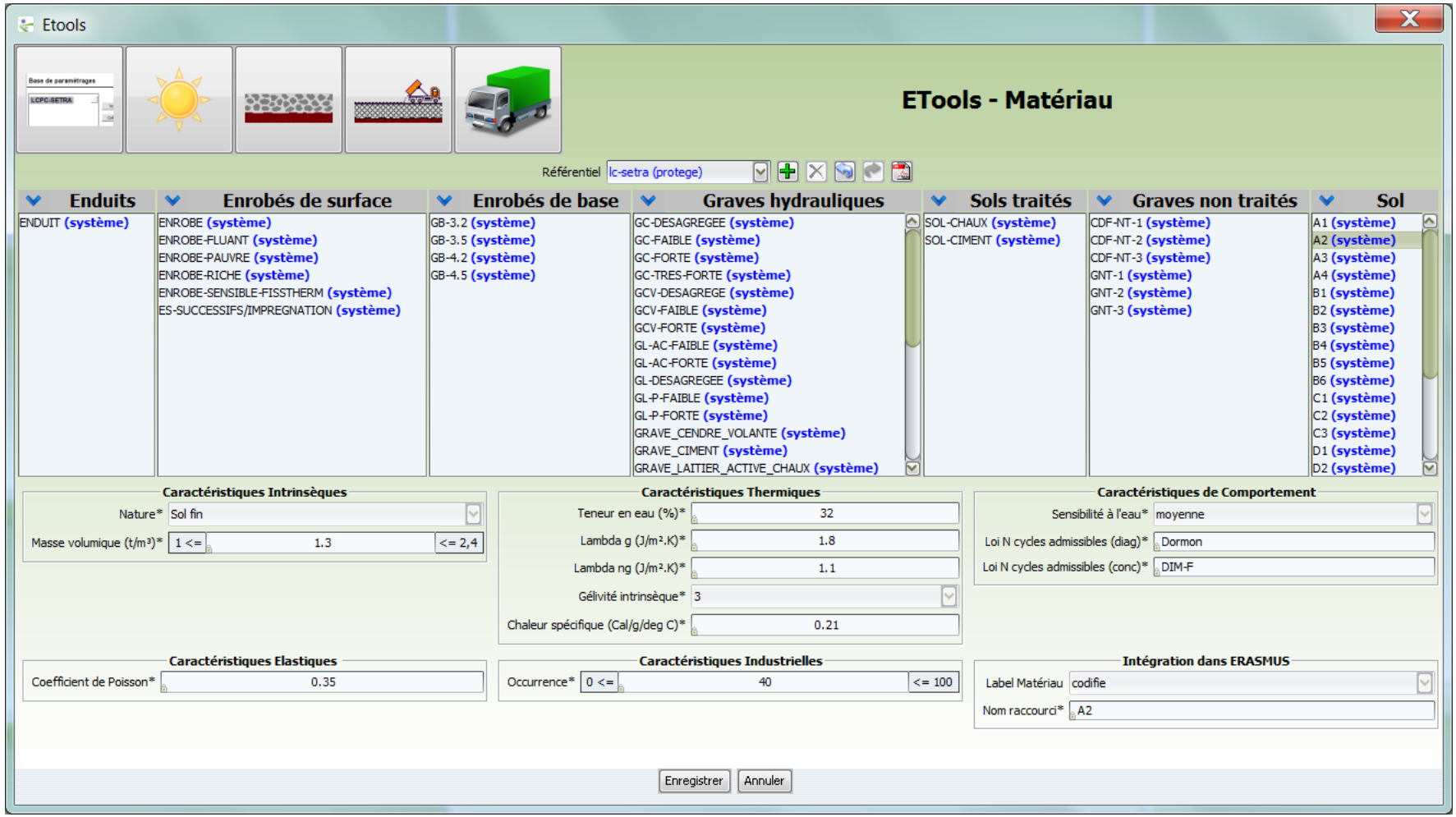
Les modules techniques: E-tools

E-Tools: La base Climat



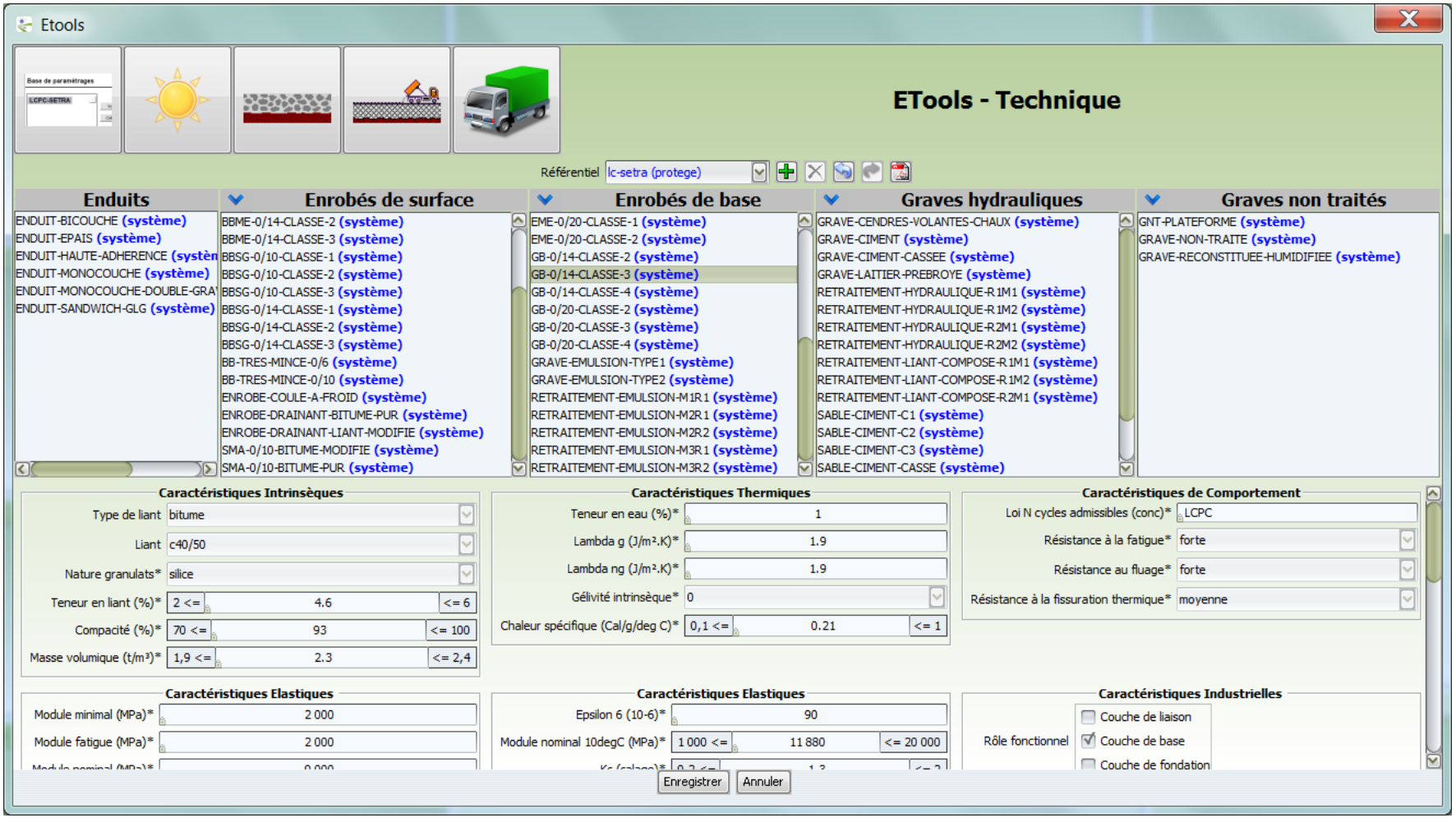
La configuration d'Erasmus

E-Tools: La base Matériau



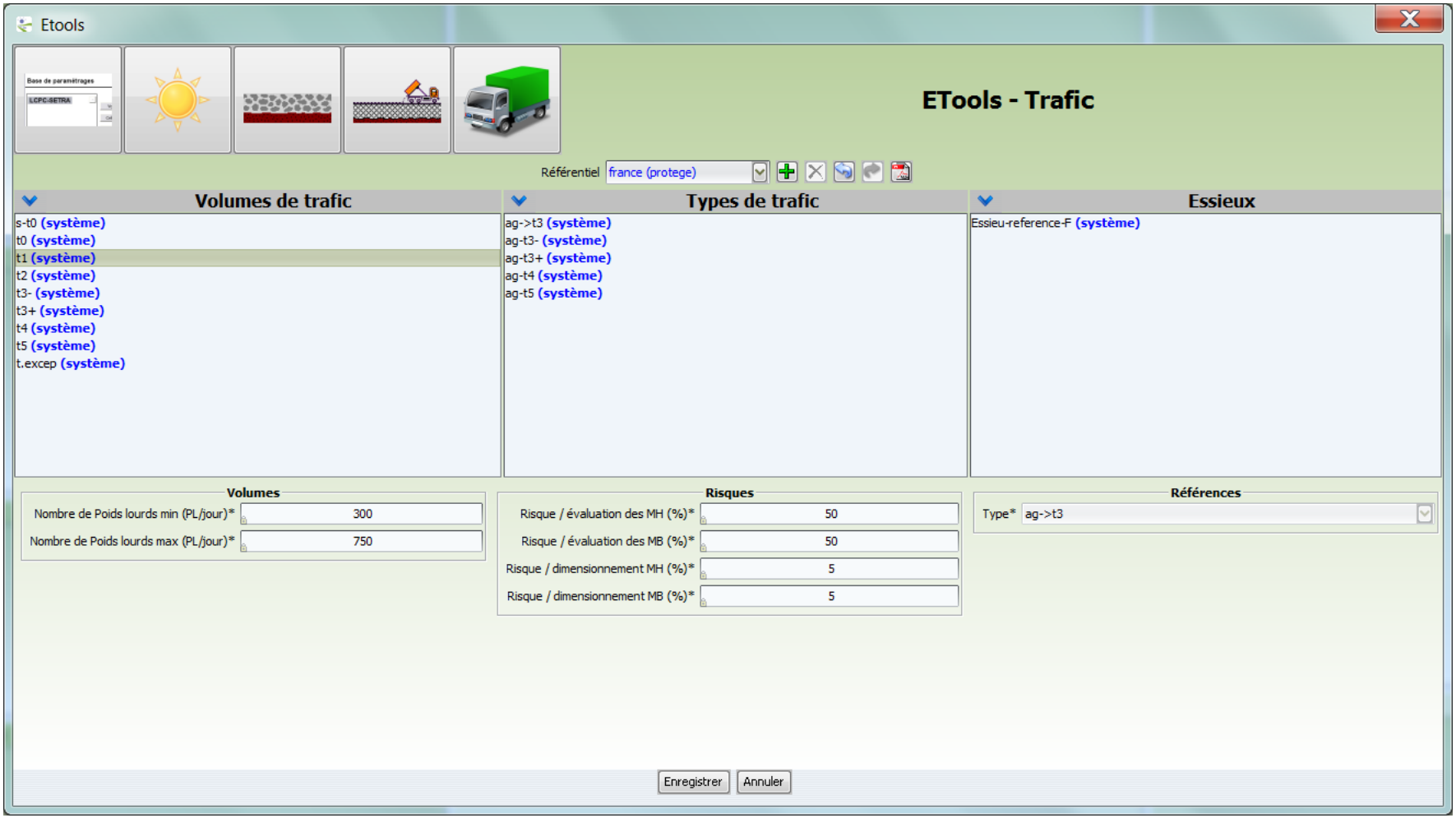
La configuration d'Erasmus

E-Tools: La base Technique



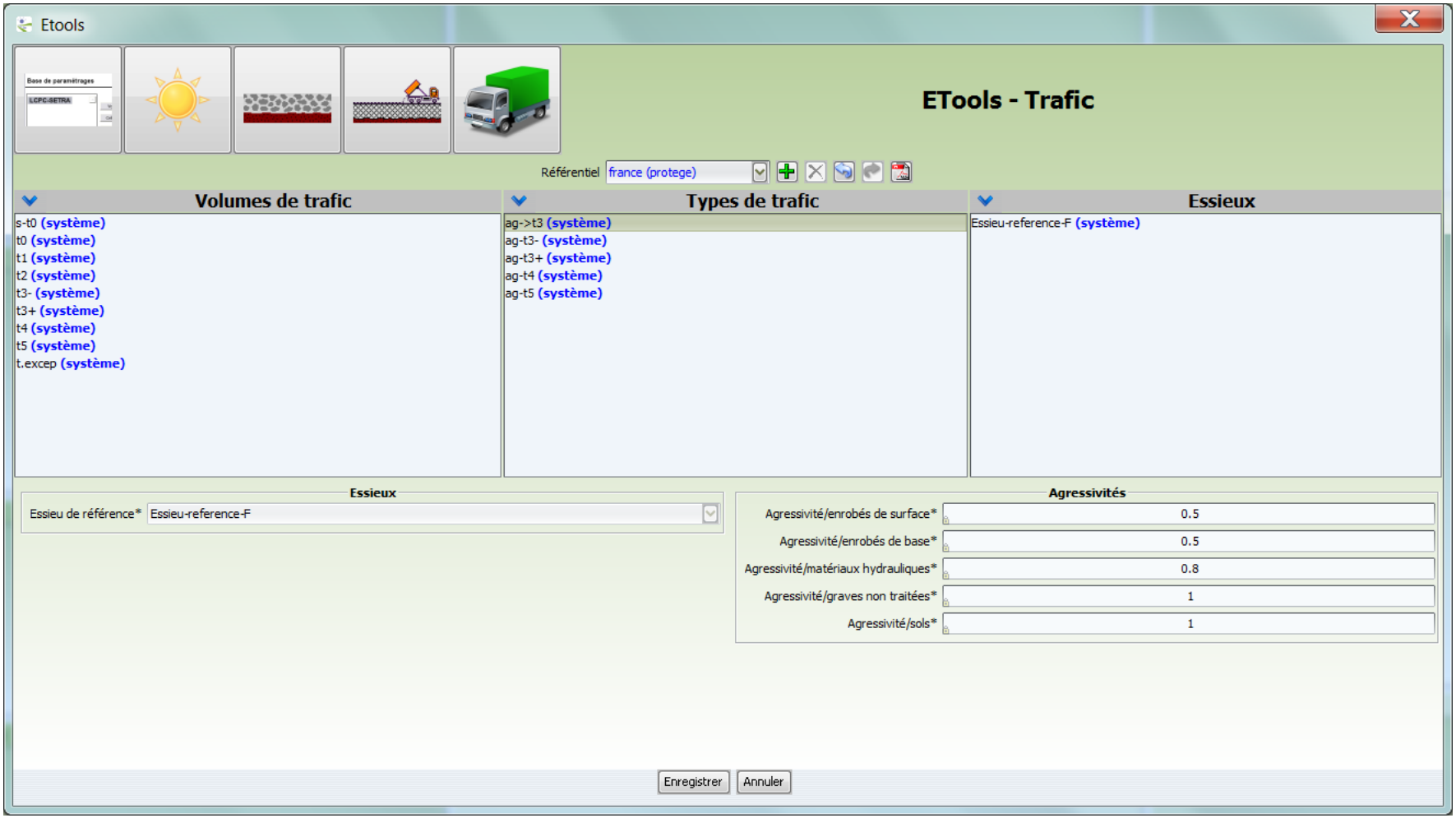
La configuration d'Erasmus

E-Tools: La base Trafic – Volumes



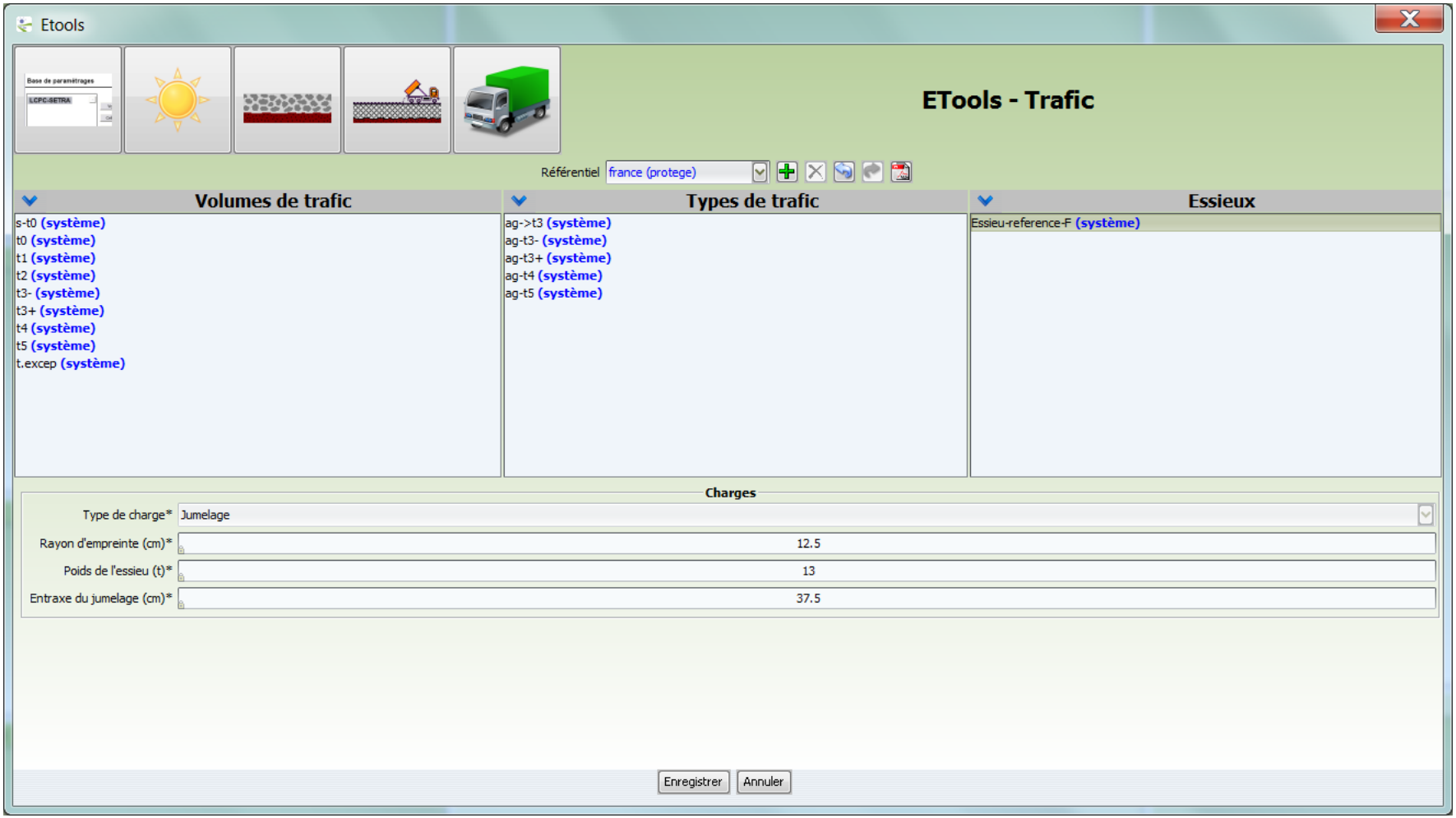
La configuration d'Erasmus

E-Tools: La base Trafic – Types



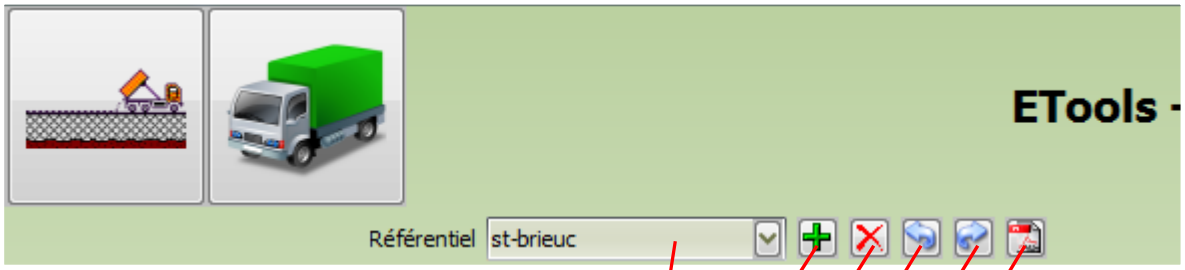
La configuration d'Erasmus

E-Tools: La base Trafic – Essieux



La configuration d'Erasmus

E-Tools: Les bases de paramétrage



Nommer

Ajouter

Supprimer

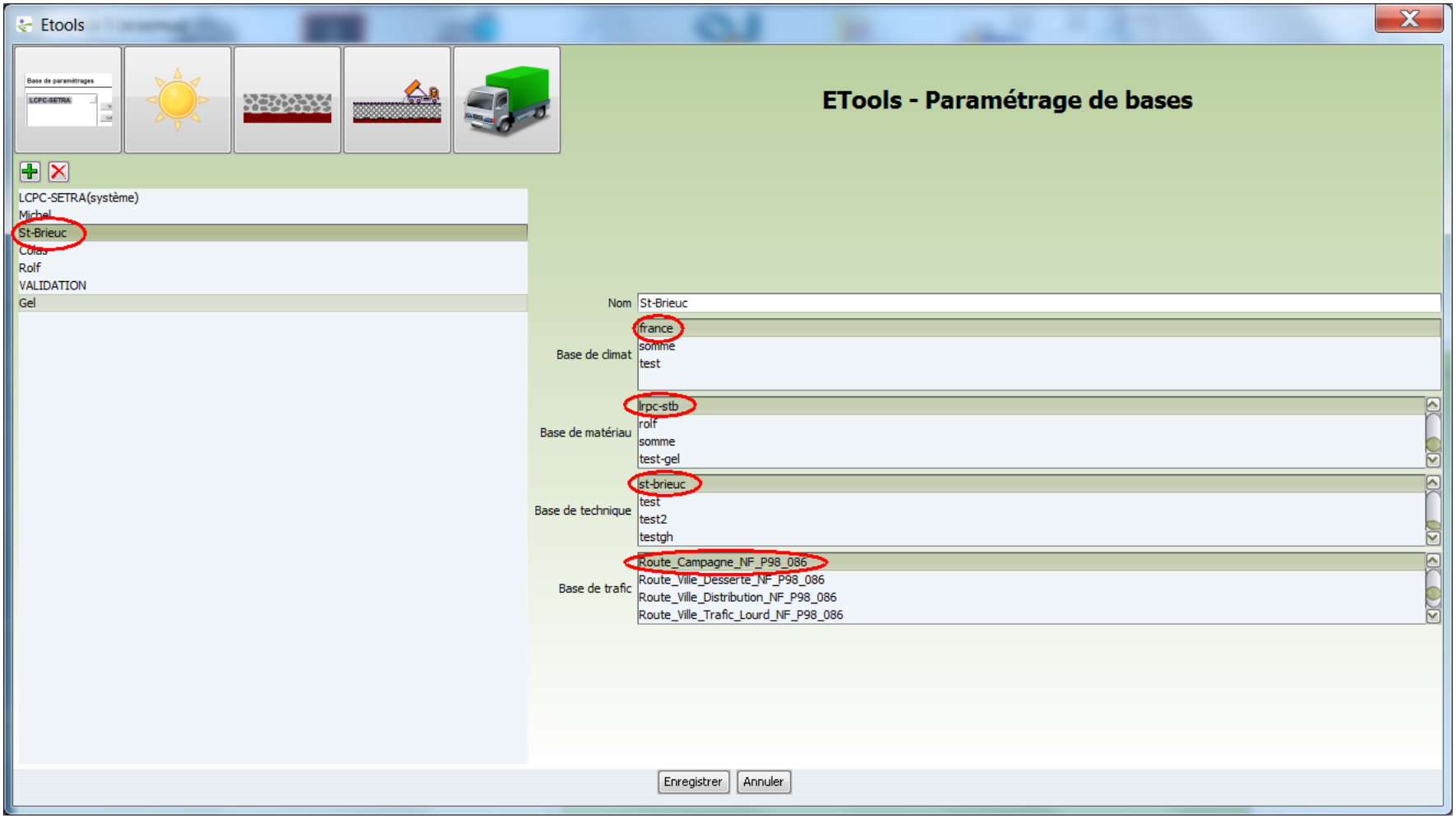
Exporter

Importer

Editer

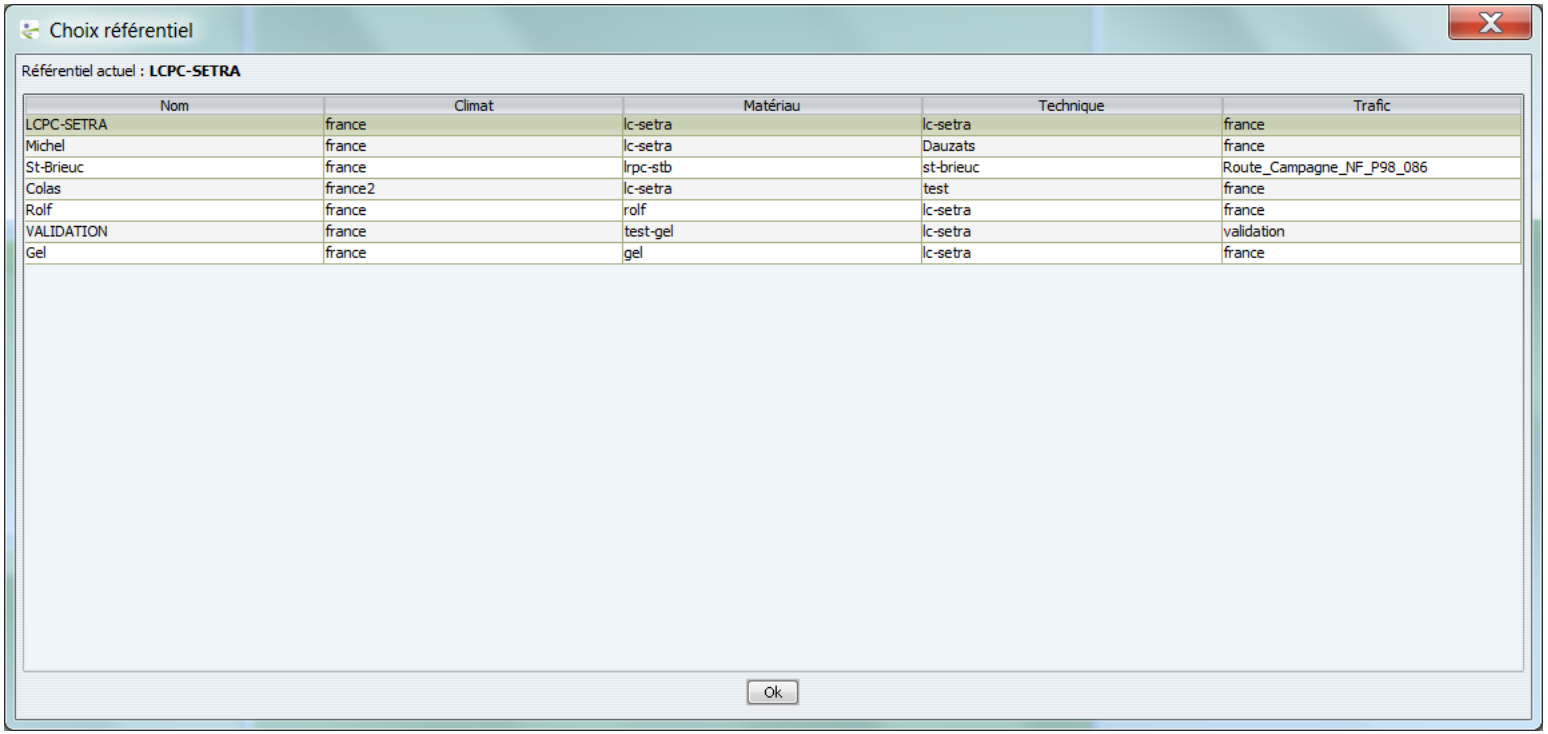
La configuration d'Erasmus

E-Tools: Les référentiels



La configuration d'Erasmus

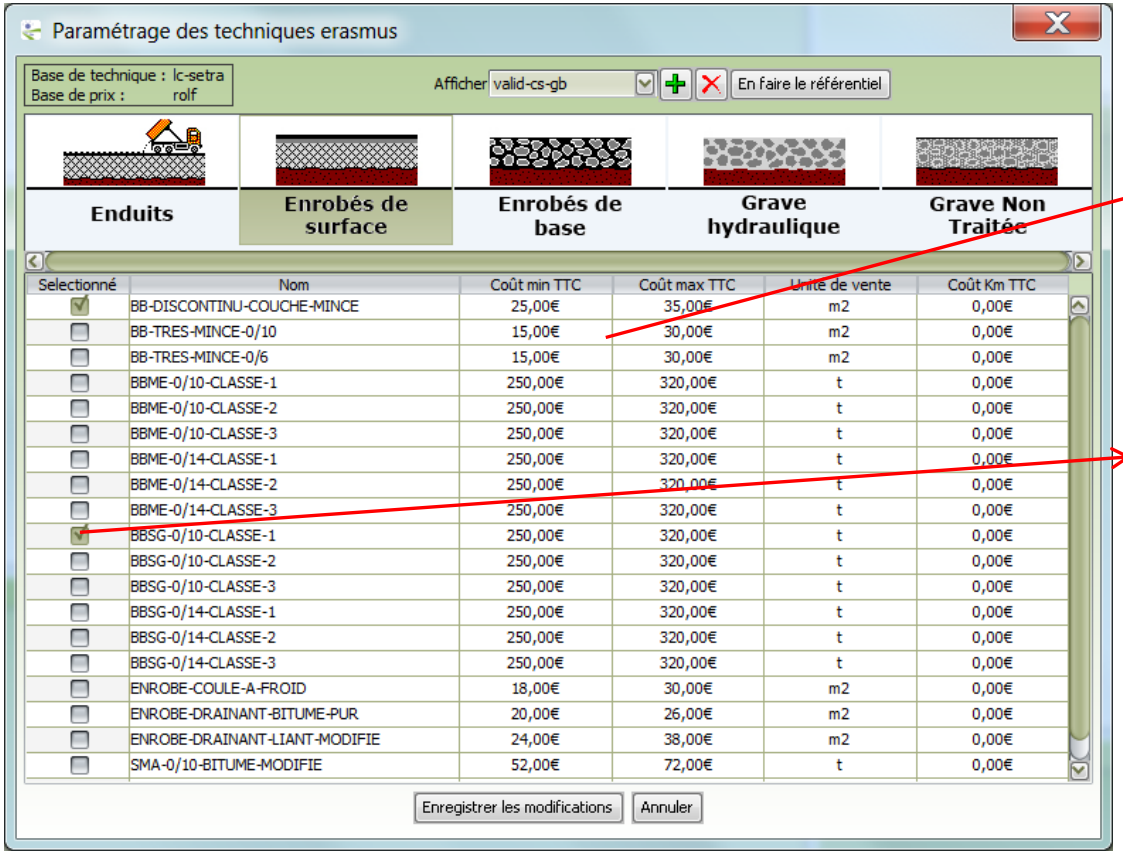
E-Tools: Le référentiel courant



Nom	Climat	Matériau	Technique	Trafic
LCPC-SETRA	france	lc-setra	lc-setra	france
Michel	france	lc-setra	Dauzats	france
St-Brieuc	france	lrpc-stb	st-brieuc	Route_Campagne_NF_P98_086
Colas	france2	lc-setra	test	france
Rolf	france	rolf	lc-setra	france
VALIDATION	france	test-gel	lc-setra	validation
Gel	france	gel	lc-setra	france

La configuration d'Erasmus

Les bases de prix



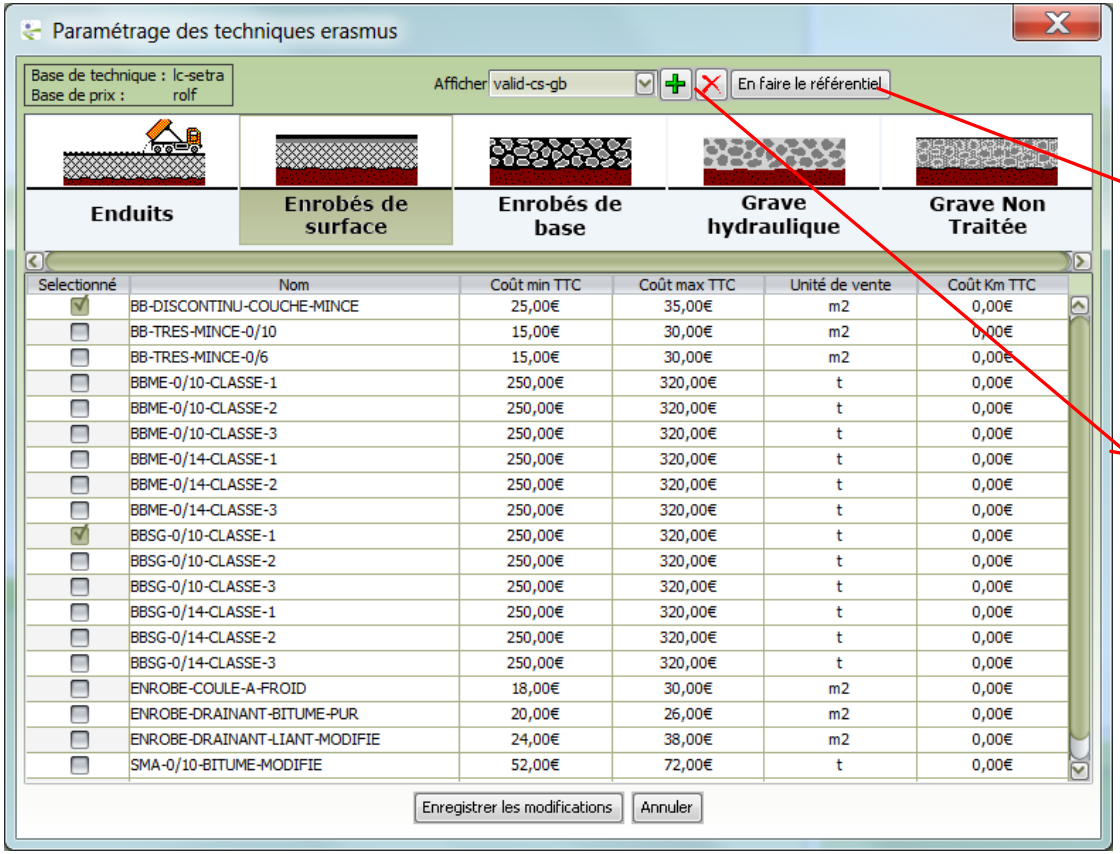
Selectionné	Nom	Coût min TTC	Coût max TTC	Unité de vente	Coût Km TTC
☑	BB-DISCONTINU-COUCHE-MINCE	25,00€	35,00€	m2	0,00€
☐	BB-TRES-MINCE-0/10	15,00€	30,00€	m2	0,00€
☐	BB-TRES-MINCE-0/6	15,00€	30,00€	m2	0,00€
☐	BBME-0/10-CLASSE-1	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBME-0/10-CLASSE-2	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBME-0/10-CLASSE-3	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBME-0/14-CLASSE-1	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBME-0/14-CLASSE-2	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBME-0/14-CLASSE-3	250,00€	320,00€	t	0,00€
☑	BBSG-0/10-CLASSE-1	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBSG-0/10-CLASSE-2	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBSG-0/10-CLASSE-3	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBSG-0/14-CLASSE-1	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBSG-0/14-CLASSE-2	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBSG-0/14-CLASSE-3	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	ENROBE-COULE-A-FROID	18,00€	30,00€	m2	0,00€
☐	ENROBE-DRAINANT-BITUME-PUR	20,00€	26,00€	m2	0,00€
☐	ENROBE-DRAINANT-LIANT-MODIFIE	24,00€	38,00€	m2	0,00€
☐	SMA-0/10-BITUME-MODIFIE	52,00€	72,00€	t	0,00€

Définir les prix

Choisir les techniques à utiliser

La configuration d'Erasmus

Les bases de prix



Selectionné	Nom	Coût min TTC	Coût max TTC	Unité de vente	Coût Km TTC
☑	BB-DISCONTINU-COUCHE-MINCE	25,00€	35,00€	m2	0,00€
☐	BB-TRES-MINCE-0/10	15,00€	30,00€	m2	0,00€
☐	BB-TRES-MINCE-0/6	15,00€	30,00€	m2	0,00€
☐	BBME-0/10-CLASSE-1	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBME-0/10-CLASSE-2	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBME-0/10-CLASSE-3	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBME-0/14-CLASSE-1	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBME-0/14-CLASSE-2	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBME-0/14-CLASSE-3	250,00€	320,00€	t	0,00€
☑	BBSG-0/10-CLASSE-1	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBSG-0/10-CLASSE-2	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBSG-0/10-CLASSE-3	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBSG-0/14-CLASSE-1	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBSG-0/14-CLASSE-2	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBSG-0/14-CLASSE-3	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	ENROBE-COULE-A-FROID	18,00€	30,00€	m2	0,00€
☐	ENROBE-DRAINANT-BITUME-PUR	20,00€	26,00€	m2	0,00€
☐	ENROBE-DRAINANT-LIANT-MODIFIE	24,00€	38,00€	m2	0,00€
☐	SMA-0/10-BITUME-MODIFIE	52,00€	72,00€	t	0,00€

Choisir la base de prix à utiliser

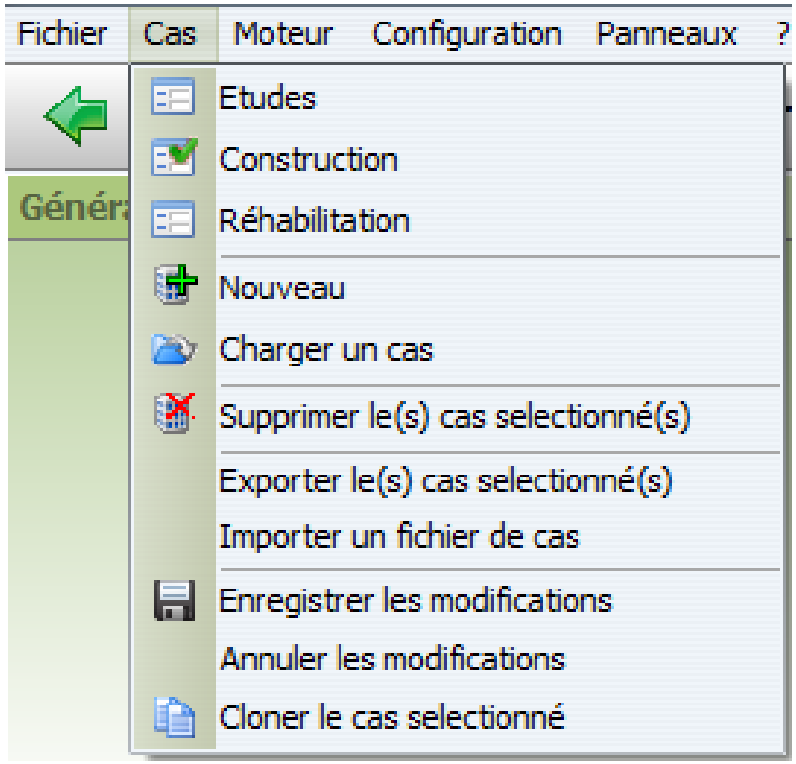
Ajouter/Supprimer Une base de prix

La configuration d'Erasmus

ERASMUS
Système expert pour les chaussées

La gestion des cas

Les différentes fonctions



La gestion des cas

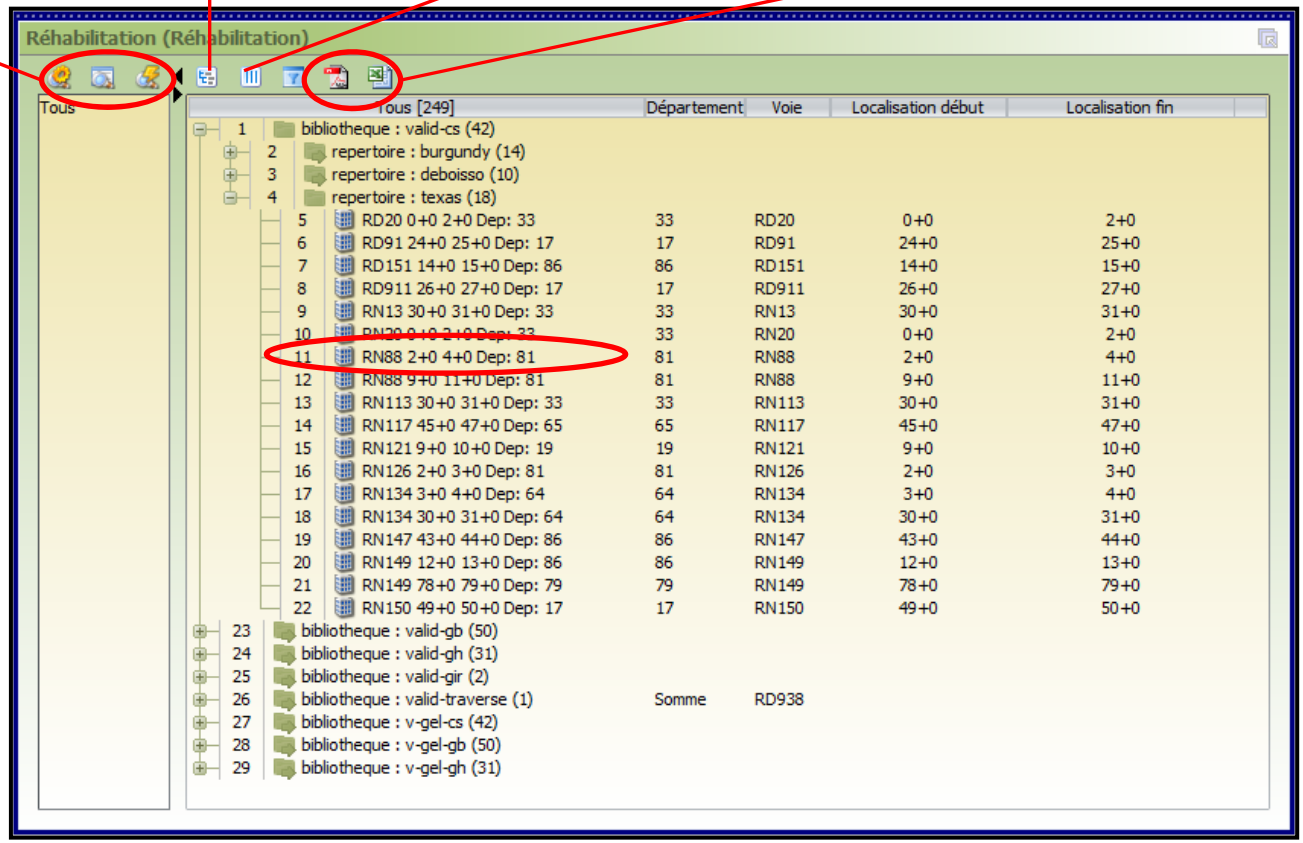
Le chargement et l'organisation

Regroupements

Colonnes

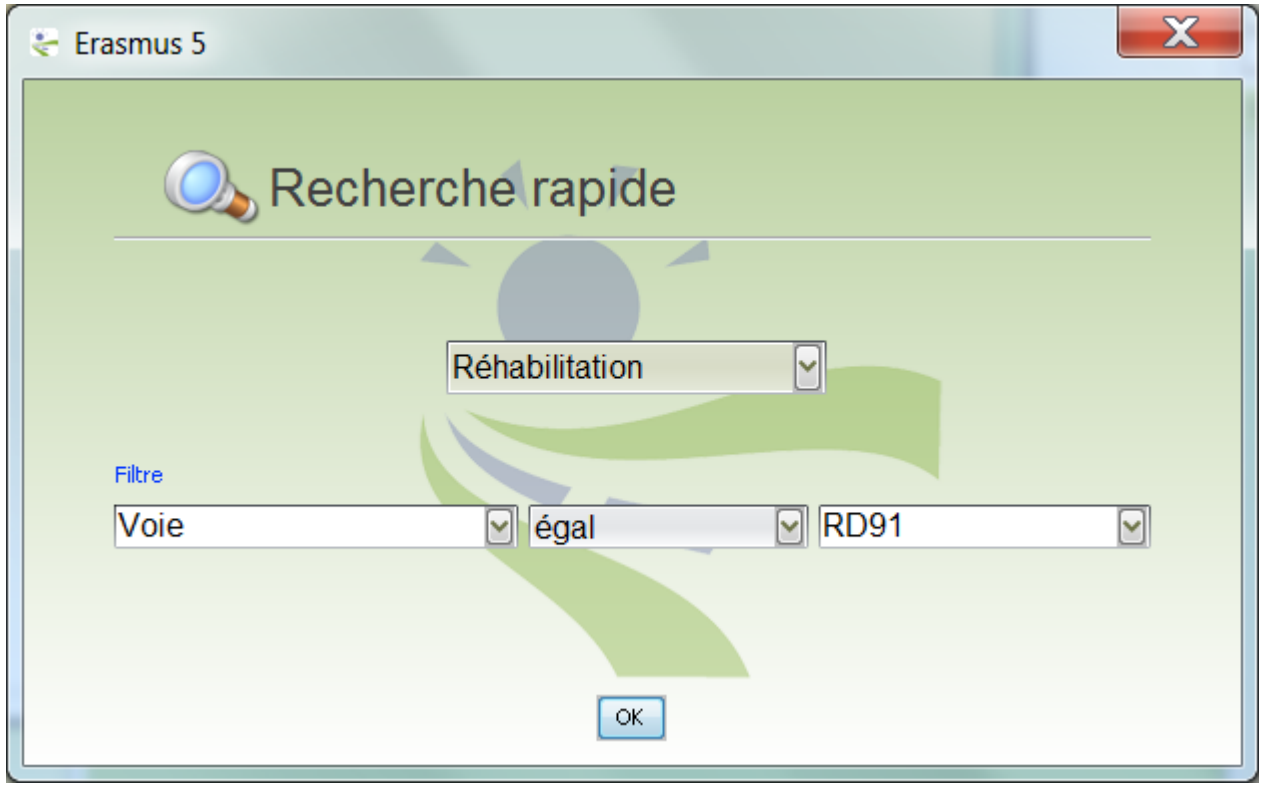
Edition/Export

Les recherches



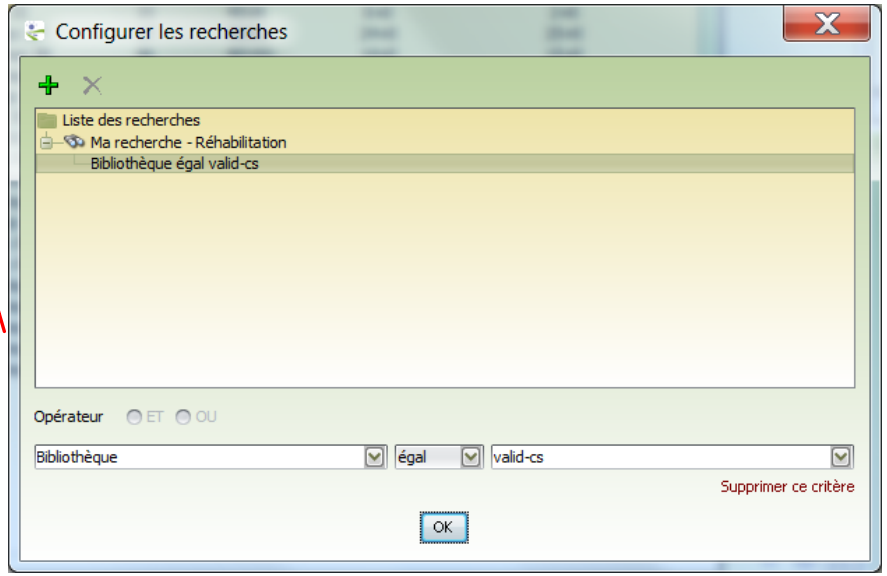
La gestion des cas

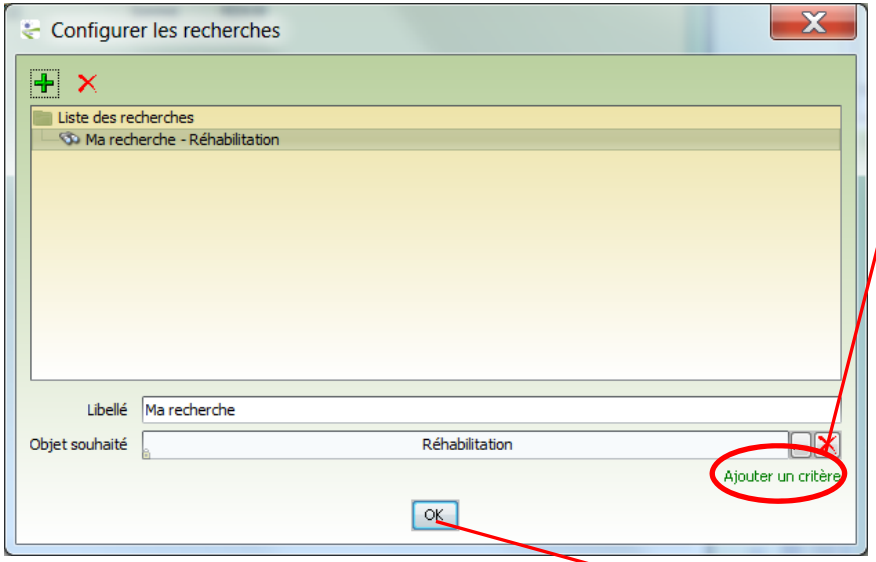
La recherche rapide

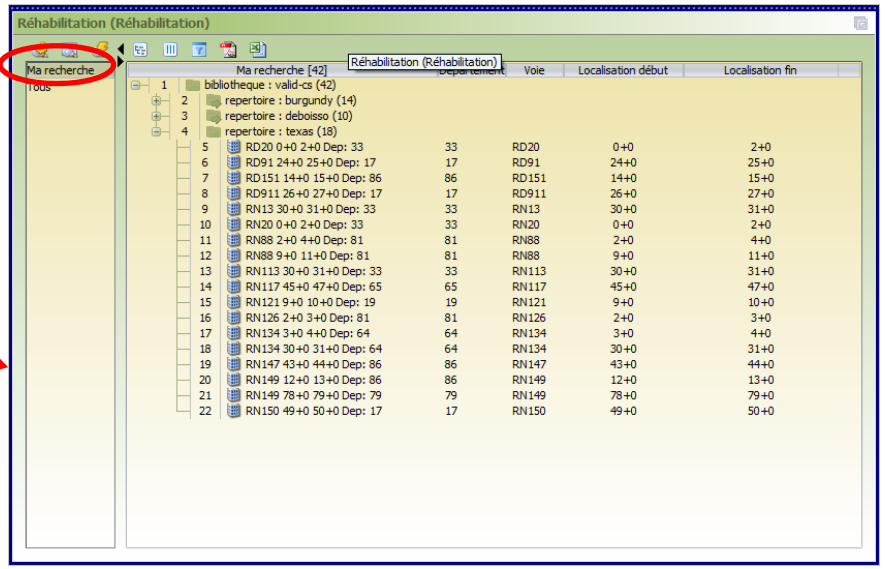


La gestion des cas

La configuration des recherches



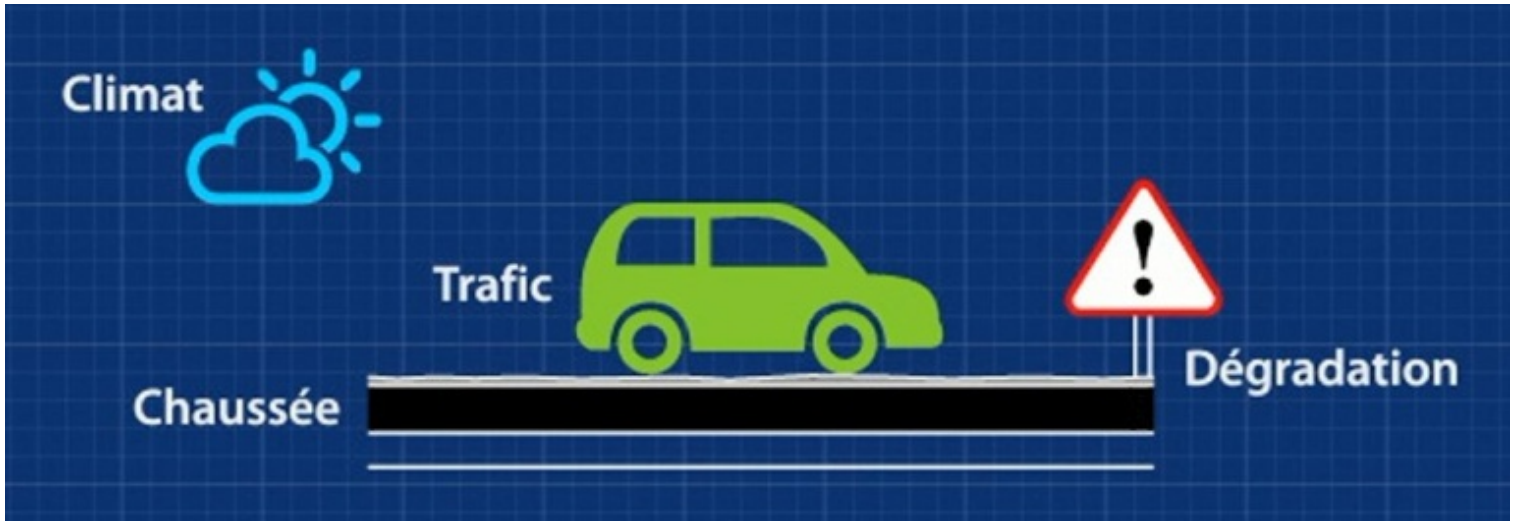




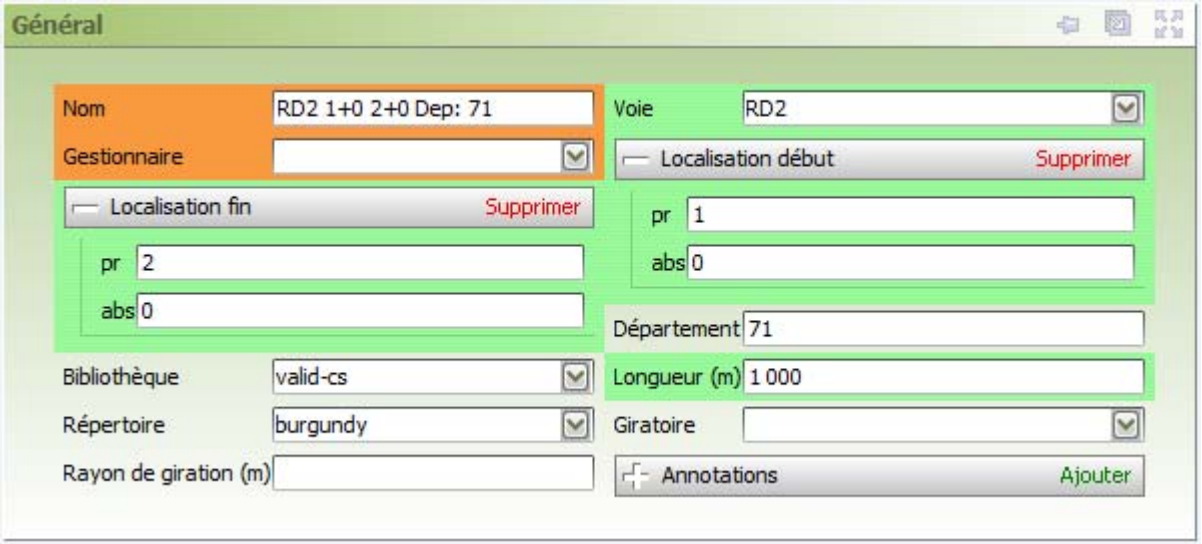
La gestion des cas

ERASMUS
Système expert pour les chaussées

Les données

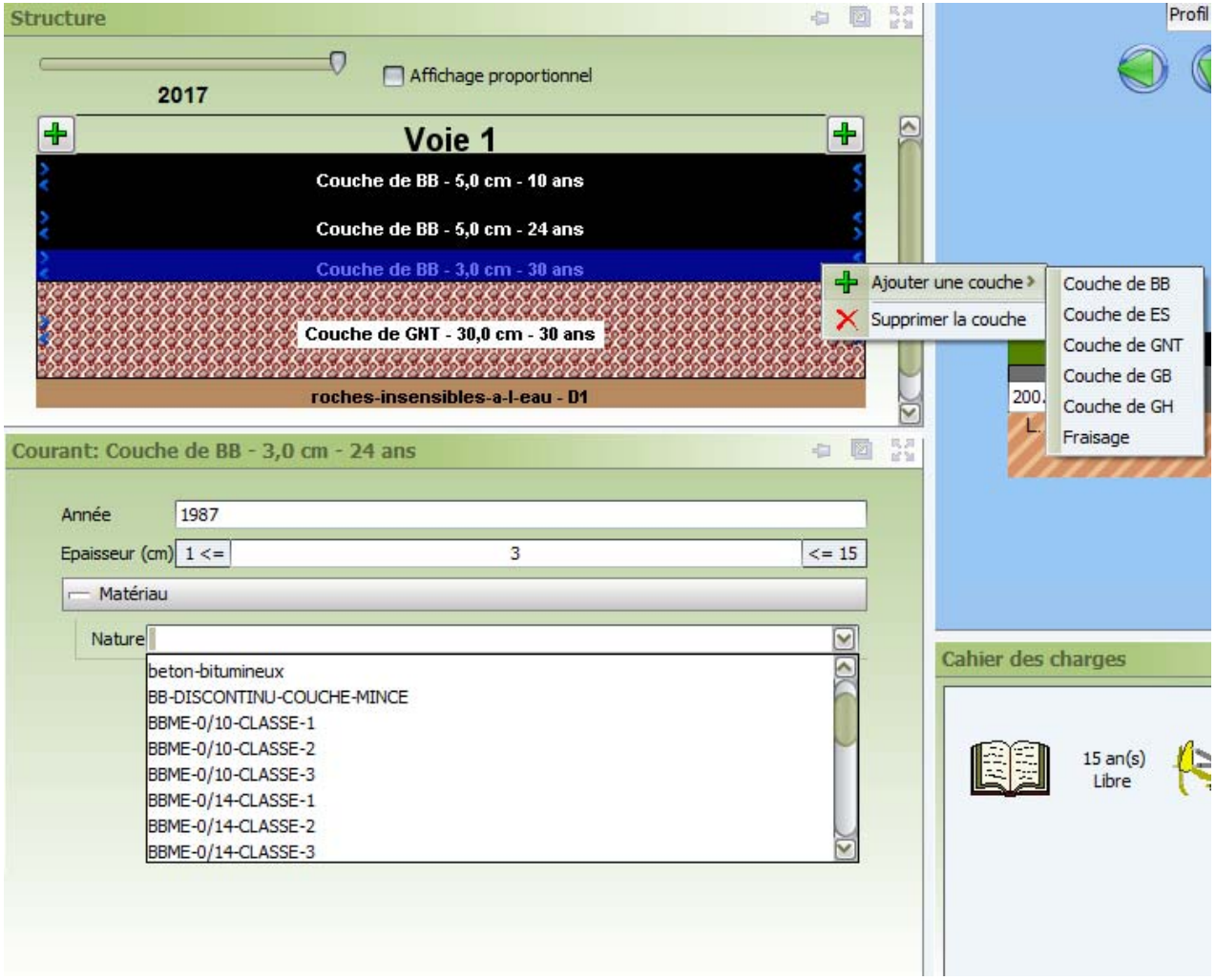


La panneau général



Les données

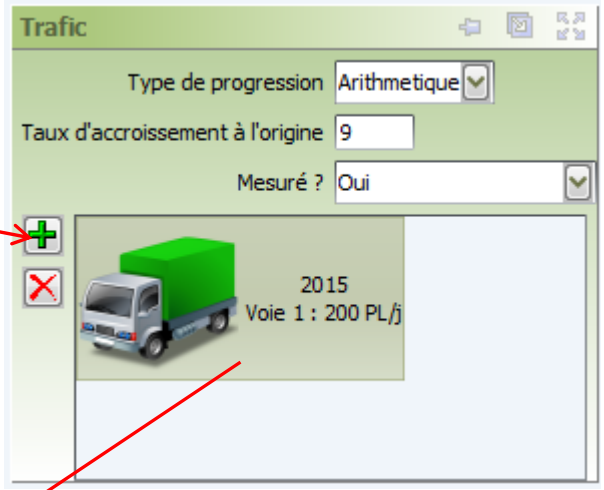
La structure: Histoire de la chaussée

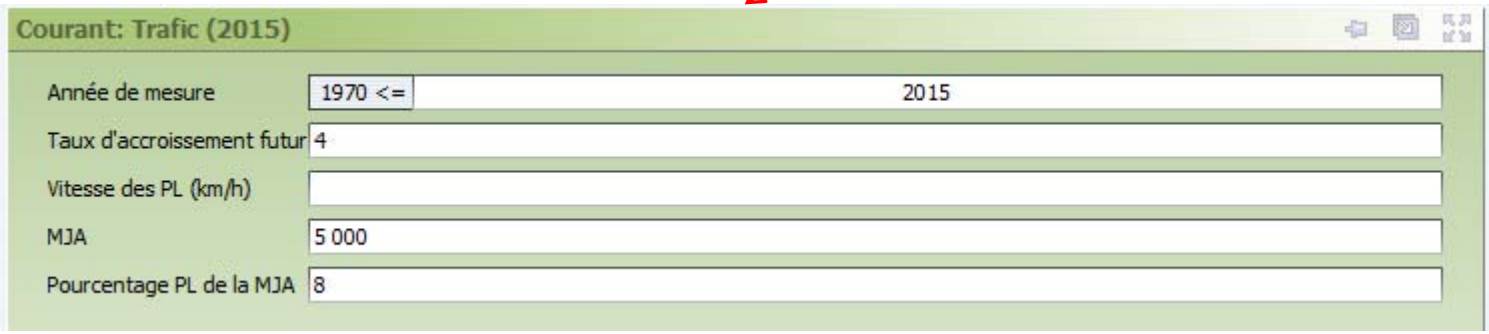


Les données

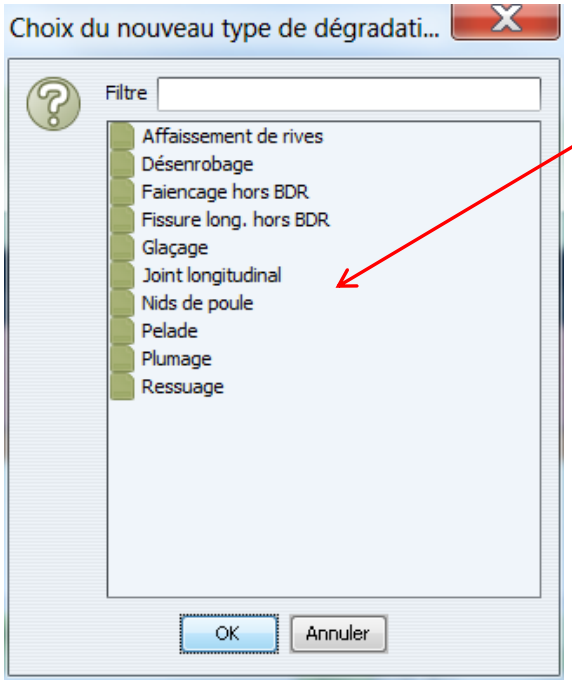
Le trafic

Ajout de plusieurs mesures: Tenir compte des variations non linéaire du trafic

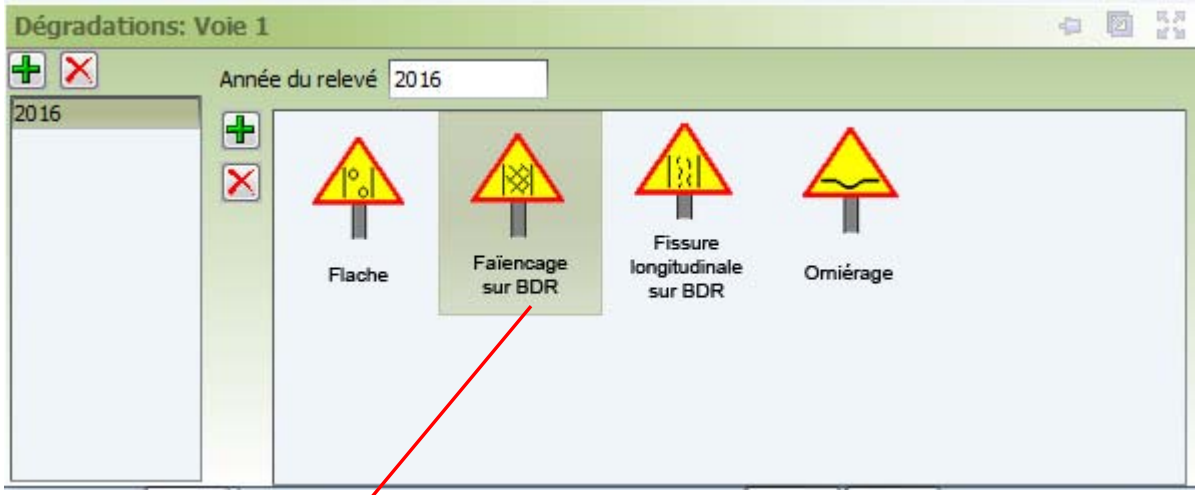


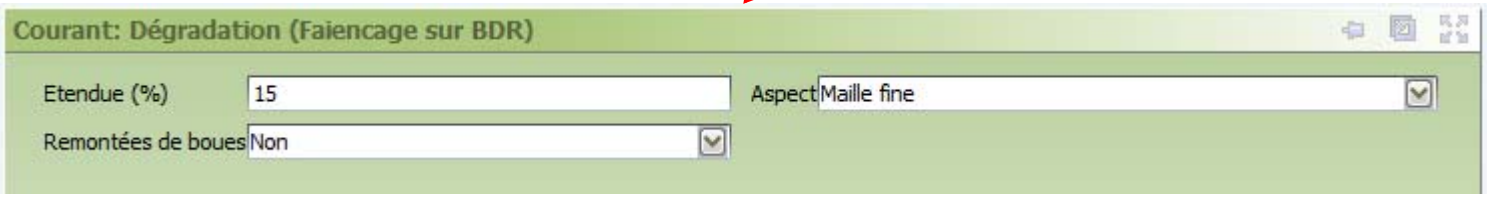


Les dégradations



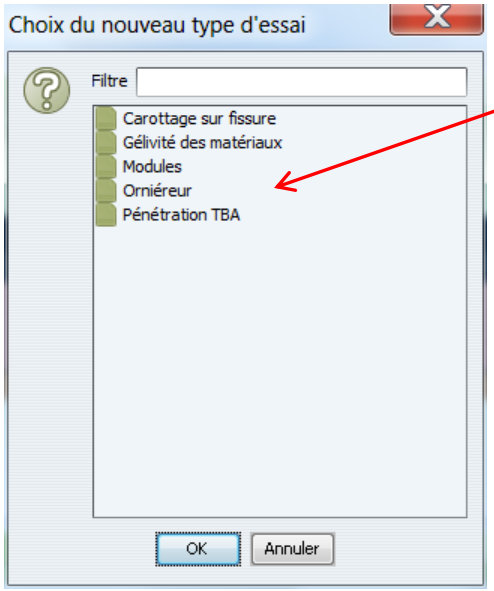
Liste fonction du type de structure

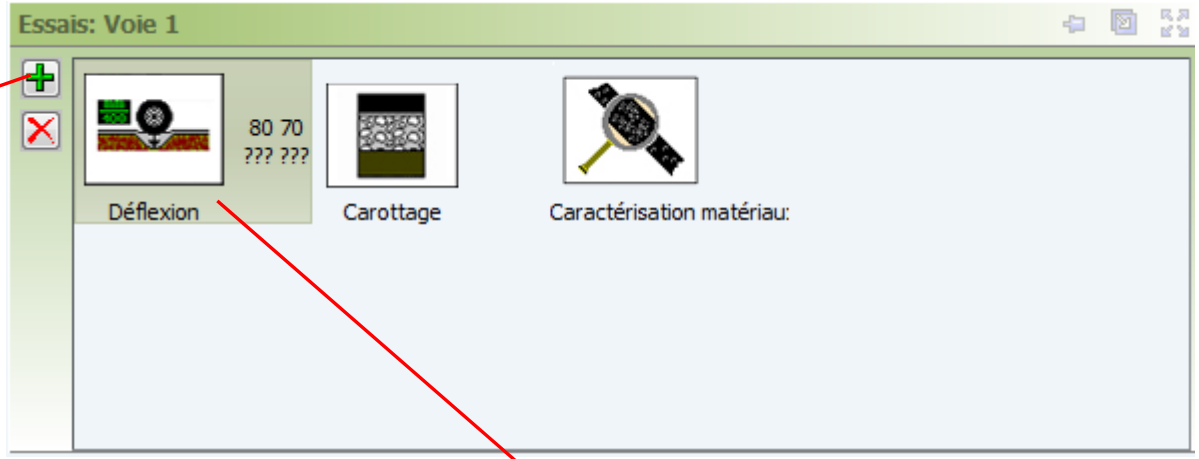


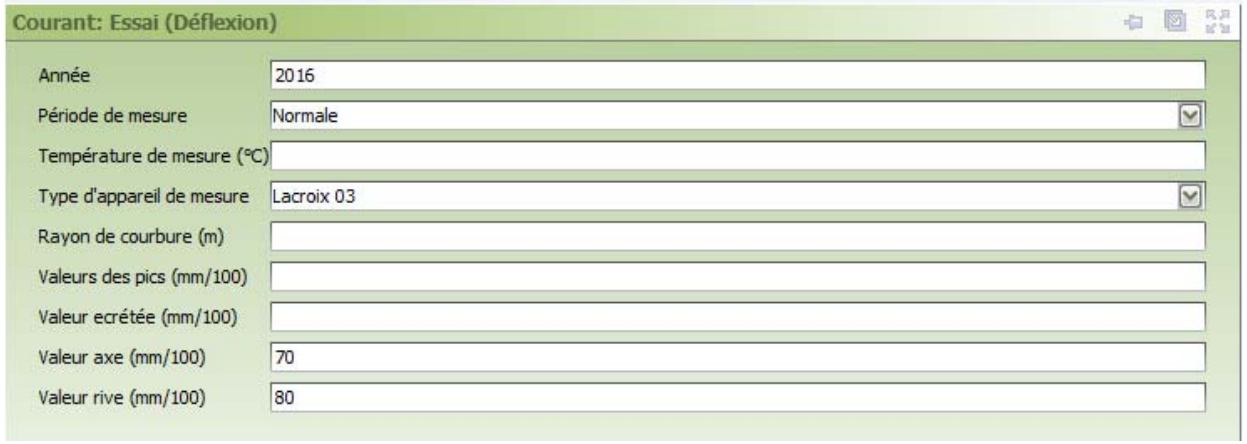


Les données

Les essais – 1





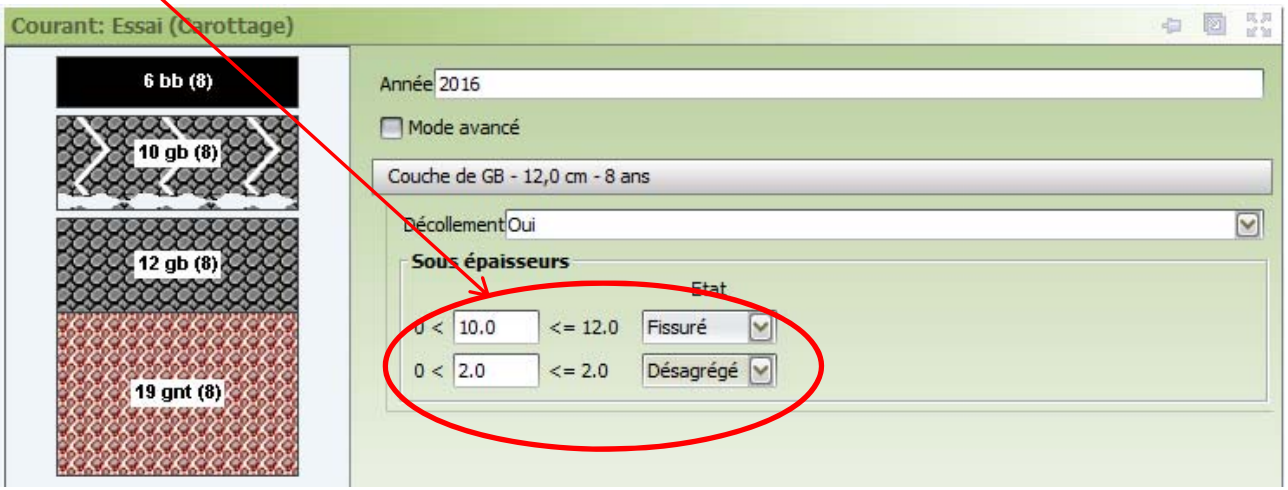


Déflexion obligatoire

Les données

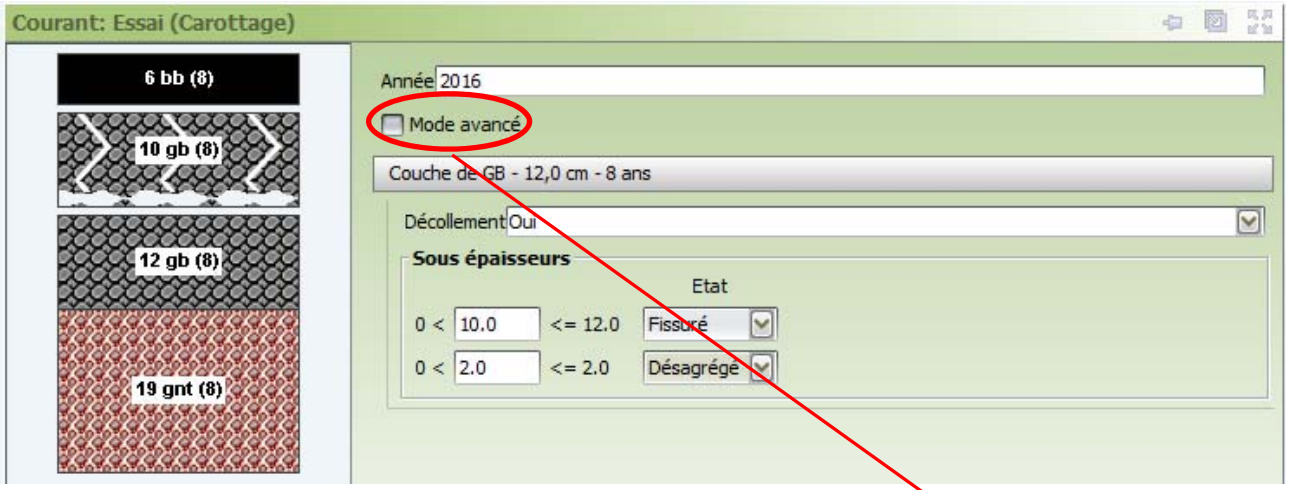
Les essais – 2

Le carottage

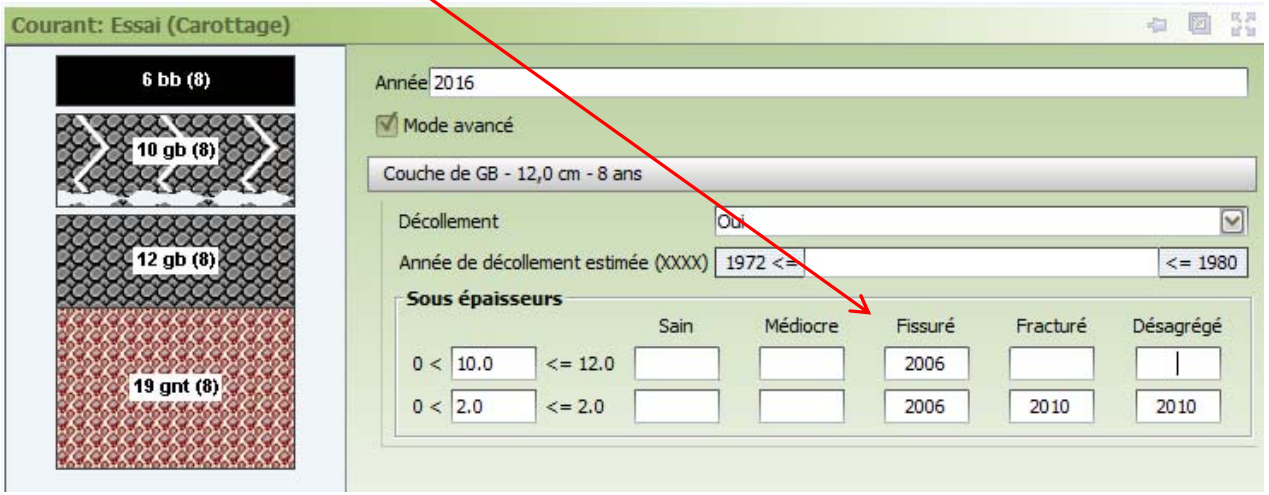


Les données

Les essais – 3

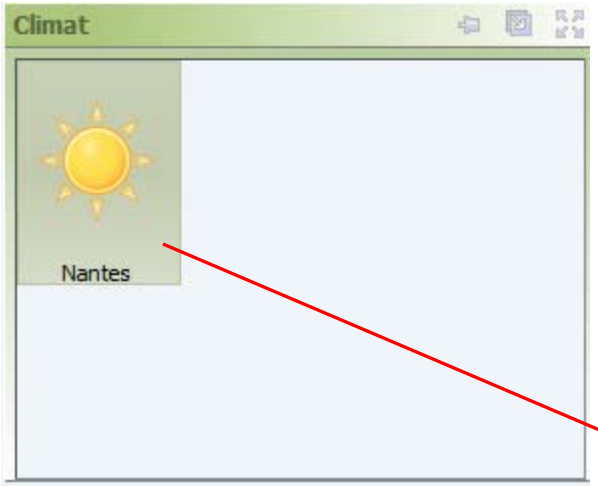


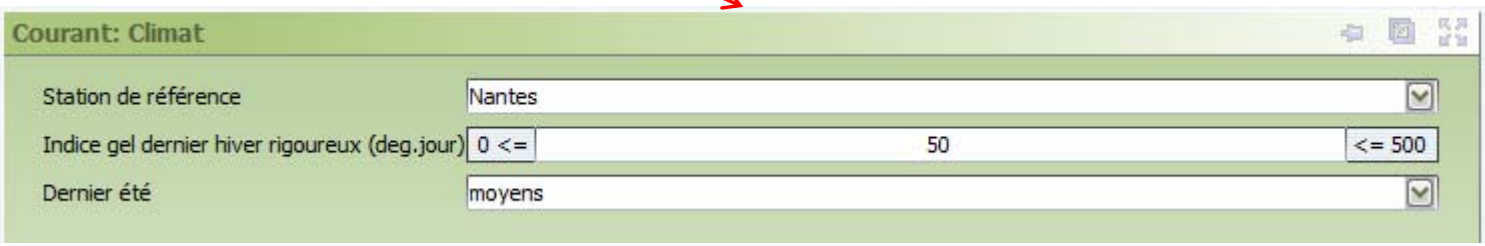
Le carottage



Les données

Le climat

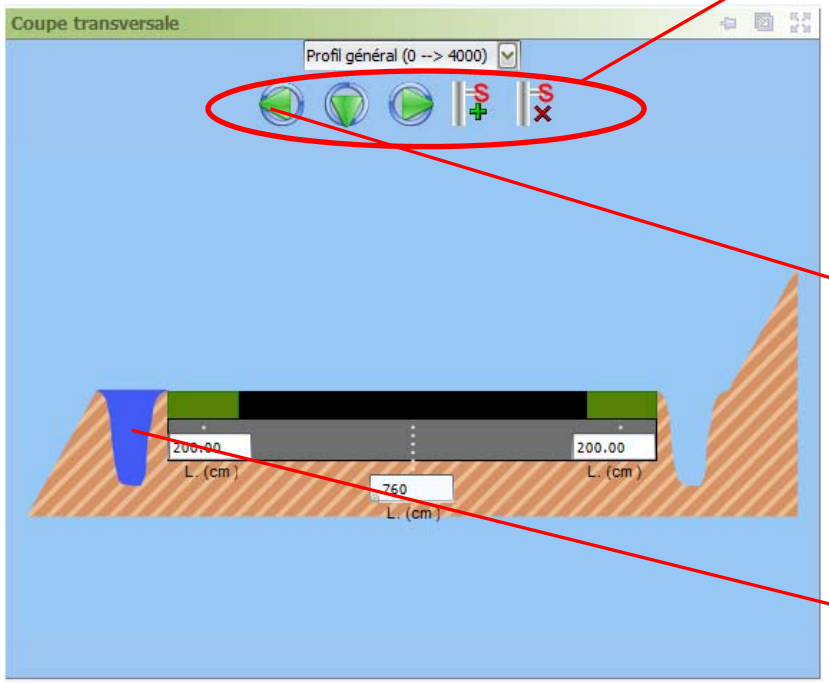


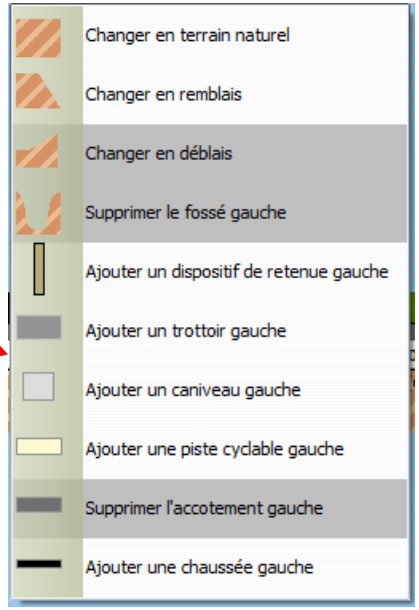


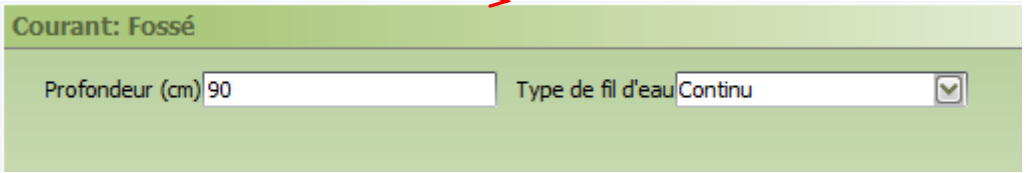
Les données

Le profil en travers / Drainage

Ajout / Suppression d'éléments





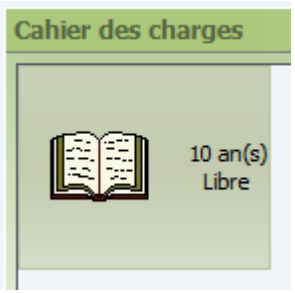


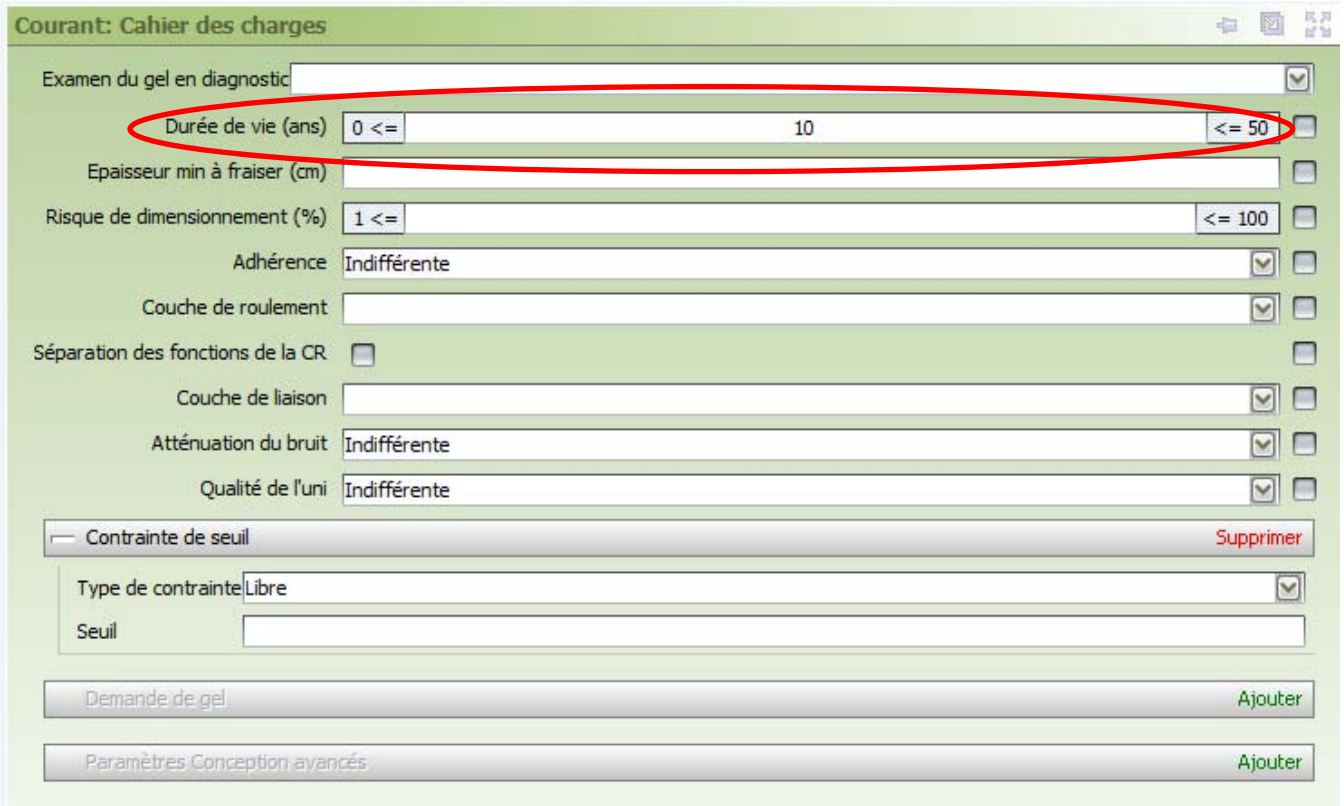
Les données

ERASMUS
Système expert pour les chaussées

Le cahier des charges

Les données courantes





Le cahier des charges

ERASMUS
Système expert pour les chaussées

Le gel et les paramètres avancés

Demande de gel dimensionnement — Supprimer

Indice de gel (deg.jour)	0 <=	<= 500
Barrière désirée	Aucune	
Protection thermique		

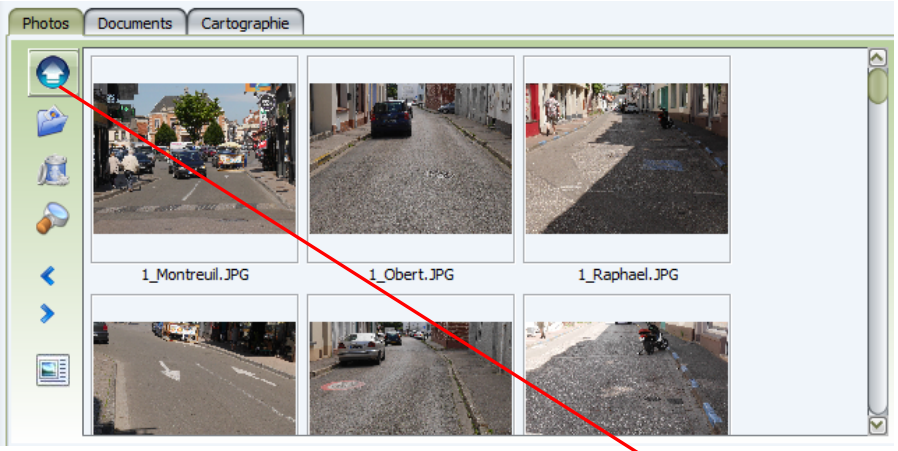
Paramètres Conception avancés — Supprimer

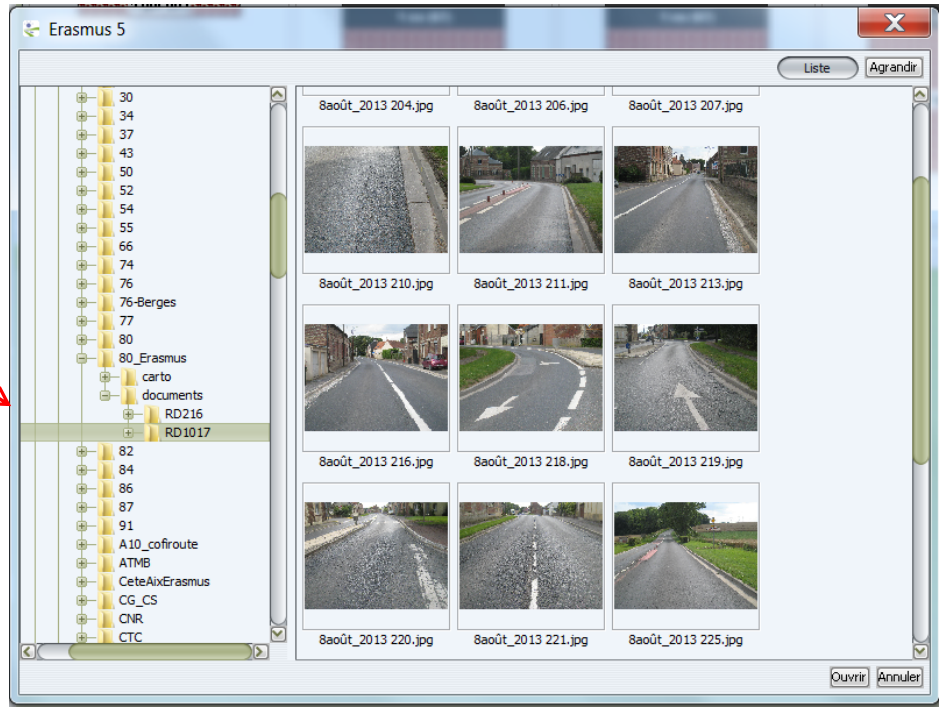
Taux d'actualisation des prix (%)	
Evolution des modules	Non
Blocage du sol	Non
Décollement progressif	
Scenarios des études	
Désactiver les contraintes de fraisage	Oui
Désactiver la contrainte sigt des MB	
CAM sur les matériaux bitumineux	
CAM sur les matériaux hydraulique	
CAM sur le sol	

ERASMUS
Système expert pour les chaussées

Les documents associés

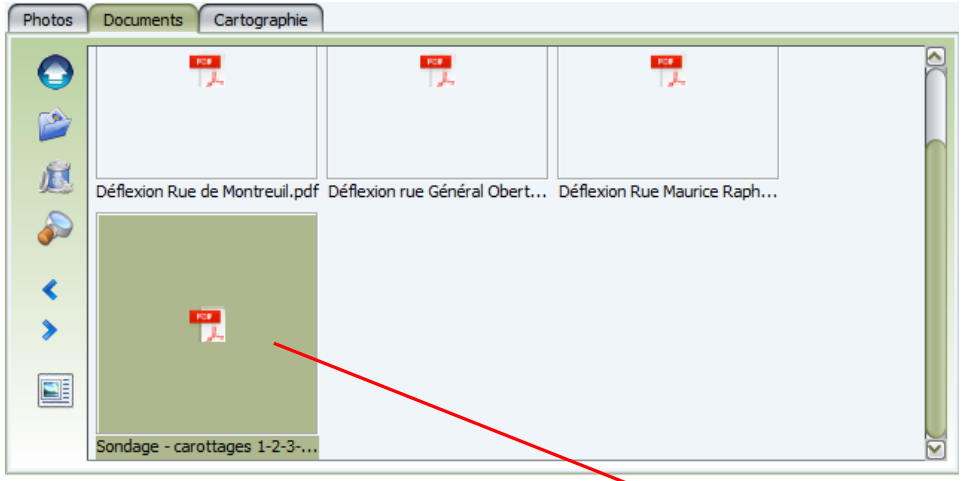
Les photos

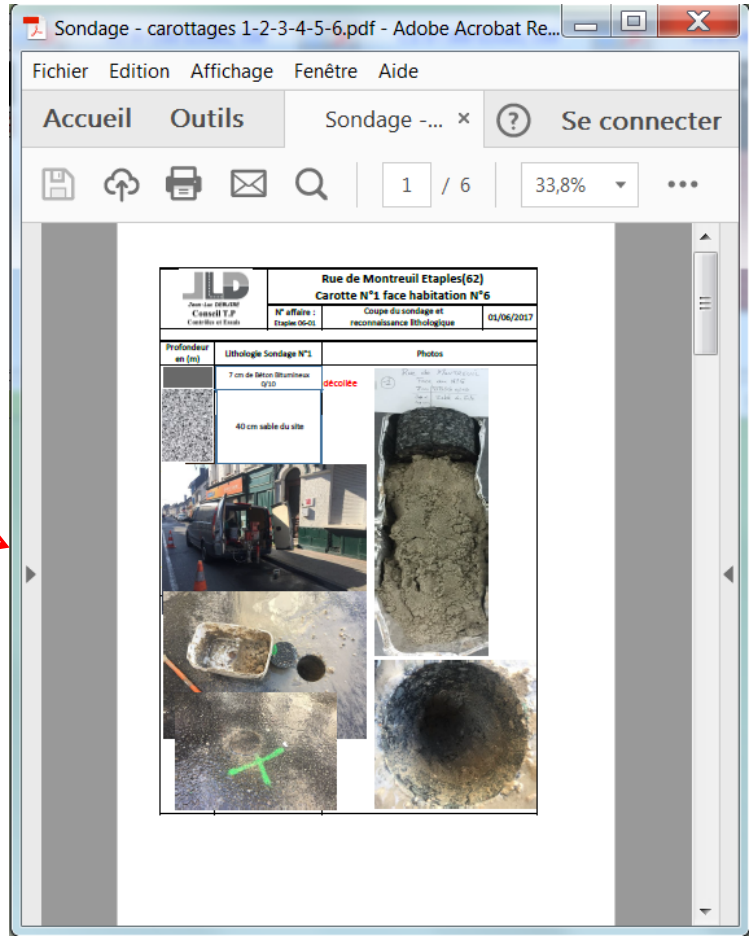




Les documents associés

Les documents



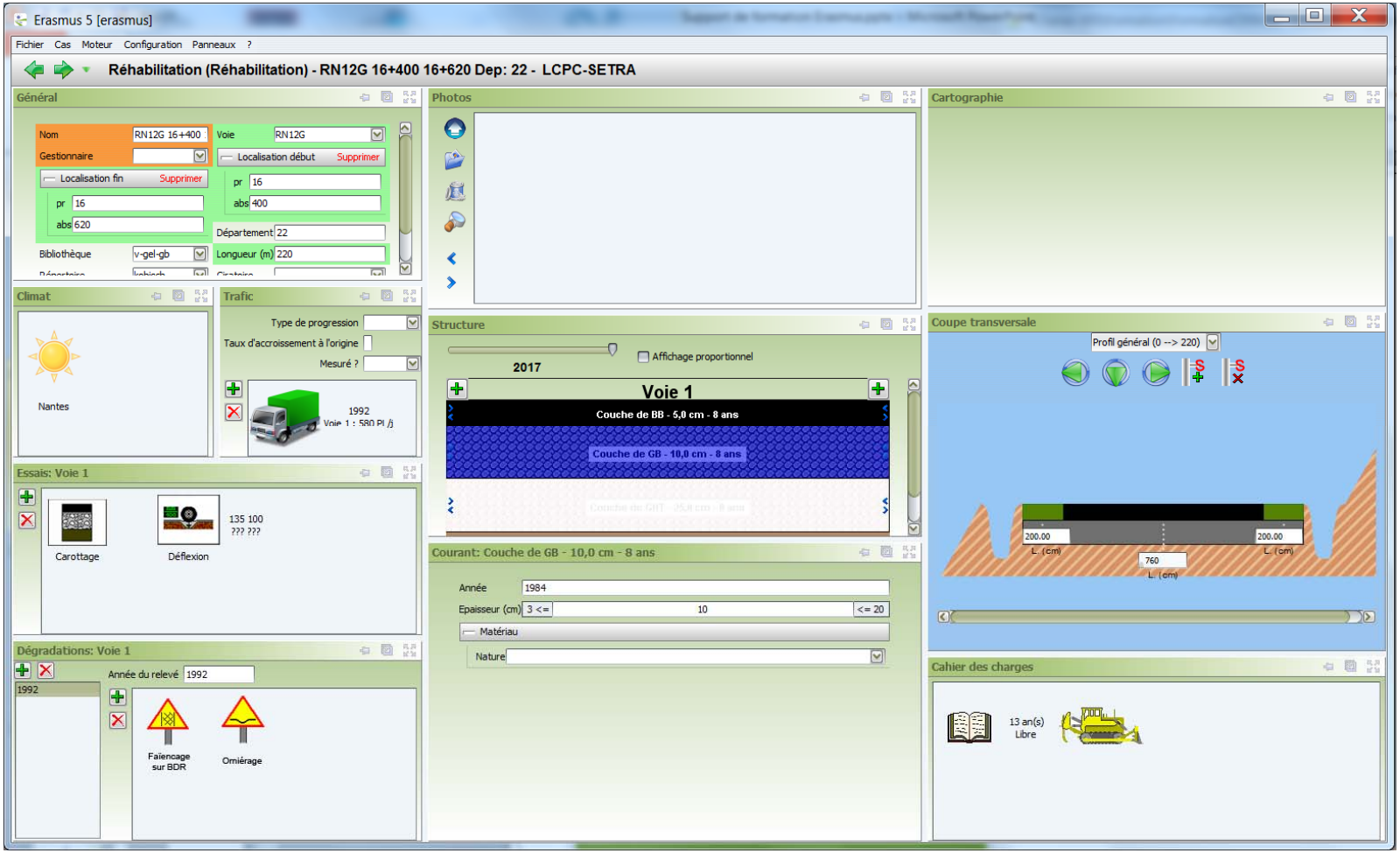


Les documents associés

ERASMUS
Système expert pour les chaussées

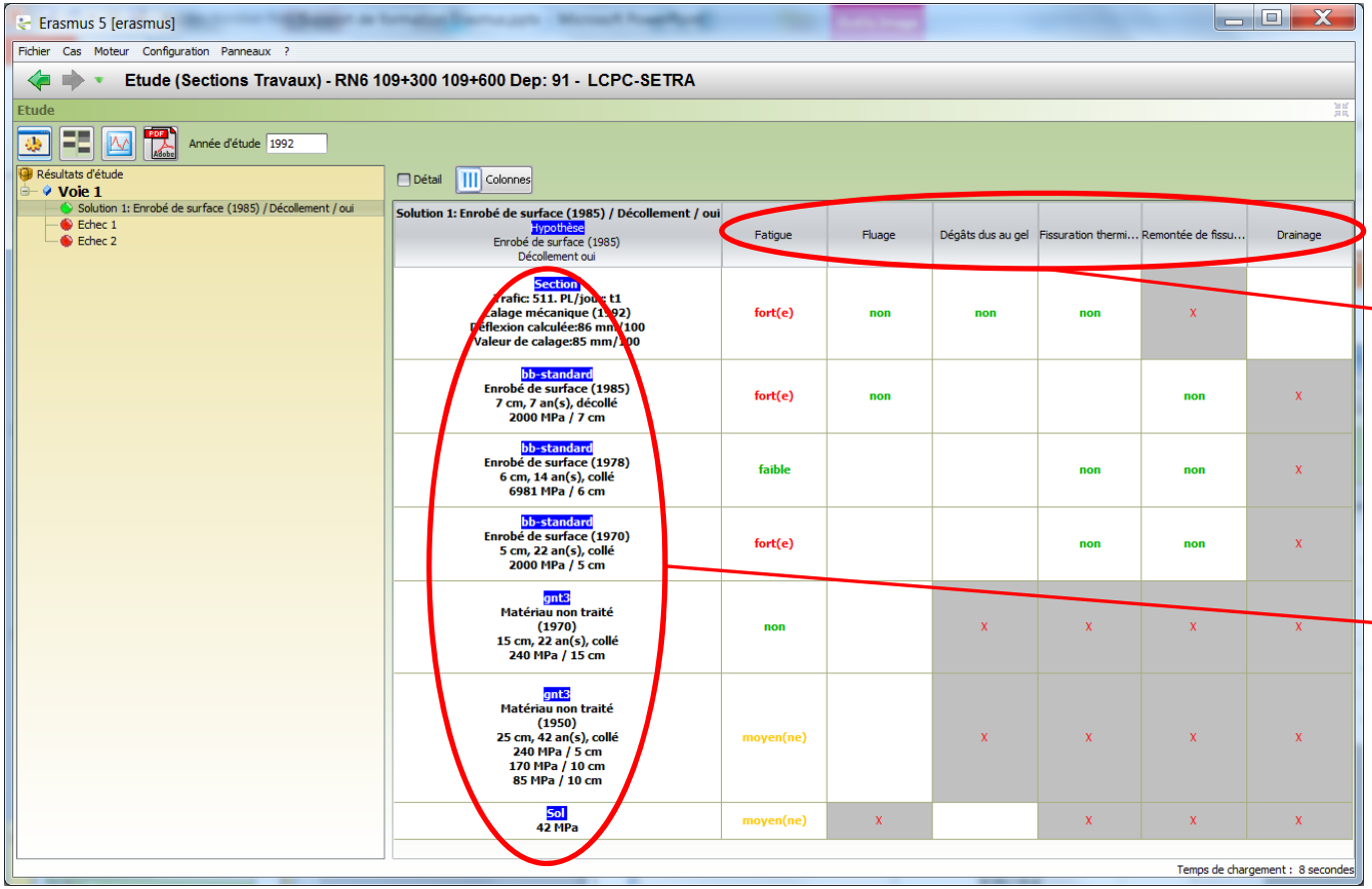
Le module Réhabilitation

L'interface



La réhabilitation

Le diagnostic – Résultats



Les problèmes

Les objets

La réhabilitation

Le diagnostic – Cohérence globale

Détail | Colonnes

Solution 1: Enrobé de surface (1985) / Décollement / oui Hypothèse Enrobé de surface (1985) Décollement oui	Fatigue	Fluage	Dégâts dus au gel	Fissuration thermi...	Remontée de fissu...	Drainage
Section **Trafic: 511. PL/jour: t1** **Calage mécanique (1992)** **Déflexion calculée:86 mm/100** **Valeur de calage:85 mm/100**	Synthèse experte **fort(e)**	Synthèse experte **non**	Synthèse experte **non**	Synthèse experte **non**	X	
bb-standard **Enrobé de surface (1985)** **7 cm, 7 an(s), décollé** **2000 MPa / 7 cm**	Analyse de surface **très fort** Analyse rationnelle **très fort(e)** Synthèse experte **fort(e)**	Analyse de surface **non** Synthèse experte **non**		Analyse de surface **non**	Analyse de surface **très fort** Analyse rationnelle **non** Synthèse experte **non**	X
bb-standard **Enrobé de surface (1978)** **6 cm, 14 an(s), collé** **6981 MPa / 6 cm**	Analyse rationnelle **faible** Synthèse experte **faible**			Analyse rationnelle **non** Synthèse experte **non**	Analyse rationnelle **non** Synthèse experte **non**	X
bb-standard **Enrobé de surface (1970)** **5 cm, 22 an(s), collé** **2000 MPa / 5 cm**	Analyse rationnelle **très fort(e)** Synthèse experte **fort(e)**			Analyse rationnelle **non** Synthèse experte **non**	Analyse rationnelle **non** Synthèse experte **non**	X
gnt3 **Matériau non traité (1970)** **15 cm, 22 an(s), collé** **240 MPa / 15 cm**	Analyse rationnelle **non** Synthèse experte **non**		X	X	X	X
gnt3 **Matériau non traité (1950)** **25 cm, 42 an(s), collé** **240 MPa / 5 cm** **170 MPa / 10 cm** **85 MPa / 10 cm**	Analyse rationnelle **moyen(ne)** Synthèse experte **moyen(ne)**		X	X	X	X
Sol **42 MPa**	Analyse de surface **non** Analyse rationnelle **moyen(ne)** Synthèse experte **moyen(ne)**	X		X	X	X

L'hypothèse éventuelle

La concordance

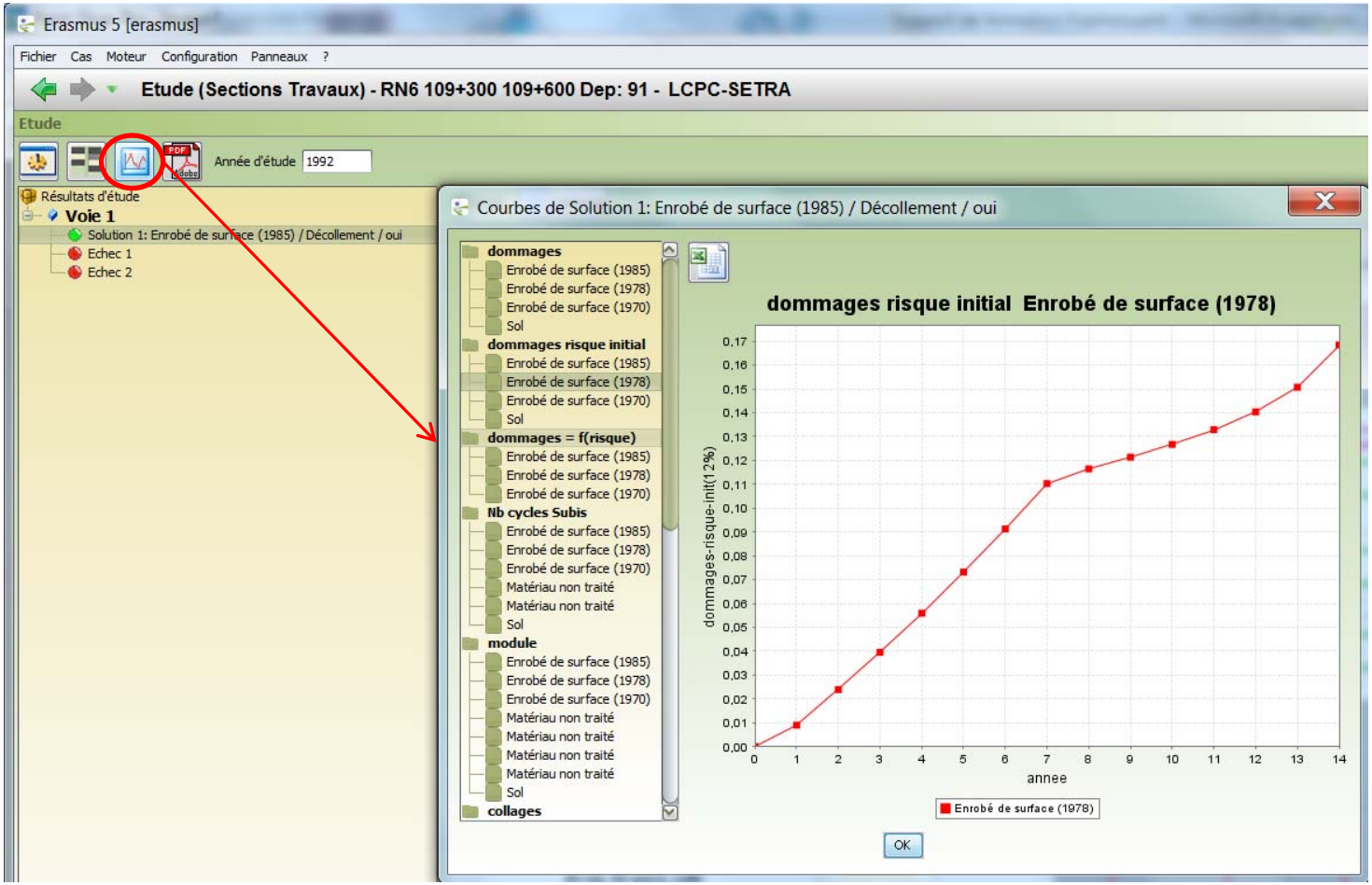
La réhabilitation

Le diagnostic – Modèle mécanique

Solution 1: Enrobé de surface (1985) / Décollement / oui Hypothèse Enrobé de surface (1985) Décollement oui	Fatigue	Fluage	Dégâts dus au gel	Fissuration thermi...	Remontée de fissu...	Drainage
Section Trafic: 511. PL/jour: t1 Calage mécanique (1992) Déflexion calculée:86 mm/100 Valeur de calage:85 mm/100	Synthèse experte fort(e)	Synthèse experte non	Synthèse experte non	Synthèse experte non	x	
bb-standar Enrobé de surface 7 cm, 7 an(s), d 2000 MPa / 7						
bb-standar Enrobé de surface 6 cm, 14 an(s), 6981 MPa / 6						
bb-standar Enrobé de surface 5 cm, 22 an(s), 2000 MPa / 5						
gnt3 Matériau non t (1970) 15 cm, 22 an(s) 240 MPa / 15						
gnt3 Matériau non t (1950) 25 cm, 42 an(s) 240 MPa / 5 170 MPa / 10 85 MPa / 10						
Sol 42 MPa	Analyse de surface non Analyse rationnelle moyen(ne) Synthèse experte moyen(ne)	x		x	x	x

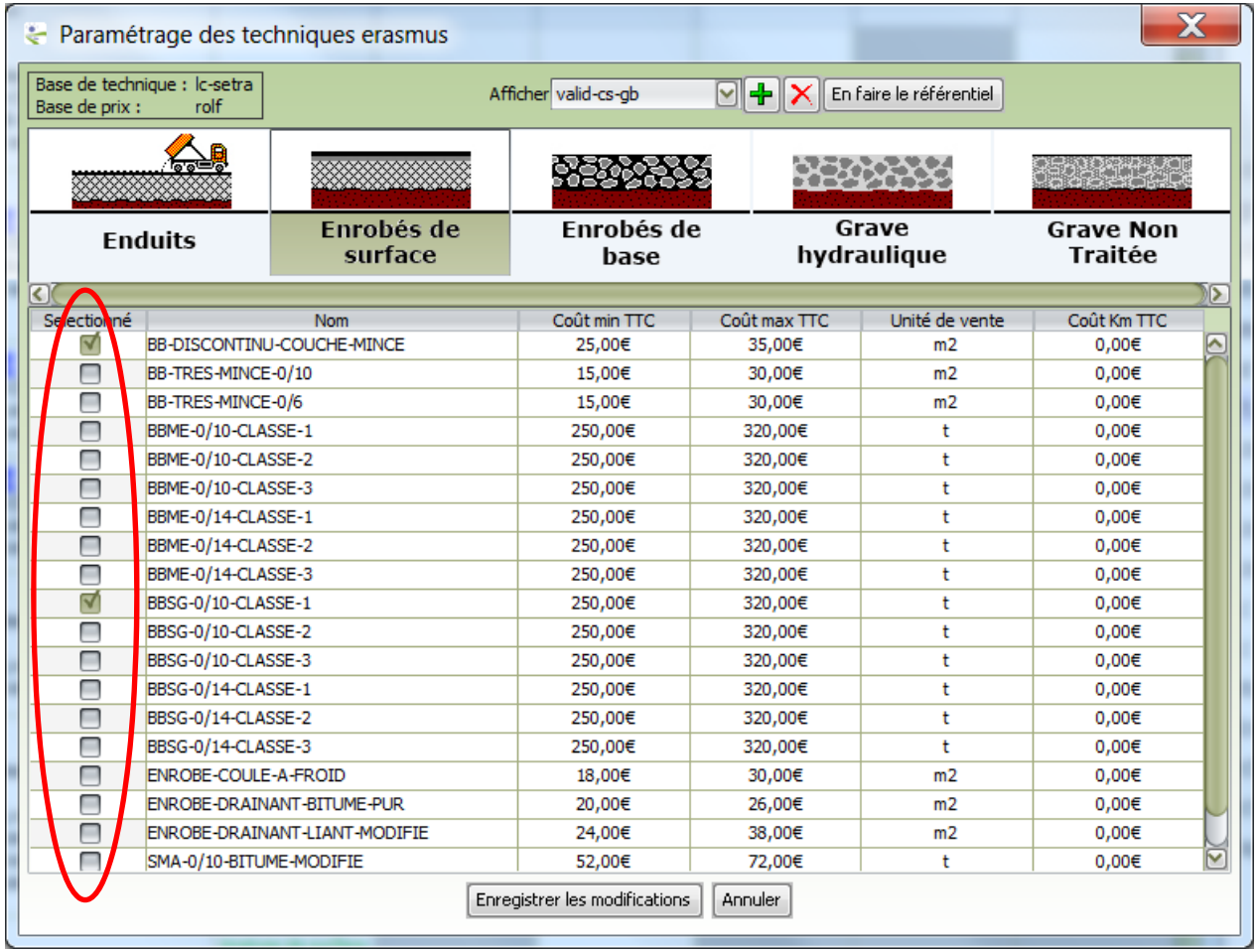
Enrobé de surface (1985)	7.0 cm	2000.0 MPa	n= 0.35	ept= 319.7 10-6	Glissement
Enrobé de surface (1978)	6.0 cm	6980.0 MPa	n= 0.35	ept= 111.3 10-6	Collage
Enrobé de surface (1970)	5.0 cm	2000.0 MPa	n= 0.35	ept= 316.4 10-6	Collage
Matériau non traité (1970)	15.0 cm	240.0 MPa	n= 0.35	epz= 742.4 10-6	Collage
Matériau non traité (1950)	5.0 cm	240.0 MPa	n= 0.35	epz= 450.6 10-6	Collage
	10.0 cm	170.0 MPa	n= 0.35	epz= 507.6 10-6	Collage
	10.0 cm	85.0 MPa	n= 0.35	epz= 628.1 10-6	Collage
Sol A2 D = 86 mm/100 RC = 158 m	600.0 cm	42.0 MPa	n= 0.35	epz= 782.7 10-6	Collage
		10000.0 MPa	n= 0.35		Collage

Le diagnostic – Courbes



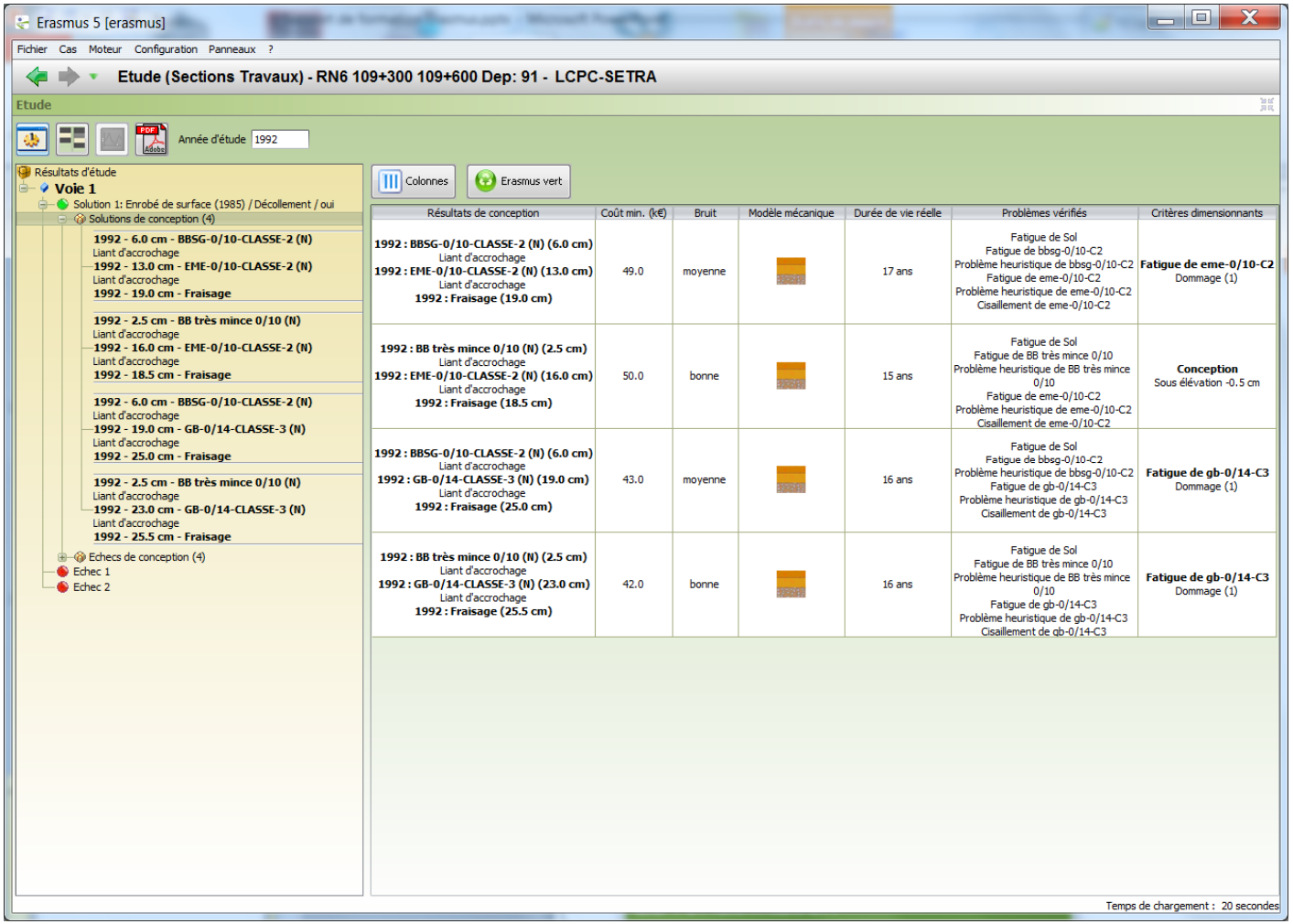
La réhabilitation

La conception – Techniques



Sélectionné	Nom	Coût min TTC	Coût max TTC	Unité de vente	Coût Km TTC
☑	BB-DISCONTINU-COUCHE-MINCE	25,00€	35,00€	m2	0,00€
☐	BB-TRES-MINCE-0/10	15,00€	30,00€	m2	0,00€
☐	BB-TRES-MINCE-0/6	15,00€	30,00€	m2	0,00€
☐	BBME-0/10-CLASSE-1	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBME-0/10-CLASSE-2	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBME-0/10-CLASSE-3	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBME-0/14-CLASSE-1	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBME-0/14-CLASSE-2	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBME-0/14-CLASSE-3	250,00€	320,00€	t	0,00€
☑	BBSG-0/10-CLASSE-1	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBSG-0/10-CLASSE-2	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBSG-0/10-CLASSE-3	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBSG-0/14-CLASSE-1	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBSG-0/14-CLASSE-2	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	BBSG-0/14-CLASSE-3	250,00€	320,00€	t	0,00€
☐	ENROBE-COULE-A-FROID	18,00€	30,00€	m2	0,00€
☐	ENROBE-DRAINANT-BITUME-PUR	20,00€	26,00€	m2	0,00€
☐	ENROBE-DRAINANT-LIANT-MODIFIE	24,00€	38,00€	m2	0,00€
☐	SMA-0/10-BITUME-MODIFIE	52,00€	72,00€	t	0,00€

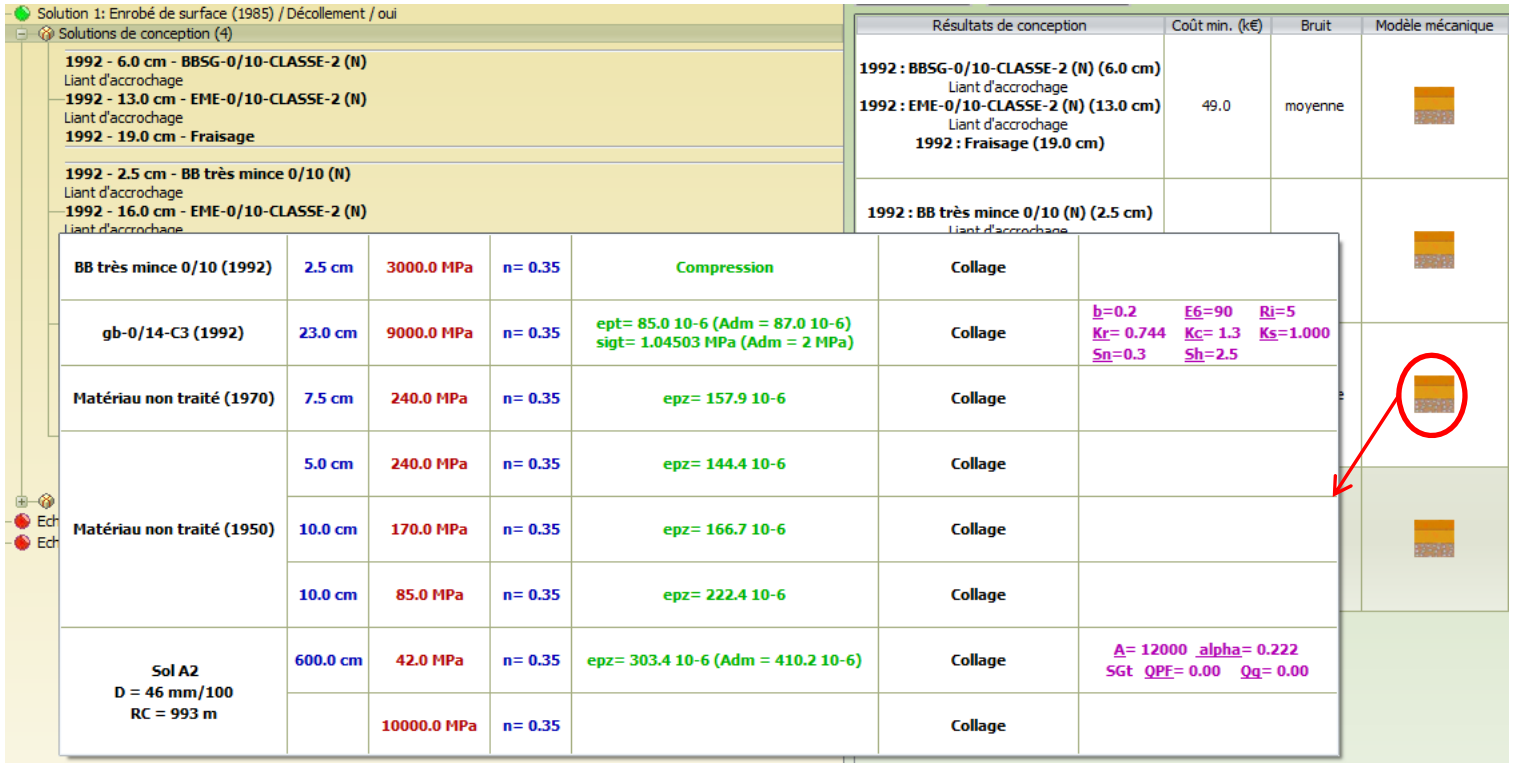
La conception – Résultats



Résultats de conception	Coût min. (k€)	Bruit	Modèle mécanique	Durée de vie réelle	Problèmes vérifiés	Critères dimensionnants
1992 : BBSG-0/10-CLASSE-2 (N) (6.0 cm) Liant d'accrochage **1992 : EME-0/10-CLASSE-2 (N) (13.0 cm)** Liant d'accrochage **1992 : Fraisage (19.0 cm)**	49.0	moyenne		17 ans	Fatigue de Sol Fatigue de bbsg-0/10-C2 Problème heuristique de bbsg-0/10-C2 Fatigue de eme-0/10-C2 Problème heuristique de eme-0/10-C2 Cisaillement de eme-0/10-C2	**Fatigue de eme-0/10-C2** Dommage (1)
1992 : BB très mince 0/10 (N) (2.5 cm) Liant d'accrochage **1992 : EME-0/10-CLASSE-2 (N) (16.0 cm)** Liant d'accrochage **1992 : Fraisage (18.5 cm)**	50.0	bonne		15 ans	Fatigue de Sol Fatigue de BB très mince 0/10 Problème heuristique de BB très mince 0/10 Fatigue de eme-0/10-C2 Problème heuristique de eme-0/10-C2 Cisaillement de eme-0/10-C2	**Conception** Sous élévation -0.5 cm
1992 : BBSG-0/10-CLASSE-2 (N) (6.0 cm) Liant d'accrochage **1992 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (19.0 cm)** Liant d'accrochage **1992 : Fraisage (25.0 cm)**	43.0	moyenne		16 ans	Fatigue de Sol Fatigue de bbsg-0/10-C2 Problème heuristique de bbsg-0/10-C2 Fatigue de gb-0/14-C3 Problème heuristique de gb-0/14-C3 Cisaillement de gb-0/14-C3	**Fatigue de gb-0/14-C3** Dommage (1)
1992 : BB très mince 0/10 (N) (2.5 cm) Liant d'accrochage **1992 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (23.0 cm)** Liant d'accrochage **1992 : Fraisage (25.5 cm)**	42.0	bonne		16 ans	Fatigue de Sol Fatigue de BB très mince 0/10 Problème heuristique de BB très mince 0/10 Fatigue de gb-0/14-C3 Problème heuristique de gb-0/14-C3 Cisaillement de gb-0/14-C3	**Fatigue de gb-0/14-C3** Dommage (1)

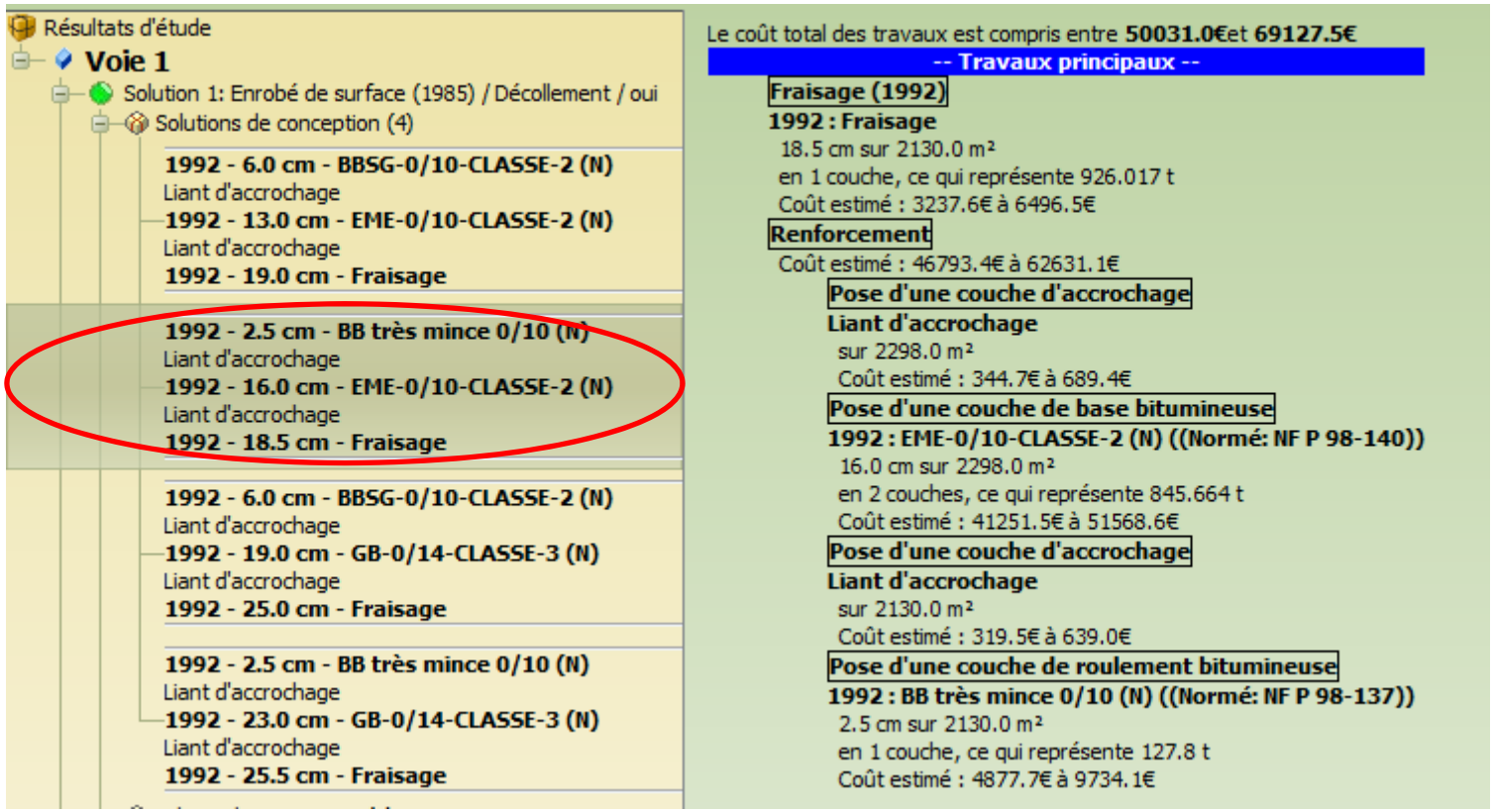
La réhabilitation

La conception – Modèle mécanique

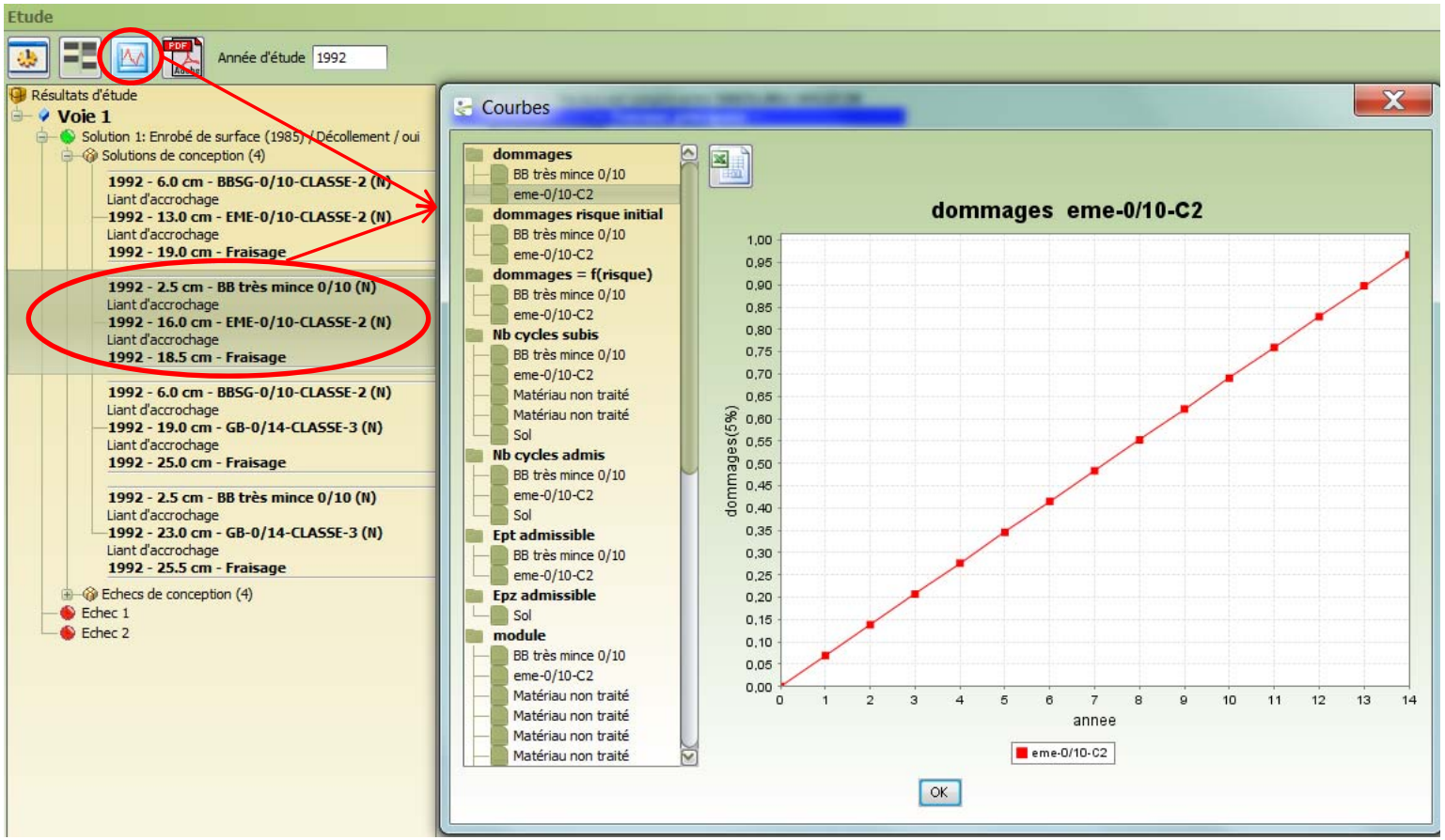


La réhabilitation

La conception – Détail

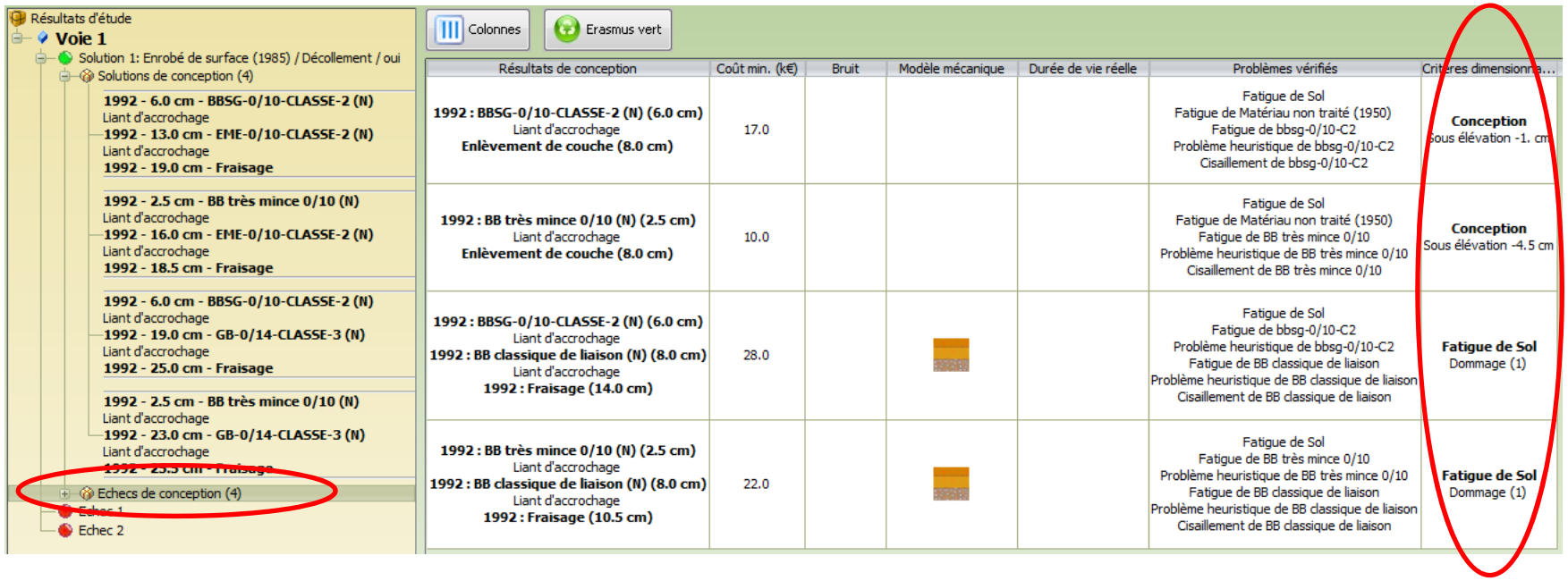


La conception – Courbes

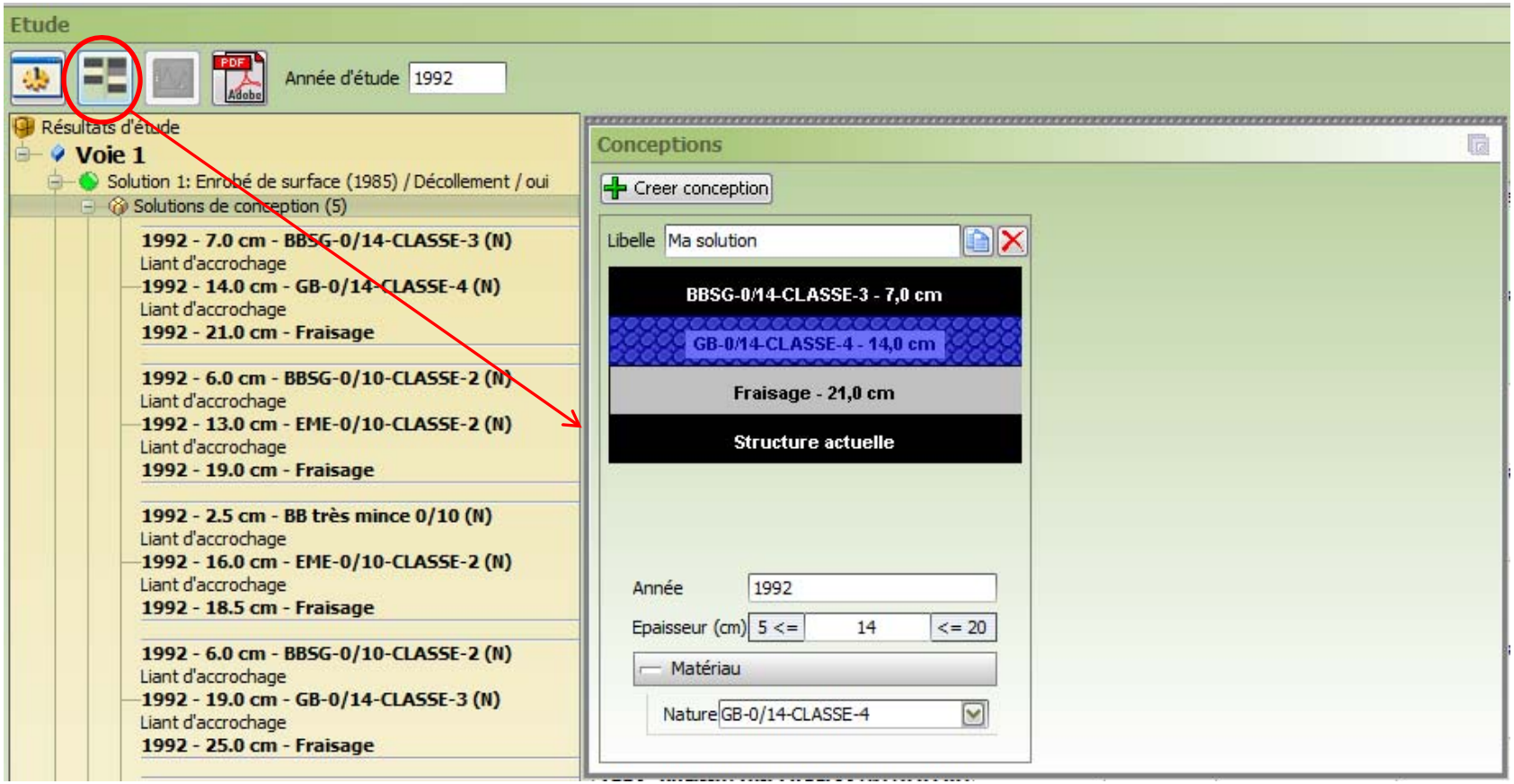


La réhabilitation

La conception – Echecs



La conception – Analyse de solutions



La conception – Analyse de solutions

Etude

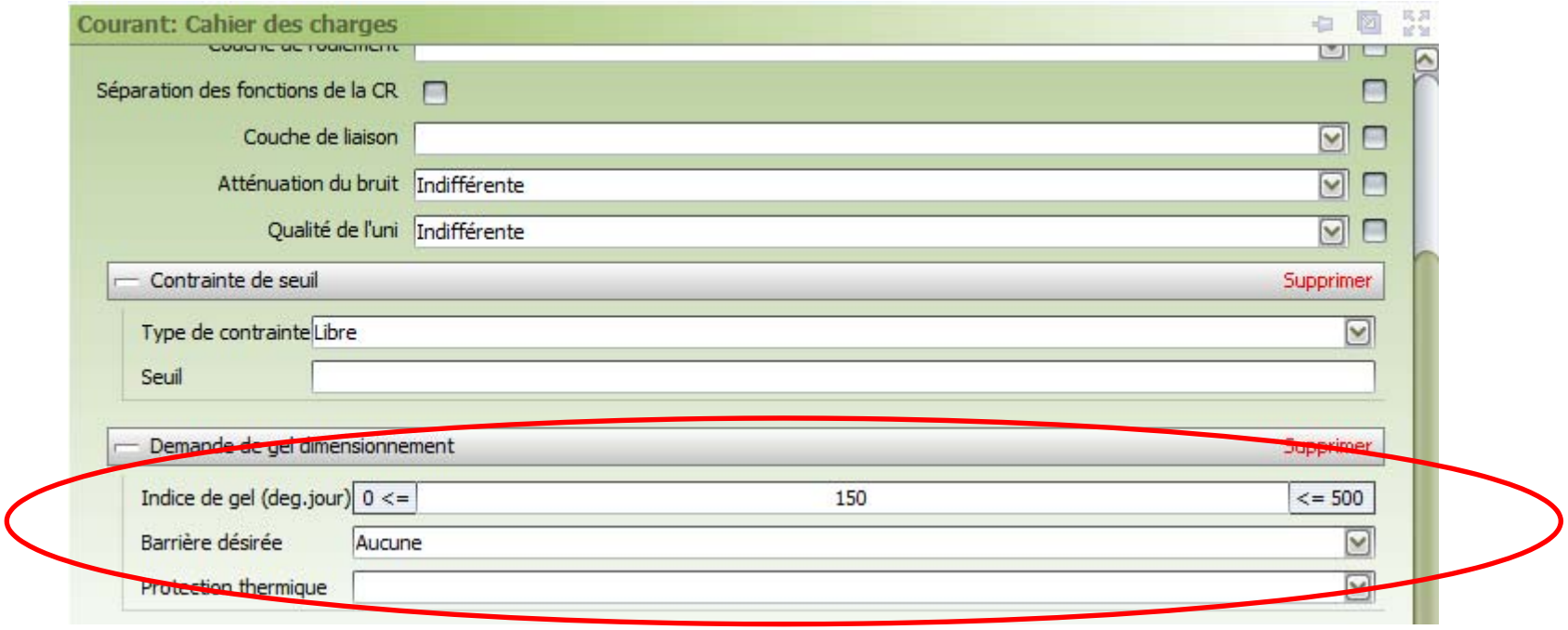
Année d'étude 1992

Résultats d'étude
- Voie 1
  - Solution 1: Enrobé de surface (1985) / Décollement / oui
    - Solutions de conception (5)
      - 1992 - 7.0 cm - BBSG-0/14-CLASSE-3 (N)
        Liant d'accrochage
        1992 - 14.0 cm - GB-0/14-CLASSE-4 (N)
        Liant d'accrochage
        1992 - 21.0 cm - Fraisage
      - 1992 - 6.0 cm - BBSG-0/10-CLASSE-2 (N)
        Liant d'accrochage
        1992 - 13.0 cm - EME-0/10-CLASSE-2 (N)
        Liant d'accrochage
        1992 - 19.0 cm - Fraisage
      - 1992 - 2.5 cm - BB très mince 0/10 (N)
        Liant d'accrochage
        1992 - 16.0 cm - EME-0/10-CLASSE-2 (N)
        Liant d'accrochage
        1992 - 18.5 cm - Fraisage
      - 1992 - 6.0 cm - BBSG-0/10-CLASSE-2 (N)
        Liant d'accrochage
        1992 - 19.0 cm - GB-0/14-CLASSE-3 (N)
        Liant d'accrochage
        1992 - 25.0 cm - Fraisage
      - 1992 - 2.5 cm - BB très mince 0/10 (N)
        Liant d'accrochage
        1992 - 23.0 cm - GB-0/14-CLASSE-3 (N)
        Liant d'accrochage
        1992 - 25.5 cm - Fraisage
    - Echecs de conception (4)
      - Echec 1
      - Echec 2

Colonnes | Erasmus vert

Résultats de conception	Coût min. (k€)	Bruit	Modèle mécanique	Durée de vie réelle	Problèmes vérifiés	Critères dimensionnants
MA SOLUTION 1992 : BBSG-0/14-CLASSE-3 (N) (7.0 cm) Liant d'accrochage 1992 : GB-0/14-CLASSE-4 (N) (14.0 cm) Liant d'accrochage 1992 : Fraisage (21.0 cm)	45.0	moyenne		16 ans	Fatigue de Sol Fatigue de bbsg-0/14-C3 Problème heuristique de bbsg-0/14-C3 Fatigue de gb-0/14-C4 Problème heuristique de gb-0/14-C4 Cisaillement de gb-0/14-C4	
1992 : BBSG-0/10-CLASSE-2 (N) (6.0 cm) Liant d'accrochage 1992 : EME-0/10-CLASSE-2 (N) (13.0 cm) Liant d'accrochage 1992 : Fraisage (19.0 cm)	49.0	moyenne		17 ans	Fatigue de Sol Fatigue de bbsg-0/10-C2 Problème heuristique de bbsg-0/10-C2 Fatigue de eme-0/10-C2 Problème heuristique de eme-0/10-C2 Cisaillement de eme-0/10-C2	**Fatigue de eme-0/10-C2** Dommage (1)
1992 : BB très mince 0/10 (N) (2.5 cm) Liant d'accrochage 1992 : EME-0/10-CLASSE-2 (N) (16.0 cm) Liant d'accrochage 1992 : Fraisage (18.5 cm)	50.0	bonne		15 ans	Fatigue de Sol Fatigue de BB très mince 0/10 Problème heuristique de BB très mince 0/10 Fatigue de eme-0/10-C2 Problème heuristique de eme-0/10-C2 Cisaillement de eme-0/10-C2	**Conception** Sous élévation -0.5 cm
1992 : BBSG-0/10-CLASSE-2 (N) (6.0 cm) Liant d'accrochage 1992 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (19.0 cm) Liant d'accrochage 1992 : Fraisage (25.0 cm)	43.0	moyenne		16 ans	Fatigue de Sol Fatigue de bbsg-0/10-C2 Problème heuristique de bbsg-0/10-C2 Fatigue de gb-0/14-C3 Problème heuristique de gb-0/14-C3 Cisaillement de gb-0/14-C3	**Fatigue de gb-0/14-C3** Dommage (1)
1992 : BB très mince 0/10 (N) (2.5 cm) Liant d'accrochage 1992 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (23.0 cm) Liant d'accrochage 1992 : Fraisage (25.5 cm)	42.0	bonne		16 ans	Fatigue de Sol Fatigue de BB très mince 0/10 Problème heuristique de BB très mince 0/10 Fatigue de gb-0/14-C3 Problème heuristique de gb-0/14-C3 Cisaillement de gb-0/14-C3	**Fatigue de gb-0/14-C3** Dommage (1)

La conception – Analyse gel / dégel

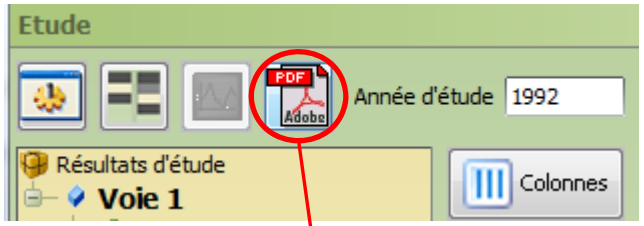


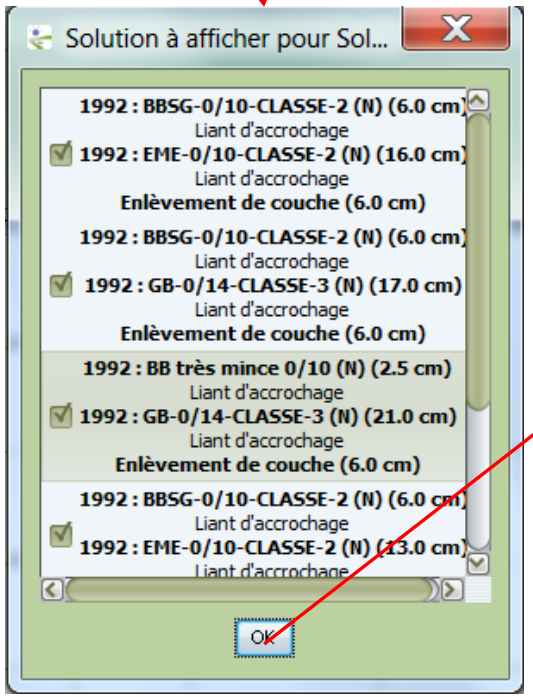
La réhabilitation

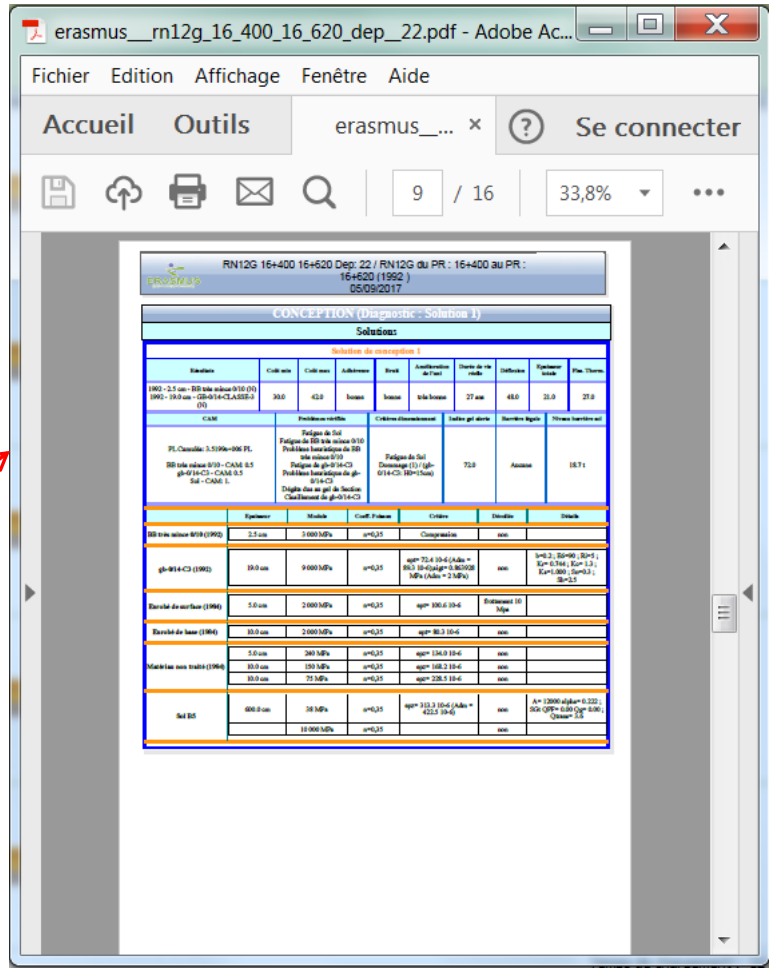
La conception – Analyse gel / dégel

Résultats de conception	Coût min. ...	Bruit	Modèle mécanique	Durée de vie réelle	Barrière légale	Niveau Barriere Sol	Profondeur du front de gel(cm)
1992 : BB très mince 0/10 (N) (2.5 cm) Liant d'accrochage **1992 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (19.0 cm)** Liant d'accrochage	30.0	bonne		27 ans	Aucune	18.7 t	86
1992 : BBSG-0/10-CLASSE-2 (N) (6.0 cm) Liant d'accrochage **1992 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (15.0 cm)** Liant d'accrochage	31.0	moyenne		27 ans	Aucune	18.6 t	86
1992 : BBSG-0/10-CLASSE-2 (N) (6.0 cm) Liant d'accrochage **1992 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (17.0 cm)** Liant d'accrochage **Enlèvement de couche (6.0 cm)**	37.0	moyenne		36 ans	Aucune	17.2 t	85
1992 : BB très mince 0/10 (N) (2.5 cm) Liant d'accrochage **1992 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (21.0 cm)** Liant d'accrochage **Enlèvement de couche (6.0 cm)**	37.0	bonne		35 ans	Aucune	17.2 t	85

Le rapport





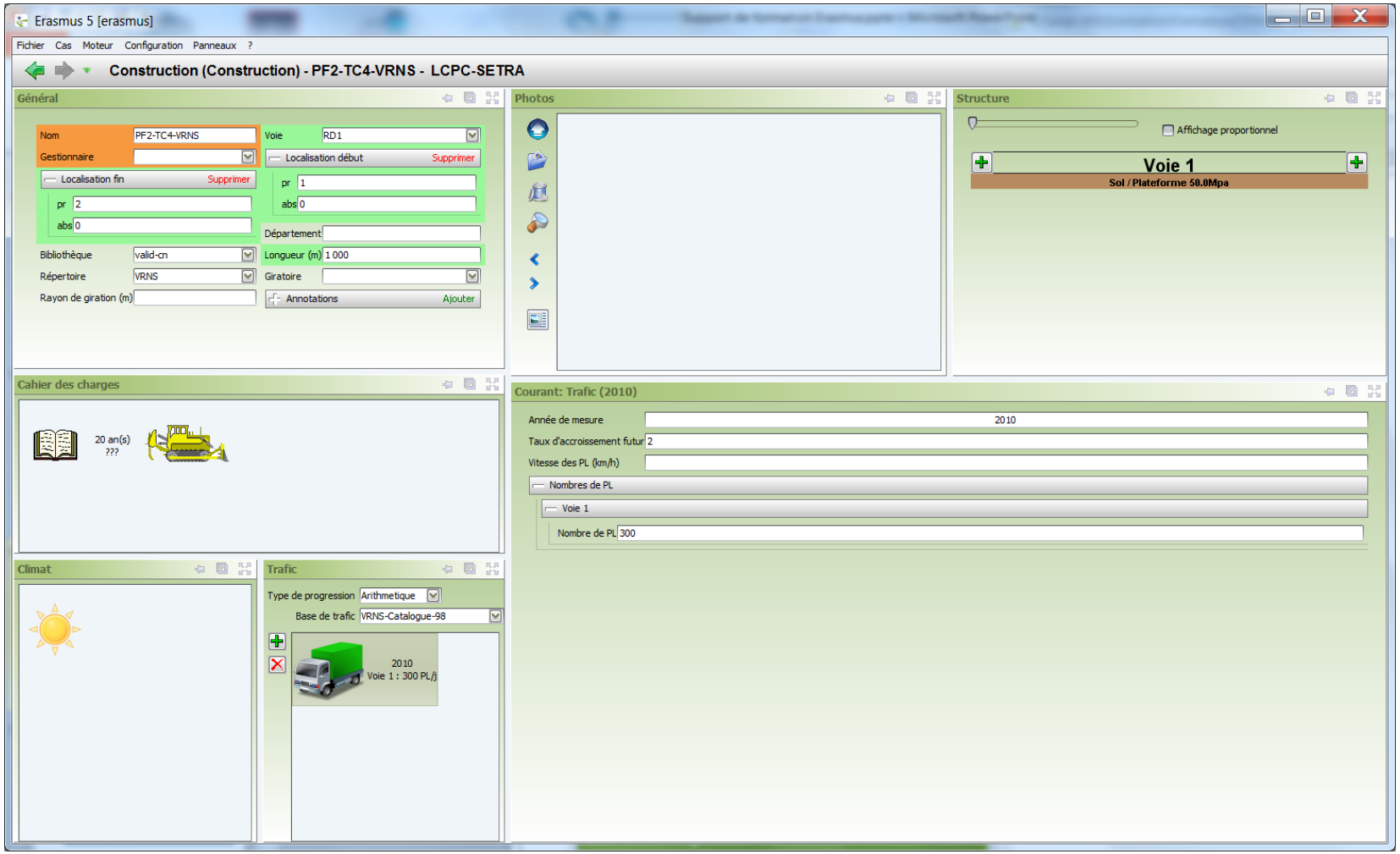


La réhabilitation

ERASMUS
Système expert pour les chaussées

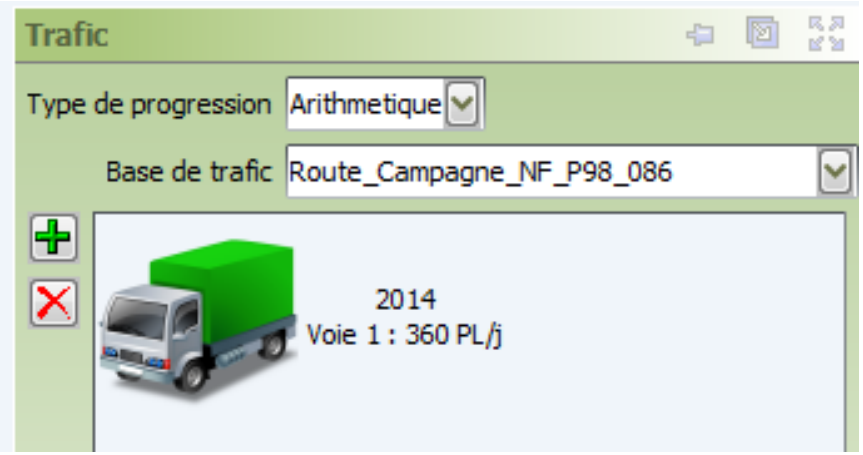
Le module Construction

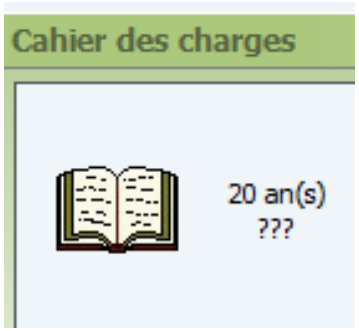
L'interface



La construction

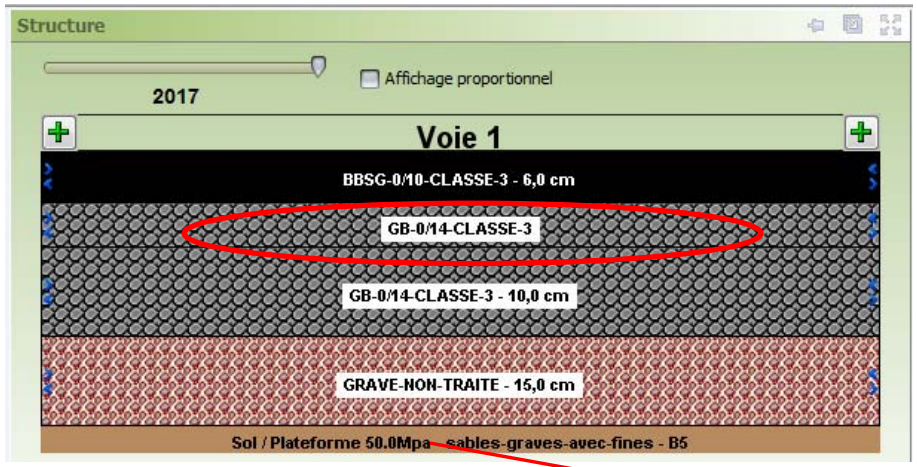
Les données – 1



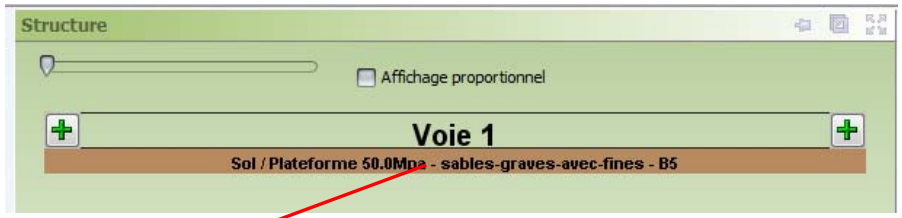


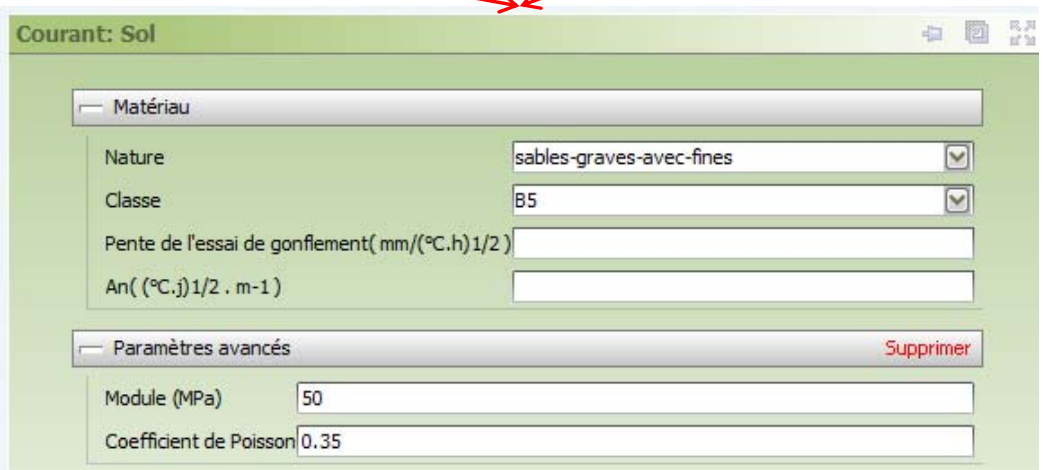
La construction

Les données – 2



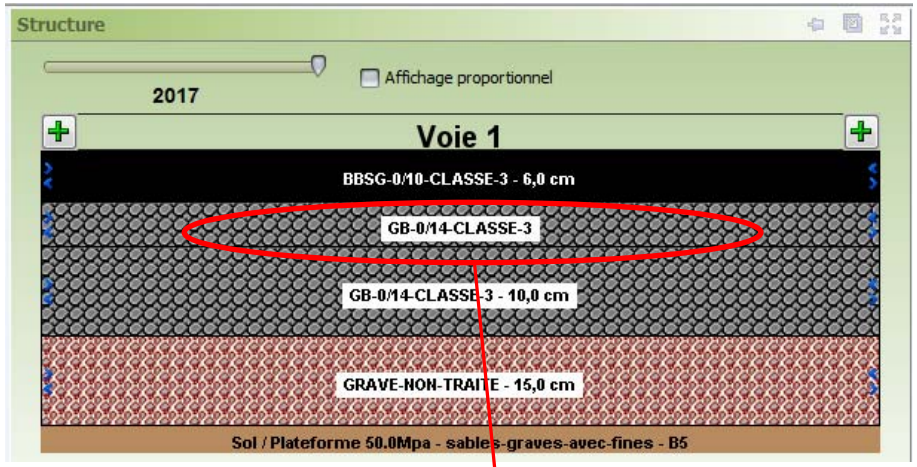
Ou

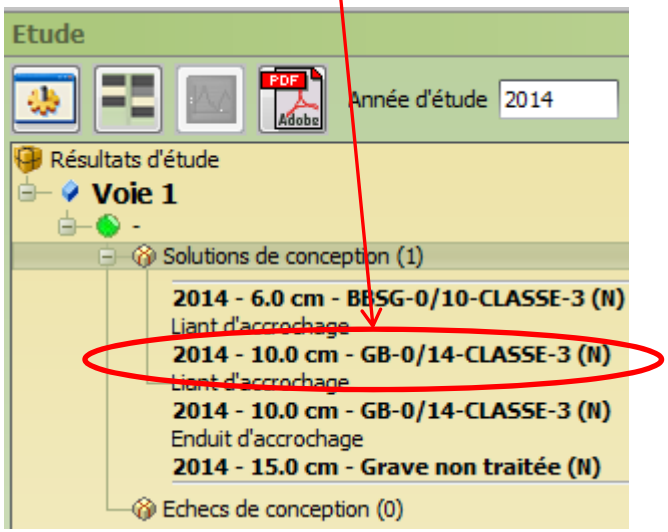


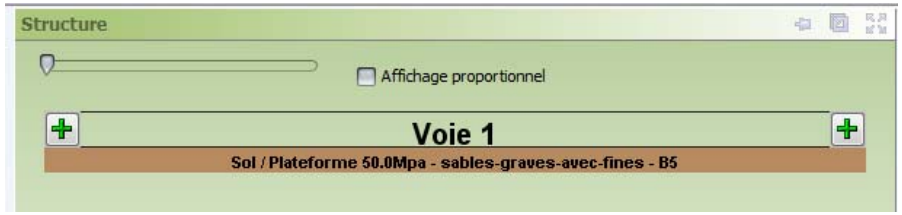


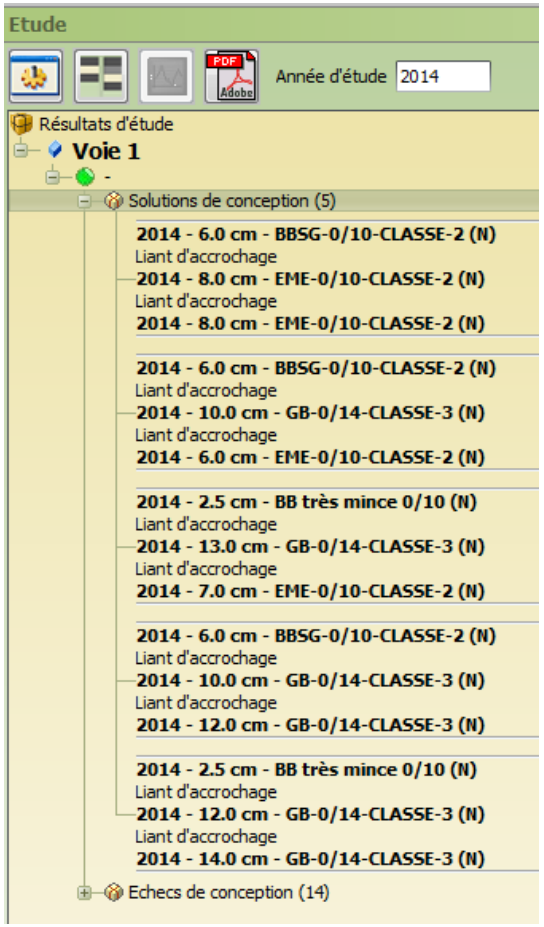
La construction

Les résultats



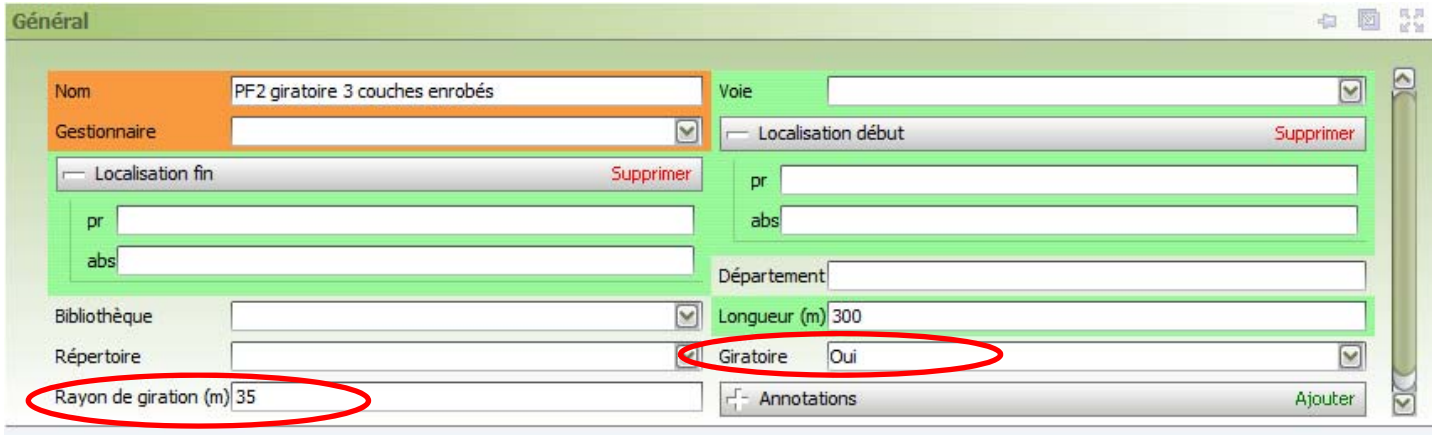


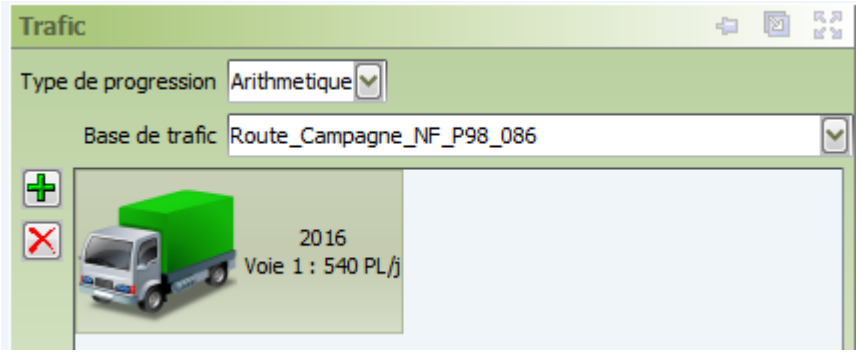


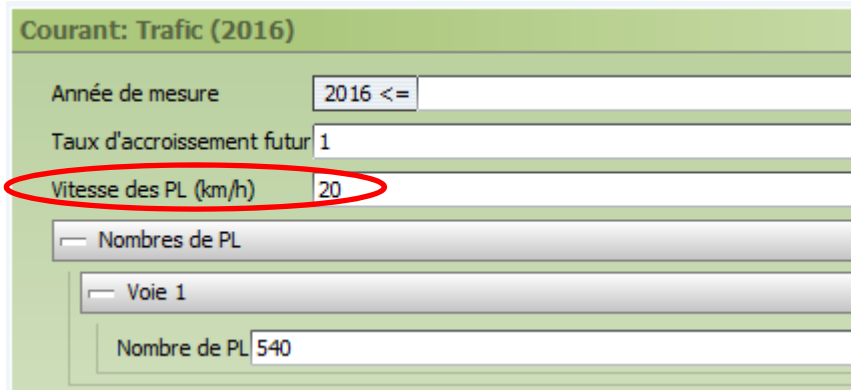


La construction

Les giratoires – Données

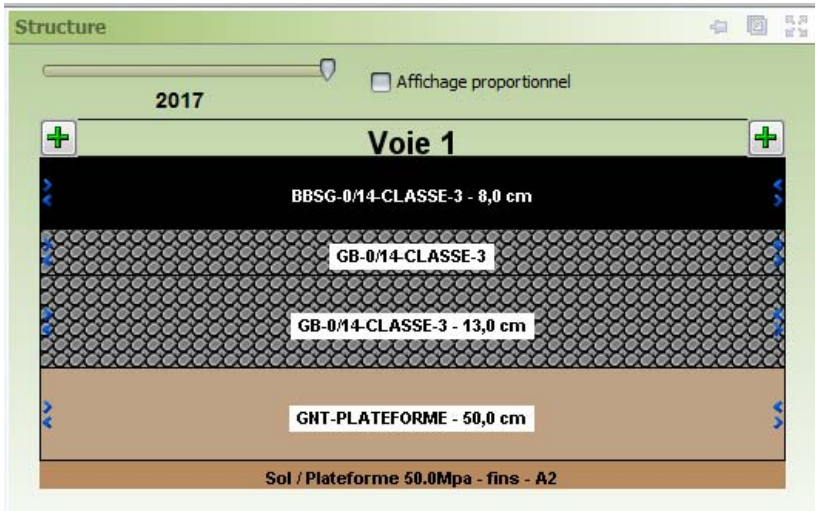


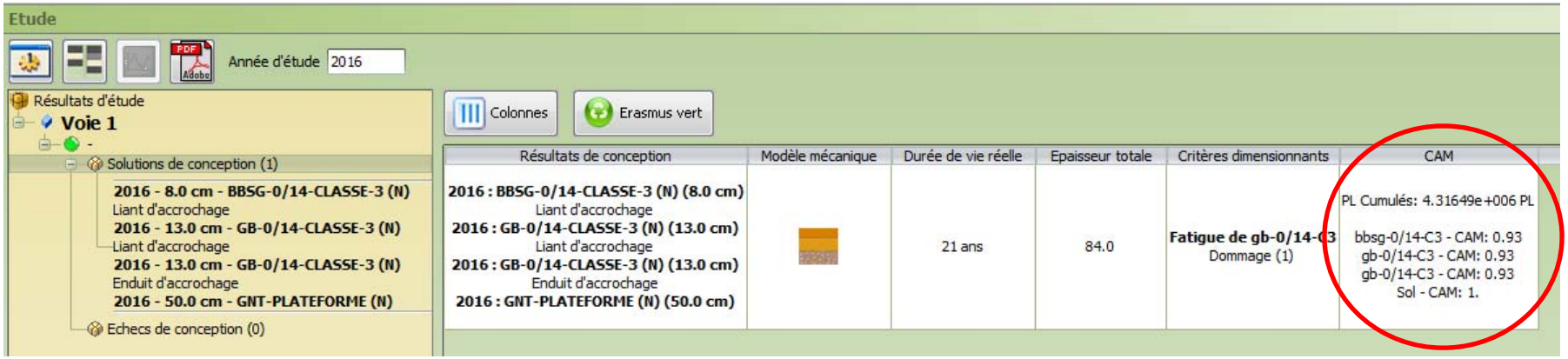




La construction

Les giratoires – Résultats





La construction

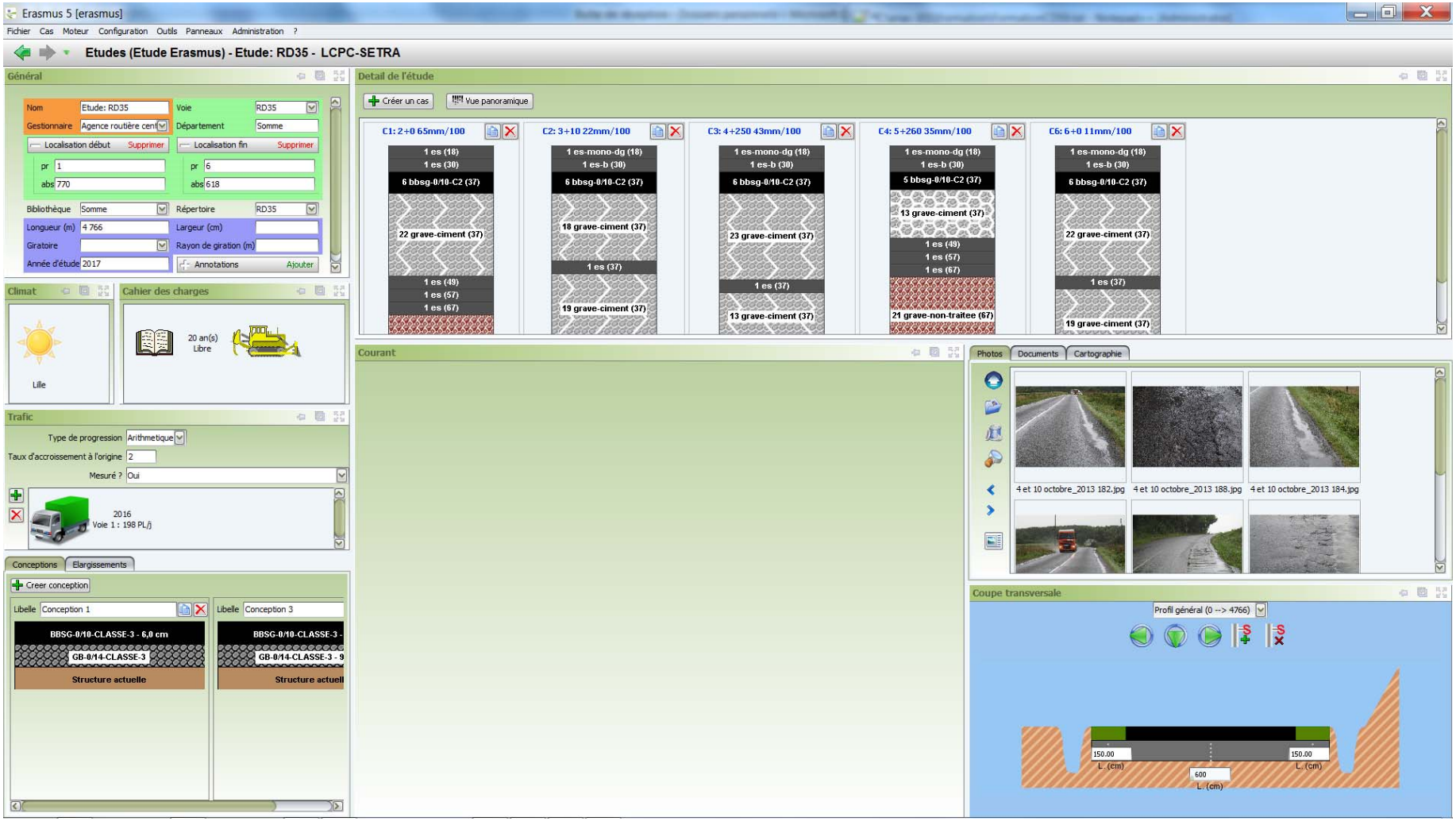
ERASMUS
Système expert pour les chaussées

Le module Etude

Objectifs

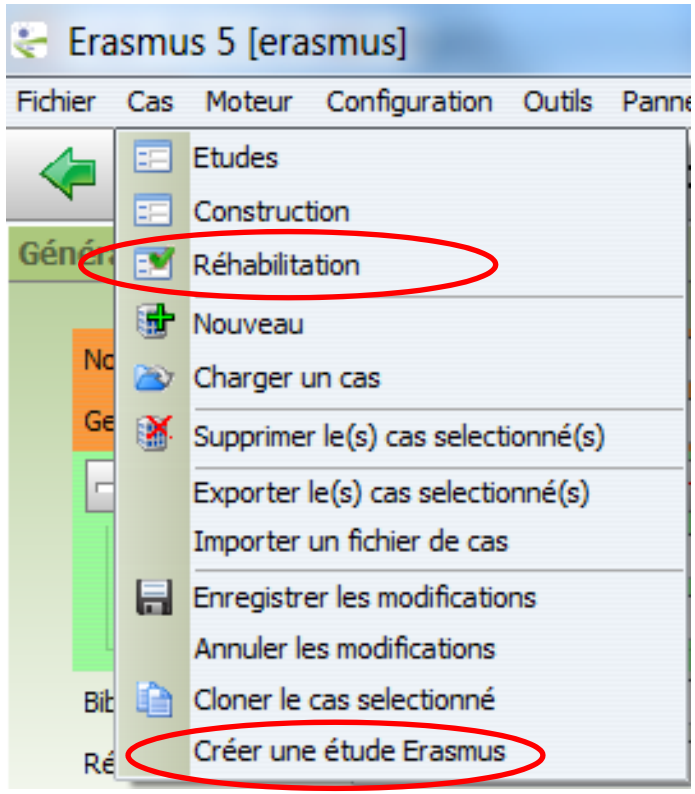
- Exploiter au mieux toutes les données disponibles
  - Carottages, déflexions, relevé des dégradations.
- Ne plus raisonner avec des valeurs moyennes
  - Carotte représentative, déflexion caractéristique et dégradations moyennes.
- Définir la solution la plus adaptée sur la section
  - en isolant et en traitant les points singuliers.

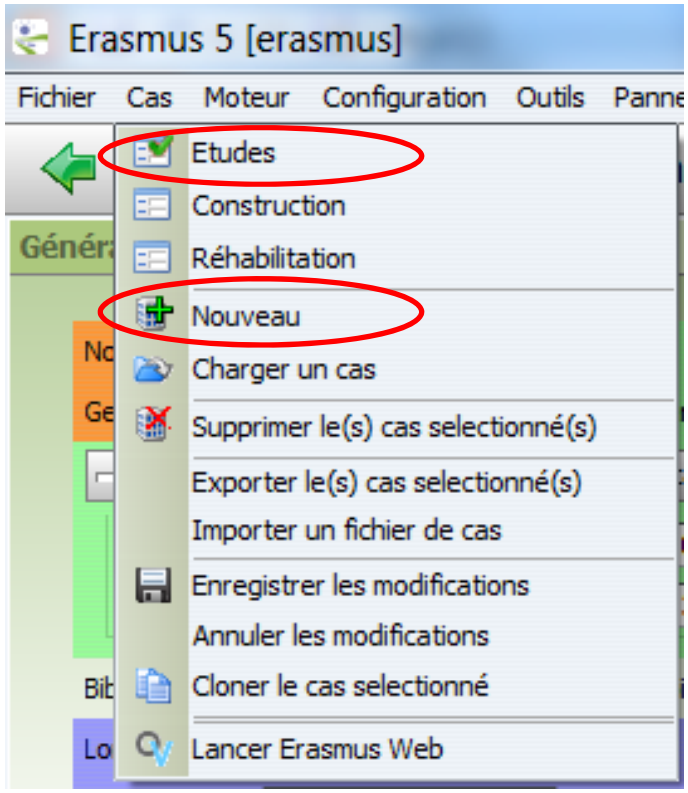
L’interface



Les Etudes

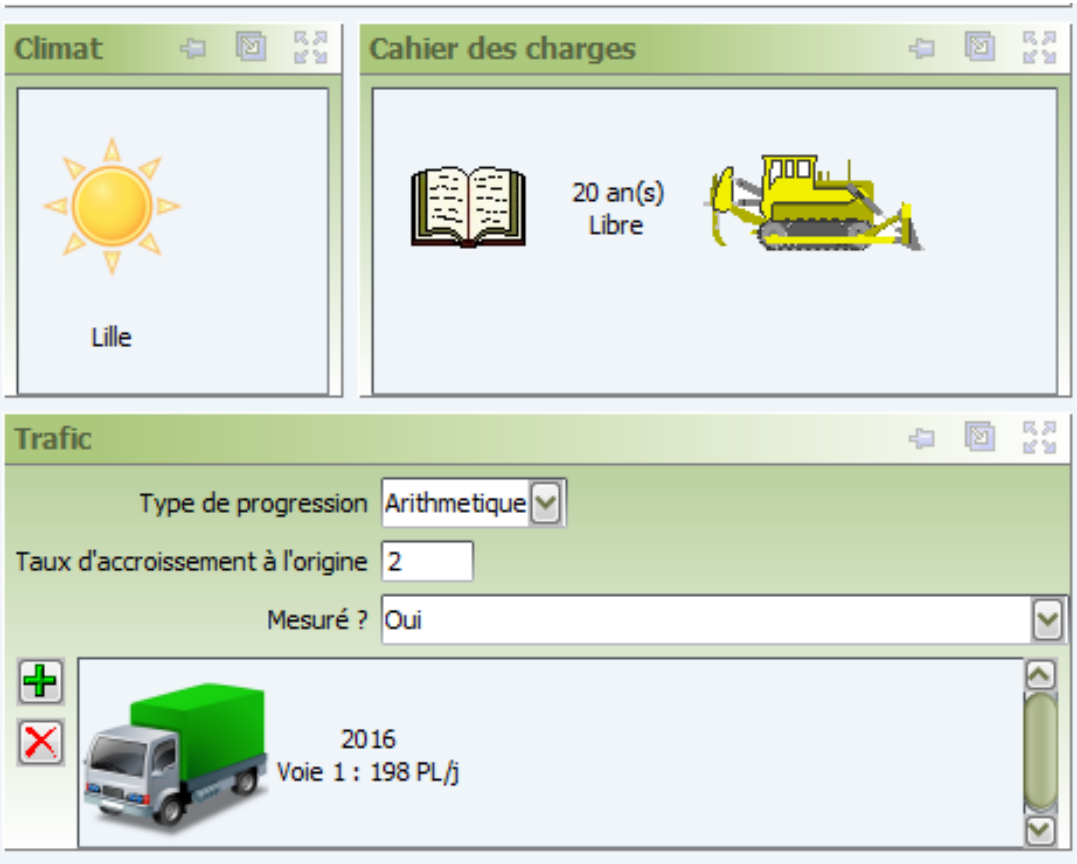
La création



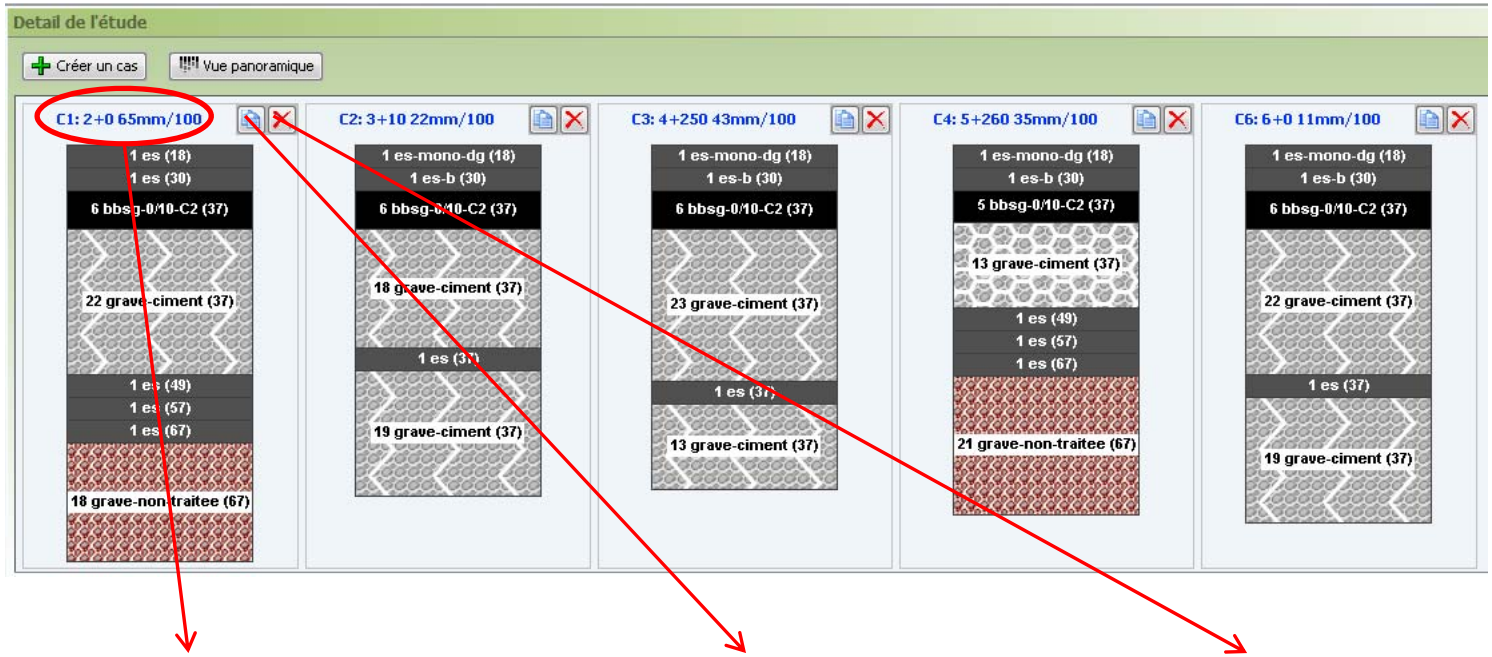


Les Etudes

Les données communes

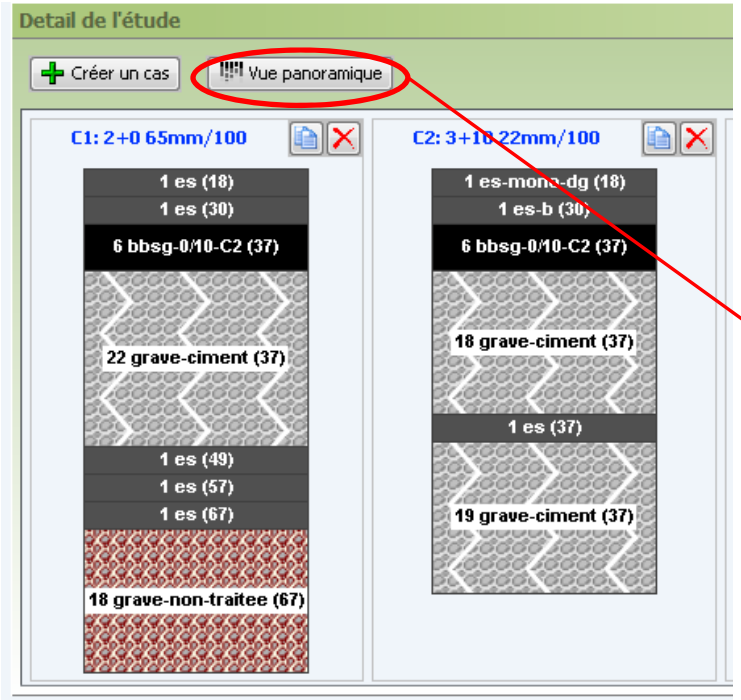


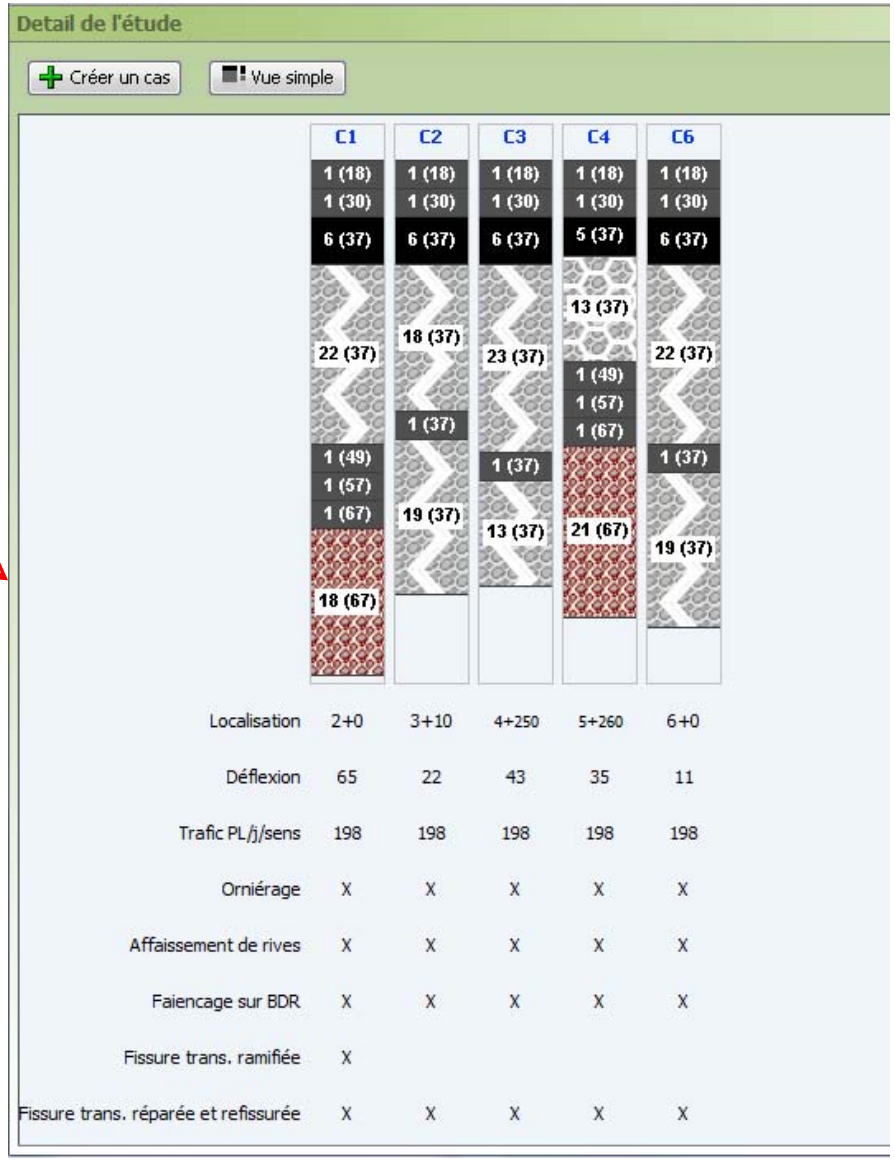
Les Cas représentatifs – Carottages



Editer **Cloner** **Supprimer**

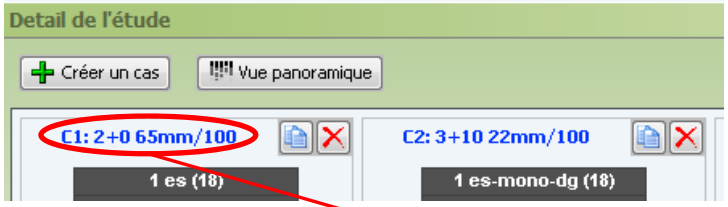
Les Cas représentatifs – Carottages

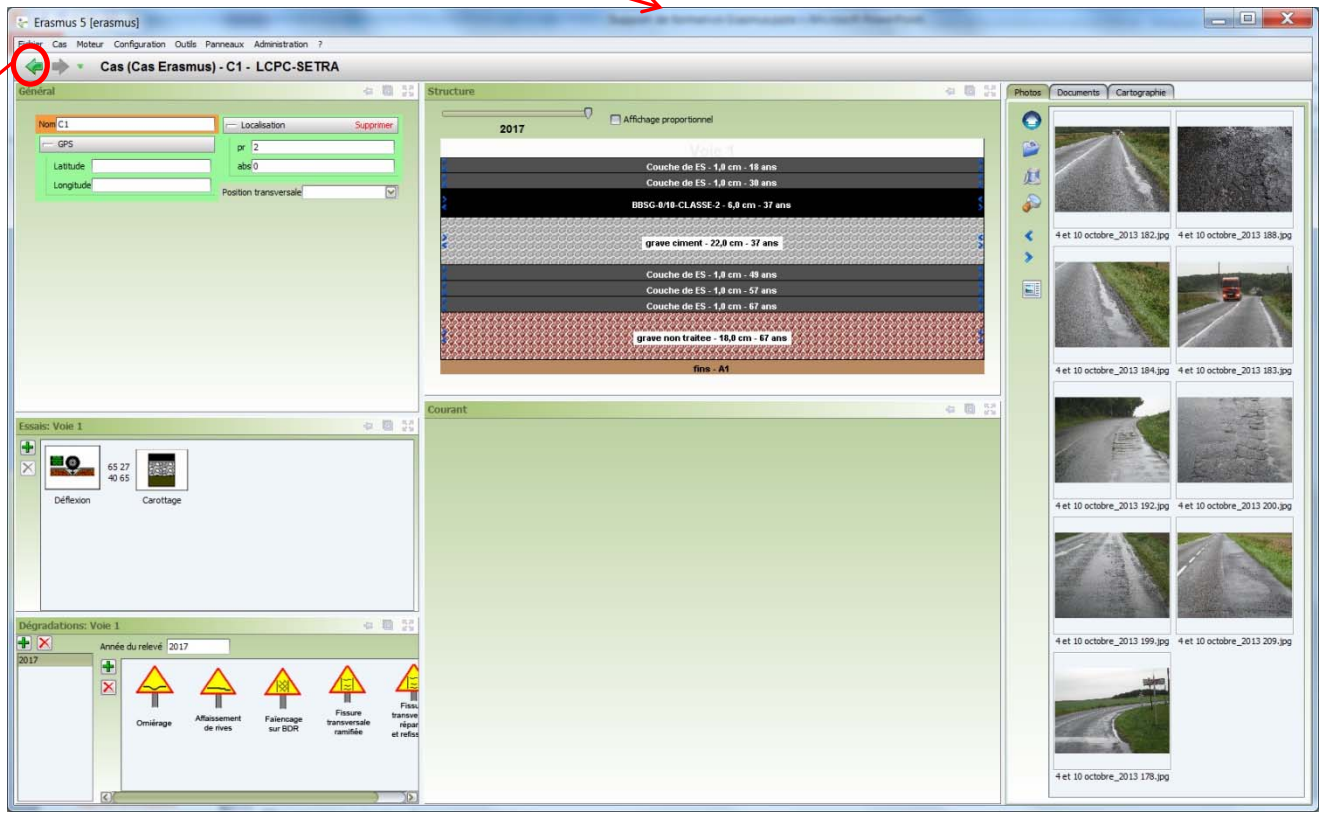




Les Etudes

Les Cas représentatifs – Détail

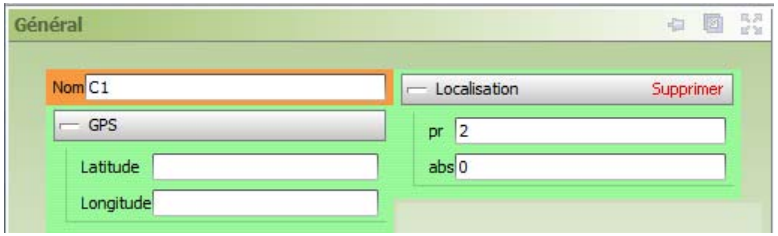


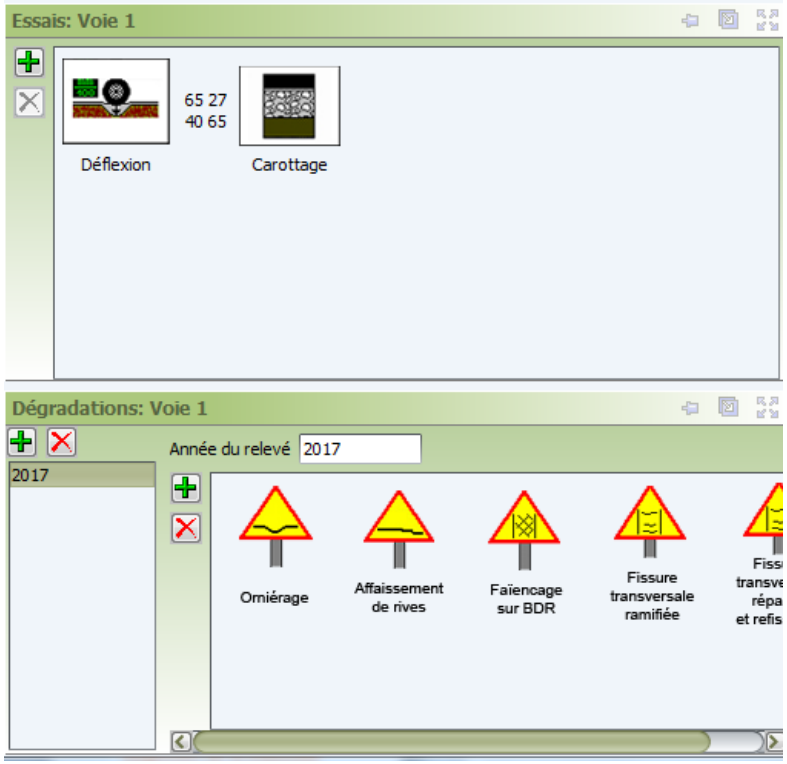


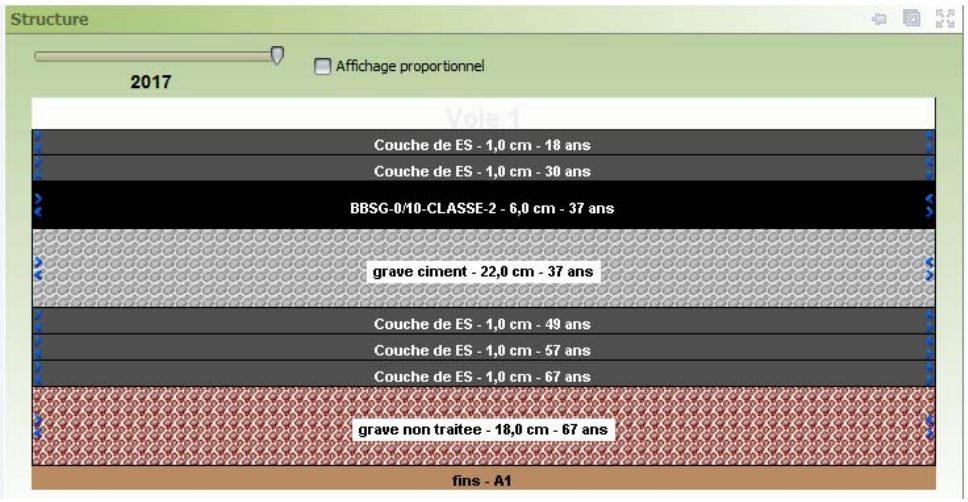
Retour à l'étude

Les Etudes

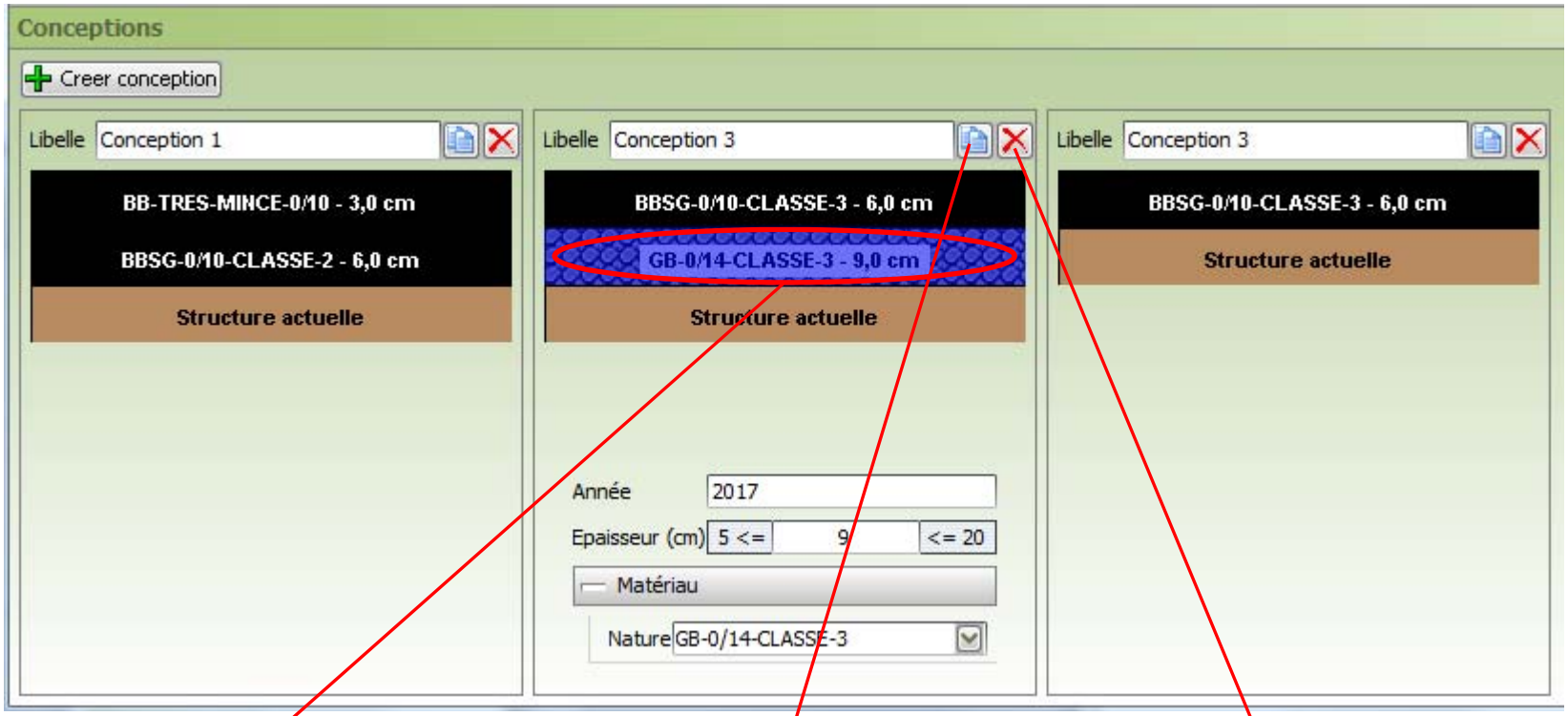
Les Cas représentatifs – Données





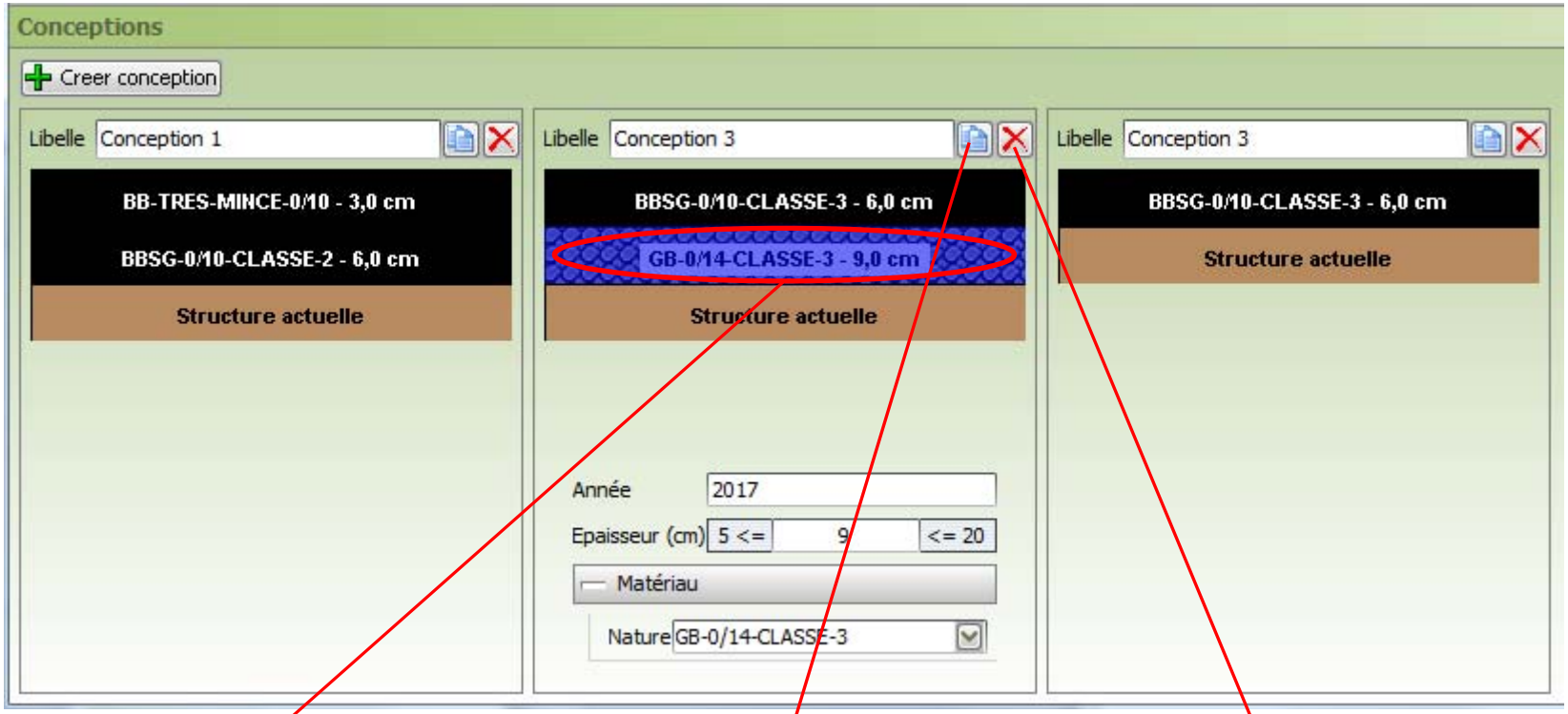


Les conceptions



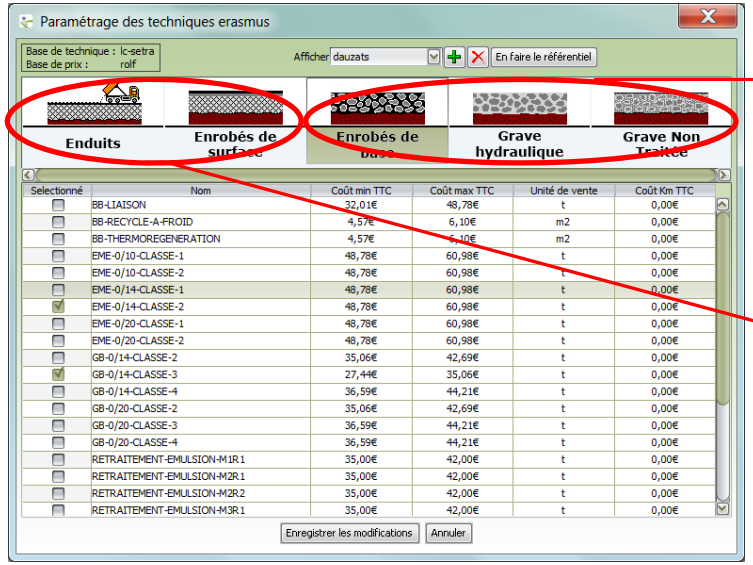
Editer **Cloner** **Supprimer**

Les conceptions



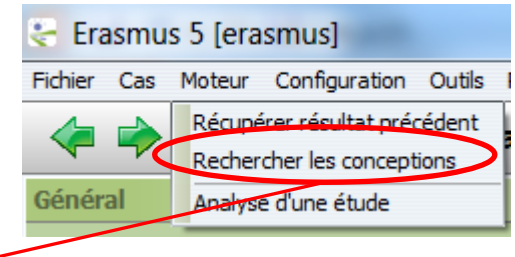
Editer **Cloner** **Supprimer**

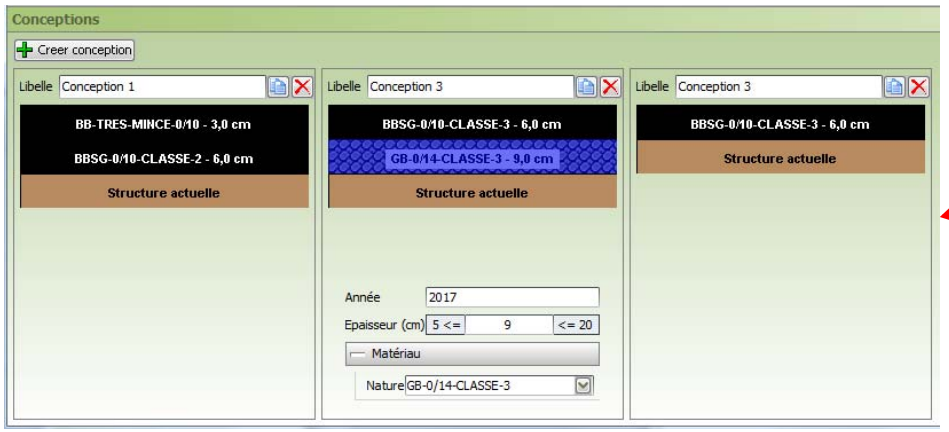
Les conceptions – Recherche



Deux (max) techniques de couche de base

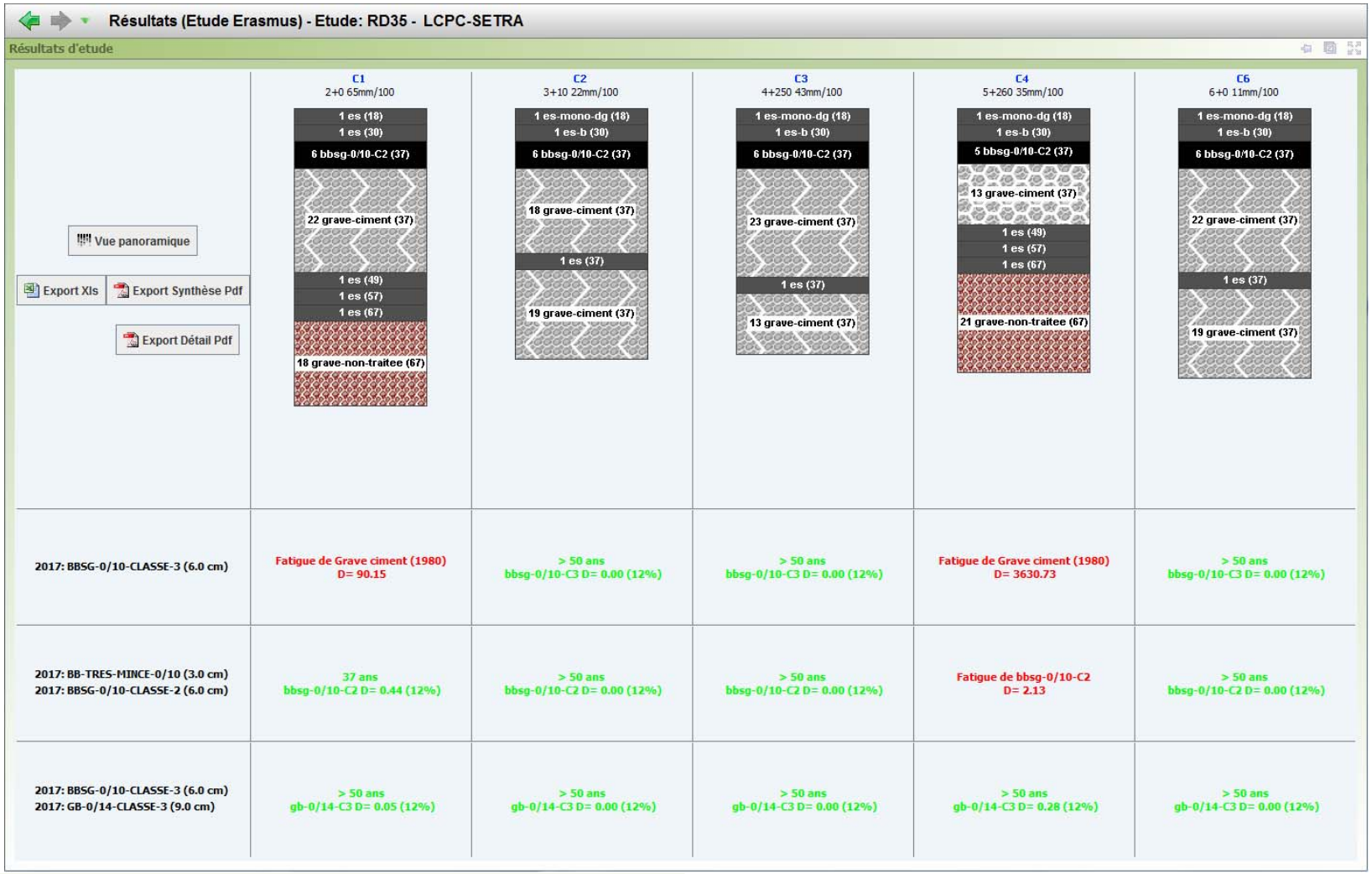
Une technique de couche de roulement





Les Etudes

Les résultats



Les Etudes

Les résultats – Modélisation

Résultats d'etude

Vue panoramique

Export Xls | Export Synthèse Pdf

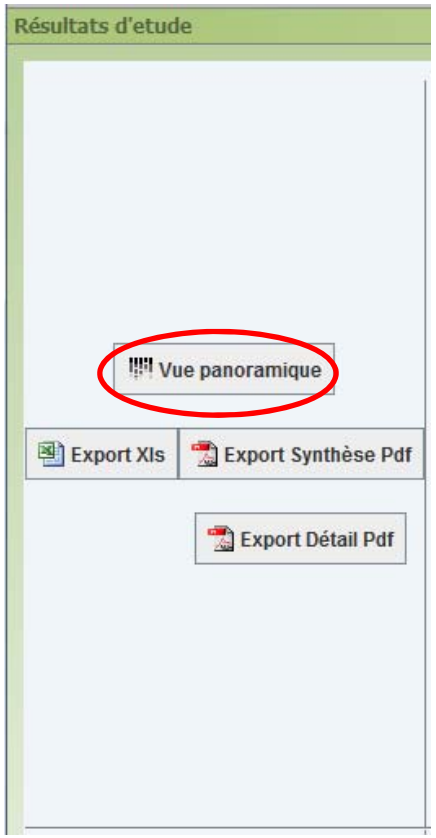
Export Détail Pdf

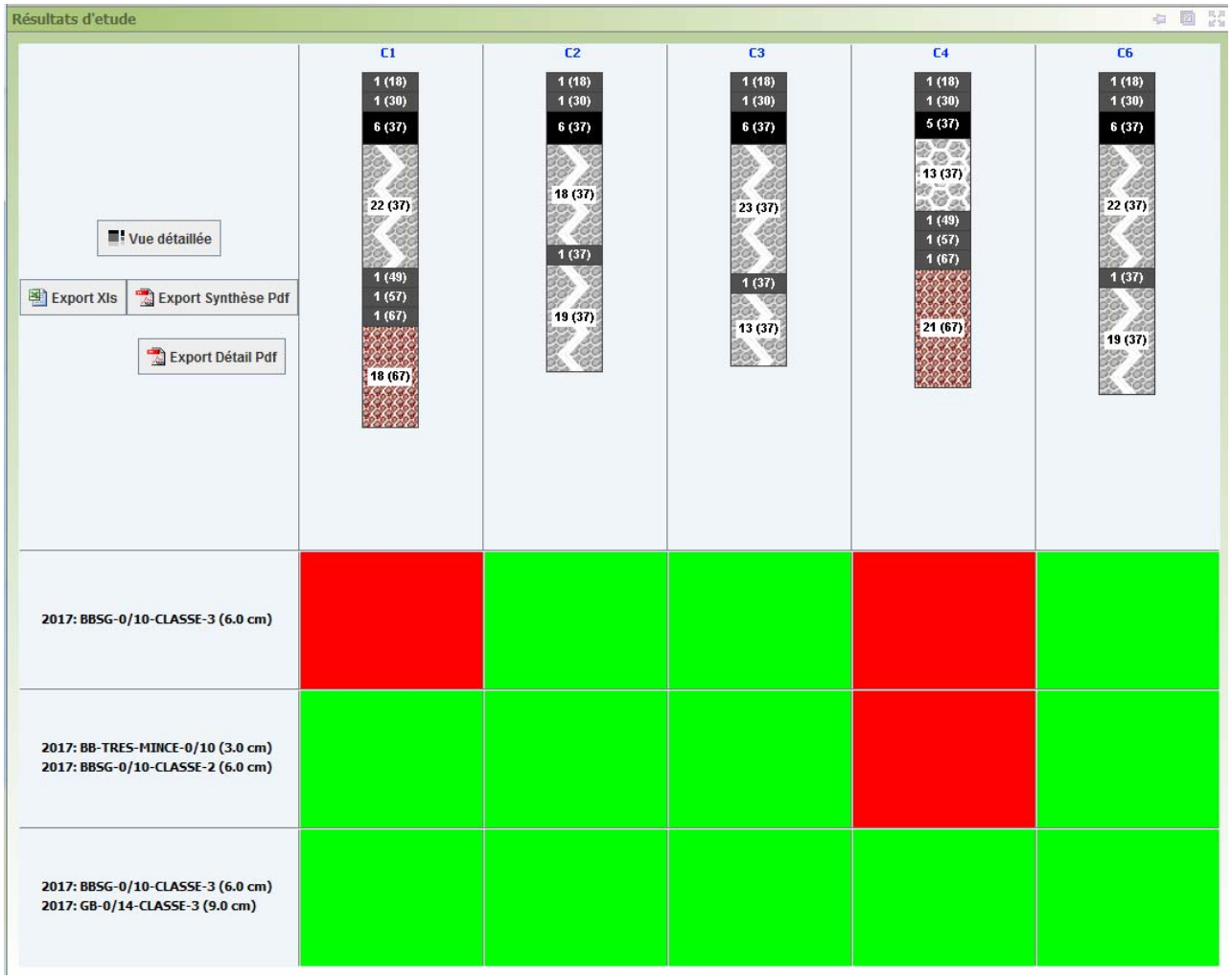
	C1 2+0 65mm/100	C2 3+10 22mm/100	C3 4+250 43mm/100	C4 5+260 35mm/100	C6 6+0 11mm/100
	1 es (18) 1 es (30) 6 bbsg-0/10-C2 (37) 22 grave-ciment (37) 1 es (49) 1 es (57) 1 es (67) 18 grave-non-traitee (67)	1 es-mono-dg (18) 1 es-b (30) 6 bbsg-0/10-C2 (37) 18 grave-ciment (37) 1 es (37)	1 es-mono-dg (18) 1 es-b (30) 6 bbsg-0/10-C2 (37) 23 grave-ciment (37)	1 es-mono-dg (18) 1 es-b (30) 5 bbsg-0/10-C2 (37) 13 grave-ciment (37) 1 es (49) 1 es (57)	1 es-mono-dg (18) 1 es-b (30) 6 bbsg-0/10-C2 (37) 22 grave-ciment (37)
2017: BBSG-0/10-CLASSE-3 (6.0 cm)	Fatigue de Grave ciment (1980) D= 90.15				
2017: BB-TRES-MINCE-0/10 (3.0 cm) 2017: BBSG-0/10-CLASSE-2 (6.0 cm)	37 ans bbsg-0/10-C2 D= 0.44 (12%)				
2017: BBSG-0/10-CLASSE-3 (6.0 cm) 2017: GB-0/14-CLASSE-3 (9.0 cm)	> 50 ans gb-0/14-C3 D= 0.05 (12%)	> 50 ans gb-0/14-C3 D= 0.00 (12%)	> 50 ans gb-0/14-C3 D= 0.00 (12%)	> 50 ans gb-0/14-C3 D= 0.28 (12%)	> 50 ans gb-0/14-C3 D= 0.00 (12%)

bbsg-0/10-C3 (2017)	6.0 cm	7000.0 MPa	n= 0.35	ept= 1.5 10-6 (Adm = 110.6 10-6)	Collage	b=0.2 E6=100 Ri=12 Kr= 0.864 Kc= 1.1 Ks=1.000 Sn=0.25 Sh=1
gb-0/14-C3 (2017)	9.0 cm	9000.0 MPa	n= 0.35	ept= 26.3 10-6 (Adm = 109.8 10-6) sigt= 0.192197 MPa (Adm = 2 MPa)	Collage	b=0.2 E6=90 Ri=12 Kr= 0.810 Kc= 1.3 Ks=1.000 Sn=0.3 Sh=2.5
ENDUIT-MONOCOUCHE-DOU...	1.0 cm	1000.0 MPa	n= 0.25	ept= 26.3 10-6	Collage	
ENDUIT-BICOUCHE (1987)	1.0 cm	1000.0 MPa	n= 0.25	ept= 16.9 10-6	Collage	
BBSG-0/10-CLASSE-2 (1980)	6.0 cm	5500.0 MPa	n= 0.35	ept= 5.3 10-6	Collage	
Grave ciment (1980)	18.0 cm	23000.0 MPa	n= 0.25	sigt= 0.2 MPa	Collage	
Enduit bicouche (1980)	1.0 cm	1000.0 MPa	n= 0.25	ept= 6.9 10-6	Collage	
Grave ciment (1980)	19.0 cm	23000.0 MPa	n= 0.25	sigt= 0.4 MPa	Collage	
Sol A1 D = 23 mm/100 RC = 1791 m	600.0 cm	20.0 MPa	n= 0.35	epz= 71.0 10-6 (Adm = 659.8 10-6)	Collage	A= 22500 alpha= 0.244 SGt QPF= 0.00 Qg= 0.00 Qtrans= 0.6
		10000.0 MPa	n= 0.35		Collage	

Les Etudes

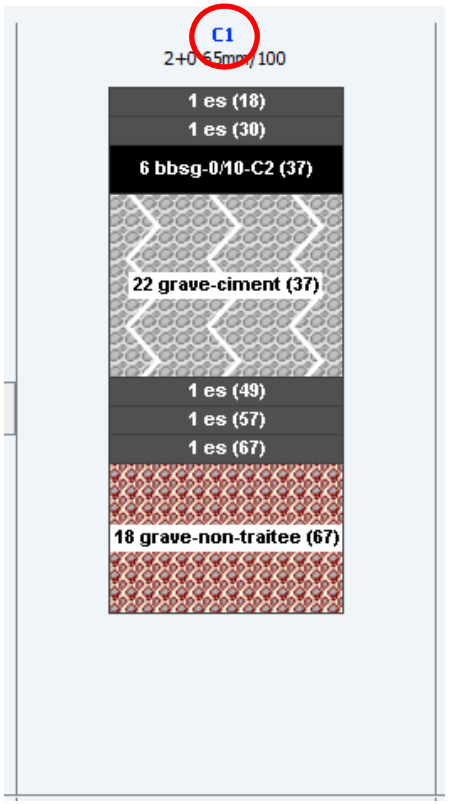
Les résultats – Synthèse

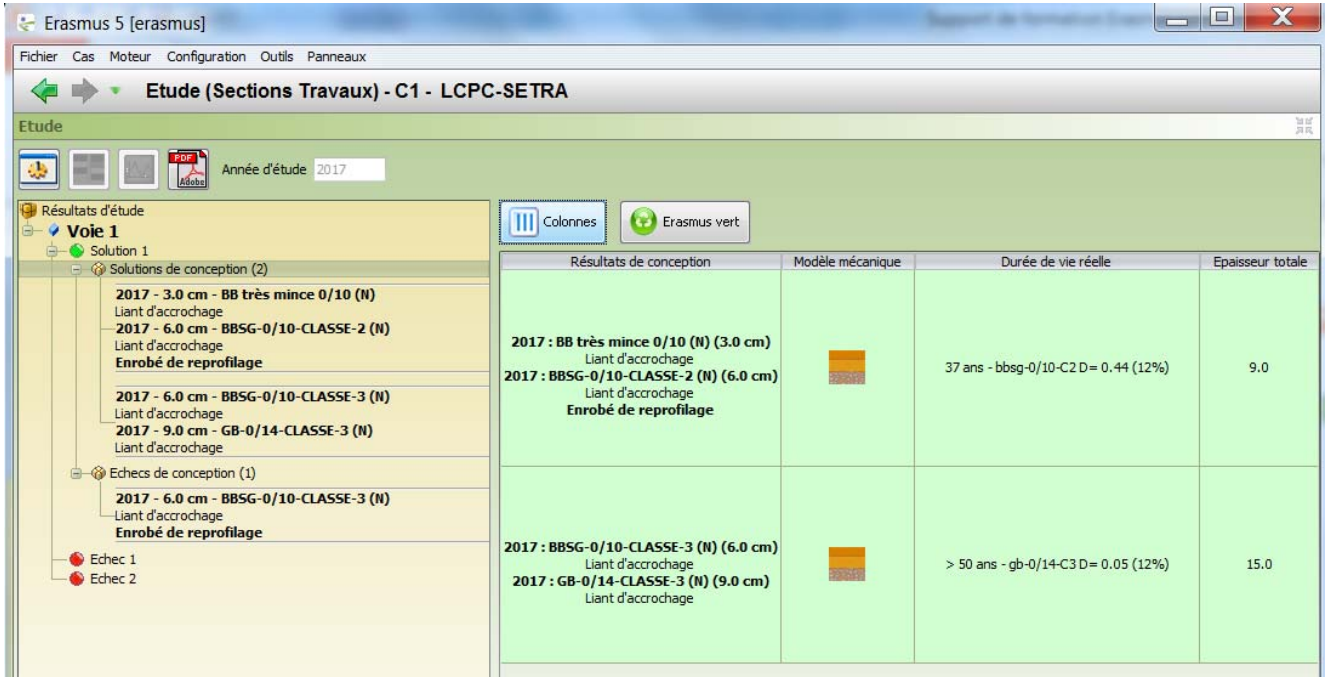




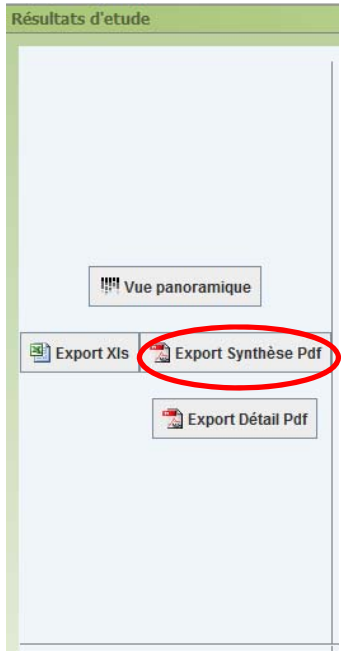
Les Etudes

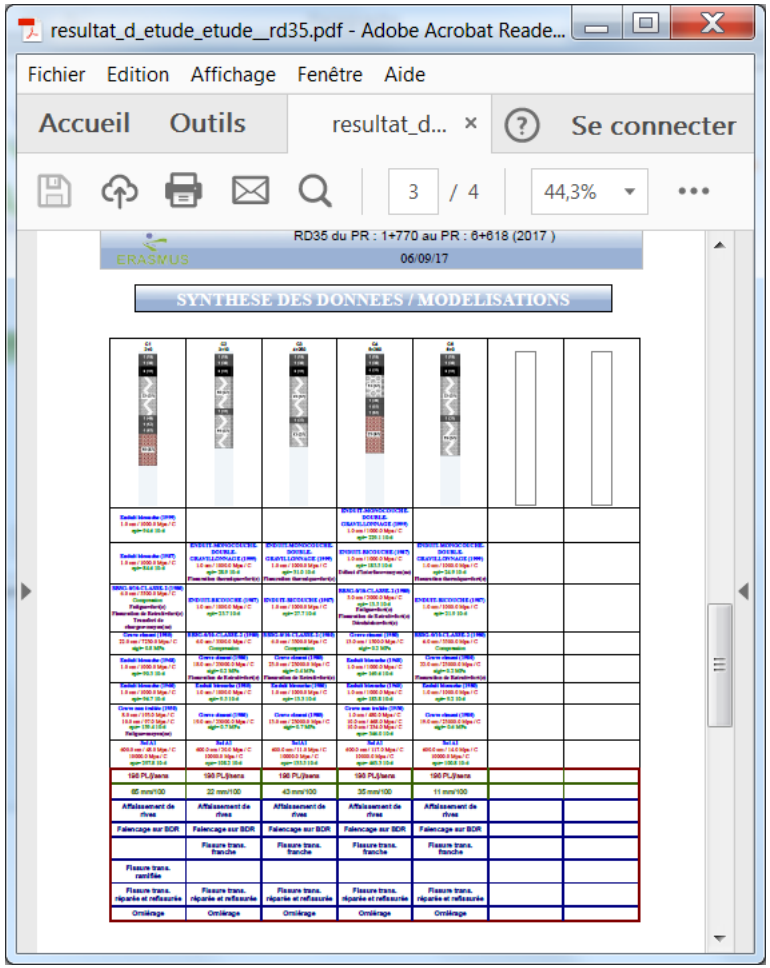
Les résultats – Détail





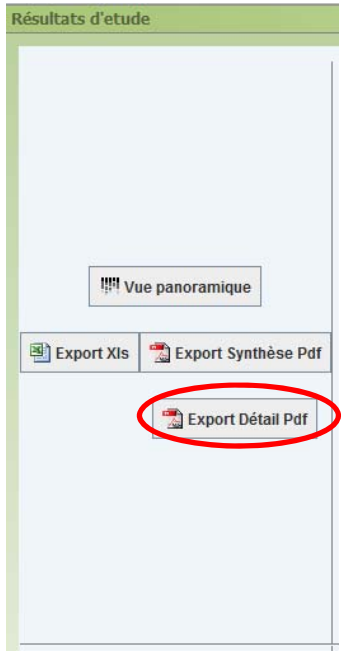
Les résultats – Editions

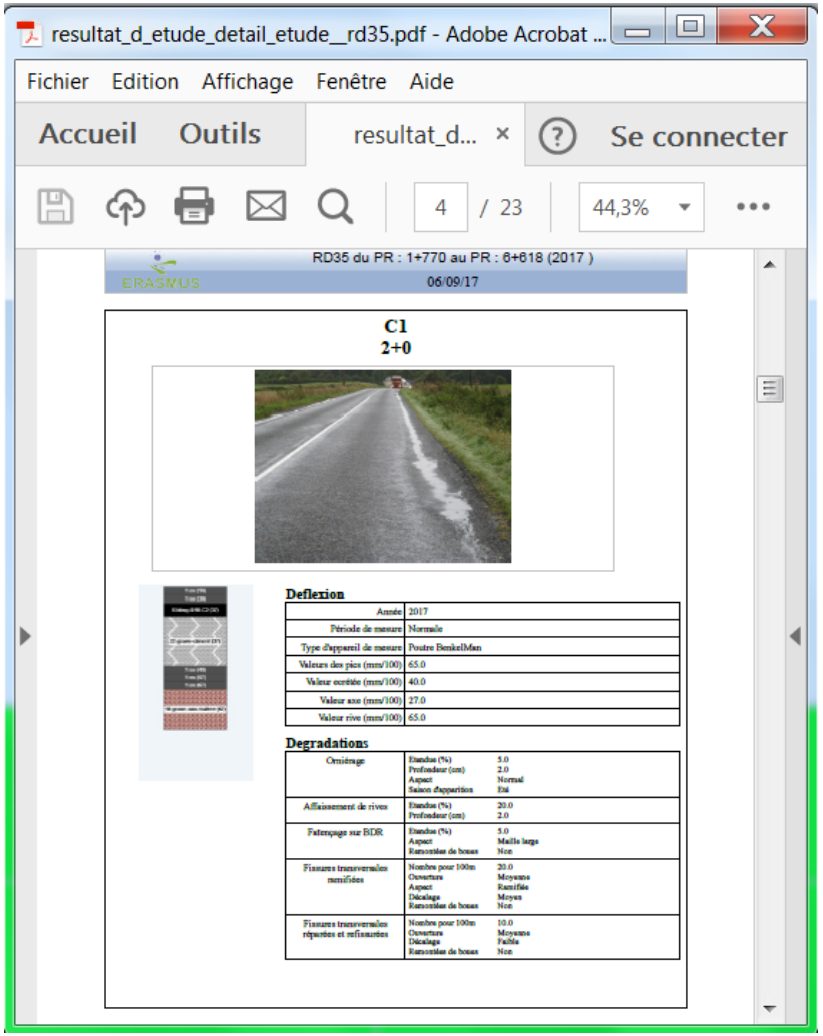




Les Etudes

Les résultats – Editions





Les Etudes