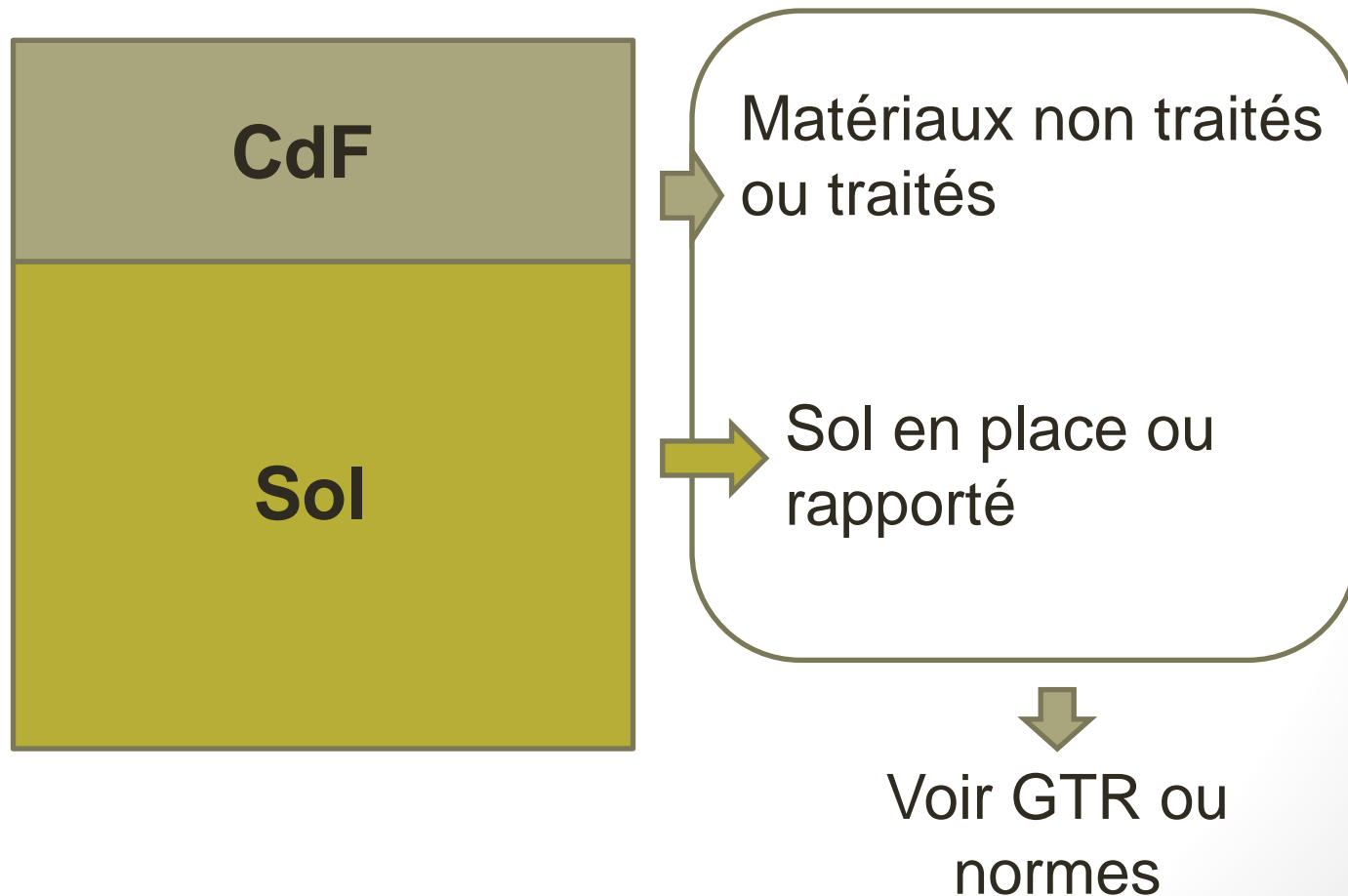


# Protection au gel d'une chaussée bitumineuse épaisse

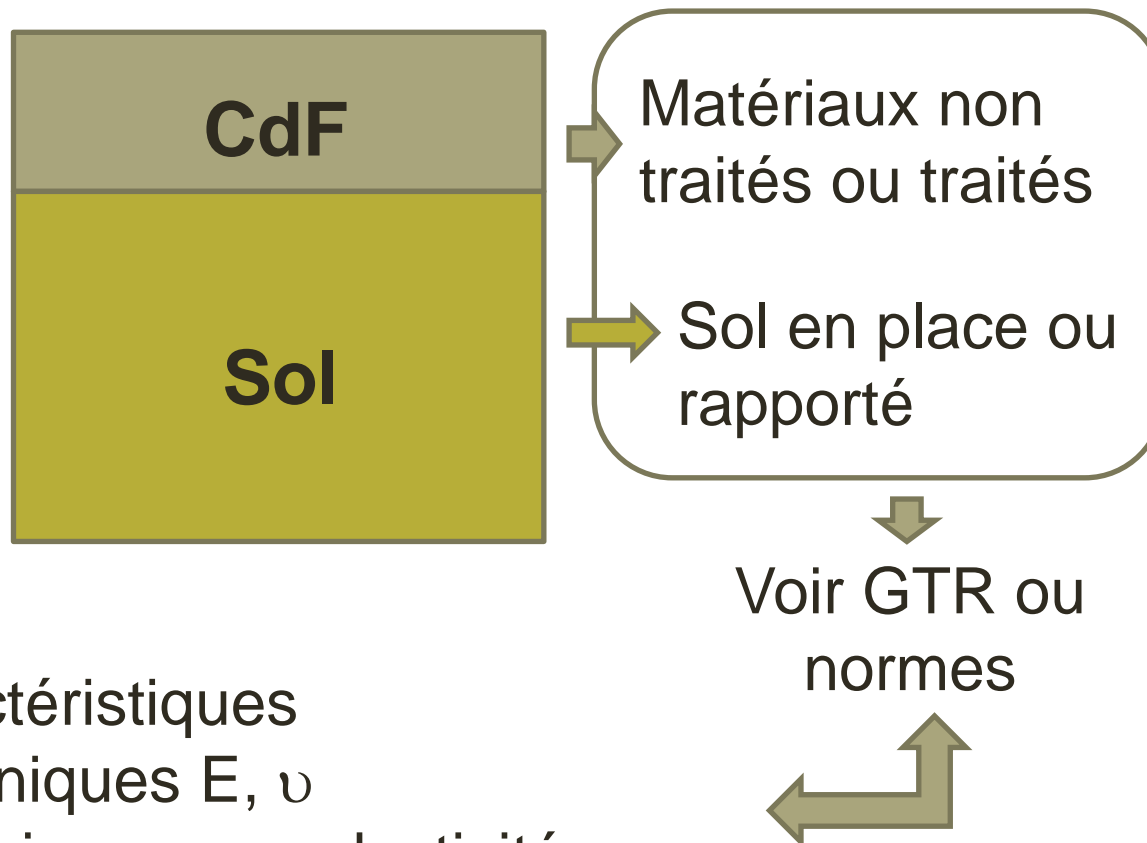
## Plan exposé

- **Description d'une plate forme**
- **Analyse du dimensionnement au gel la chaussée de Doullens**
- **Le gel**
  - **Protection thermique**
  - **Protection mécanique**
- **Généralisation du cas**

- **Description d'une plate forme**



- **Description d'une plate forme**



Caractéristiques  
mécaniques  $E$ ,  $\nu$   
Thermiques : conductivité

- **Analyse du dimensionnement au gel la chaussée de Doullens**

Trafic : 85 PL/j  
Durée : 20 ans  
IR = 90 ° CxJ et  
130° CxJ

**Structure BB / GB3**

**20 cm de GNT B2C2**

**25 cm de GNT issue  
de la déconstruction**

**Sol fin ; type A1**

- **Analyse du dimensionnement au gel la chaussée de Doullens**

PF2 (50 MPa)



Trafic : 85 PL/j  
Durée : 20 ans  
IR = 90 ° CxJ  
et 130° CxJ

**20 cm de GNT B2C2**

**25 cm de GNT issue  
de la déconstruction**

**Sol fin ; type A1**

# Dimensionnement de la structure de Doullens par ERASMUS Construction

Erasmus 5 [erasmus]

Fichier Cas Moteur Configuration Panneaux ?

**Construction (Construction) - RD 938 - DauzatsA6**

**Général**

Nom: RD 938 Voie:

Gestionnaire:  Localisation début:  Supprimer

Localisation fin:  Supprimer

pr: 8 abs: 300

abs: 800 Département: 90

Bibliothèque: gourlin Longueur (m): 300

Répertoire: RD938 Giratoire:

Rayon de giration (m):  Annotations:  Ajouter

**Cahier des charges**

20 an(s) ???

**Climat**

Life

**Photos Trafic**

Type de progression: Arithmétique

Base de trafic: VRNS-Catalogue-98

2014  
Voie 1 : 85 PL/j

**Structure**

Affichage proportionnel

2014

**Voie 1**

BBSG-0/10-CLASSE-3 - 6,0 cm

GB-0/14-CLASSE-3 - 8,0 cm

GB-0/14-CLASSE-3 - 8,0 cm

Gnt-Gel - 45,0 cm

Plateforme S0.0Mpa - fins - A1

**Courant: Cahier des charges**

Contrainte de seul:  Ajouter

Demande de gel dimensionnement:  Supprimer

Indice de gel (deg.jour): 0 <= 90 <= 500

Barrière désirée: Aucune

Protection thermique:

**Paramètres Conception avancés**

Taux d'actualisation des prix (%):

Evolution des modules:

Blocage du sol:

CAM sur les matériaux bitumineux: 0.5

CAM sur les matériaux hydraulique:

## Dimensionnement de la structure de Doullens par ERASMUS Construction

### Calcul de la structure sans prise en compte du gel

bbsg-0/10-C3 (n°1)	6.0 cm	7000.0 MPa	n= 0.35	Compression	Collage	
gb-0/14-C3 (n°2)	8.0 cm	9000.0 MPa	n= 0.35	ept= 32.2 10 <sup>-6</sup> (Adm = 143.6 10 <sup>-6</sup> ) sigt= 0.3206 MPa (Adm = 2 MPa)	Collage	$\frac{b}{h}=0.2$ $\frac{E_6}{E_1}=90$ $\frac{R_i}{R_s}=18$ $\frac{K_r}{K_s}=0.875$ $\frac{K_c}{K_s}=1.3$ $\frac{K_s}{K_s}=1.000$ $\frac{S_n}{S_h}=0.3$ $\frac{S_h}{S_h}=1$
gb-0/14-C3 (n°3)	8.0 cm	9000.0 MPa	n= 0.35	ept= 114.7 10 <sup>-6</sup> (Adm = 126.5 10 <sup>-6</sup> ) sigt= 1.421 MPa (Adm = 2 MPa)	Collage	$\frac{b}{h}=0.2$ $\frac{E_6}{E_1}=90$ $\frac{R_i}{R_s}=18$ $\frac{K_r}{K_s}=0.848$ $\frac{K_c}{K_s}=1.3$ $\frac{K_s}{K_s}=0.909$ $\frac{S_n}{S_h}=0.3$ $\frac{S_h}{S_h}=2.5$
gnt-gel (n°4)	45.0 cm	50.0 MPa	n= 0.35	epz= 411.1 10 <sup>-6</sup>	Collage	
Sol	600.0 cm	50.0 MPa	n= 0.35	epz= 264.9 10 <sup>-6</sup> (Adm = 637.0 10 <sup>-6</sup> )	Collage	
		10000.0 MPa	n= 0.35		Collage	



## Dimensionnement de la structure de Doullens par ERASMUS Construction

### Calcul de la structure sans prise en compte du gel

bbsg-0/10-C3 (n°1)	6.0 cm	7000.0 MPa	n= 0.35	Compression
gb-0/14-C3 (n°2)	8.0 cm	9000.0 MPa	n= 0.35	ept= 32.2 10 <sup>-6</sup> (Adm = 143.6 10 <sup>-6</sup> ) sigt= 0.3206 MPa (Adm = 2 MPa)
gb-0/14-C3 (n°3)	8.0 cm	9000.0 MPa	n= 0.35	ept= 114.7 10 <sup>-6</sup> (Adm = 126.5 10 <sup>-6</sup> ) sigt= 1.421 MPa (Adm = 2 MPa)
gnt-gel (n°4)	45.0 cm	50.0 MPa	n= 0.35	epz= 411.1 10 <sup>-6</sup>
Sol	600.0 cm	50.0 MPa	n= 0.35	epz= 264.9 10 <sup>-6</sup> (Adm = 637.0 10 <sup>-6</sup> )
		10000.0 MPa	n= 0.35	

Épaisseur de la structure et des GNT : 67 cm

## Dimensionnement de la structure de Doullens par ERASMUS Construction

### Calcul de la structure sans prise en compte du gel

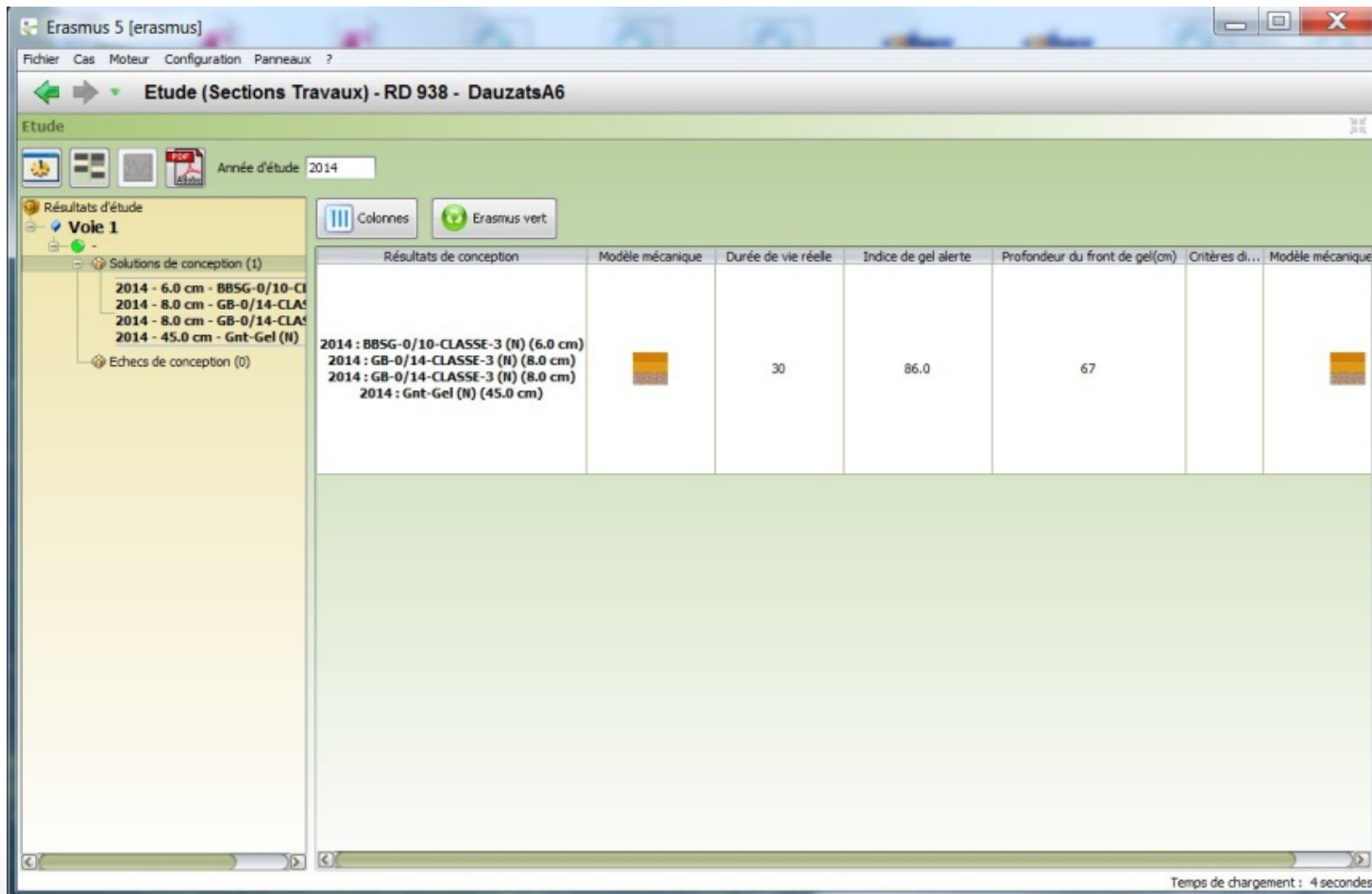
nouveauté



<b>bbsg-0/10-C3 (n°1)</b>	<b>6.0 cm</b>	
<b>gb-0/14-C3 (n°2)</b>	<b>8.0 cm</b>	$\underline{b}=0.2$ $\underline{E_6}=90$ $\underline{R_i}=18.$ $\underline{K_r}=0.875$ $\underline{K_c}=1.3$ $\underline{K_s}=1.000$ $\underline{S_n}=0.3$ $\underline{S_h}=1$
<b>gb-0/14-C3 (n°3)</b>	<b>8.0 cm</b>	$\underline{b}=0.2$ $\underline{E_6}=90$ $\underline{R_i}=18.$ $\underline{K_r}=0.848$ $\underline{K_c}=1.3$ $\underline{K_s}=0.909$ $\underline{S_n}=0.3$ $\underline{S_h}=2.5$
<b>gnt-gel (n°4)</b>	<b>45.0 cm</b>	
<b>Sol</b>	<b>600.0 cm</b>	

## Dimensionnement de la structure de Doullens par ERASMUS Construction

### Calcul de la structure avec prise en compte du gel





The screenshot shows the ERASMUS 5 software interface. The main window displays the results of a pavement design calculation for Doullens. The interface includes a menu bar (Fichier, Cas, Moteur, Configuration, Panneaux, ?), a toolbar with navigation icons, and a status bar at the bottom indicating 'Temps de chargement : 4 secondes'.

The main content area is titled 'Etude (Sections Travaux) - RD 938 - DauzatsA6'. It shows a list of 'Solutions de conception (1)' on the left, including:

- 2014 - 6.0 cm - BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm)
- 2014 - 8.0 cm - GB-0/14-CLASSE-3 (N) (8.0 cm)
- 2014 - 8.0 cm - GB-0/14-CLASSE-3 (N) (8.0 cm)
- 2014 - 45.0 cm - Gnt-Gel (N)

The main table displays the results of the design calculation. The table has the following columns:

Résultats de conception	Modèle mécanique	Durée de vie réelle	Indice de gel alerte	Profondeur du front de gel(cm)	Critères di...	Modèle mécanique
2014 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm) 2014 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (8.0 cm) 2014 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (8.0 cm) 2014 : Gnt-Gel (N) (45.0 cm)		30	86.0	67		

The status bar at the bottom indicates 'Temps de chargement : 4 secondes'.

## Dimensionnement de la structure de Doullens par ERASMUS Construction

### Calcul de la structure avec prise en compte du gel

#### **Rappel**

***Indice de gel d'alerte*** : l'indice

Atmosphérique qui correspond à la quantité de gel admissible au niveau du sol

***Profondeur du front de gel*** : la profondeur atteinte par le gel pour l'indice de gel de calcul (calcul du modèle de propagation thermique GEL1D)

## Dimensionnement de la structure de Doullens par ERASMUS Construction

**Calcul de la structure avec prise en compte du gel  
IR= 90° CxJ pour un sol A1 (classé très gélif)**

Résultats de conception	Indice de gel alerte	Profondeur du front de gel(cm)
<b>2014 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm)</b> <b>2014 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (8.0 cm)</b> <b>2014 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (8.0 cm)</b> <b>2014 : Gnt-Gel (N) (45.0 cm)</b>	86.0	67

## Dimensionnement de la structure de Doullens par ERASMUS Construction

**Calcul de la structure avec prise en compte du gel  
IR= 90° CxJ pour le sol A1 (classé très gélif)**

bbsg-0/10-C3 (n°1)	6.0 cm	7000.0 MPa	n= 0.35	Compression
gb-0/14-C3 (n°2)	8.0 cm	9000.0 MPa	n= 0.35	ept= 32.2 10-6 sigt= 0.3221 MPa
gb-0/14-C3 (n°3)	8.0 cm	9000.0 MPa	n= 0.35	ept= 115.2 10-6 sigt= 1.427 MPa
gnt-gel (n°4)	45.0 cm	50.0 MPa	n= 0.35	epz= 408.1 10-6
Sol	0.4 cm	5.0 MPa	n= 0.35	
	600.0 cm	50.0 MPa	n= 0.35	epz= 255.2 10-6
		10000.0 MPa	n= 0.35	

## Dimensionnement de la structure de Doullens par ERASMUS Construction

**Variante** : Calcul de la structure avec prise en compte du gel  $IR=90^\circ$  C x J pour un **sol B1** (classé peu gélif)

Résultats de conception	Indice de gel alerte	Profonde... Cr
2014 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm) 2014 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (8.0 cm) 2014 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (8.0 cm) 2014 : Gnt-Gel (N) (45.0 cm)	262.0	64

- **Le gel**

- **Protection thermique**
  - **Notion de quantité de gel admissible sur les sols Q**



- **Le gel**
- **Protection mécanique**
  - **Cumul des dommages dus à la phase dégel**
    - Module du sol dégelé :  $E_{\text{sol réf}} / 10$
    - Durée du dégel fonction de l'IR ( $74 \times$  épaisseur sol gelé en mètres) en jours
  - **Limite à 5%** de l'augmentation des sollicitations dans la structure par rapport à la situation en période normale hors gel/dégel.

## Dimensionnement de la structure de Doullens par ERASMUS Construction

**Calcul de la structure avec prise en compte du gel IR= 130° CxJ pour le sol A1 (classé très gélif) prise en compte des 5% sur Sigt ( $1,421 \times 1,05 = 1,492$ )**

bbsg-0/10-C3 (n°1)	6.0 cm	7000.0 MPa	n= 0.35	Compression
gb-0/14-C3 (n°2)	8.0 cm	9000.0 MPa	n= 0.35	ept= 33.0 10-6 sigt= 0.3324 MPa
gb-0/14-C3 (n°3)	8.0 cm	9000.0 MPa	n= 0.35	ept= 118.2 10-6 sigt= 1.468 MPa
gnt-gel (n°4)	45.0 cm	50.0 MPa	n= 0.35	epz= 391.1 10-6
Sol	3.8 cm	5.0 MPa	n= 0.35	
	600.0 cm	50.0 MPa	n= 0.35	epz= 206.6 10-6
		10000.0 MPa	n= 0.35	

- **Le gel**

- **Rappel catalogue structure 98**

- Si IA est supérieur à IR, la vérification est positive, la structure est retenue.
- • Si IA est inférieur à IR, la vérification est négative, la structure est insuffisante.
- On reprendra alors l'ensemble du processus de vérification au gel-dégel après avoir :
  - - soit augmenté l'épaisseur des matériaux non gélifs de plate-forme ou diminué leur sensibilité au gel par un traitement approprié,
  - - **soit choisi dans la fiche de structure une chaussée plus épaisse en passant à la classe de trafic supérieure ou à la classe de plate-forme inférieure.**

- **Le gel**
- **Rappel catalogue structure 98**
  - Si  $IA$  est inférieur à  $IR$ , la vérification est négative, la structure est insuffisante.
  - On reprendra alors l'ensemble du processus de vérification au gel-dégel après avoir :
    - soit choisi dans la fiche de structure une chaussée plus épaisse en passant à la classe de trafic supérieure ou à la classe de plate-forme inférieure.
  - **Dans ERASMUS par un procédé itératif (augmentation de l'épaisseur de l'assise par pas d'un centimètre) et recalcul des critères de dimensionnement mécanique et thermique, au gel et au dégel jusqu'à la vérification de ceux-ci.**

## Dimensionnement de la structure de Doullens par ERASMUS Construction



Calcul de la structure avec prise en compte du gel  
IR= 160° CxJ pour le sol A1 (classé très gélif)

Résultats de conception	Modèle mécanique	Durée de vie réelle	Indice de gel alerte	Profonde...	Critères d...	Modèle mécanique au dégel
2014 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm) 2014 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (8.0 cm) 2014 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (10.0 cm) 2014 : Gnt-Gel (N) (45.0 cm)		49	86.0	75	Dégâts dus au gel de Section gravite/calci	

bbsg-0/10-C3 (n°1)	6.0 cm	7000.0 MPa	n= 0.35	Compression	Collage
gb-0/14-C3 (n°2)	8.0 cm	9000.0 MPa	n= 0.35	ept= 22.0 10-6 sigt= 0.1699 MPa	Collage
gb-0/14-C3 (n°3)	10.0 cm	9000.0 MPa	n= 0.35	ept= 104.7 10-6 sigt= 1.301 MPa	Collage
gnt-gel (n°4)	45.0 cm	50.0 MPa	n= 0.35	epz= 332.3 10-6	Collage
Sol	5.7 cm	5.0 MPa	n= 0.35		Collage
	600.0 cm	50.0 MPa	n= 0.35	epz= 169.1 10-6	Collage
		10000.0 MPa	n= 0.35		Collage

## Dimensionnement de la structure de Doullens par ERASMUS Construction

Calcul de la structure avec prise en compte du gel IR= 160° CxJ pour un sol B1 (classé peu gélif)

Résultats de conception	Modèle mécanique	Durée de vie réelle	Indice de gel alerte	Profonde...	Critères d...	Modèle mécanique au dégel
2014 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm) 2014 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (8.0 cm) 2014 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (9.0 cm) 2014 : Gnt-Gel (N) (45.0 cm)		39	269.0	73	Dégâts dus au gel de Sectior gravite/calca	
	bbsg-0/10-C3 (n°1)	6.0 cm	7000.0 MPa	n= 0.35	Compression	Collage
	gb-0/14-C3 (n°2)	8.0 cm	9000.0 MPa	n= 0.35	ept= 27.0 10-6 sigt= 0.2442 MPa	Collage
	gb-0/14-C3 (n°3)	9.0 cm	9000.0 MPa	n= 0.35	ept= 111.6 10-6 sigt= 1.386 MPa	Collage
	gnt-gel (n°4)	45.0 cm	50.0 MPa	n= 0.35	epz= 358.0 10-6	Collage
	Sol	5.4 cm	5.0 MPa	n= 0.35		Collage
		600.0 cm	50.0 MPa	n= 0.35	epz= 181.6 10-6	Collage
			10000.0 MPa	n= 0.35		Collage

## Conclusion

La version ERASMUS construction propose une approche modélisant la plate-forme (couche de forme et sol support) par ces propriétés mécanique et thermique.

Elle permet un dimensionnement au gel prenant en compte l'endommagement lors du dégel et la restriction de l'augmentation des sollicitations dimensionnantes de 5% ainsi que la protection thermique des matériaux gélifs

# Merci de votre attention