



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE,  
ET DE L'ÉNERGIE

*Direction générale de l'aviation civile*

*Service technique de l'aviation civile*

*Département Infrastructures Aéroportuaires*

# Manuel technique de la planche instrumentée du STAC

---

Version **V1 du 20/06/2012**

---

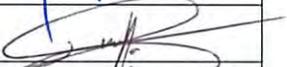
Rédacteurs : **Sandrine FAUCHET**, Chef de la division Etudes et Recherche, département IA  
**Michaël BROUTIN**,  
Chef du programme Auscultation des Chaussées

---

Référence : RAP/STAC/IA/DER/planche-instrumentée/2012-190

---

### Validation du document

Nom	Responsabilités	date	Visa
<b>Sandrine FAUCHET</b> <i>Chef de la division Etudes et Recherche</i>	Rédacteur	20/06/2012	
<b>Michaël BROUTIN</b> <i>Chef du programme Auscultation des Chaussées</i>	Vérificateur	26/6/12.	
<b>Serge LE CUNFF</b> <i>Chef de département IA</i>	Approbateur	26/6/12.	

### Diffusion du document

Destinataires	Copie pour information
Organismes et sociétés souhaitant réserver la planche expérimentale du STAC	DIR / IA-DEI
<i>Remarques :</i>	

### Classement du document

Processus de rattachement	Lieu	durée
Classement papier		
Classement informatique		
Archivage		

### Historique du document

Version - Date	Synthèse des évolutions	Auteur(s)	Paragraphes concernés	Version interne
V1 – 20/06/12	Création du document	S.Fauchet / M.Broutin	Tous	

## SOMMAIRE

<b>1. PRESENTATION DE LA PLANCHE EXPERIMENTALE.....</b>	<b>4</b>
<b>2. DESCRIPTION DES STRUCTURES.....</b>	<b>5</b>
2.1. CHAUSSEE SOUPLE .....	5
2.2. CHAUSSEE RIGIDE .....	8
2.3. LES ACCOTEMENTS DE LA CHAUSSEE SOUPLE .....	9
<b>3. INSTRUMENTATION.....</b>	<b>11</b>
3.1. STRUCTURE SOUPLE .....	11
3.2. STRUCTURE RIGIDE .....	20
<b>4. SYSTEME DE PESAGE DYNAMIQUE ET ANCRAGES PROFONDS .....</b>	<b>25</b>
4.1. SYSTEME DE PESAGE DYNAMIQUE .....	25
4.2. ANCRAGES PROFONDS.....	26
<b>5. SYSTEME D'ACQUISITION .....</b>	<b>26</b>
5.1. PONTS DE JAUGES.....	26
5.2. LVDT .....	27
5.3. CAPTEURS D'EFFORT DE LA BALANCE .....	27
5.4. LOGICIEL .....	27
<b>6. EXEMPLES DE RESULTATS.....</b>	<b>27</b>
6.1. CAPTEURS MECANQUES DE LA PLANCHE D'ESSAIS.....	27
6.2. SUIVI EN TEMPERATURE.....	30
6.3. SYSTEME DE PESAGE DYNAMIQUE .....	30
6.4. ANCRAGE PROFOND .....	32
<b>7. LIMITES D'UTILISATION .....</b>	<b>32</b>
7.1. LIMITATIONS D'UTILISATION .....	32
7.2. INCERTITUDES DE MESURE.....	33

### **Liste des annexes :**

ANNEXE A : Chaussée souple et ses accotements - Cartographie des épaisseurs des couches

ANNEXE B : Chaussée souple - Réception de la plateforme - Essais à la dynaplaque

ANNEXE C : Chaussée souple - Caractéristiques des matériaux constituant la couche de surface

ANNEXE D : Chaussée souple - Caractéristiques des matériaux constituant la couche de base

ANNEXE E : Chaussée souple - Caractéristiques des matériaux constituant la couche de fondation

ANNEXE F : Chaussée souple - Caractéristiques des matériaux constituant la couche de forme

ANNEXE H : Chaussée rigide - Constituants du béton (béton de dalle et béton maigre)

ANNEXE I : Chaussée rigide - Caractéristiques du béton de dalle et du béton maigre

ANNEXE J : Chaussée rigide - Caractéristiques des graves

## 1. Présentation de la planche expérimentale

Dans le cadre d'un programme de recherche visant à développer une nouvelle technique d'auscultation des chaussées aéronautiques à l'aide du HWD (Heavy Weight Deflectometer), le STAC a fait construire sur son site de Bonneuil sur Marne (94), situé 31 avenue du Maréchal Leclerc, une planche expérimentale.

Cette dernière se compose des deux types de structures les plus représentées en aéronautique, à savoir une structure de type souple et une structure de type rigide.

La structure de type souple (960m<sup>2</sup>) et son accotement ont été réalisés en 2007.

La structure de type rigide comprenant une zone goujonnée et une zone non goujonnée (750m<sup>2</sup>) ainsi que son accotement ont été réalisés en 2010.

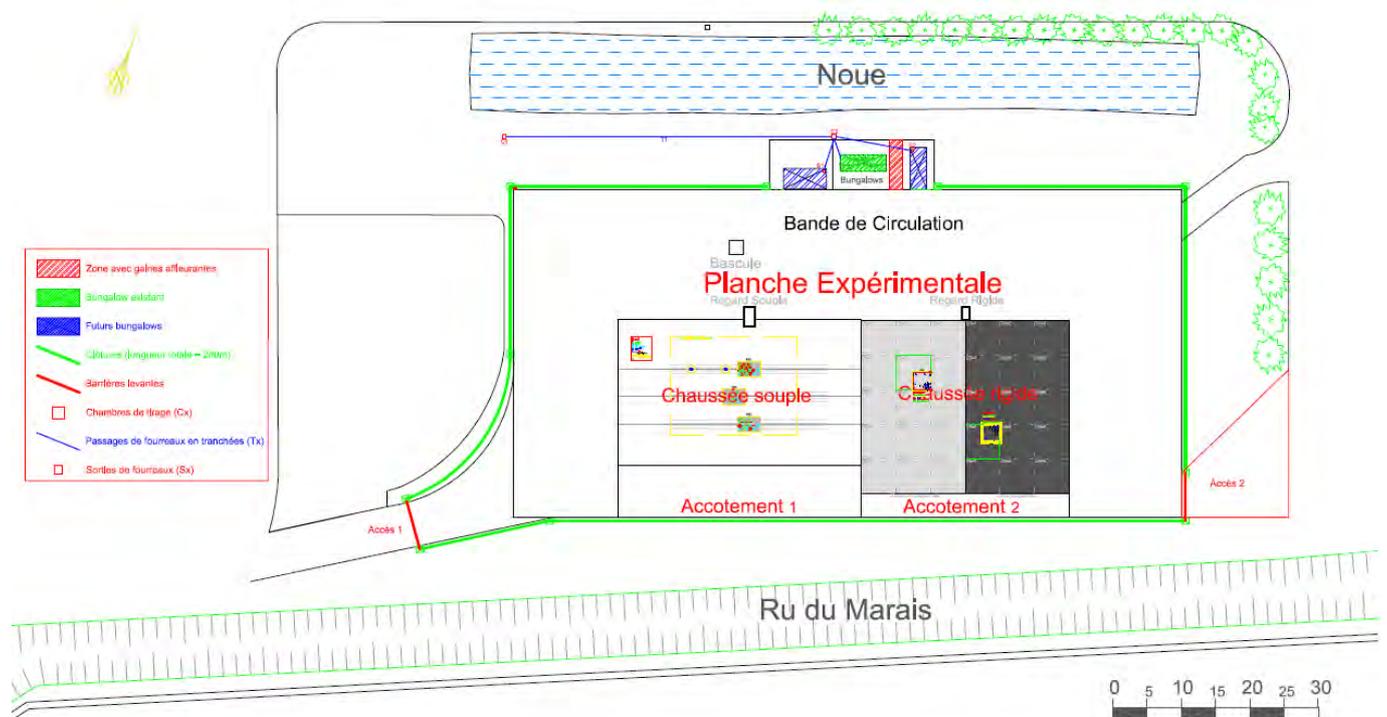


Figure 1 - plan des installations

Les structures souple et rigide ont été équipées de divers capteurs :

- Capteurs de déformations relatives horizontale et transversale dans les matériaux liés,
- Capteurs de déformation relative verticale dans les matériaux granulaires et le sol support,
- Capteurs de déplacements verticaux relatifs en milieu de bord et en coin de dalles de la chaussée rigide,
- Capteurs d'ouverture de joints en milieu de bords de dalle de la chaussée rigide.

Un système de pesage dynamique de précision et deux ancrages profonds ont également été mis en œuvre sur le site.

Ces installations confèrent à la planche expérimentale les fonctions de :

- site de référence : mise à disposition de structures des chaussées souple et rigide parfaitement connue ; possibilité d'essais croisés,
- site de tests mécaniques : mise à disposition de données de capteurs de chaussée,
- site de vérification d'étalonnage de matériel : mise à disposition du système de pesage dynamique et des ancrages profonds.

La planche expérimentale est mise à disposition de la profession sur simple demande.

Le manuel administratif présente les modalités de réservation.

## **2. Description des structures**

### ***2.1. Chaussée souple***

#### 2.1.1. Structure

La structure est représentative des chaussées souples aéronautiques classiquement mises en œuvre sur les aérodromes. Elle est constituée d'une couche de surface et d'une couche de base en matériaux bitumineux. La couche de fondation est constituée de matériaux graveleux. L'ensemble repose sur une plate-forme support de type PF2.

La structure a été dimensionnée pour recevoir 10 charges HWD de 300 kN (plaque de 45cm de diamètre) par jour pendant 10 ans.

Les calculs, réalisés selon la méthode de dimensionnement rationnelle des chaussées (logiciel Alizé) ont conduit à définir la structure suivante :

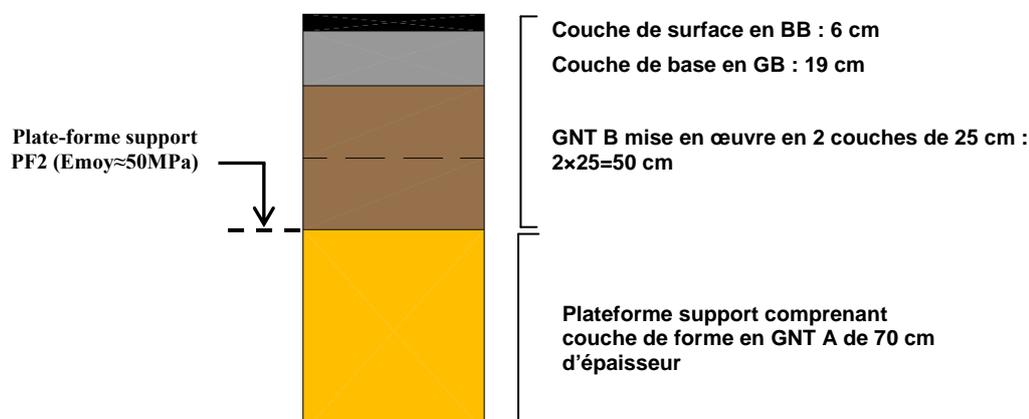


Figure 2 - Structure souple

Une auscultation « radar » couplée avec des carottages, réalisée en fin de travaux, a montré que les épaisseurs des couches réellement mises en œuvre sont globalement supérieures aux épaisseurs théoriques indiquées sur la figure 1 :

- l'épaisseur de la couche de surface est comprise entre 7.7 cm et 14.6 cm
- l'épaisseur de la couche de base est comprise entre 17.4 cm et 21.2 cm
- l'épaisseur de la couche de fondation est comprise entre 49.7 cm et 54.8 cm
- l'épaisseur de la couche de forme est comprise entre 79.7 cm et 92.7 cm

L'annexe A fournit une cartographie de la structure établie à la suite de l'auscultation « Radar ». Elle indique en particulier l'épaisseur des couches dans les zones instrumentées de la planche.

La chaussée souple a été construite entre avril et novembre 2007.

Les calculs de dimensionnement ont été réalisés en considérant la plateforme support comme une PF2, associée à un module de 50 MPa. Les essais à la dynaplaque 2, réalisés le 22 octobre 2007, en phase travaux, pour la réception de la plateforme, ont conduit à mesurer une valeur moyenne de module de l'ordre de 74 MPa (voir annexe B).

### 2.1.2. Caractéristiques des matériaux

- La couche de surface

Elle est constituée d'un Béton Bitumineux Aéronautique 0/ 14 C de classe 3.

Ses caractéristiques techniques sont fournies en annexe C.

Des essais de modules complexes ont été réalisés afin d'étudier l'évolution de la rigidité du matériau, ainsi que de son coefficient d'amortissement en fonction de la fréquence et de la température.

Les résultats complets des essais sont fournis en annexe C

- La couche de base

Elle est constituée d'une Grave Bitume 0/14 de classe 3.

Ses caractéristiques techniques sont fournies en annexe D.

Des essais de modules complexes ont également été réalisés.

Les résultats complets des essais sont fournis en annexe D

- La couche de fondation

Elle est constituée de GNT2 0/31,5 de type B.

Ses caractéristiques techniques sont fournies en annexe E

Des essais à la colonne résonnante ont été réalisés afin d'étudier l'évolution de la rigidité du matériau, ainsi que de son coefficient d'amortissement en fonction de la fréquence et de la pression de confinement.

Les résultats complets des essais sont fournis en annexe E.

- La plateforme support de chaussée :

Elle est de type PF2.

Elle est constituée d'une couche de forme en GNT2 0/31.5 de type A de 0.7 m d'épaisseur reposant sur le sol support (voir annexe F). Ce dernier est constitué d'alluvions fines stratifiées de nature argileuse ou limoneuse avec des passages tourbeux plus ou moins épais.

Le substratum se situe à 12 m de profondeur.

## 2.2. Chaussée rigide

### 2.2.1. Structure

La structure est représentative des chaussées rigides aéronautiques couramment mises en œuvre sur les aérodromes. Elle est constituée d'une dalle en béton reposant sur une couche de béton maigre et de graves (GNT B).

L'ensemble repose sur une plateforme support de type PF2.

La structure a été dimensionnée pour recevoir 10 charges HWD de 300 kN (plaque de 45 cm de diamètre) par jour pendant 20 ans.

Les calculs, réalisés selon la méthode PCA (Portland Cement Association) à l'aide du logiciel DCA, ont conduit à mettre en œuvre la structure suivante :

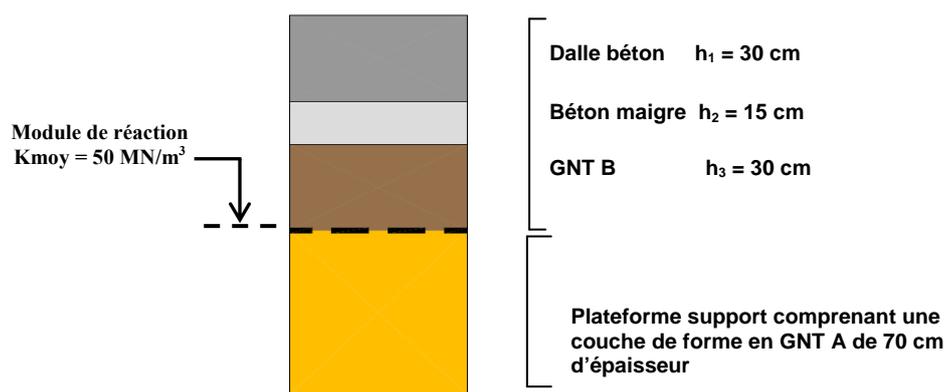


Figure 3 - Structure rigide

Les calculs de dimensionnement ont été réalisés en considérant la plateforme support comme une PF2, associée à un module de 50 MN/m<sup>2</sup>. Les essais à la dynaplaque 1, réalisés le 17 juin 2009, pendant les travaux lors de la réception de la plateforme, ont conduit à mesurer une valeur moyenne de module de l'ordre de 71 MPa (voir annexe G).

La structure rigide comprend des dalles goujonnées et des dalles non goujonnées.

La chaussée rigide, constituée de 5 x 6 dalles de 5 m x 5 m, a été construite de juin à septembre 2009.

### 2.2.2. Caractéristiques des matériaux

- La dalle de béton est constituée d'un béton de classe 6, selon la norme NF P98-170.

Le béton, fabriqué à l'aide d'un ciment de type CEM II/B-S 42.5 N CE CP1, présente une résistance moyenne à 28 j (fendage),  $R_t$  de 3.25 MPa.

Ses constituants et ses caractéristiques techniques sont fournis de façon détaillée en annexes H et I.

- La couche de béton maigre

Le béton maigre présente une résistance moyenne à 28 j (fendage),  $R_t$  de 3.0 MPa.

Ses constituants et ses caractéristiques techniques sont fournis de façon détaillée en annexes H et I.

- La couche de graves :

Il a été mis en œuvre une GNT2 0/31,5 de type B.

Ses caractéristiques techniques sont fournies en annexe J.

- La plateforme support de chaussée

Elle est identique à celle de la chaussée souple.

## **2.3. Les accotements de la chaussée souple**

Cette zone n'est pas instrumentée.

### 2.3.1. Structure

Du fait de la spécificité de ces structures, faites pour résister au passage unitaire d'un avion sans endommager le train d'atterrissage de ce dernier, leur dimensionnement est empirique. La structure de référence ici retenue, illustrée sur la figure 4, est une structure type, éprouvée par plusieurs études auxquelles le STAC a participé, et mise en œuvre sur de grands aéroports français. Elle est constituée d'une couche de béton bitumineux et d'une couche de GNT A. L'ensemble repose sur une plate-forme support de type PF2.

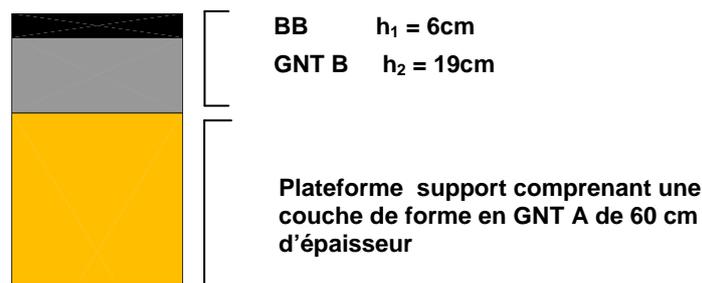


Figure 4 - Structure des accotements

Une auscultation « radar » couplée à des carottages, réalisée en fin de travaux a montré que les épaisseurs des couches réellement mises en œuvre sont supérieures aux épaisseurs théoriques indiquées sur la figure 1 :

- l'épaisseur  $h_1$  de la couche de surface est comprise entre 15.7 cm et 17.2 cm
- l'épaisseur  $h_2$  de la couche de GNT est comprise entre 13.9 cm et 20.2 cm
- l'épaisseur de la couche de forme est comprise entre 76.9 cm et 91.9 cm

L'annexe A fournit une cartographie de la structure établie à la suite à l'aide de l'auscultation « Radar ».

### 2.2.2. Caractéristiques des matériaux

Les matériaux mis en œuvre pour la couche de surface, la couche de base et la couche de fondation sont identiques à ceux mis en œuvre au niveau de la chaussée souple.

La plateforme support de chaussée est de type PF2. Elle est constituée d'une couche de forme en GNT2 0/31.5 de type A de 0.6 m d'épaisseur reposant sur le sol support. Ce dernier est constitué d'alluvions fines stratifiées de nature argileuse ou limoneuse avec des passages tourbeux plus ou moins épais.

Le substratum se situe à 12 m de profondeur.

### **3. Instrumentation**

La planche expérimentale a été conçue dans le cadre d'un programme de recherche visant à développer une nouvelle technique d'auscultation des chaussées aéronautiques à l'aide du HWD (Heavy Weight Deflectometer).

Elle a été instrumentée à l'aide de capteurs permettant de mesurer les déformations relatives horizontales (transversales et longitudinales) à la base de la grave-bitume (GB) induites dans la chaussée au cours d'un chargement (essai HWD par exemple), ainsi que les déformations relatives verticales dans les couches non traitées (sommet et milieu de la GNT B, et sommet du sol).

#### **3.1. Structure souple**

##### 3.1.1. Capteurs mécaniques

###### A - Grandeurs mesurées

L'instrumentation mécanique a été définie de manière à suivre les déformations relatives critiques (i.e. celles dimensionnantes) dans la chaussée sous chargement. Il s'agit :

- des déformations relatives d'extension, longitudinales et transversales, à la base de la couche de matériaux bitumineux : capteurs de type L et T respectivement sur les figures 5 à 12 suivantes,
- des déformations relatives de compression au sommet des couches de matériaux non liés, i.e. plateforme support, couches inférieure et supérieure de GNT B (GNT B mise en œuvre en deux couches) : capteurs de type S, B et H respectivement.

###### B - Plans d'instrumentation

Trois (3) bandes d'instrumentation ont été réalisées (figure 5).

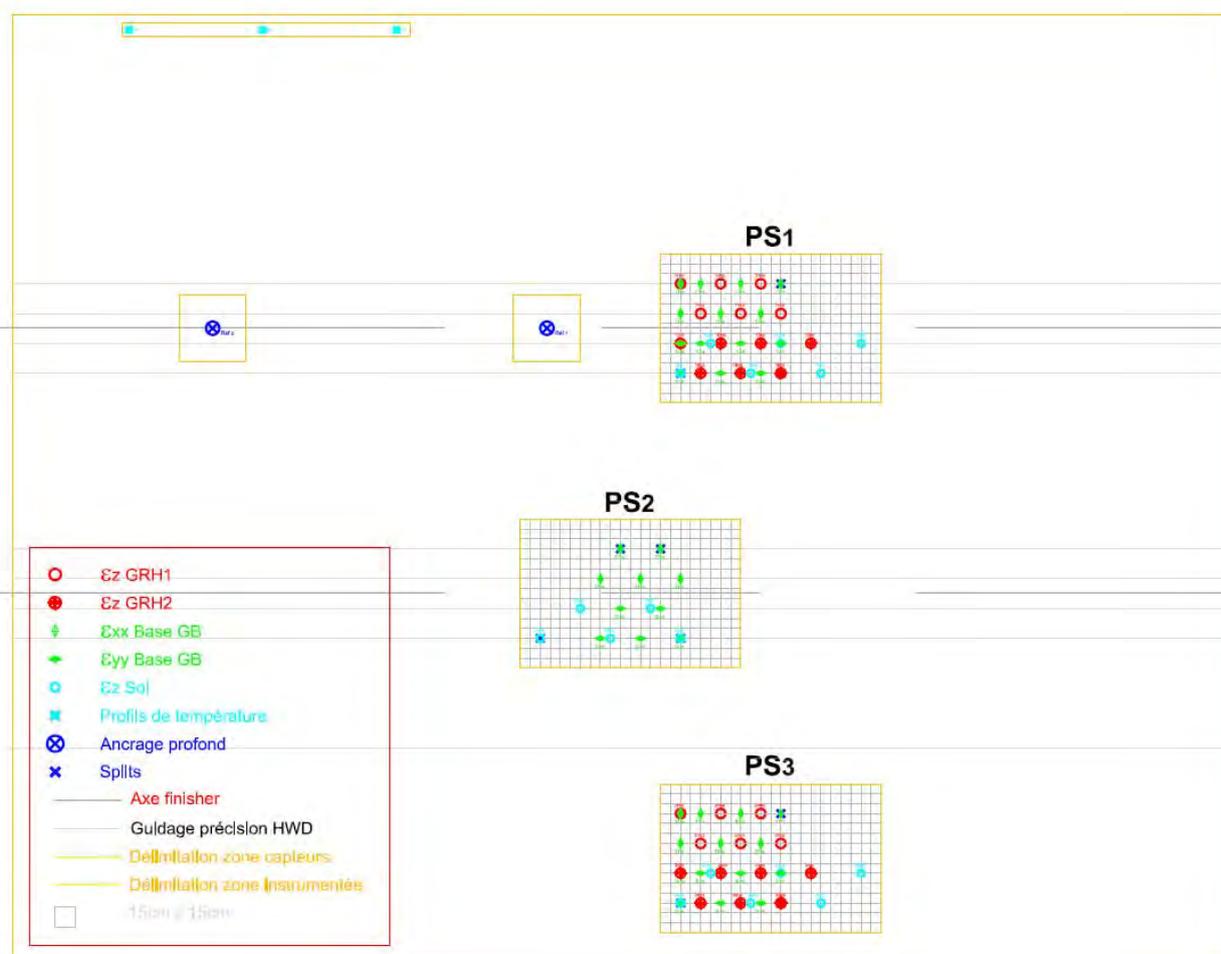


Figure 5 – Organisation générale de l'instrumentation de la chaussée souple

La figure 6 présente le canevas général d'instrumentation de chaque bande. Ce dernier a été élaboré de manière à :

- présenter un maillage aussi resserré que possible, tout en respectant un écartement minimal entre les capteurs d'un même niveau afin d'éviter tout problème d'interaction mécanique,
- respecter les règles de diffusion des efforts (écartement des capteurs croissant avec la profondeur),
- permettre d'obtenir des bassins de déformation relative complets (échantillonnage spatial : 30 cm pour les capteurs de surface) en réalisant uniquement quatre (4) essais de chargement judicieusement positionnés (points P1 à P4 de l'axe ; figure 6).

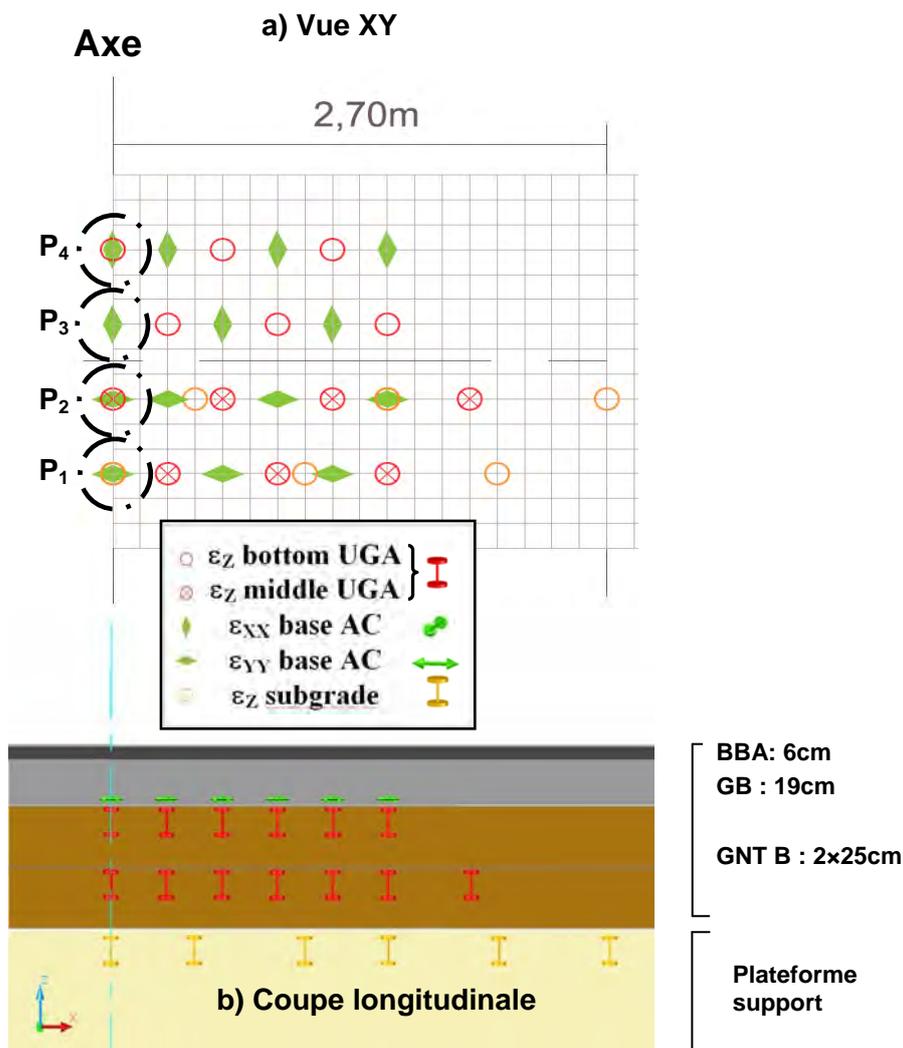


Figure 6 – Canevas général d'instrumentation de chaque bande – structure souple

Deux types d'analyse peuvent être menés :

- 1) étude des bassins de déformations relatives

Elle se fait en réalisant des essais de chargement sur les points P1 à P4

- 2) étude des lignes d'influence

La planche étant supposée homogène (au moins localement ; voir les résultats de l'étude radar donnés en annexe A), la ligne d'influence du chargement autour d'un capteur peut être assimilée à un bassin de déformation relative.

Dans le cas du HWD, la plaque de chargement est déplacée sur chaque ligne d'instrumentation, avec un canevas d'essais spécialement étudié pour chaque type de capteur.

Les canevas type sont donnés par les tableaux 1 à 3 :

- Capteurs de type L ou T :

Position du capteur



d[cm]	-60	-45	-30	-25	-20	-15	-10	-7.5	-5	-2.5	0	2.5	5	7.5	...
...	10	15	20	25	30	45	60	75	90	120	150	180	210	240	300

Tableau 1 - Canevas des points d'essais pour chaque capteur L ou T

- Capteurs de type B ou H :

d[cm]	-45	-30	-25	-20	-10	-5	0	5	10	20	...
...	30	45	60	90	120	150	180	210	240	300	360

Tableau 2 - Canevas des points d'essais pour chaque capteur B ou H

- Capteurs de type S :

d[cm]	-60	-30	-10	0	10	30	60	120	180	210	240	300	360	420	480
-------	-----	-----	-----	---	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tableau 3 - Canevas des points d'essais pour chaque capteur S

Ces canevas respectent les règles suivantes :

- Resserrement des points au droit du capteur,
- Echantillonnage spatial accru pour les capteurs de surface (voir phénomènes de diffusion des contraintes),
- Vérification de la symétrie des bassins autour du capteur.

Le détail de l'instrumentation de chaque bande est donné sur les figures suivantes. Les schémas d'instrumentation à la mise en œuvre (Figures 7, 9 et 11) et actuels (Figures 8,10 et 12) sont distingués. Les différences s'expliquent notamment par la perte d'une partie des capteurs L et T à la mise en œuvre. Des expérimentations sont en cours de définition afin de proposer une solution de remplacement des capteurs défectueux.

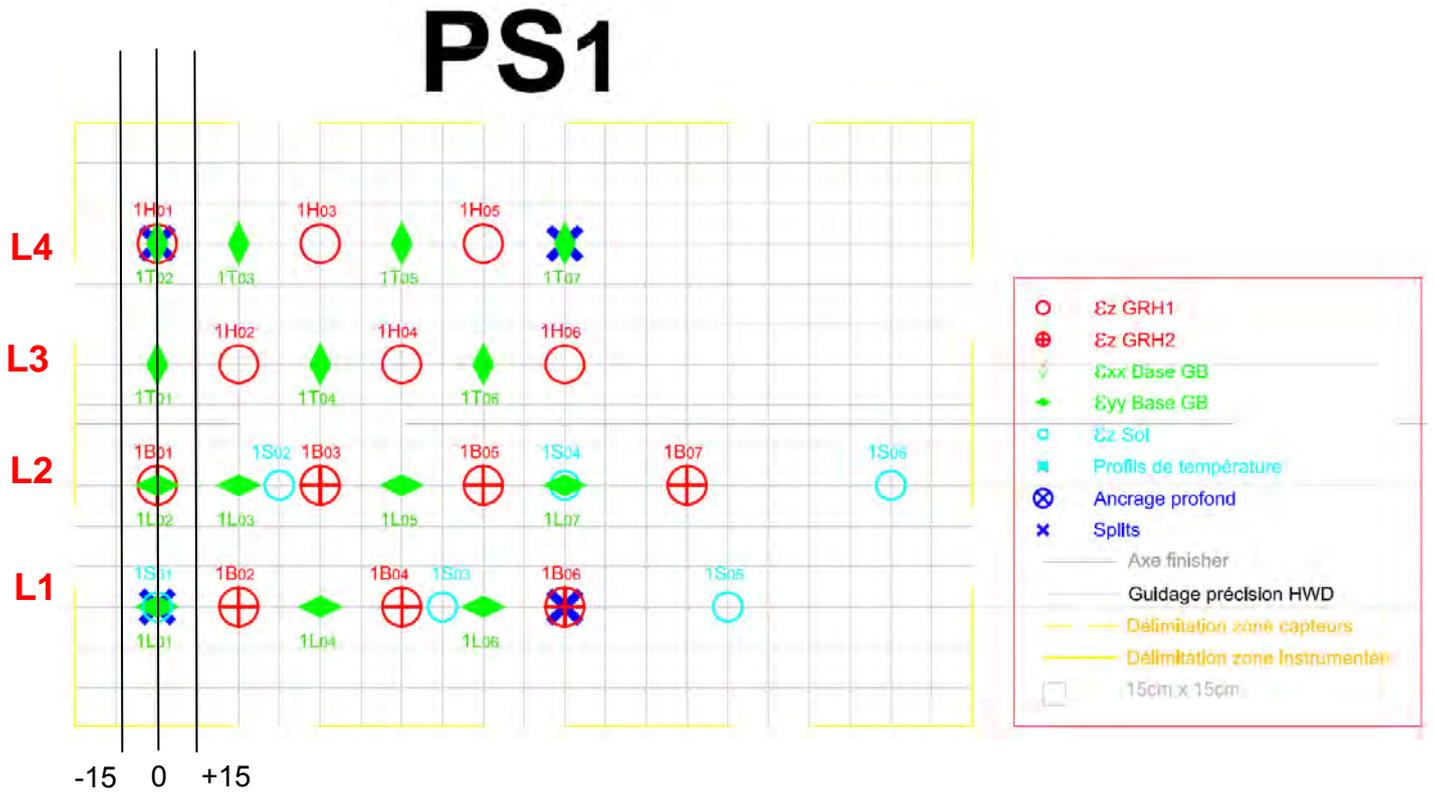


Figure 7 - Plan d'instrumentation prévu ; bande 1

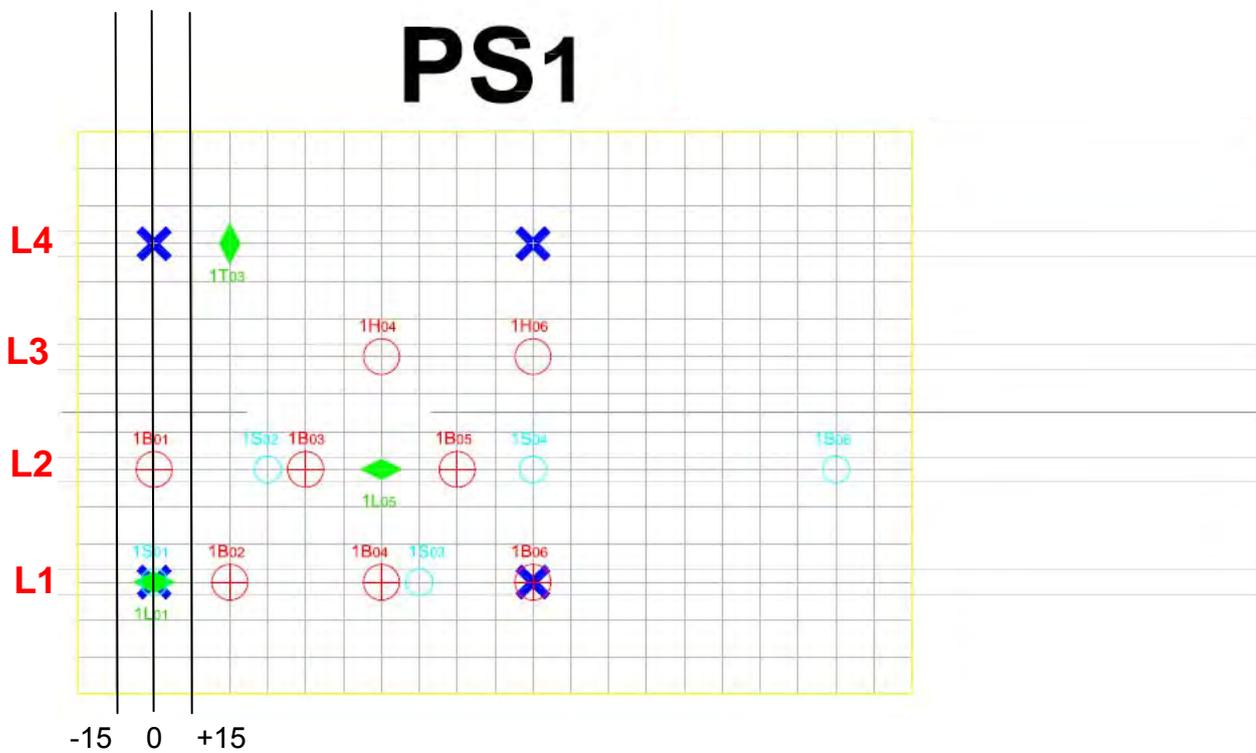


Figure 8- Plan d'instrumentation actuel ; bande 1

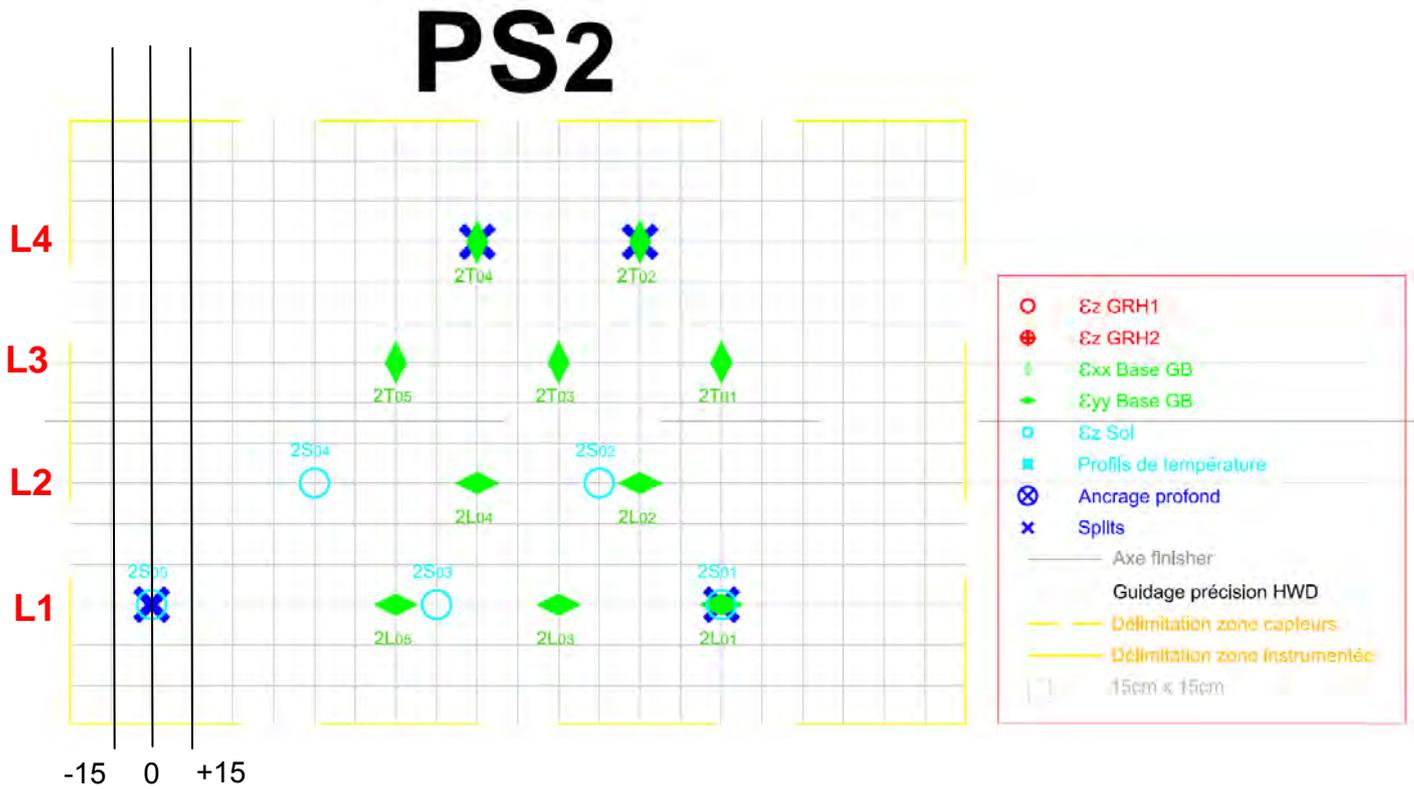


Figure 9 - Plan d'instrumentation prévu ; bande 2

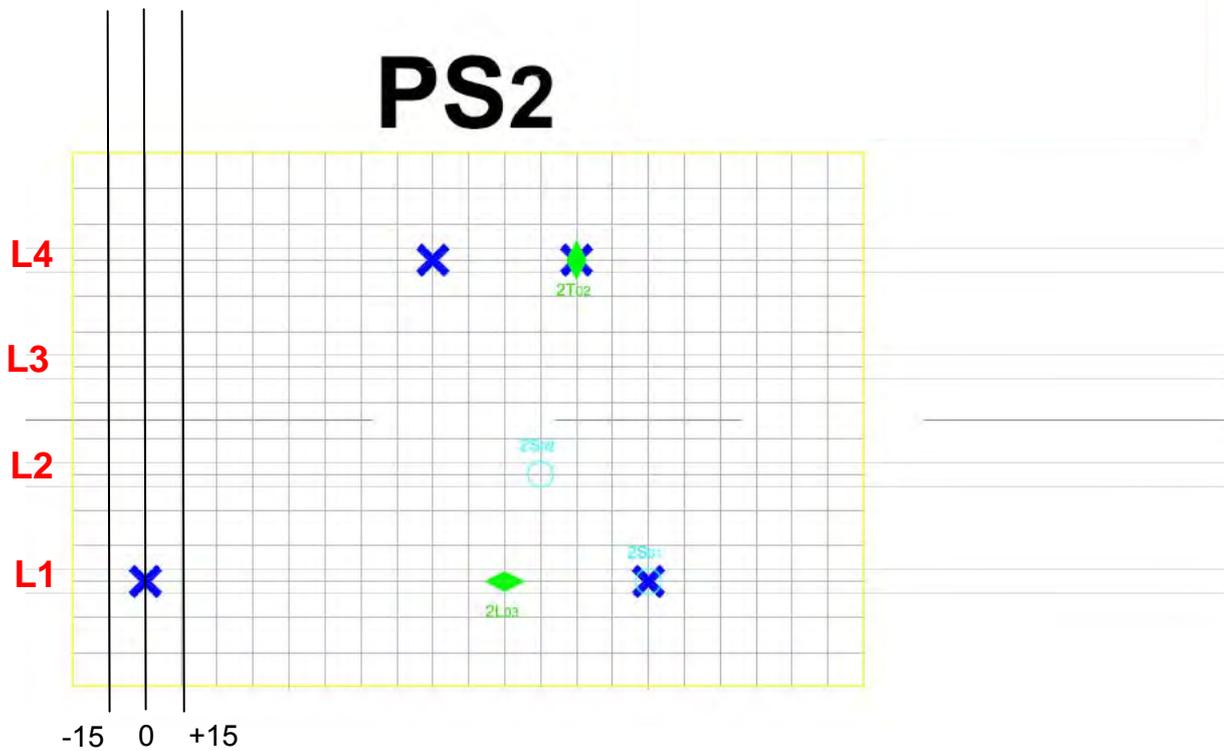


Figure 10 - Plan d'instrumentation ; bande 2

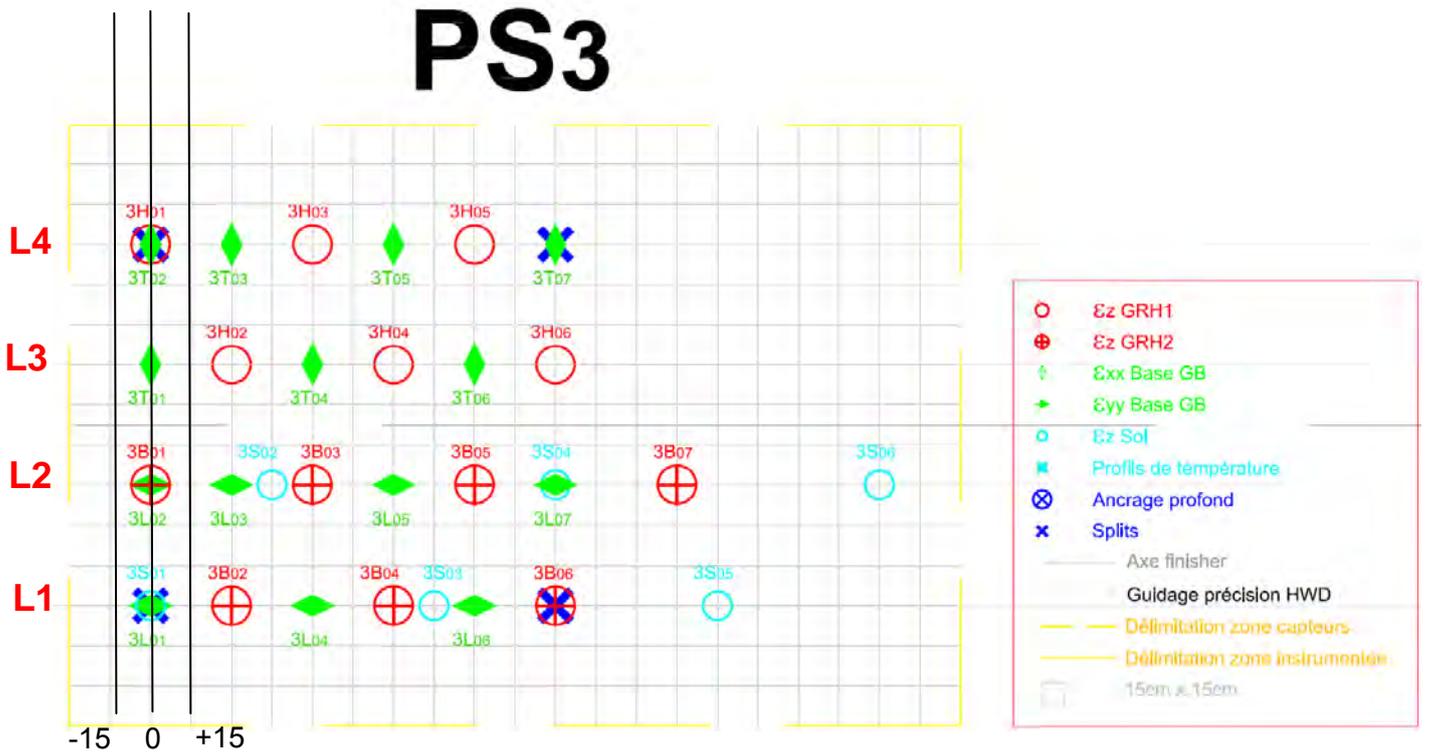


Figure 11 - Plan d'instrumentation prévu ; bande 3

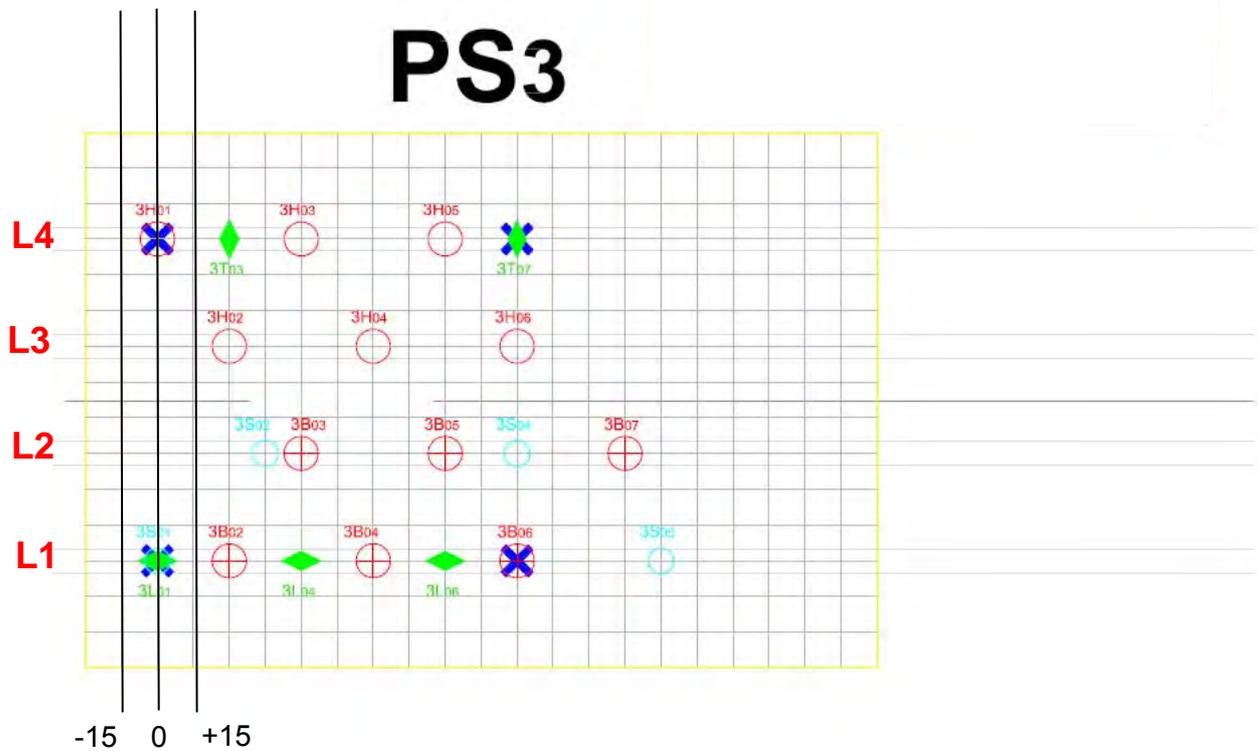


Figure 12 - Plan d'instrumentation ; bande 3

## C - Détail des capteurs

### **Capteurs de déformation relative horizontale (capteurs L et T)**

Les capteurs ont été développés spécifiquement pour cette étude. Le choix du principe de mesure ainsi que la définition de la géométrie ont fait l'objet d'une collaboration entre le STAC, le LRPC-Toulouse, l'IFSTTAR, et le constructeur.

Les capteurs présentent une gamme de mesure de 3000  $\mu\text{m}/\text{m}$ . L'incertitude de mesure est estimée à 3-4 %.

### **Capteurs de déformation relative verticale (capteurs H, B et S)**

La technologie utilisée a été développée par le LRPC-Toulouse et l'IFSTTAR.

La gamme de mesure du capteur est de 3000  $\mu\text{m}/\text{m}$ . L'incertitude de mesure est de 3-4%

### 3.1.2. Suivi en température

Une connaissance précise des températures dans les matériaux bitumineux est fondamentale afin d'analyser la cohérence des résultats expérimentaux. En effet, le comportement de ces matériaux (rigidité, propriétés viscoélastiques) est très sensible à la température. Des sondes de température ont donc été mises en place dans les couches de surface et de base.

Le comportement des matériaux granulaires et le sol est en revanche insensible à la température ; cette dernière n'y est donc pas mesurée.

D'autre part, les données de température extérieure et de corps noir sont intéressantes, afin de tester des modèles météorologiques permettant de prévoir la température dans la chaussée.

Un suivi en température est donc réalisé en continu, en acquisition lente (1 acquisition toutes les 10 minutes).

Les températures mesurées sont :

- La température extérieure, à l'ombre et à l'abri du vent (Figure 16-a)
- La température de corps noir (Figure 16-a)
- Les températures dans la couche de matériaux bitumineux (Figure 16-b)



Figure 13 – Suivi de la température ; planche souple

Trois profils permettent de suivre la température dans les matériaux bitumineux, à l'aide de sondes Pt100 de classe A (incertitude de mesure de  $\pm 0,15^{\circ}\text{C}$ ). Chaque profil comporte 7 sondes, qui ont été placées aux profondeurs 0 (température de surface), -3cm, -5cm, -7cm, -13cm (température au milieu de la couche de matériaux bitumineux), -19cm et -25cm (température à la base de la couche de matériaux bitumineux).

La mise en place s'est faite par carottages postérieurs à la mise en œuvre, perçages diamétraux de l'éprouvette pour mise en place des sondes (Figure 14), puis remise en place de l'éprouvette à l'aide d'un liant bitumineux.



Figure 14 – Mise en place des sondes Pt100 dans l'éprouvette

### **3.2. Structure rigide**

#### 3.2.1. Capteurs mécaniques

##### A - Grandeurs mesurées

Les grandeurs mesurées sont :

- Les déplacements verticaux, par rapport au sommet du béton maigre, de la dalle principale et des dalles adjacentes, en coin de dalle et en milieu de bord de dalle (capteurs  $V_i$  des figures 15 à 19),
- Les déplacements relatifs des dalles adjacentes en milieu de bord de dalle, i.e. l'ouverture du joint (capteurs  $H_i$  des figures 15 à 19),
- Les déformations relatives à la base de la dalle béton, le long du joint, sur la ligne médiane de la dalle, et sur la bissectrice de l'angle (capteurs  $E_i$  des figures 15 à 19).

## B - Plan d'instrumentation

Le schéma général d'instrumentation de la chaussée rigide est présenté sur la figure 15.

Deux quarts de dalle ont été instrumentés, l'un appartenant à la structure goujonnée, l'autre à la structure non goujonnée.

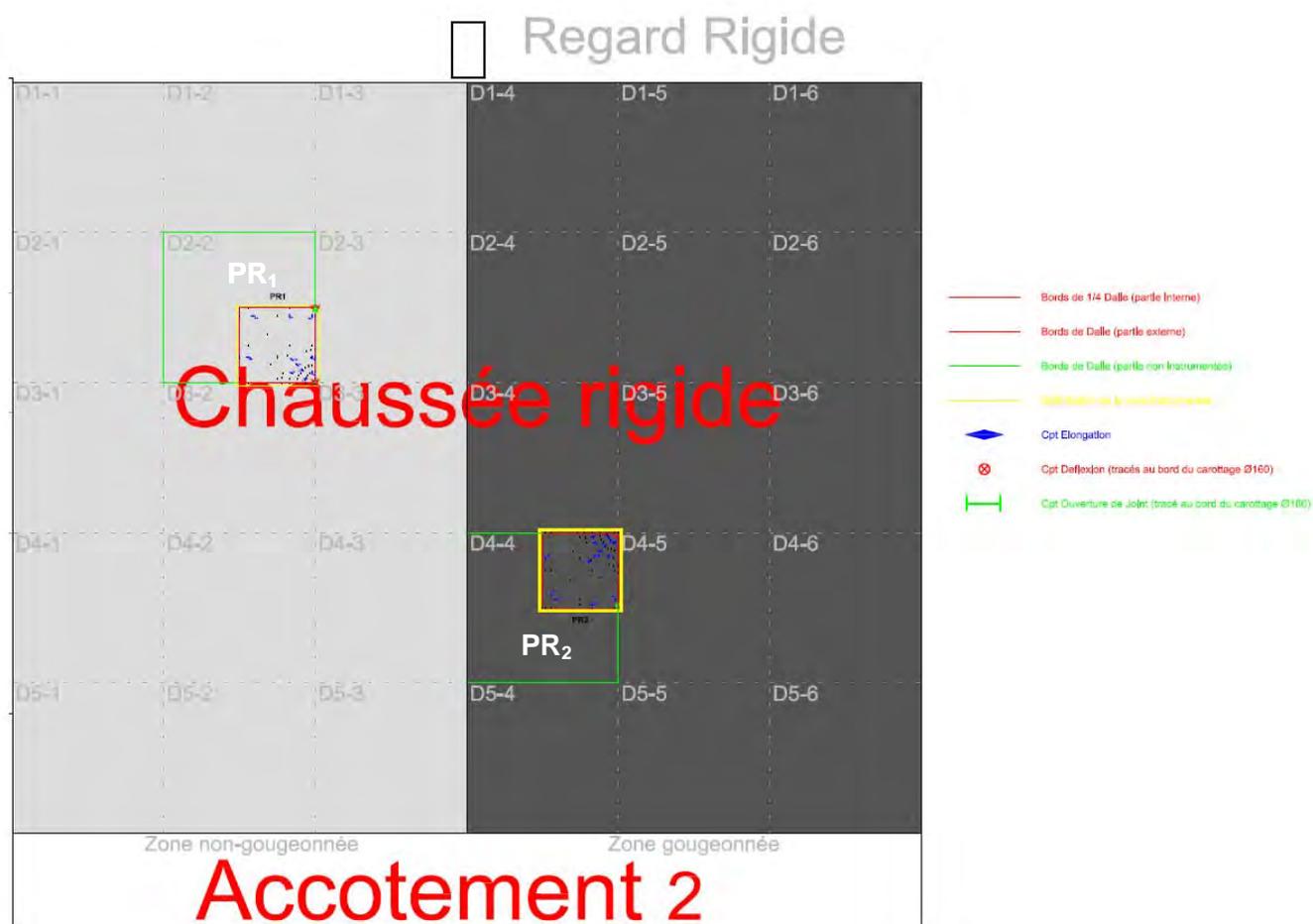
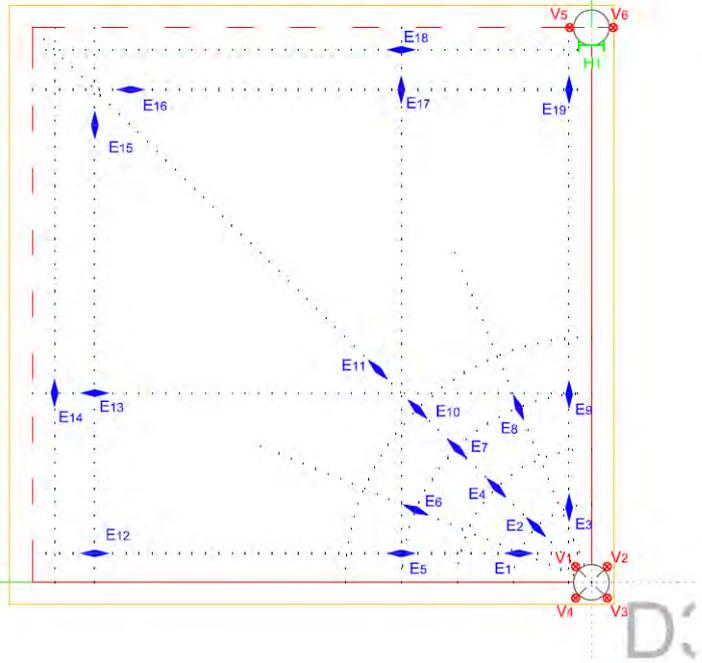


Figure 15 – Plan général d'instrumentation de la chaussée rigide

Les figures 16 à 19 présentent le détail de l'instrumentation de chacune des dalles. La dalle PR1 appartient à la zone non-goujonnée et PR2 à la goujonnée.

# PR1

-  Bords de 1/4 Dalle (partie interne)
-  Bords de Dalle (partie externe)
-  Bords de Dalle (partie non instrumentée)
-  Délimitation de la zone instrumentée
-  Cpt Elongation
-  Cpt Deflexion (tracés au bord du carottage Ø160)
-  Cpt Ouverture de Joint (tracé au bord du carottage Ø160)



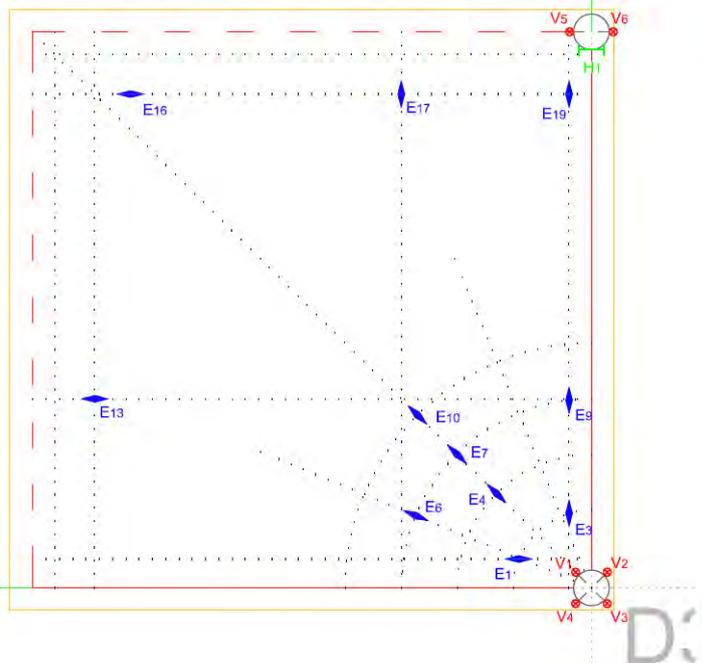
D3-2

D3

Figure 16 – Instrumentation prévue de la dalle PR1

# PR1

-  Bords de 1/4 Dalle (partie interne)
-  Bords de Dalle (partie externe)
-  Bords de Dalle (partie non instrumentée)
-  Délimitation de la zone instrumentée
-  Cpt Elongation
-  Cpt Deflexion (tracés au bord du carottage Ø160)
-  Cpt Ouverture de Joint (tracé au bord du carottage Ø160)



D3-2

D3

Figure 17 - Instrumentation de la dalle PR1 ; capteurs en état de fonctionnement

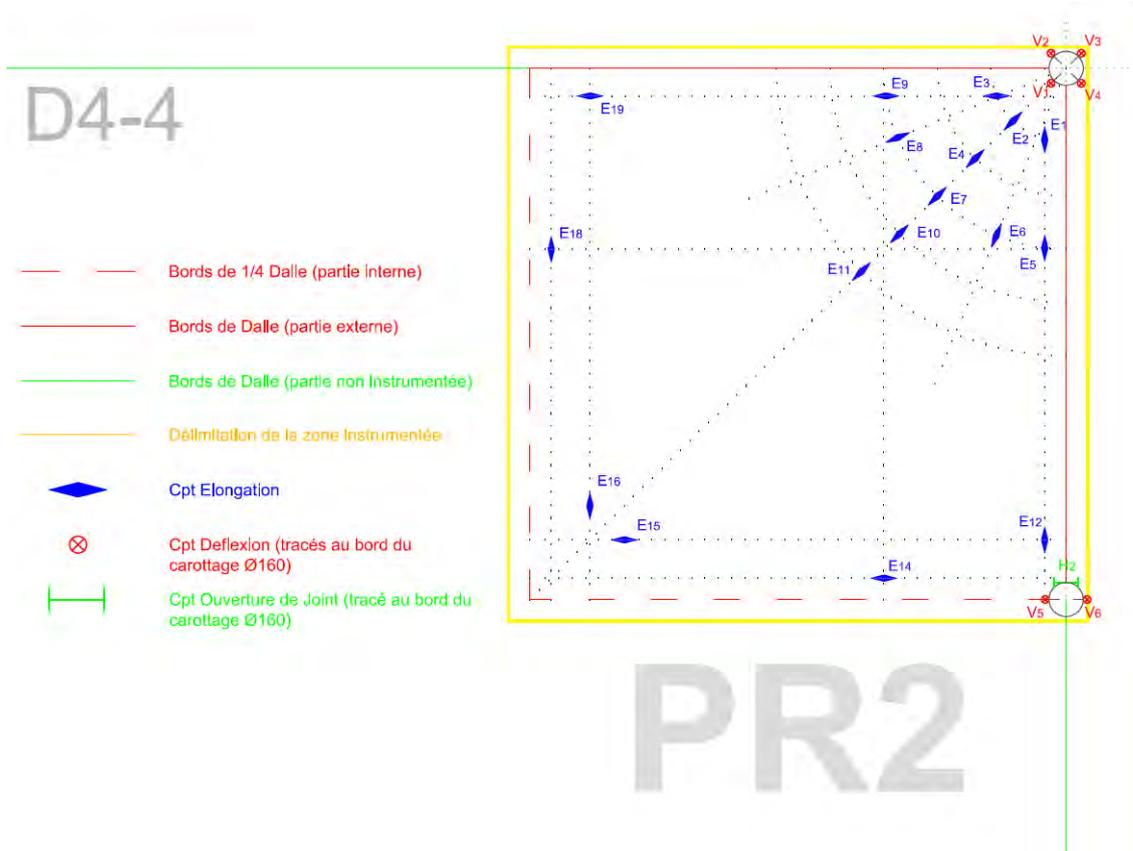


Figure 18 – Instrumentation prévue de la dalle PR2

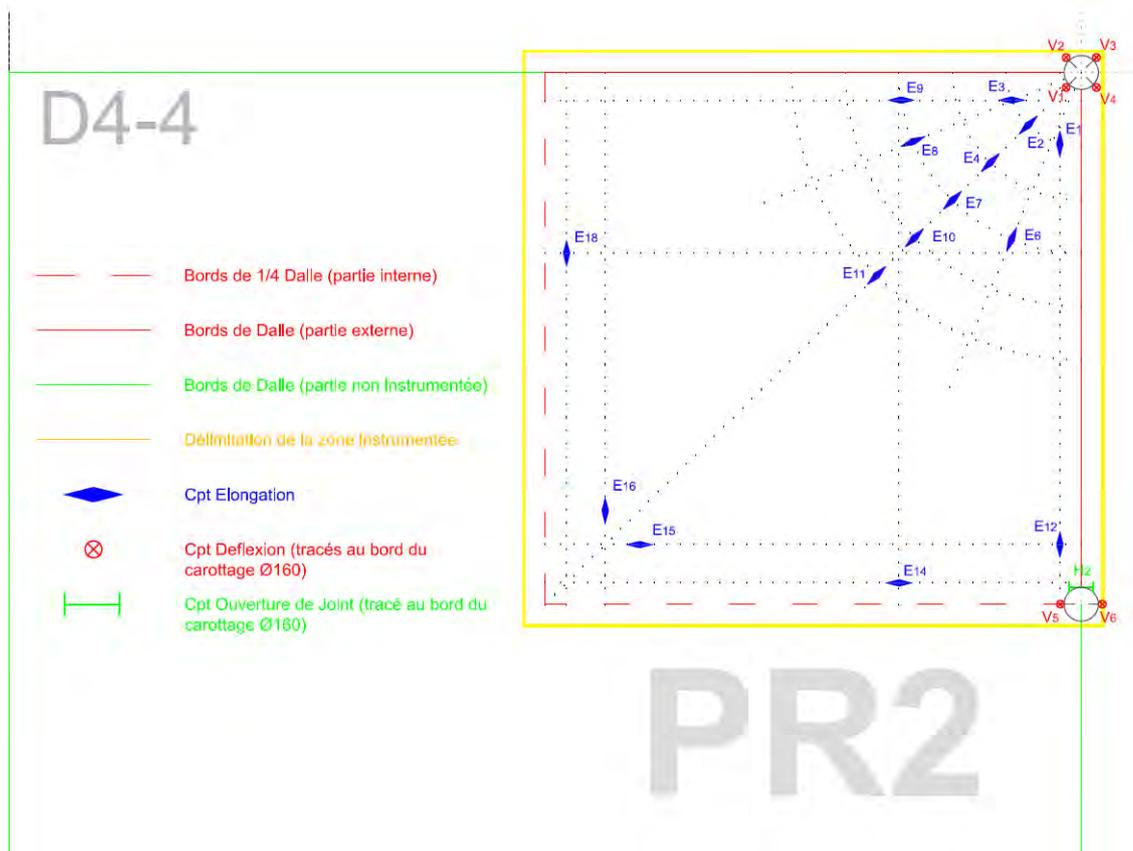


Figure 19 - Instrumentation de la dalle PR2 ; capteurs en état de fonctionnement

## C - Détail des capteurs

### **Capteurs de déplacements verticaux relatifs (capteurs $V_i$ )**

Les capteurs utilisés pour mesurer les déplacements verticaux relatifs sont des palpeurs LVDT de gamme de mesure  $\pm 10\text{mm}$ , et d'incertitude de mesure de 0,7% ou  $10\mu\text{m}$ .

### **Capteurs d'ouverture des joints (capteurs $H_i$ )**

Les capteurs utilisés pour mesurer l'ouverture des joints sont des palpeurs LVDT de gamme de mesure est  $\pm 5\text{mm}$ , et d'incertitude de mesure de 0,5% ou  $5\mu\text{m}$ .

### **Capteurs de déformation relative à la base de la dalle béton (capteurs $E_i$ )**

Les capteurs utilisés pour le suivi des déformations relatives à la base de la dalle béton ont eux aussi été développés dans le cadre d'une collaboration entre le STAC, le LRPC-Toulouse, l'IFSTTAR et le constructeur.

Leur gamme de mesure est de  $3000\mu\text{m/m}$ . L'incertitude de mesure est de 3 à 4%.

### 3.2.2. Suivi en température

Une connaissance précise de la température moyenne dans la dalle béton, ainsi que des gradients thermiques dans cette dernière est primordiale, car ces paramètres influent respectivement sur les conditions de liaison entre dalles (du fait de la dilatation thermique positive ou négative engendrée) et sur la courbure et les conditions d'appui de la dalle.

C'est pourquoi un suivi en température dans la dalle béton est réalisé.

Comme pour la chaussée souple (3.1.2), trois profils de mesure permettent ce suivi. Le type de capteurs (sondes Pt100 de catégorie A) reste inchangé, de même que la méthode de mise en place.

Les profondeurs des jauges dans la couche de matériaux hydrauliques sont 0, 2,5cm, 7,5cm, 12,5cm, 17,5cm, 22,5cm, 27,5cm, 32,5cm, 36cm et 39cm.

## 4. Système de pesage dynamique et ancrages profonds

### 4.1. *Système de pesage dynamique*

Un système de pesage dynamique, conçu par le STAC, a été mis en place sur la planche d'essais.

Il est constitué d'éléments métalliques en aciers spéciaux, élaborés et dimensionnés spécialement pour :

- recevoir des chocs dynamiques pouvant atteindre 60 tonnes,
- accueillir 3 capteurs de précision, placés à 120°.

*Remarque : cette disposition des capteurs permet de disposer d'un système isostatique. Les essais d'excentrement réalisés sous chargement pseudo-statique (à l'aide de la remorque de portance du STAC), et dynamique (à l'aide du HWD) se sont avérés concluants.*

Elle est encastrée dans un massif de réaction en béton armé.



Figure 20 – Système de pesage dynamique du STAC, a) en configuration essais, b) sans la plaque supérieure

La fréquence d'acquisition couramment utilisée est de 4800 Hz ; il est possible de choisir des fréquences plus élevées (voir 5.).

*Remarque : pour un chargement HWD de temps d'impulsion 30 ms, la pseudo-fréquence est de 30Hz ; il convient donc de réaliser les acquisitions à une fréquence minimale de 300 Hz ; cette condition est ici largement vérifiée.*

L'incertitude de mesure, sous un chargement dynamique de 30 tonnes (300 kN) est de 3 kg (0,03 kN).

## 4.2. Ancrages profonds

Deux ancrages profonds ont été mis en place sur la planche instrumentée. La figure 21 présente le schéma de principe. Le pied de l'ancrage est dans le substratum, à 12m de profondeur. Un capteur de déplacement en tête d'ancrage permet de mesurer la déformation de surface par rapport à cette référence absolue.

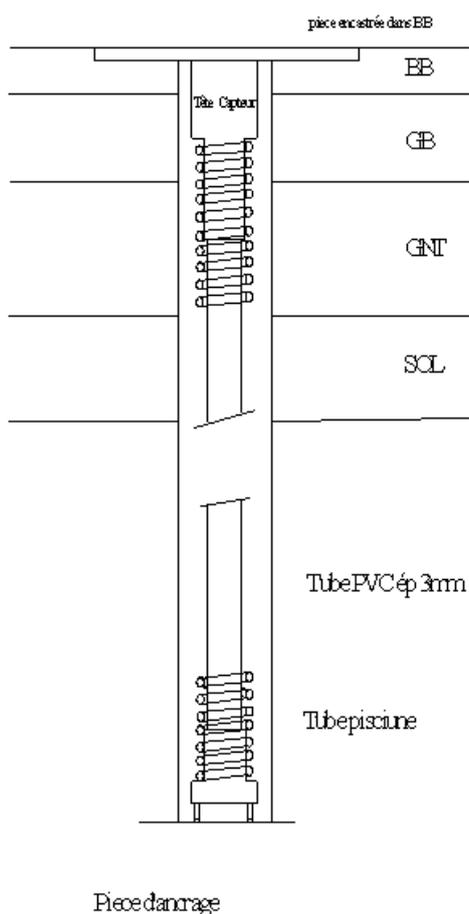


Figure 21 – Principe des ancrages profonds STAC (schéma D.Guédon, LR Toulouse)

## 5. Système d'acquisition

### 5.1. Ponts de jauges

Les signaux des capteurs ponts de jauges, i.e. de l'ensemble des capteurs de la chaussée souple et les extensomètres à la base de la dalle béton sont acquis à l'aide d'une centrale HBM de type MGCPlus.

La fréquence maximale d'échantillonnage en acquisition simultanée sur l'ensemble des capteurs est de 2400Hz, ce qui est largement suffisant pour les applications « courantes ». En effet l'acquisition de déformations sous chargement HWD nécessite une fréquence minimale de 300 Hz.

## **5.2. LVDT**

L'acquisition des signaux LVDT est réalisée à l'aide de centrales HBM 8 voies de type Spiders. L'acquisition peut être réalisée jusqu'à 4800Hz.

## **5.3. Capteurs d'effort de la balance**

Les données mesurées par les capteurs d'effort du système de pesage de mesure sont acquises sur des centrales HBM 8 voies de type Quantum MX840A. L'acquisition peut être réalisée jusqu'à 19,2kHz en simultané sur l'ensemble des voies.

## **5.4. Logiciel**

Le logiciel d'acquisition utilisé est le Catman AP, délivré par HBM.

Ce logiciel permet l'acquisition, la visualisation et l'enregistrement des données acquises sur l'ensemble des voies sélectionnées sous format binaire ou .ascii.

# **6. Exemples de résultats**

## **6.1. Capteurs mécaniques de la planche d'essais**

La figure 22 présente les réponses typiques des capteurs de la chaussée souple sous chargement HWD ; les signaux sont extraits de la campagne d'essais réalisée en novembre 2011.

Pour l'essai réalisé, le centre de la plaque HWD était positionné à l'abscisse 0 de la ligne instrumentée n°1, i.e. au droit du capteur 1S01. L'essai comporte une chute de préchargement et 3 chutes de mesures.

*Remarque : les signaux ont volontairement été décalés verticalement pour plus de lisibilité (dans la réalité, tare à  $t=0s$ ).*

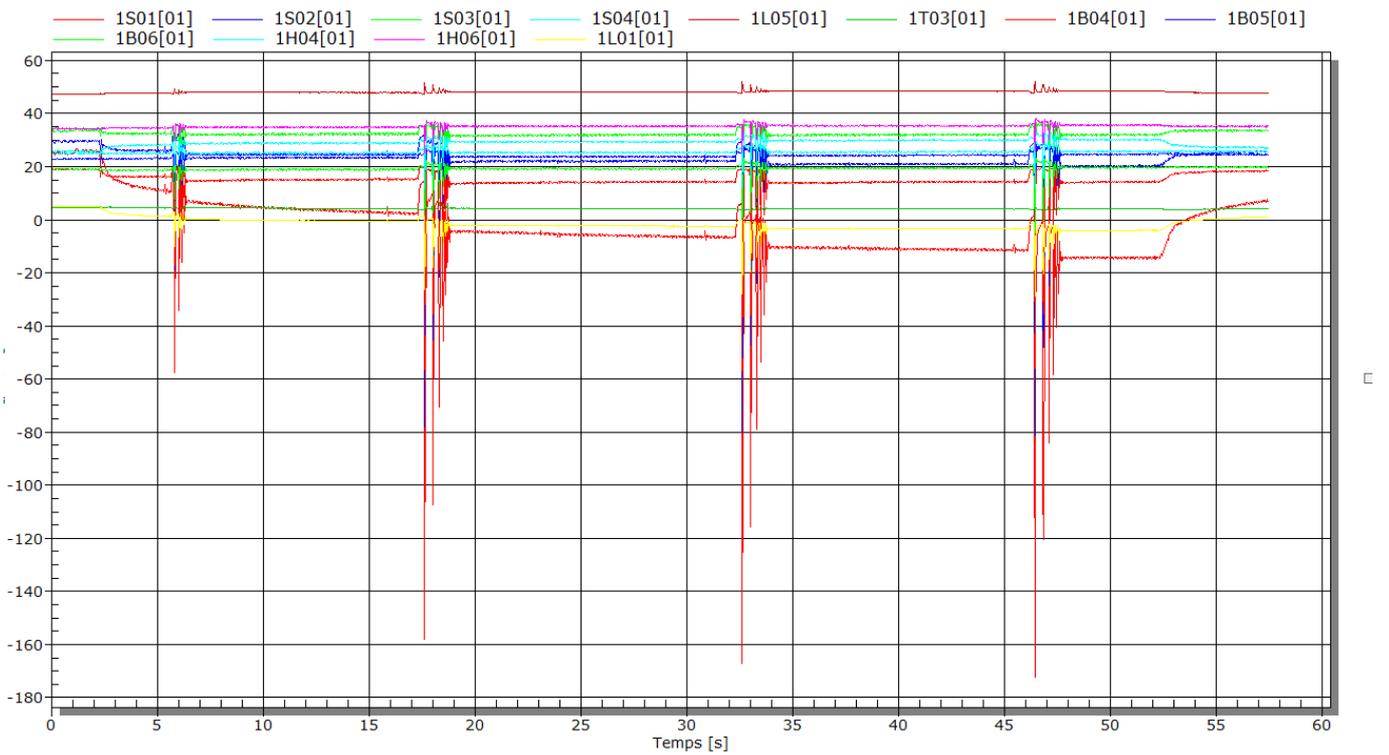


Figure 22 – Exemple de réponse des capteurs sous chargements HWD – essai réalisé sur chaussée souple

Le capteur 1S01 a été isolé sur les figures 23 à 25.

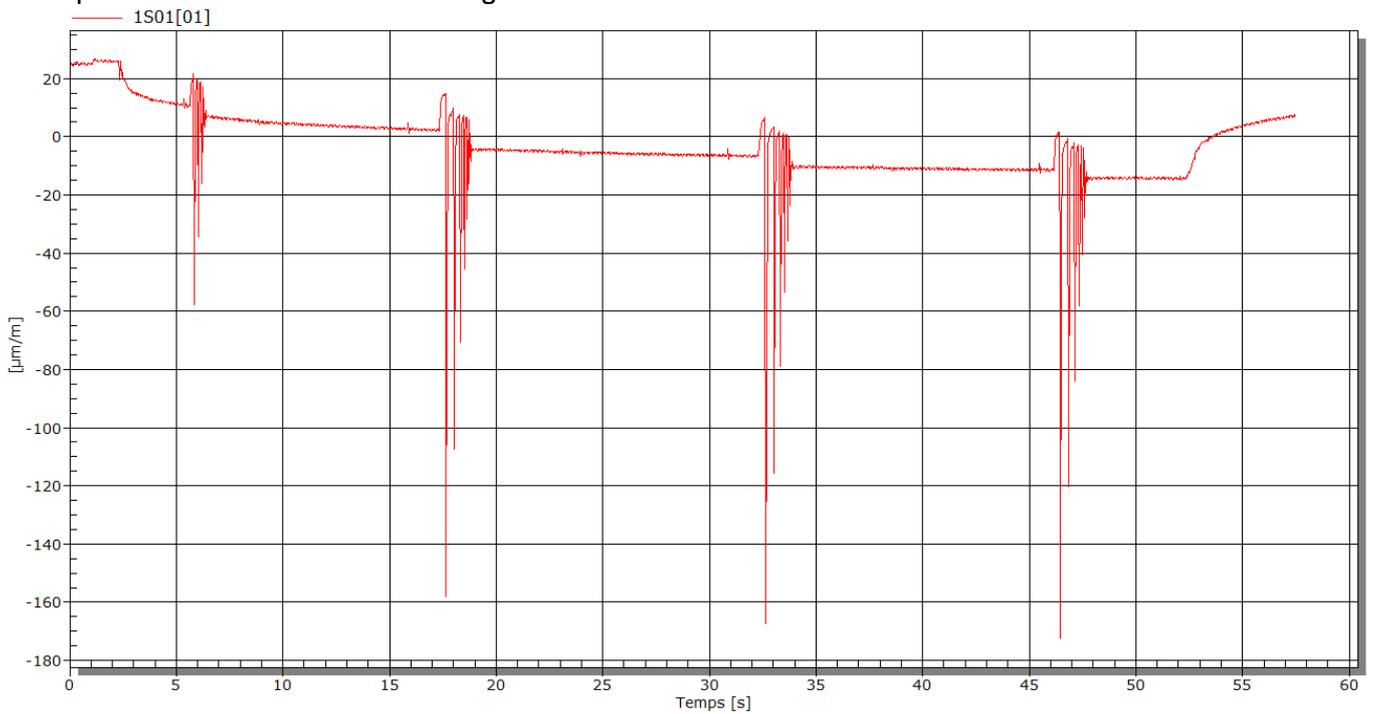


Figure 23 – réponse du capteur 1S01 sous chargement HWD (pleine échelle)

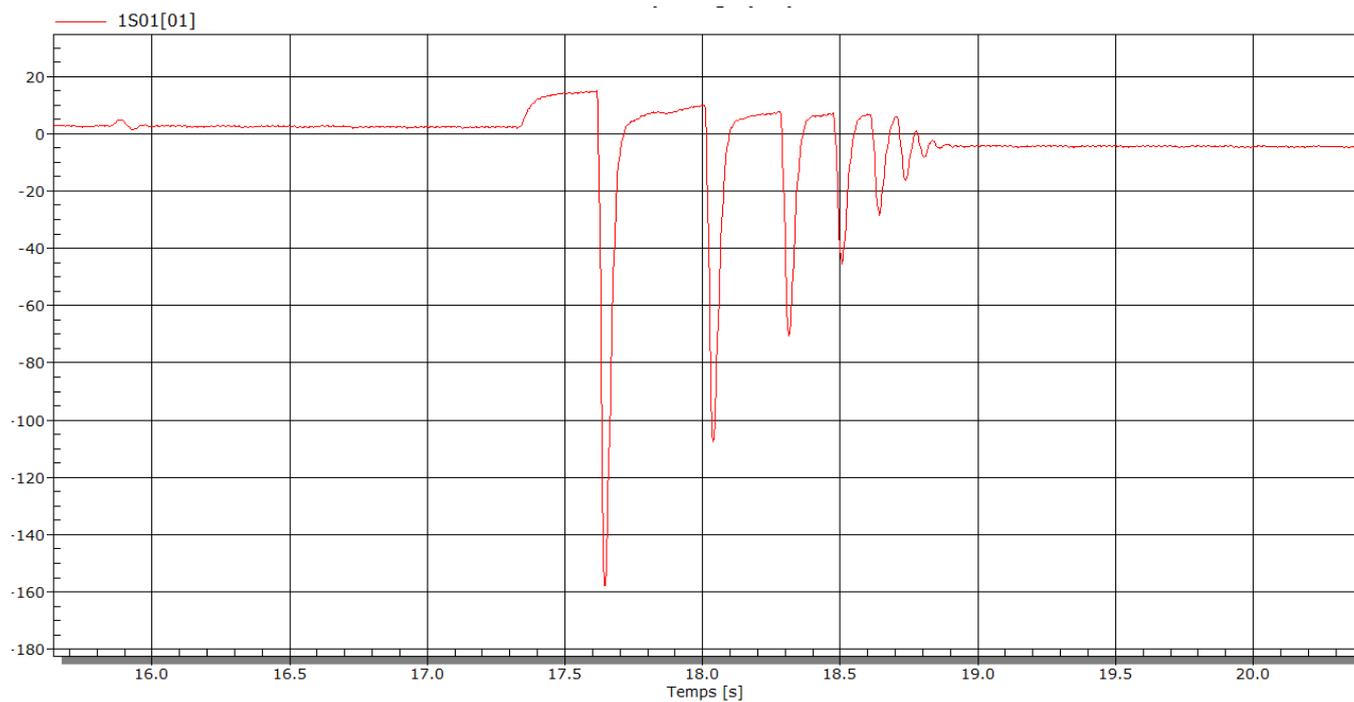


Figure 24 – réponse du capteur 1S01 sous chargement HWD (zoom sur la chute n°1)

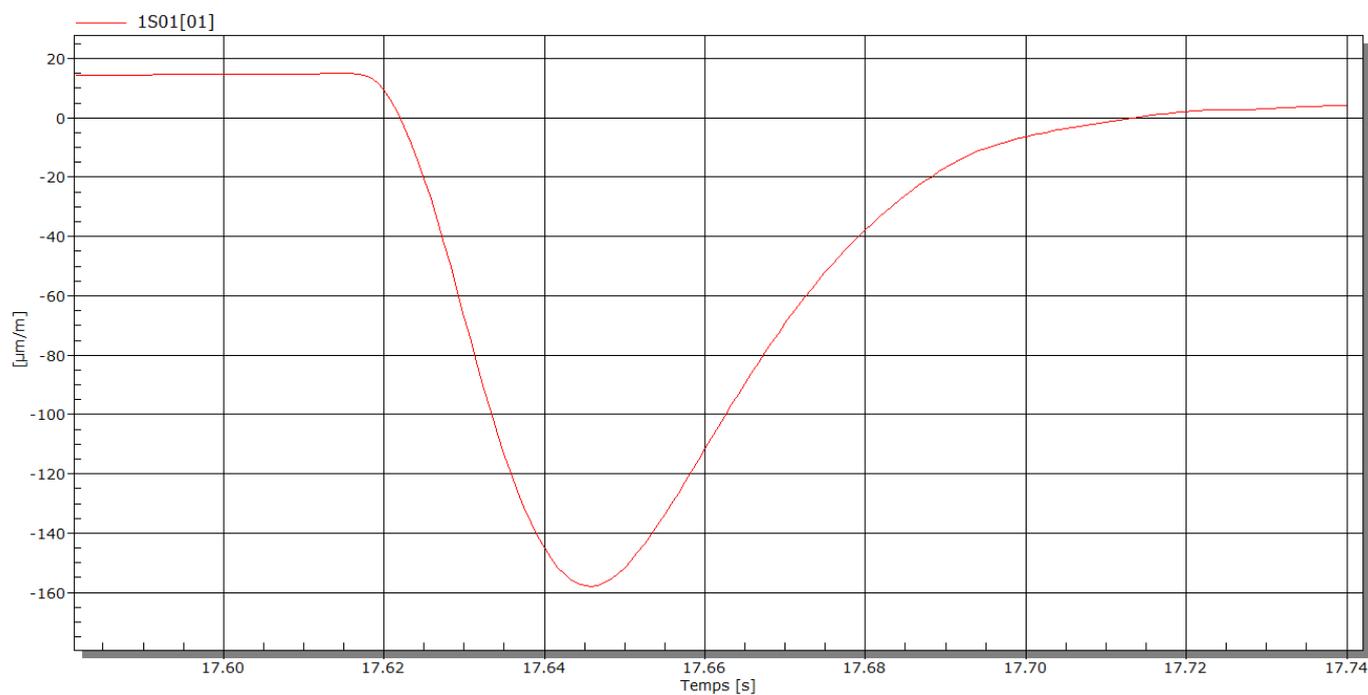


Figure 25 - réponse du capteur 1S01 sous chargement HWD (zoom sur le premier rebond de la chute n°1)

### 6.2. Suivi en température

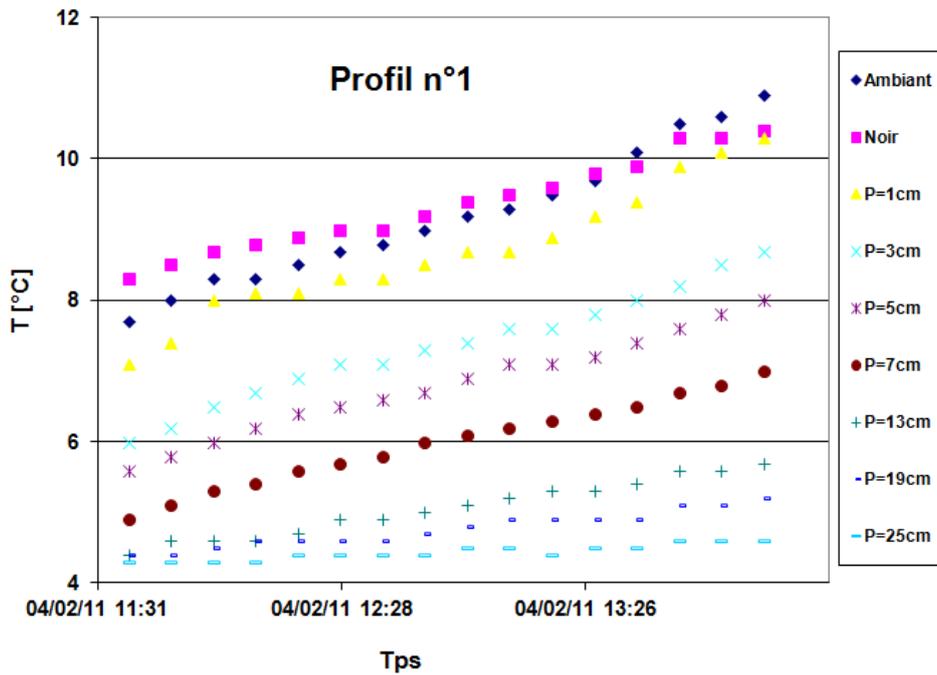


Figure 26 – Exemple d'évolution d'un profil de température (profil n°1 de la chaussée souple) en journée

### 6.3. Système de pesage dynamique

Un exemple de résultats d'essais est donné sur les figures 27 à 29 suivantes. Il s'agit de la vérification de l'effort HWD lors d'un essai constitué d'une chute de préchargement et de 3 chutes de mesure.

L'effort mesuré par le capteur du HWD est représenté en rouge ; celui donné par le système de pesage en bleu.

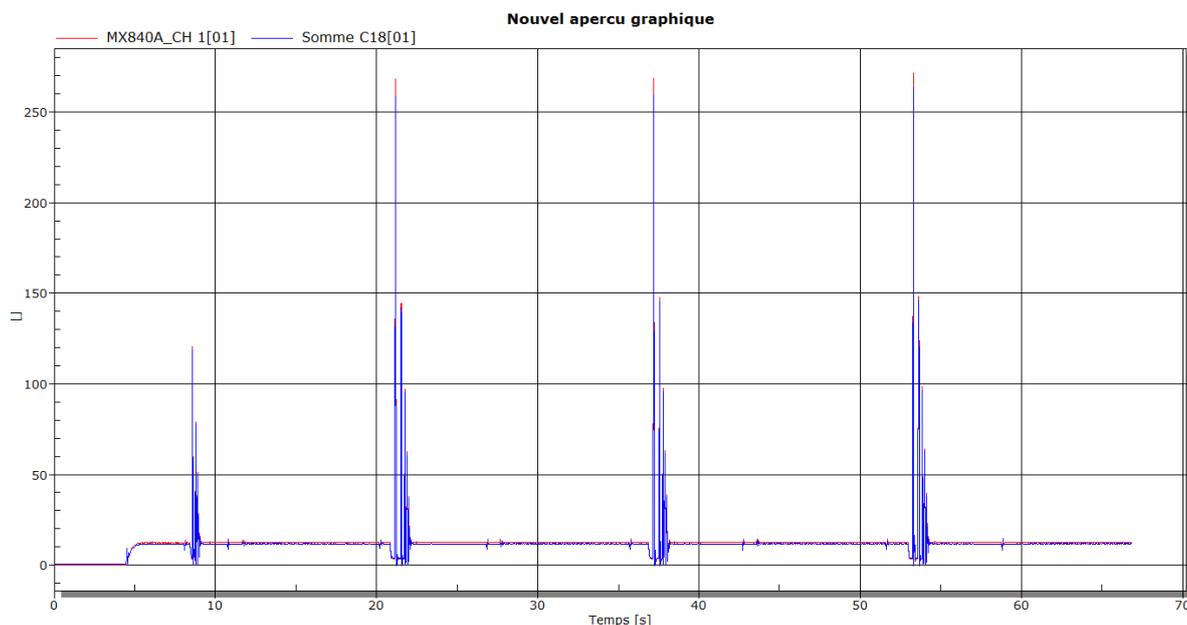


Figure 27 – Exemple de vérification d'un capteur HWD – vue d'ensemble

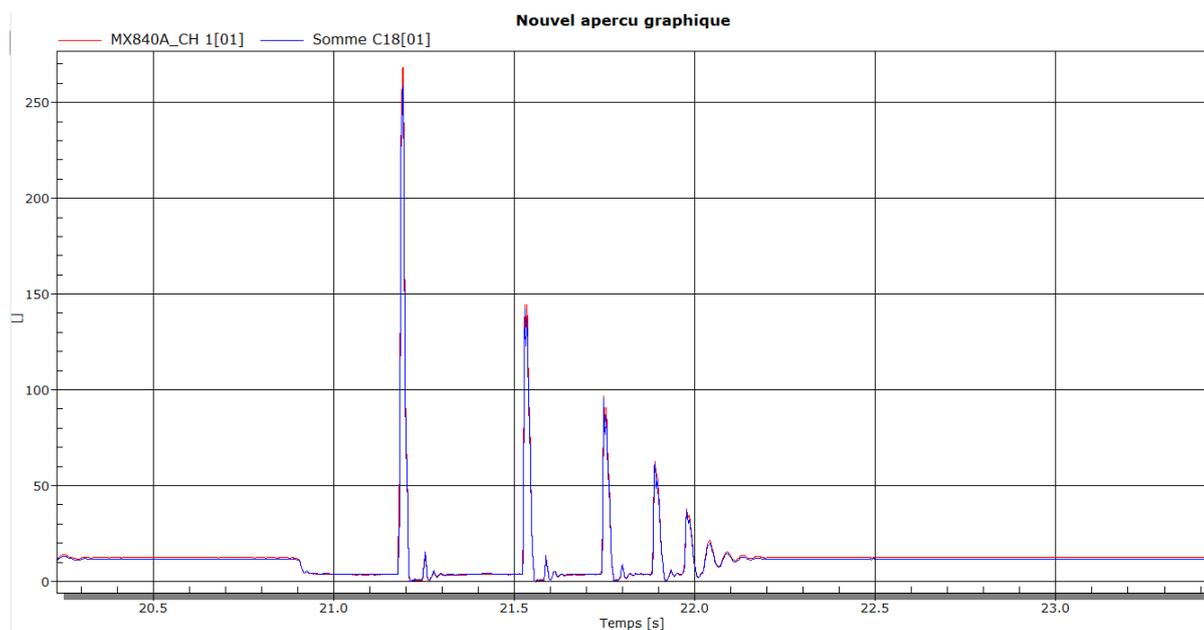


Figure 28 - Exemple de vérification d'un capteur HWD – détail d'une chute

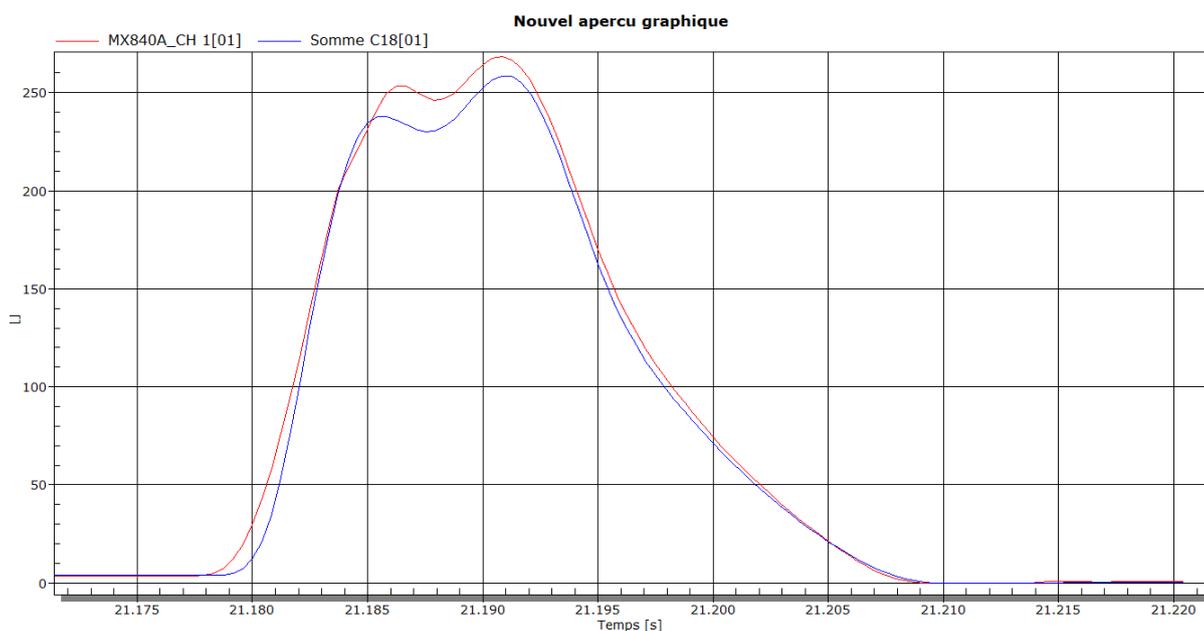


Figure 29 - Exemple de vérification d'un capteur HWD – détail du pic d'effort principal de la première chute

## 6.4. Ancrage profond

La figure 30 suivante compare les déformations sous essais HWD, sur le géophone n°2, données par la chaîne de mesure HWD, et l'ancrage profond.

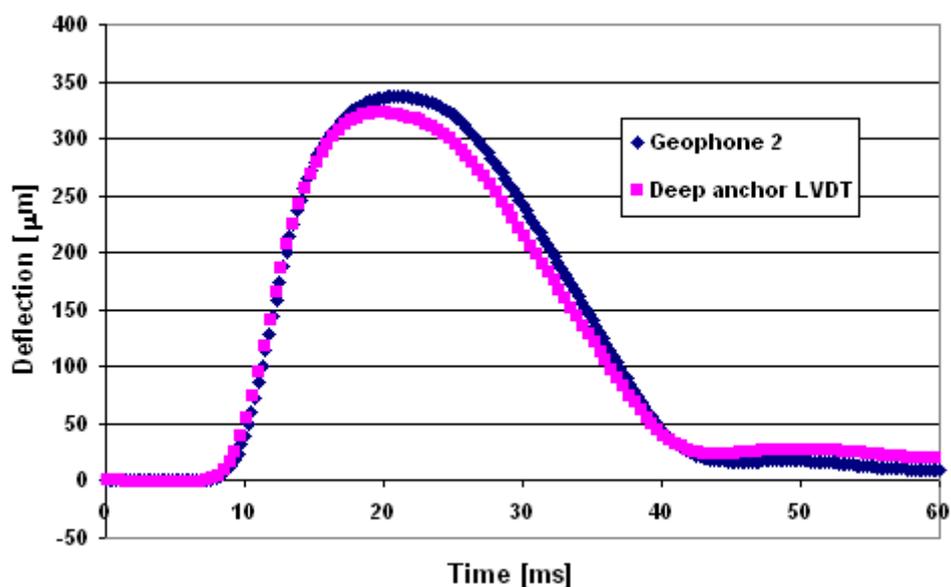


Figure 30 – Vérification des déflexions données par le HWD, à l'aide d'un ancrage profond

## 7. Limites d'utilisation

### 7.1. Limitations d'utilisation

Le tableau 4 ci-dessous présente les limites d'utilisation du matériel, en termes d'environnement physique et de contraintes appliquées maximales.

	Structure souple	Structure rigide	Accotement	Balance	Ancrage profond
Pluie	OK	OK	<del>NON</del>	NON	NON
T°C	5°C ≤ t° ≤ 30°C	0°C ≤ t° ≤ 40°C	<del>NON</del>	>0°C	5°C ≤ t° ≤ 30°C
Gradient max	0.3 °C / cm	0.2 °C / cm	<del>NON</del>	<del>NON</del>	<del>NON</del>
Fmax [kN]	300	300	<del>NON</del>	0.9 x 600kN	300kN
Facq max [Hz]	2400Hz	4800Hz	<del>NON</del>	19200Hz	4800Hz

Tableau 4 – Limites d'utilisation de la planche instrumentée

## **7.2. Incertitudes de mesure**

Les incertitudes de mesures ont été indiquées dans le présent document pour chaque capteur. Cependant, il convient de rappeler qu'il est important de dissocier ces incertitudes de mesures propres au capteur et les incertitudes attendues sur la mesure du capteur dans son environnement. Les aléas dans la réalisation du chantier, ainsi que les modifications du milieu induites par la mise en place du capteur rendent les incertitudes de mesure bien plus importantes.

Les données de dispersions entre capteurs d'un même type sont évaluées à partir des campagnes d'essais.

## **ANNEXE : A**

# **Chaussée souple et ses accotements**

## **Cartographie des épaisseurs des couches**

La figure 31 récapitule les épaisseurs des différentes couches de chaussée, obtenues à partir d'une étude radar réalisée à la réception de la planche (lignes L2 à L28), couplée avec des carottages (P1 et P5)

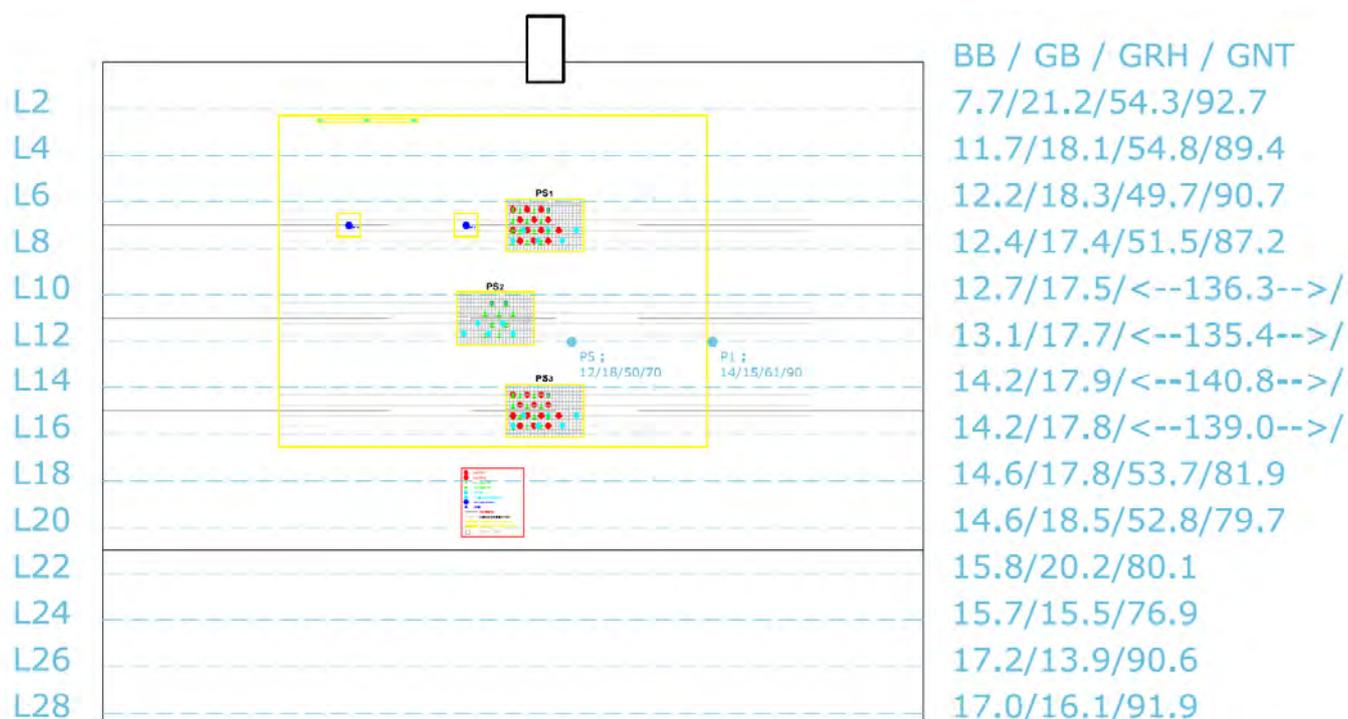


Figure 31 –Épaisseurs déterminées a posteriori à l'aide de l'étude radar

		Epaisseur de BBA en cm (couche de surface)	Epaisseur de GB en cm (couche de base)	Epaisseur de GNTA en cm (couche de fondation)	Epaisseur de GNTB En cm (couche de forme)
Chaussée souple	L2	7.7	21.2	54.3	92.7
	L4	11.7	18.1	54.8	89.4
	L6	12.2	18.3	49.7	90.7
	L8	12.4	17.4	51.5	87.2
	L10	12.7	17.5	136.3	
	L12	13.1	17.7	135.4	
	L14	14.2	17.9	140.8	
	L16	14.2	17.8	139.0	
	L18	14.6	17.8	53.7	81.9
	L20	14.6	18.5	52.8	79.7

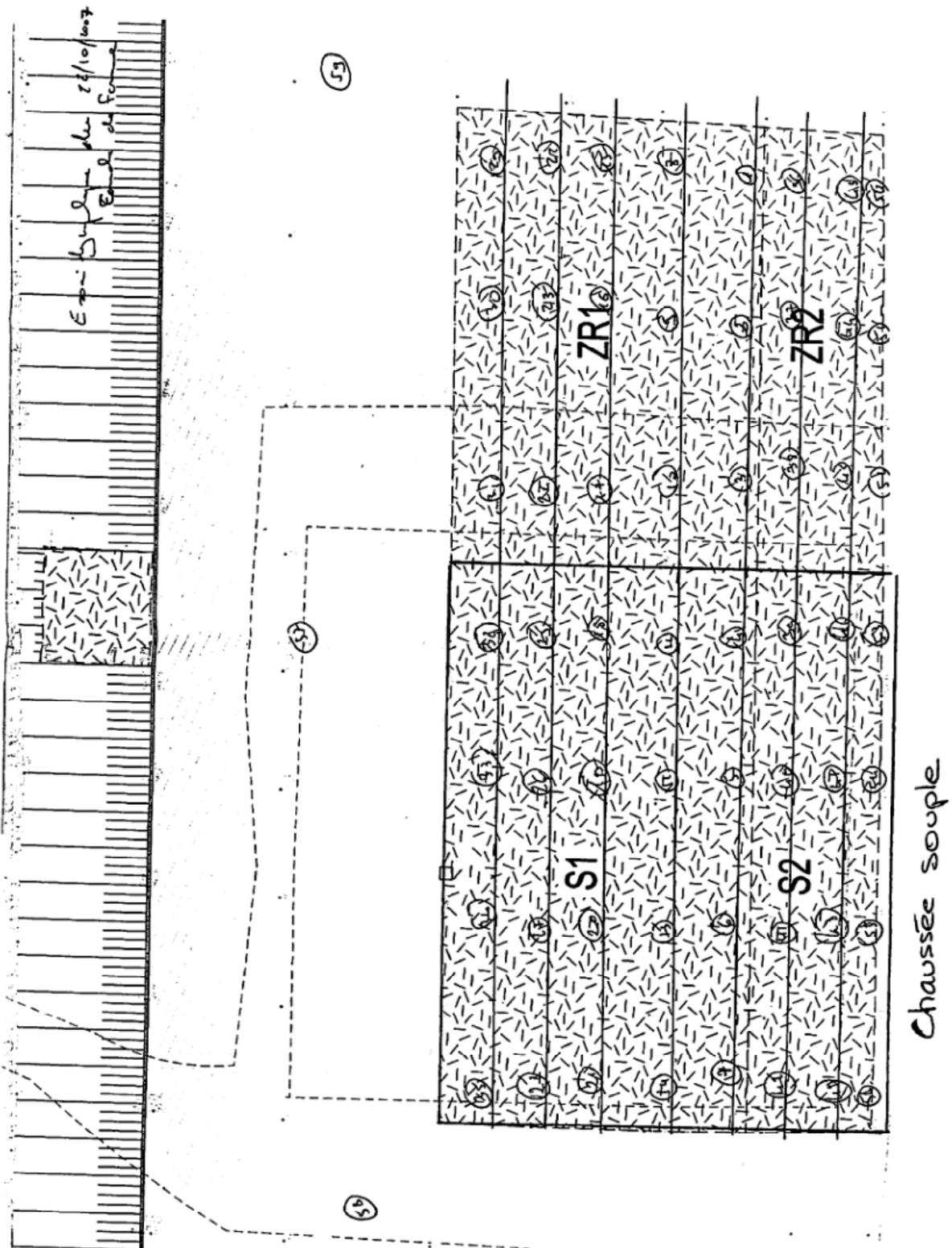
Epaisseur des couches constituant la chaussée souple d'après auscultation RADAR

		Epaisseur de BBA en cm	Epaisseur de GNTA en cm	Epaisseur de GNTB en cm
Accotement	L22	15.8	20.2	80.1
	L24	15.7	15.5	76.9
	L26	17.2	13.9	90.6
	L28	17.0	16.1	91.9

Epaisseur des couches constituant l'accotement de la chaussée souple d'après auscultation RADAR

## **ANNEXE : B**

### **Chaussée souple** Réception de la plateforme Essais à la dynaplaque





SOCIETE DES MATERIAUX DE LA SEINE



rte

recherche • technique • entreprise

Tel :01 45 90 72 30 Fax :01 49 82 20 89

## ESSAI DE PORTANCE A LA DYNAPLAQUE 2

Laboratoire de Sucy en Brie

NF P 94-117-2

<b>CHANTIER</b>	<b>BONNEUIL SUR MARNE - DGAC AV. MARECHAL LECLERC</b>		
<b>Matériau</b>	<b>GRAVE 0/30</b>		
<b>Situation</b>	<b>PLATE FORME</b>		
Société	SACER PARIS N. E	Date de la mise en oeuvre	
Destinataire	Mr BESSAIH	Date du Contrôle	22/10/2007

Nombre de mesures	59	Mini	Maxi	Moyenne
Module $E_{dyn2}$ (MPa)		16	108	74
Module de Westergaard estimé ( 10E5 Pa/cm)		1,6	10,8	7,4

Dynaplaque N° S 53

Etalonnage le: janv-07

	N° de l'essai	Module $E_{dyn2}$ en MPa	Module de Westergaard estimé en 10E5 Pa/cm	Indice Qualité du Support
	1	16	1,6	1
	2	50	5,0	3
	3	87	8,7	3
	4	76	7,6	3
	5	55	5,5	3
	6	81	8,1	3
	7	43	4,3	3
	8	61	6,1	3
	9	32	3,2	2
	10	103	10,3	4
	11	79	7,9	3
	12	63	6,3	3
	13	55	5,5	3
	14	31	3,1	2
	15	77	7,7	3
	16	43	4,3	3
	17	65	6,5	3
	18	61	6,1	3
	19	71	7,1	3
	20	63	6,3	3
	21	57	5,7	3
	22	88	8,8	3
	23	97	9,7	3
	24	104	10,4	4
	25	99	9,9	3
	26	84	8,4	3
	27	97	9,7	3
	28	77	7,7	3
	29	76	7,6	3
	30	71	7,1	3



SOCIETE DES MATERIAUX DE LA SEINE



Tel :01 45 90 72 30 Fax :01 49 82 20 89

Dossier n° 07197

## ESSAI DE PORTANCE A LA DYNAPLAQUE 2

Laboratoire de Sucy en Brie

NF P 94-117-2

	N° de l'essai	Module $E_{dyn2}$ en MPa	Module de Westergaard estimé en $10E5$ Pa/cm	Indice Qualité du Support
	31	59	5,9	3
	32	73	7,3	3
	33	62	6,2	3
	34	83	8,3	3
	35	78	7,8	3
	36	80	8,0	3
	37	74	7,4	3
	38	67	6,7	3
	39	96	9,6	3
	40	105	10,5	4
	41	98	9,8	3
	42	108	10,8	4
	43	100	10,0	4
	44	94	9,4	3
	45	91	9,1	3
	46	105	10,5	4
	47	47	4,7	3
	48	44	4,4	3
	49	80	8,0	3
	50	66	6,6	3
	51	93	9,3	3
	52	88	8,8	3
	53	79	7,9	3
	54	83	8,3	3
	55	62	6,2	3
	56	77	7,7	3
	57	83	8,3	3
	58	61	6,1	3
	59	60	6,0	3

Observations : Les mesures ont été repérées sur un plan par le chef de chantier.

Réalisé par : JM BENARD

Page 1/1

## **ANNEXE : C**

### **Chaussée souple**

Caractéristiques des matériaux  
constituant la couche de surface

# Caractéristiques techniques

**ENROBES 77**  
 Les Courceaux  
 Montereau sur le Jard  
 77950 MAINCY  
 Tél. : 01.64.38.85.01  
 Fax : 01.64.38.81.23

**FICHE PRODUIT**  
**BBA 0/10 - D (4/6)**  
**Classe 3**

Béton Bitumineux Aéronautique  
**BBA 0/10 - D classe 3**  
 Selon NF P 98-131 (nov. 1999)  
 Date étude : mai 2006  
 Laboratoire : CST - Enrobés 2

**Bitume pur 35/50**

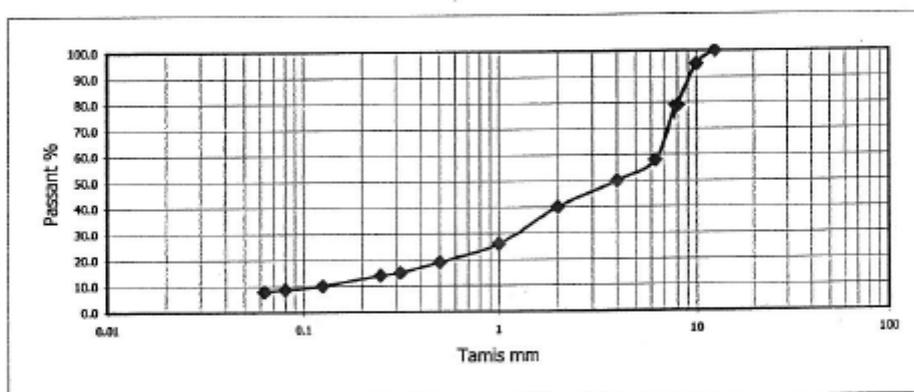
*Couches de surface*  
**Roulement**

*Couche d'accrochage (norme)*  
 $\geq 250 \text{ g / m}^2 \text{ bit. résiduel}$

Epaisseur (norme)	Minimum	Moyenne
	3	4 à 5 cm

Formulation				Granulats : Diorite bleue - BIIa		
6/10	La Noubleau	50%		Caractéristiques de l'enrobé		
2/4	La Noubleau	10%		MVRg : 2.839	S : 13.938	
0/2	La Noubleau	38.5%		MVR : 2.590	a : 0.933	
Fines d'apport			1.5%	Module de richesse	Spécification	
				Bitume pur 35/50 : 5.80 ppc	K = 3.68	$\geq 3.40$

Courbe granulométrique du mélange - NF EN 933-1																	
Tamais (mm)	0.06	0.08	0.13	0.25	0.32	0.50	1	2	4	6.3	8	10	12.5				
Passants %	7.9	8.6	10	14	15	19	26	40	50	58	79	95	100				



Essai Duriez - LCPC à 18°C (NF P 98-251-1)						Spécif.
MVA hydro : 2.40		V% : 7.3	Rc air (Mpa) : 11.1	Rc eau (Mpa) : 10.3	r/R : 0.93	$\geq 0.80$

Essai de compactage à la PCG (NF P 98-252)											
K	Girations	V1	V10	V25	V40	V60	V80	V100	V120	V150	V200
3.82	% vides	22.0	13.5	9.8	7.8	6.2	5.1	4.4	3.8	3.1	2.3
Spécifications		$\geq 9$		5-9							

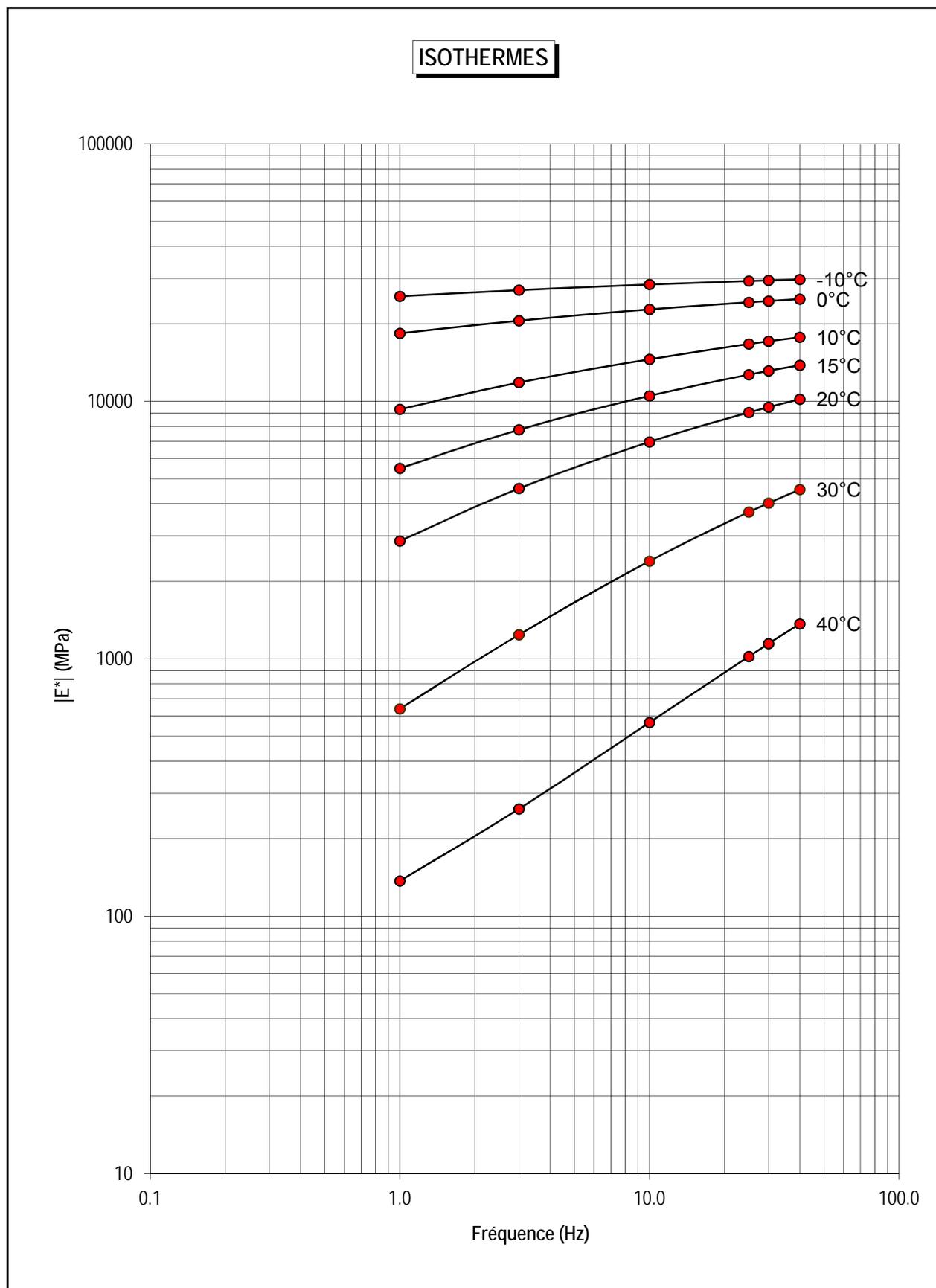
Ornière (NF P 98-253-1)			Spécifications
Epaisseur dalle	mm	50	50
Température	°C	60	60
Vides	%	7.7	7.9
Ornière	%	7.0	7.1
Nombre cycles	10000		

# Essais de modules complexes BBA

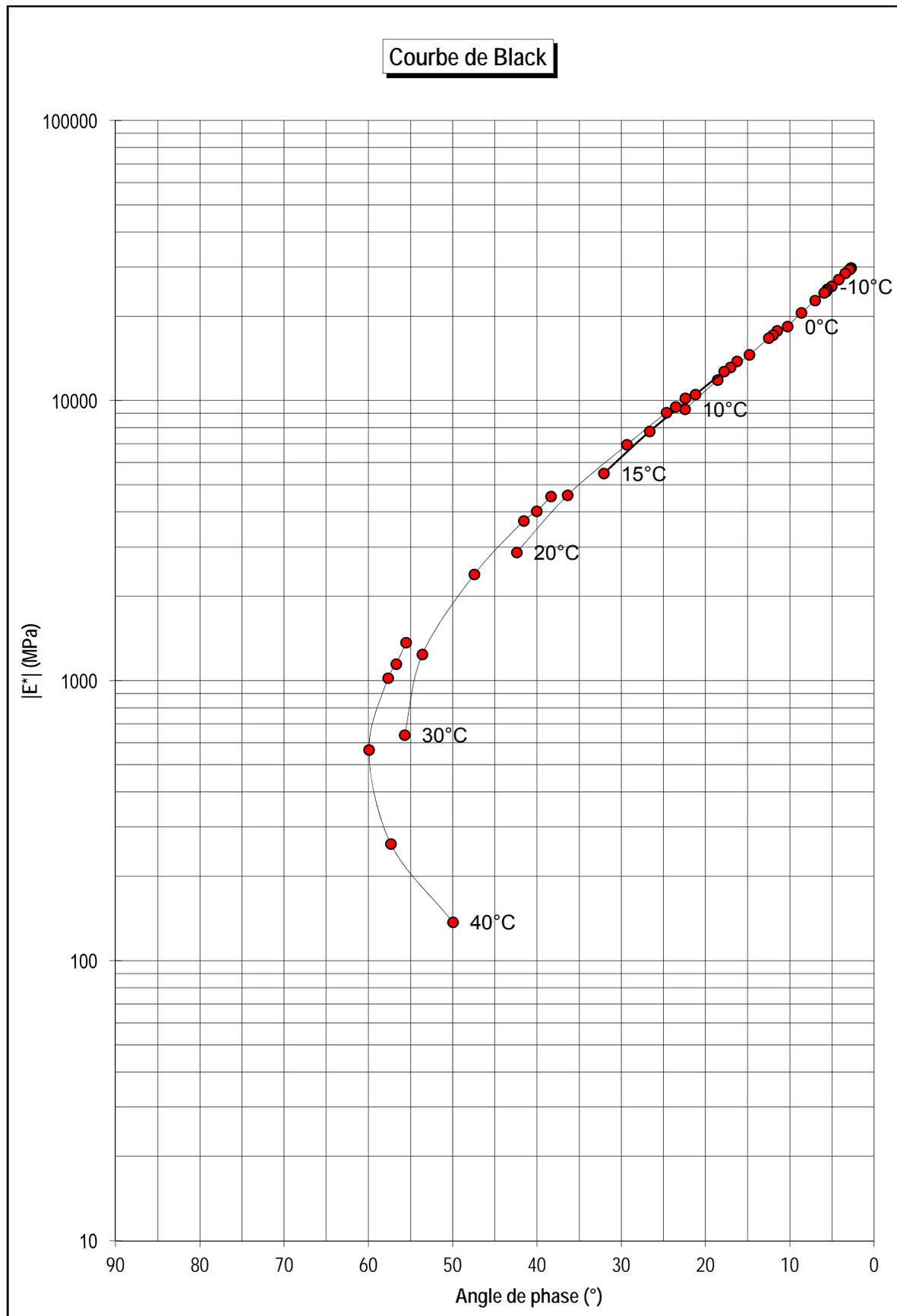
1 - Données brutes

Température (°C)	Fréquence (Hz)	E1 (MPa)	E2 (MPa)	E*  (MPa)	φ (°)
-10	40	29709	1417	29743	2.7
-10	30	29469	1453	29505	2.8
-10	25	29296	1497	29334	2.9
-10	10	28394	1707	28445	3.4
-10	3	26962	1997	27036	4.2
-10	1	25479	2246	25577	5.0
0	40	24824	2404	24940	5.6
0	30	24394	2436	24515	5.7
0	25	24102	2509	24233	5.9
0	10	22585	2776	22755	7.0
0	3	20331	3082	20563	8.6
0	1	18083	3270	18376	10.3
10	40	17392	3532	17747	11.5
10	30	16747	3553	17120	12.0
10	25	16312	3619	16709	12.5
10	10	14081	3722	14565	14.8
10	3	11225	3762	11839	18.6
10	1	8605	3549	9308	22.4
15	40	13252	3861	13803	16.3
15	30	12561	3842	13136	17.0
15	25	12089	3878	12696	17.8
15	10	9793	3798	10503	21.2
15	3	6936	3476	7758	26.6
15	1	4654	2913	5491	32.1
20	40	9420	3879	10188	22.4
20	30	8703	3789	9492	23.5
20	25	8229	3772	9052	24.6
20	10	6064	3407	6956	29.3
20	3	3696	2717	4588	36.4
20	1	2118	1932	2867	42.4
30	40	3565	2817	4543	38.3
30	30	3081	2588	4024	40.0
30	25	2781	2464	3715	41.6
30	10	1619	1763	2394	47.4
30	3	736	998	1240	53.6
30	1	360	528	639	55.7
40	40	773	1127	1366	55.5
40	30	628	957	1145	56.7
40	25	546	862	1020	57.7
40	10	283	489	565	59.9
40	3	141	220	261	57.3
40	1	88	105	137	50.0

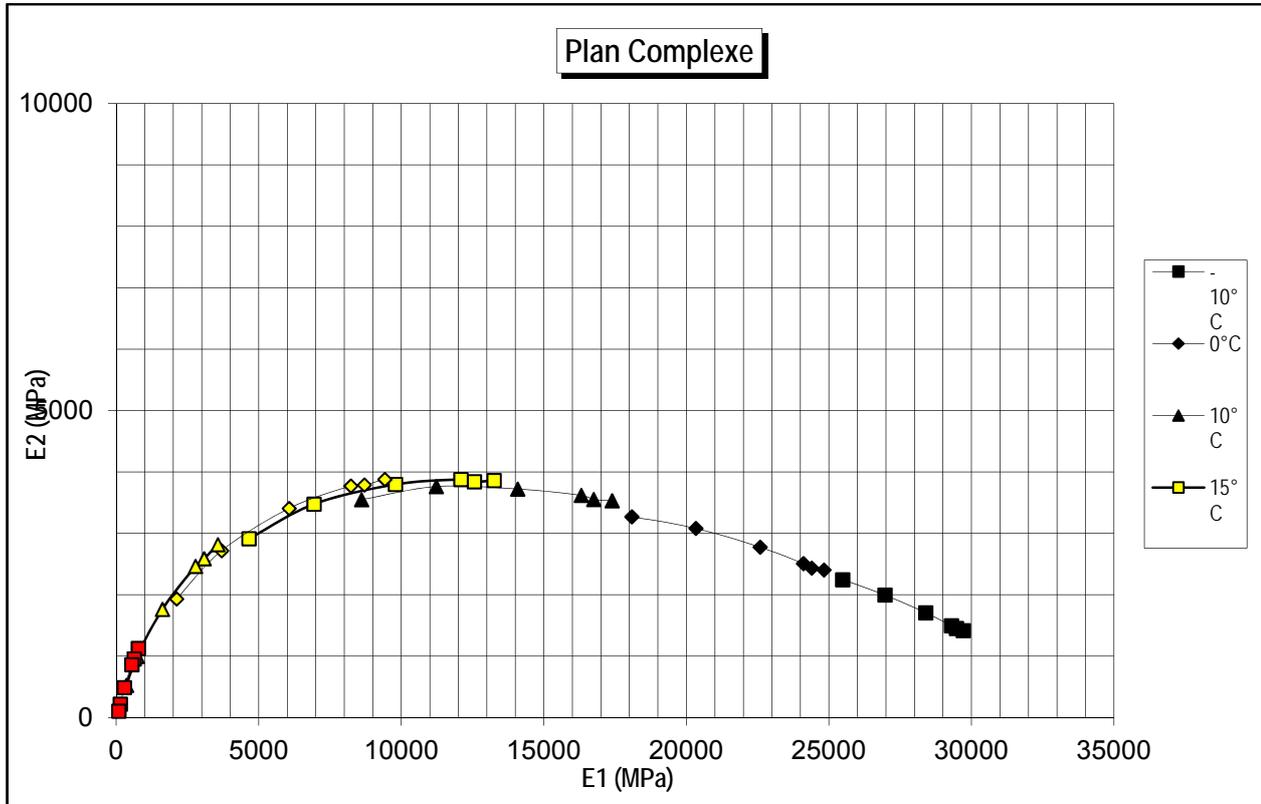
2 - Isothermes



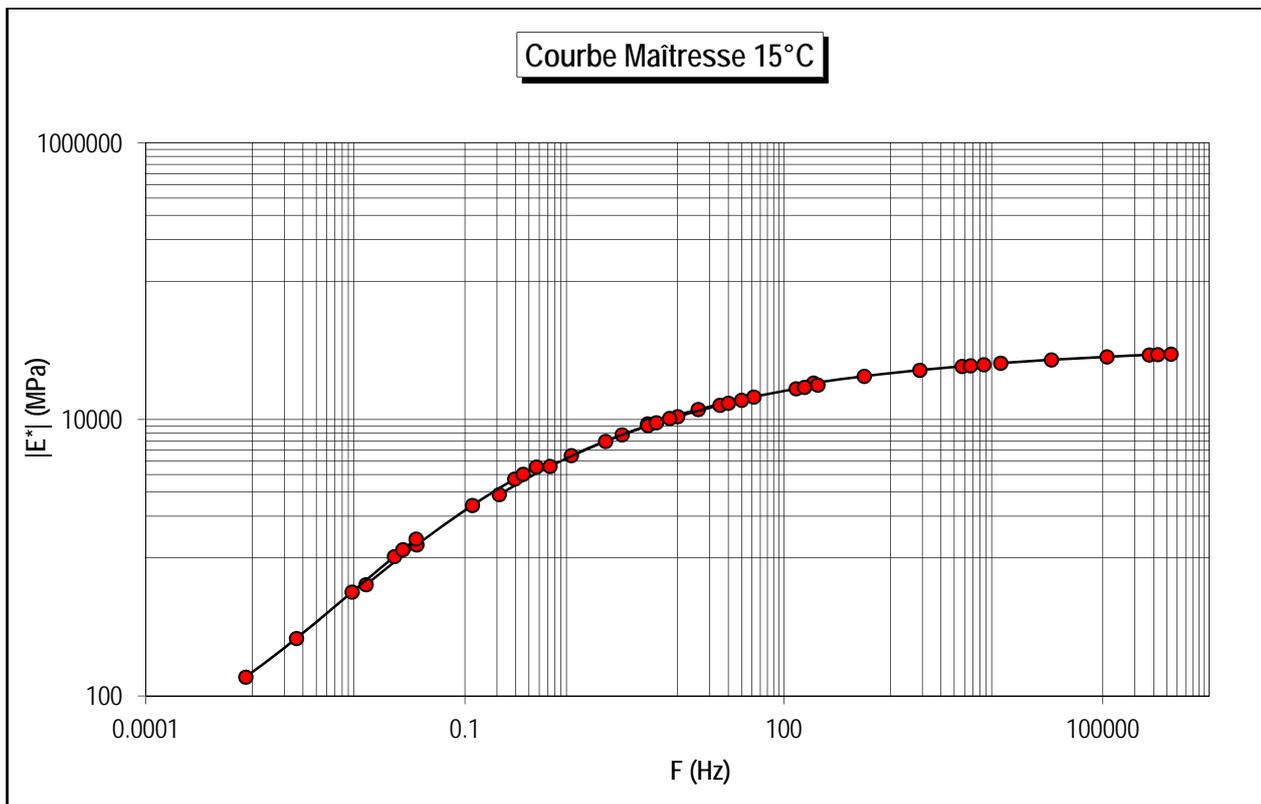
3 – Courbe de Black



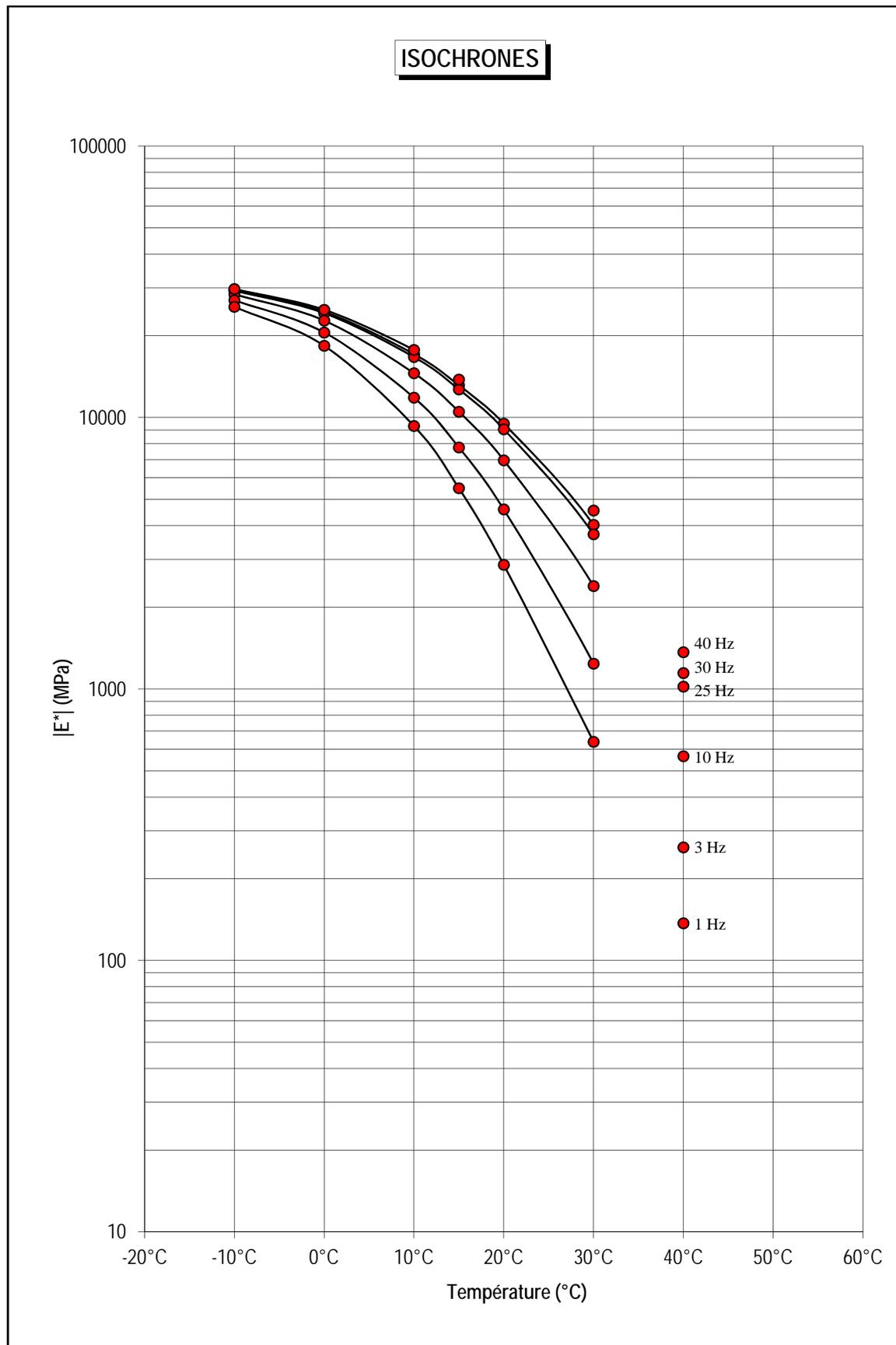
4 – Représentation dans le plan complexe



5 – Courbe maîtresse à 15°C



6 – Isochrones



## **ANNEXE : D**

### **Chaussée souple** Caractéristiques des matériaux constituant la couche de base

# Caractéristiques techniques

# Société Parisienne de Matériaux Enrobés

## Laboratoire

7 route de l'île saint Julien  
94388 Bonneuil / Marne cedex

☎ 01.43.39.24.48

☎ 01.43.99.05.12

## Centrale S.P.M.E Bonneuil

7 route de l'île saint Julien  
94388 Bonneuil / Marne cedex

☎ 01.43.39.24.48

☎ 01.43.99.05.12

### Fiche produit

## Grave Bitume 0/14 Classe 3

GB 0/14 Classe 3

Code : A064

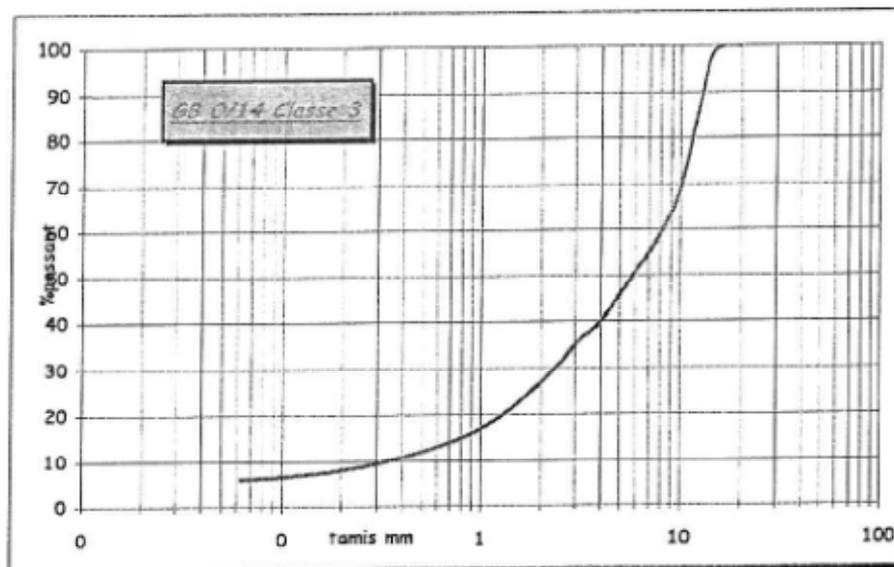
Norme :

NF P 98-138

Catégorie des Granulats		C III a	Composition Granulaire		
Masse Volumique Réelle des granulats	2.696		10/14	Calcaire dur CCM Wallers	35.0%
Module de Richesse de l'enrobé	2.9	> 2.8	6/10	Calcaire dur CCM Wallers	15.0%
Masse Volumique réelle de l'enrobé	2.512		4/6	Calcaire dur CCM Wallers	11.0%
Conformément à la circulaire ministérielle du 03/10/2006			0/4	Calcaire dur CCM Wallers	39.0%
SPME, se réserve le droit, sous réserve de disponibilité, d'incorporer 10% d'agrégats d'enrobés dans ce produit.					
Les caractéristiques techniques du produit sont maintenues			Bitume 35/50 4.50 PCE 4.31%		

### Granulométrie

Tamis (mm)	NF EN 933-1 Passant % tôle perforée
20	100
16	100
14	97
12.5	88
10	69
8	59
6.3	52
4	40
3.15	36
2	27
1	17
0.500	12
0.250	9
0.125	7
0.063	6.0



### Recommandations d'utilisation selon la norme NF P 98-138

- Domaine d'utilisation : → Couche de base ou de fondation
- Application d'une couche d'accrochage : → 250g au moins de bitume résiduel au m<sup>2</sup>.
- Épaisseur moyenne d'utilisation : → 8 à 14 cm
- Quantité : → Environ 24 kg au m<sup>2</sup> par centimètre d'épaisseur.
- Température de fabrication : → 165 °C (+/- 10 °C)
- Température minimale d'application : → 130 °C

Caractéristiques mécaniques au dos

### Grave Bitume 0/14 Classe 3

GB 0/14 Classe 3

Code : A064

#### Caractéristiques DURIEZ (NF P 98-251-1)

M.V.R de l'enrobé :	2.512	Résistance à sec R (Mpa)	9.5
M.V.A hydrostatique :	2.318	Résistance avec Immers. r (Mpa)	7.5
% Compacité :	92.3	Rapport r/R	0.79 >0.70
% de vides :	7.7	% eau absorbée	3.2

#### Caractéristiques P.C.G (NF P 98-252)

Nombre de girations		5	15	25	40	60	100	120	200
% de vides moyen		21.5	16.5	14.1	12.0	10.2	8.0	7.3	5.4

Résultats	Spécifications
% de vides à 10 girations :	18.4%
% de vides à 100 girations :	8.0%
% de vides à 200 girations :	5.4%

Pente K :	4.27
% vides à C1 :	27.8%
Coéf. cor. :	1.000
Régression à :	

#### Essai d'orniérage (NF P 98-253-1)

Nombre de cycles	Profondeur d'ornièr en %	Spécifications
100	1.4	
300	1.7	
1000	2.3	
3000	2.8	
10000	3.5	< 10%
30000		

Epaisseur 100mm	% vides avt essai	T°C essai	Nb jours avt. Essai
Moyenne	9.5%	59	

A = 2.31 (ornièr à 1000 cycles)  
b = 0.180 (pente de la droite)

#### Module de rigidité (NF EN 12697-26)

Appareillage d'essai	Pots vibrants	Spécifications
MV moyenne des éprouvettes(kg/m3) NF EN 12697-6/29	2 278	
Teneur moyenne des vides(%) NF EN 12697-5	9.6	
Température (°C)	15	
Fréquence (Hz)	10	
Déformation epsilon (µD)	50	
Module de rigidité  E'  (Mpa)	10 520	> 9000 Mpa

Date de l'étude de la présente formulation : 3 juillet 2007 par le laboratoire SCRS IdFN

Document rédigé par  
Bernard FILLEUL

Validé par le directeur d'exploitation  
Jean-Denis PIERRE





Fabrication et vente d'enrobés à chaud et à froid, émulsions de bitume, matériaux traités aux liants hydrauliques, graves non traitées et granulats de recyclage.



La reproduction du document est interdite



S.P.M.E.

7, Route de l'Église - 51100 Bannais sur Marne  
Téléphone : 01 43 39 24 58  
Télécopie : 01 43 99 05 12

Extraction d'enrobés

Page 174, imprimé le jeudi 19 novembre 2007

Producteur : SPME Centrale SPME 1  
Enrobés : GB 0/14 Classe 3

Utilisateur : Contrôle interne

Contrôleur	Laboratoire Bannais
Prélèvement n°	19/11/2007 à 10:10
Prélevé par	A. NMILLI
Norme d'essai	Méthode par centrifugation continue (B1.2/B2.1/par différence) -
Référence	NFEN 13108-21-Référence Producteur (01/08/2007)

Produit	Producteur	Nature	Proportions
10/14 Calcaire Dur	Carrière CCM Wallers	Calcaire	33.5 %
6/10 Calcaire Dur	Carrière CCM Wallers	Calcaire	16.5 %
4/6 Calcaire Dur	Carrière CCM Wallers	Calcaire	11.5 %
0/4 Calcaire Dur	Carrière CCM Wallers	Calcaire	38.5 %
Bitume 35/50		Bitumes purs	4.5 %

Méthode par centrifugation continue (B1.2/B2.1/par différence)

Opérateur	A. NMILLI	Date	19/11/2007
Conditions météo	NORMAL	Remarques	
Chantier	STAC Bannais	Client	SACER CHAMPIGNY
Code Produit	A004	N° d'affaire	

MVRg	T/m³	MVRliant	1.025 T/m³	MVRe	0 T/m³
------	------	----------	------------	------	--------

	Heure	T(°C)	Bitume purifié	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	6.3	8	10	12.5	14	16	Surface usinée	Stabilité de l'essai
Essai n°1	10:10	165	4.56	6.2	8	9	12	17	27	44	54	64	74	85	96	100	10.54	0.00
Essai n°2	10:20	164	4.26	6.5	8	9	12	17	27	43	54	62	72	84	97	100	10.91	0.00
Essai n°3	10:30	165	4.32	6.4	8	9	12	17	27	43	54	61	70	84	98	100	10.90	0.00
Moyenne		166	4.38	6.4	8	9	12	17	27	43	54	63	72	84	97	100	10.75	0.00
Ecart			4.50	6.0	7	9	12	17	27	40	52	59	69	88	97	100		0.00
Ecart-type			0.72	0.22	0.22	0.00	0.14	0.16	0.08	0.79	0.36	2.28	3.83	0.85	1.13	0.00	0.27	0.00
Boite maxi			4.75	6.8					39		55		72					
Boite min			4.25	5.2					25		49		60					
mini		164	4.26	6.2	8	9	12	17	27	43	54	61	70	84	96	100	10.54	0.00
maxi		168	4.56	6.5	8	9	12	17	27	44	54	64	74	85	98	100	10.91	0.00





PARIS-NORD-EST  
DIRECTION TECHNIQUE  
Laboratoire de Paris

Trappes, le 23-nov-07

Affaire : Bonneuil sur Marne (94) - DGAC  
n° : 07.CHA.147

PV n° : 1  
Opérateur : F.Morin

**CONTROLE DES MASSES VOLUMIQUES (rétrodiffusion)**  
(selon MOPNE 03a)

Date mise en oeuvre : 19/11/07	Matériau : GB 0/14 CI3
Date des essais : 19/11/07	Type d'ouvrage : Couche de base
Appareil de mesure : Troxler 3440 n° 33740	Epaisseur : 10 cm
Dernier calibrage : 23/04/07	Provenance : SPME - Bonneuil sur Marne (94)
Epaisseur prise en compte : en rétrodiffusion	Support : GNT B 0/20

Spécification  
Vides : ≤ 9 %

Références :  
M.V.R = 2.512 t/m3

n° essai	Repère	voie	Masse volumique	Compacité	Vides
1	1	1ere couche	2.419	96.3%	3.7%
2	2	cf plan	2.425	96.5%	3.5%
3	3		2.408	95.9%	4.1%
4	4		2.411	96.0%	4.0%
5	5		2.374	94.5%	5.5%
6	6		2.378	94.7%	5.3%
7	7		2.403	95.7%	4.3%
8	8		2.385	94.9%	5.1%
9	9		2.375	94.5%	5.5%
10	10		2.328	92.7%	7.3%
11	11		2.396	95.4%	4.6%
12	12		2.374	94.5%	5.5%
13	13		2.338	93.1%	6.9%
Moyennes			2.386	95.0%	5.0%

Météo : nuageux      température = 8 °C

**Atelier d'application**

\_ Finisseur Dynapac DF 121 C  
\_ Cylindre HAMM HD 70

\_ Pneu Caterpillar PS 300 C

**Observations**

\_ Résultats conformes à la spécification du PAQ.

Diffusion : A.Bessaih  
Sacer PNE Champigny

Validé par H.Le Moine

PJ : schéma d'implantation



LABORATOIRE REGIONAL DE L'OUEST PARISIEN  
12, rue Tessier de Bort  
78190 - Trappes  
Tél/ALCI: 01 69 11 30 60

**RÉSULTATS D'ANALYSES D'ENROBÉS**

Méthode de Rouen - NF EN 12697-1

Groupe Chaussées  
Section ALC  
ORM-FIEX-27  
Mise à jour le  
01/12/2004

**IDENTIFICATION DU CONTRÔLE**

N° Réf. P. V. : ALC      44337      Subdivision cliente : STAC      Date des prélèvements : 19/11/07  
Centrale N° 94.01      Lieu du chantier : PLANCHE EXPERIMENTALE BONNEUILISTU des prélèvements : CHANTIER  
SPME      Catégorie d'enrobé : GB 0/14 C3      Mode de prélèvement : VIS DU FINISSEUR      Contrôle N° 1487  
Formule Théorique : N° 8

**RÉSULTATS**

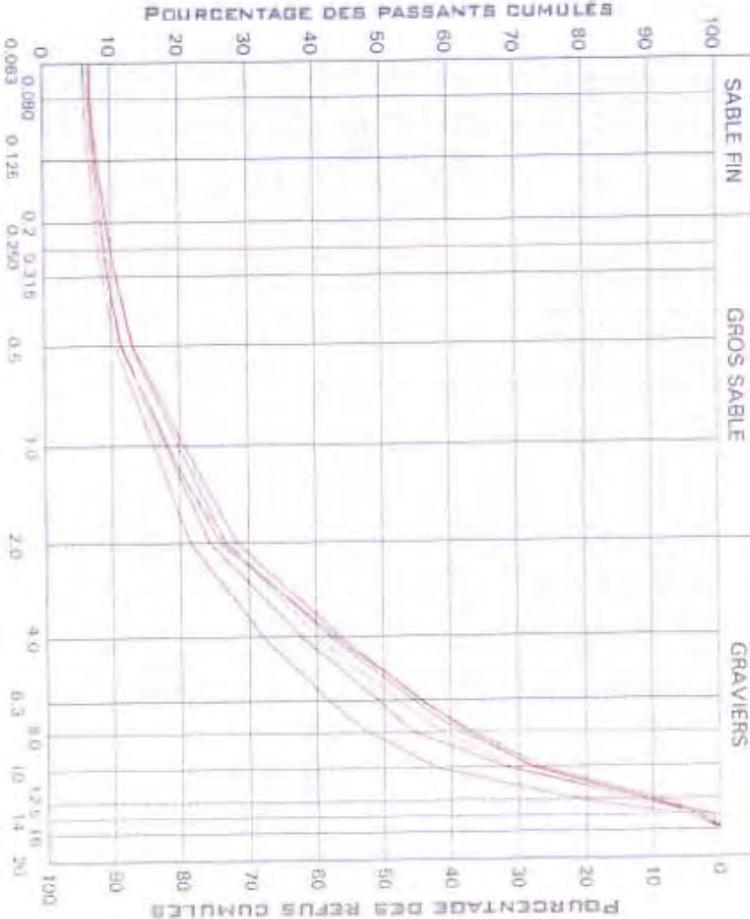
N°	Heure	T °C	% Limb ext.	% Limb int.	% 63µ	% 80µ	% Passant à			K
							2.0mm	4.75mm	6.3 mm	
1	10:55	160	4.23	4.06	6.7	6.8	24.3	37.8	49.2	2.65
2	12:00	165	4.62	4.42	6.8	7.0	28.2	43.6	55.4	2.87
3	14:40	186	4.04	3.88	5.9	6.0	21.4	32.2	41.8	2.59
4	14:50	180	4.56	4.36	7.1	7.2	26.6	42.1	54.5	2.81
5	15:15	170	4.46	4.27	6.8	6.8	25.8	42.8	55.7	2.78
Moyennes			4.38	4.20	6.6	6.8	25.3	39.7	51.3	2.74
Valeurs théoriques			4.50		6.0	6.5	27.0	40.0	52.0	2.90
Tolérances moyennes			± 0.25%		± 1%		± 3%		± 5%	

Observations sur les essais : Résultats conformes

par la formation contrôlée

Réalisation des essais : Date : 20/11/2007  
Chargé d'essais : [Signature]

**ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES**



- FORMULE THÉORIQUE
- N°8 : GB 0/14 C3 WALLERS
  - 10/14 CALCAIRE WALLERS : 35.00%
  - 6/10 CALCAIRE WALLERS : 15.00%
  - 4/6 CALCAIRE WALLERS : 11.00%
  - 0/4 CALCAIRE WALLERS : 39.00%
  - Bitume 35/50 : 4.50%

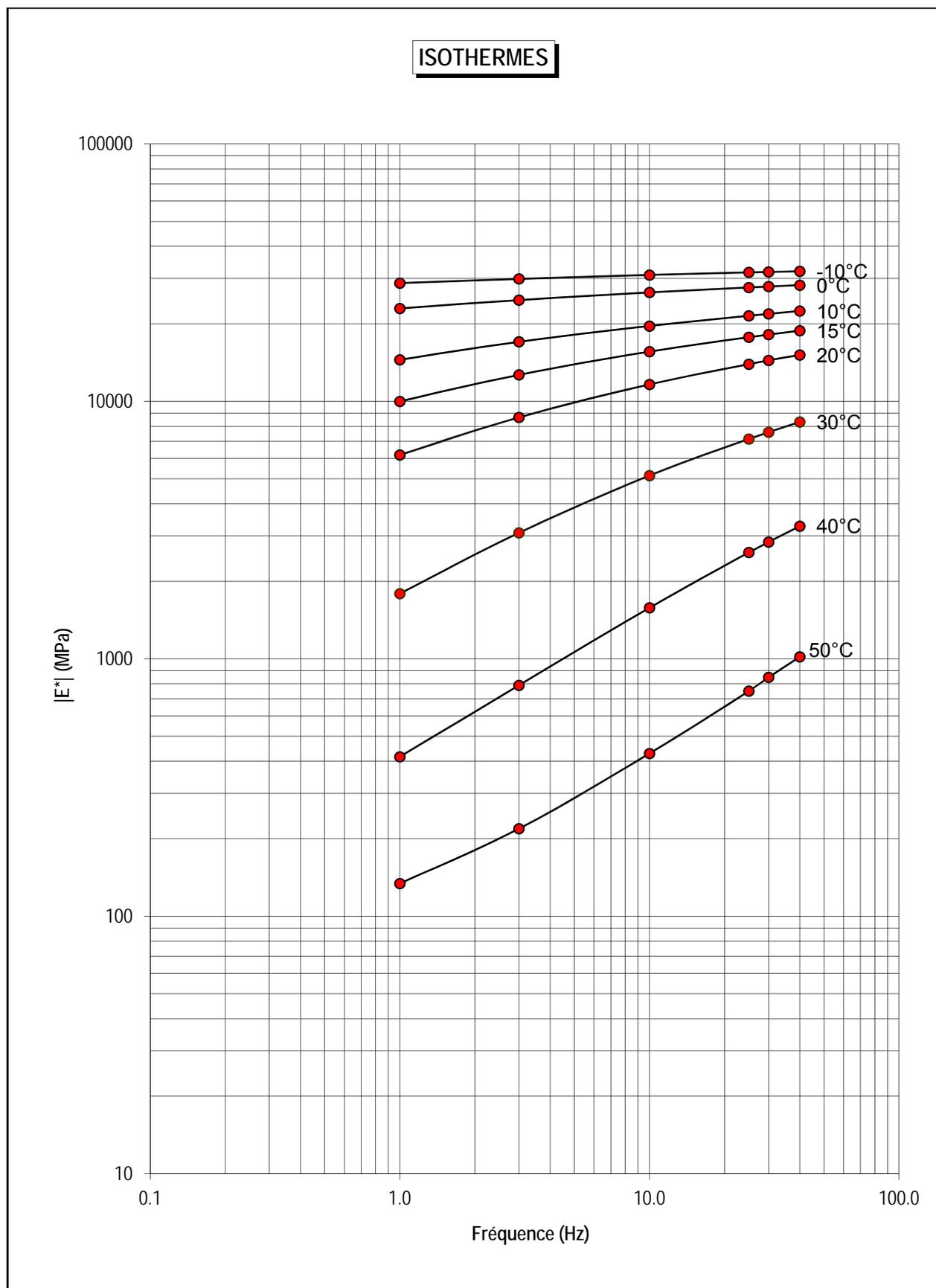


# Essais de modules complexes GB

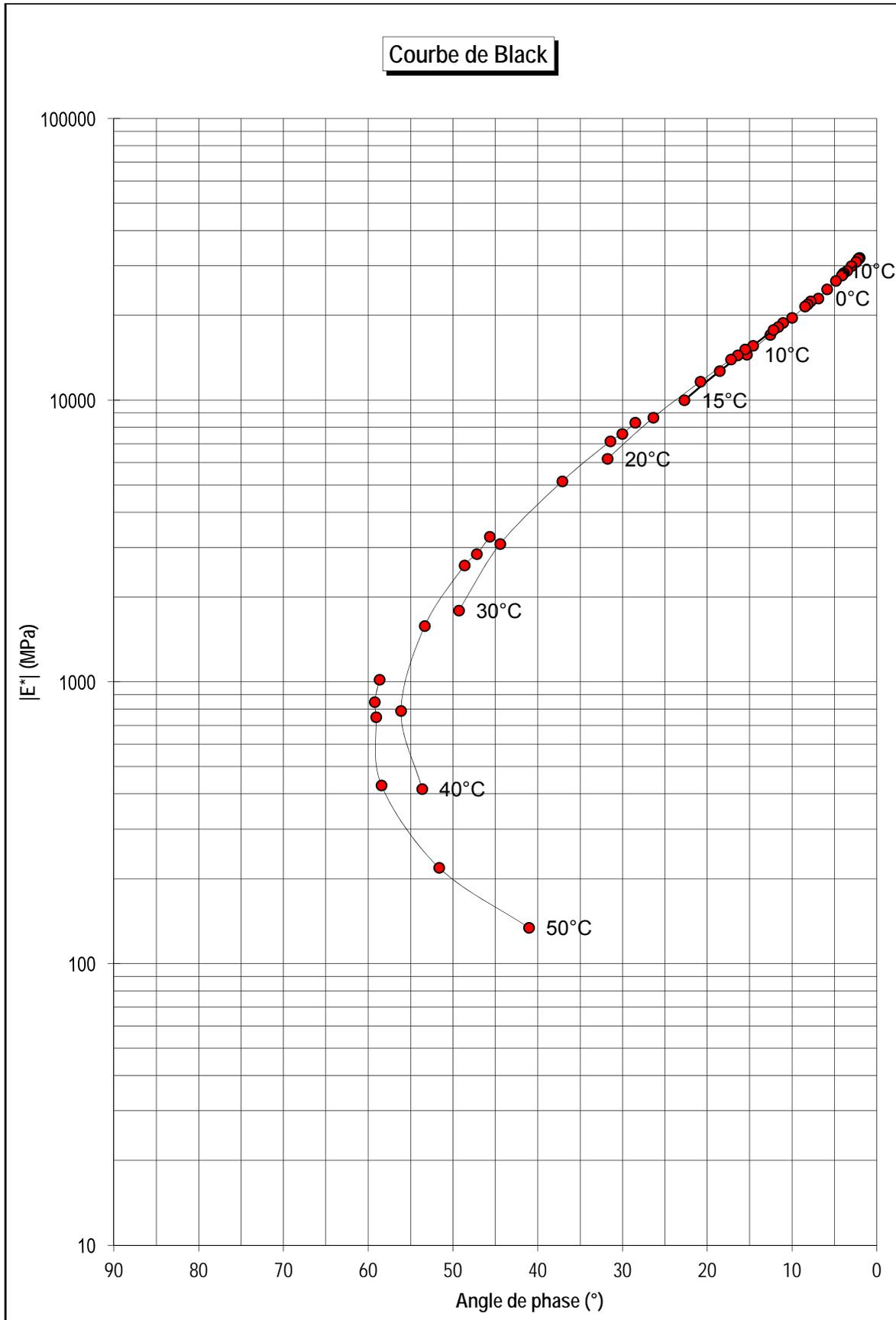
1 - Données brutes

Température (°C)	Fréquence (Hz)	E1 (MPa)	E2 (MPa)	E*  (MPa)	φ (°)
-10	40	31974	1123	31993	2.0
-10	30	31795	1157	31816	2.1
-10	25	31680	1215	31703	2.2
-10	10	30911	1327	30939	2.4
-10	3	29864	1558	29904	3.0
-10	1	28722	1750	28775	3.5
0	40	28186	1904	28250	3.9
0	30	27847	1960	27916	4.0
0	25	27598	1997	27670	4.1
0	10	26396	2227	26490	4.8
0	3	24598	2529	24728	5.9
0	1	22776	2760	22942	6.9
10	40	22222	3045	22430	7.8
10	30	21645	3105	21866	8.2
10	25	21259	3167	21494	8.5
10	10	19297	3408	19596	10.0
10	3	16636	3707	17044	12.6
10	1	13988	3828	14502	15.3
15	40	18458	3616	18809	11.1
15	30	17803	3657	18174	11.6
15	25	17346	3747	17746	12.2
15	10	15094	3929	15597	14.6
15	3	12022	4037	12682	18.5
15	1	9221	3853	9994	22.7
20	40	14587	4052	15140	15.5
20	30	13841	4070	14427	16.4
20	25	13317	4126	13941	17.2
20	10	10875	4125	11631	20.8
20	3	7764	3848	8666	26.4
20	1	5264	3261	6192	31.8
30	40	7311	3969	8319	28.5
30	30	6570	3796	7588	30.0
30	25	6092	3727	7142	31.4
30	10	4106	3106	5148	37.1
30	3	2203	2159	3085	44.4
30	1	1167	1358	1791	49.3
40	40	2287	2343	3274	45.7
40	30	1930	2085	2841	47.2
40	25	1712	1943	2589	48.6
40	10	943	1265	1578	53.3
40	3	439	655	789	56.1
40	1	247	335	416	53.6
50	40	529	869	1018	58.7
50	30	433	728	847	59.2
50	25	385	643	749	59.1
50	10	224	365	429	58.4
50	3	136	171	219	51.6
50	1	101	88	134	41.0

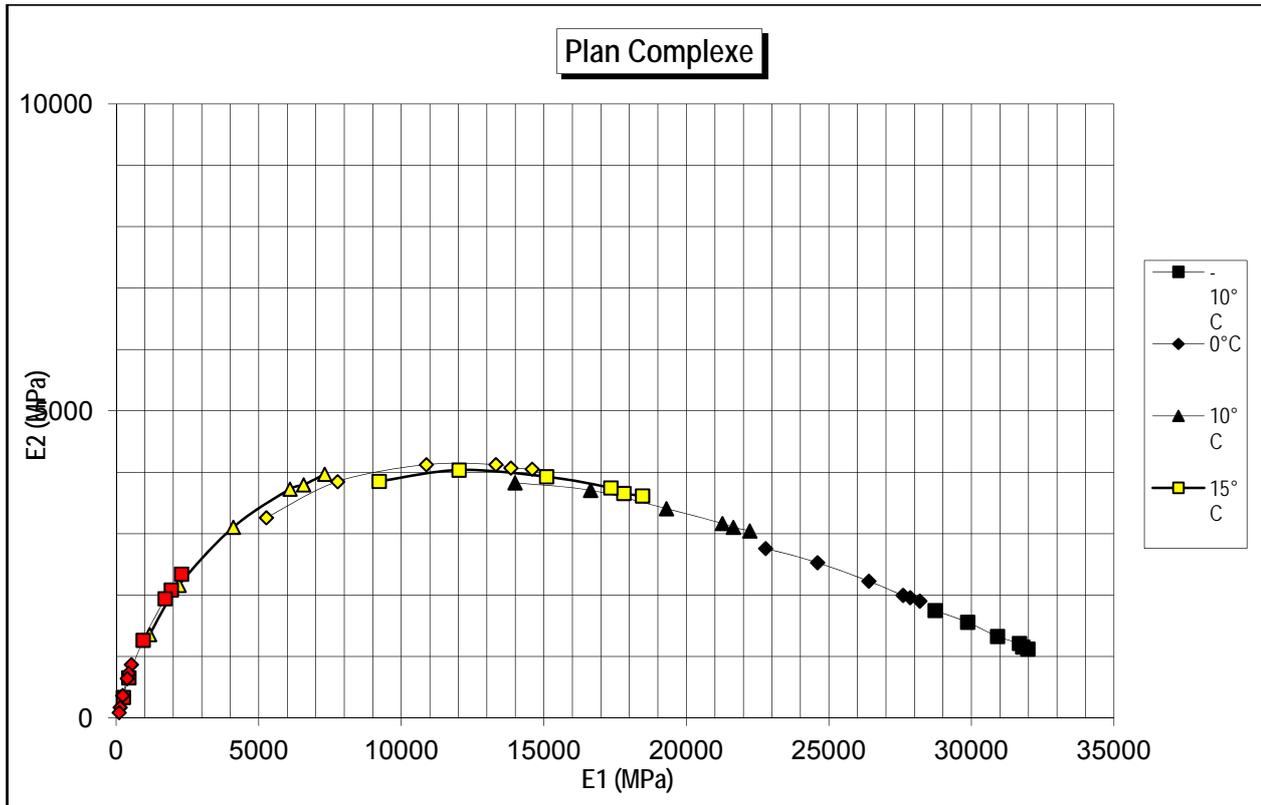
2 - Isothermes



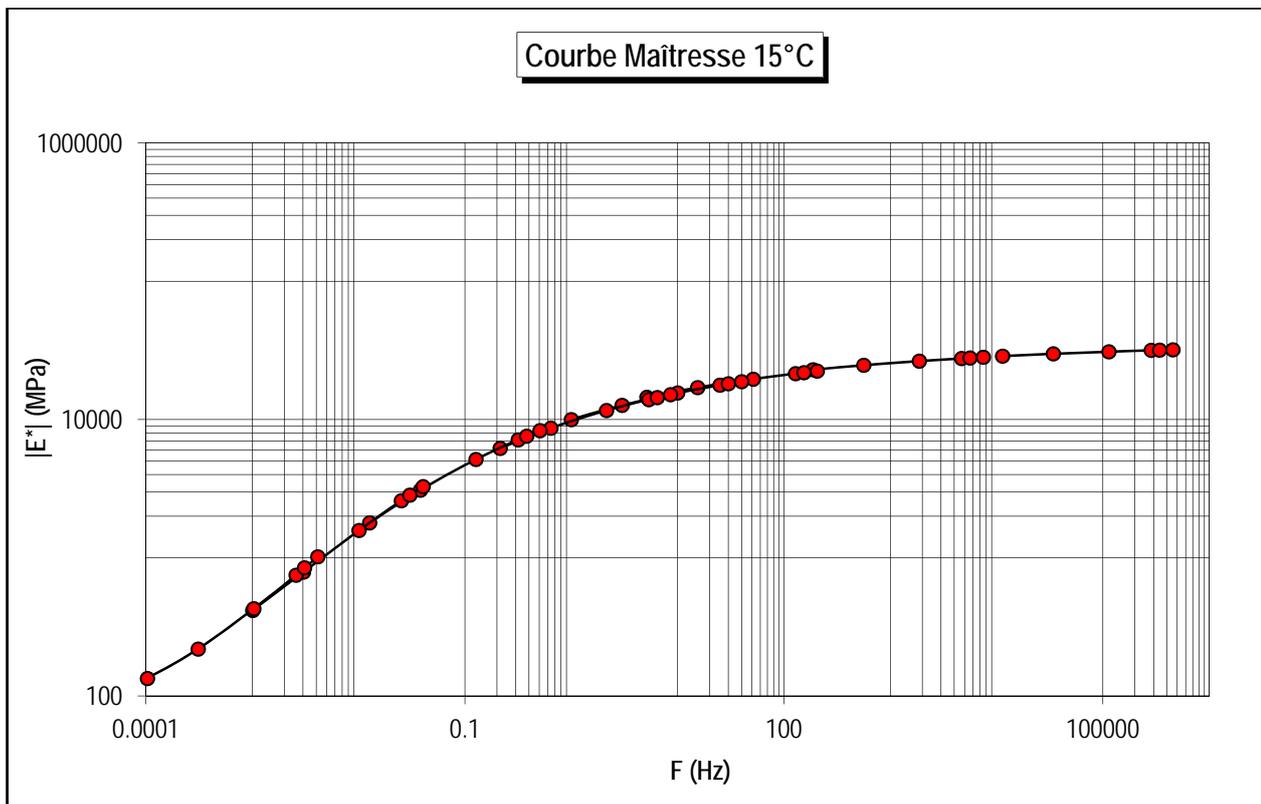
3 – Courbe de Black



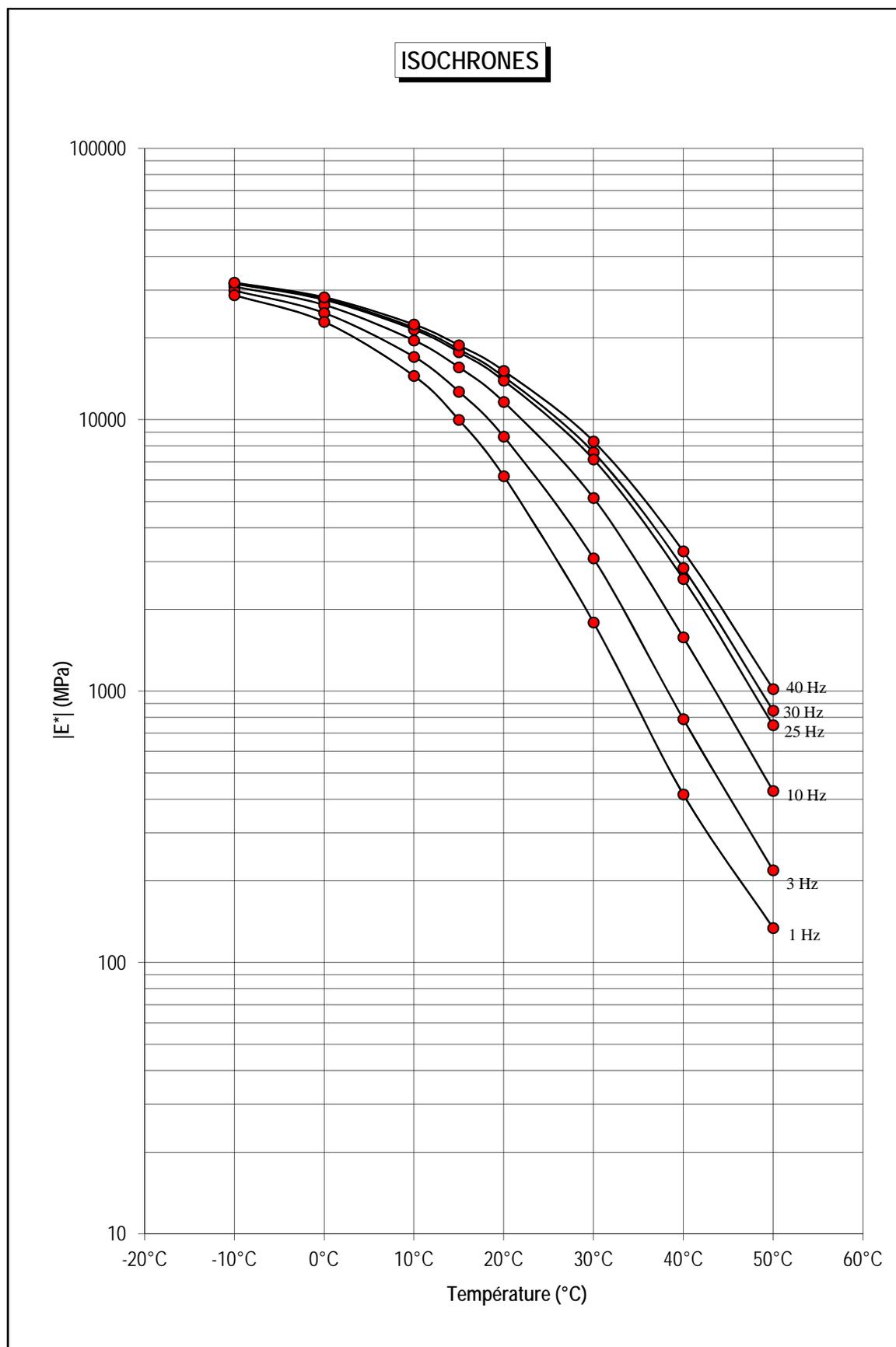
4 – Représentation dans le plan complexe



5 – Courbe maîtresse à 15°C



6 – Isochrones



## **ANNEXE : E**

### **Chaussée souple** Caractéristiques des matériaux constituant la couche de fondation

# Fiche technique GNTB



Laboratoire de Paris

Trappes, le 08-nov-07

Affaire : DGAC - Bonneuil / Marne (94)  
n° : 07.CHA.147

PV n° : 07.147 / 01  
Opérateur : F.Morin

**CONTROLE DES MASSES VOLUMIQUES (transmission directe)**  
(selon MOPNE 02b)

Date mise en œuvre : 06/11/07	Matériau : GNT B 0/20 Silico-Calcaire
Date des essais : 06/11/07	Type d'ouvrage : couche de fondation 1
Appareil de mesure : Troxler 3440 n°31421	Epaisseur : 25 cm
Dernier calibrage : 19/04/07	Provenance : MRB
Profondeur source : 20 cm	Support : GNT A

Spécification : origine CCTP q2 (NF P 98-115)	Références : MVd opm = 2,14 t/m3
Taux de comp. moyen $\geq 97.0\%$ MVdopm pour 50.0% des mes. et 95.0% des mes. $\geq 95.0\%$ MVdopm	W% opm = 6.5 %

n° essai	Repère	Sens ou voie	M. V. appar. humide	W%	M. V. appar. sèche	Taux de compactage
1	1	cf plan	2.261	5.9	2.135	99.8%
2	2	"	2.268	5.4	2.152	100.6%
3	3	"	2.249	5.4	2.134	99.7%
4	4	"	2.279	5.6	2.158	100.8%
5	5	"	2.268	5.8	2.144	100.2%
6	6	"	2.265	5.6	2.145	100.2%
7	7	"	2.248	5.6	2.129	99.5%
8	8	"	2.306	5.6	2.184	102.0%
n mesures	Moyennes		2.268	5.6	2.147	100.3%
8						

**Résultats** Taux de comp. moyen  $\geq 97.0\%$  MVdopm pour 100.0% des mes.  
100.0% des mes.  $\geq 95.0\%$  MVdopm  
**Résultats conformes**

Météo	beau temps				température = 13 °C
-------	------------	--	--	--	---------------------

**Atelier de compactage**

- \_Cylindre Caterpillar CS 533 E
- \_Pneu Caterpillar PS 300 C

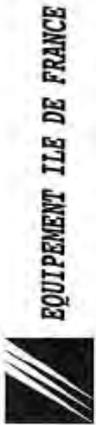
**Observations**

\_Résultats conformes à la spécification q2 (origine CCTP).

Diffusion
A.Bessaih
Sacer PNE Champigny

Validé par H. Le Moine

Trappes, le 08-nov-07

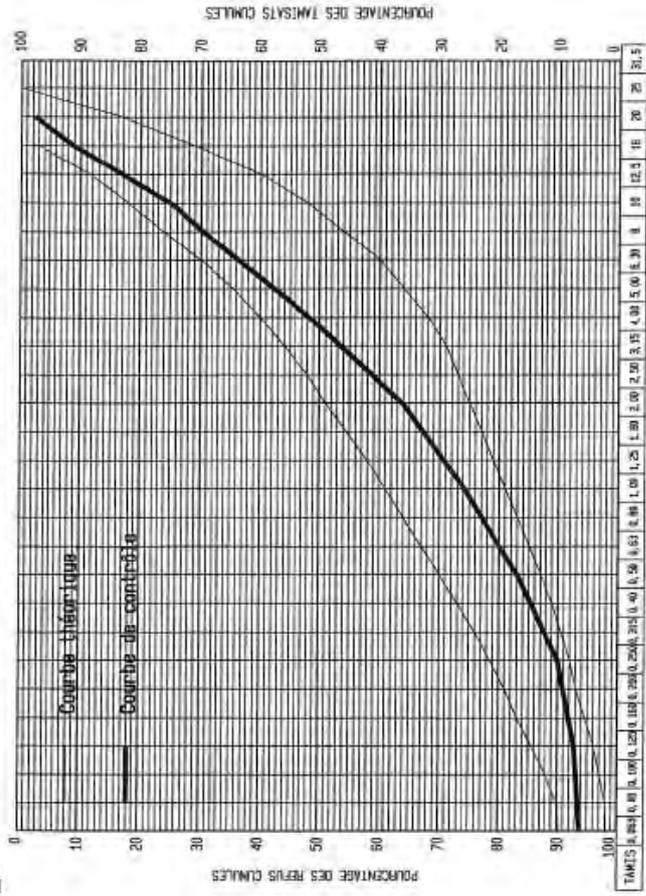


**CONTRÔLE DE FABRICATION  
DE CENTRALE DE MALAXAGE  
ASSISES TRAITEES**

LABORATOIRE REGIONAL DE L'OUEST PARISIEN

12, rue Tessierenc de Bort - 78190 Trappes - Tél : (1) 34 82 12 34  
Télex : LABTRAP 697 192 F - Télécopieur : (1) 39 50 83 69

**ANALYSE GRANULOMETRIQUE - Fuseau de spécifications**



Groupe CHAUSSEES	Section O. R. M.	Dossier n°	Contrôle n° 81
Centrale : M. R. B.	Chantier : AERODROME BONNEVILLE	Date : 06/11/07	
Matériau : 5. N. T. 0/20 TYPE B	Opérateur : OULOUQUIN		

**FORMULE THEORIQUE N° 62**

Constituants	Fractions	Origines	Dosages théoriques
GRAVILLONS	4/20	MAROLLES	50%
SABLE	0/4	MAROLLES	20%
SABLE CAL.	0/5	JOUY LE CHATEL	30%

**Essai PROCTOR MODIFIE**  
 W% OPM : 5,5%  
 G d'OPM : 2,10

Observations sur la formule : .....

Identification : .....

**Observations sur la qualité du mélange**

Teneur en eau : **ACCEPTABLES**

Teneur en activant : .....

Teneur en liant : .....

Recomposition Granulométrique : **SATISFAISANTE**

Remarques générales : .....

RESULTATS D'ANALYSES SUR LE MELANGE	
Teneur en activant	Teneur en eau
	5,7%
	5,6%
	5,6%
	5,7%
Teneur en liant	

**CONTRÔLE du fonctionnement de la centrale à partir des enregistrements de débit**

Constituants	Teneur en eau granulats	Nombre de tréfiles	Poids sur tapis ou débit t/h humide enregistré	Variation maximale enregistrée sur le poids ou les débits t/h	Dosage calculé d'après les enregistrements débit sec t/h
GRAVILLONS	2,8%	7	118 T/H	± 1 T/H	114,8 T/H 25,3%
GRAVILLONS	3%	8	118 T/H	± 1 T/H	114,5 T/H 25,3%
SABLE ROULE	6%	6	94 T/H	± 1 T/H	88,7 T/H 19,6%
SABLE CALCAIRE	4,6%	5	141 T/H	± 1 T/H	134,8 T/H 29,8%
Eau d'apport :			0 M3/H		

Observations sur les réglages : **SATISFAISANTS**



**EQUIPEMENT ILE DE FRANCE**  
**LABORATOIRE REGIONAL DE L'OUEST PARISIEN**  
**CONTROLE DE FABRICATION**  
**DE CENTRALE DE MALAXAGE**  
**ASSISES TRAITEES**

12, Rue Léopold de Bort 78190 Trappes - (t) : (31 82 12 34  
 Téléc. : LABTRAP 697 192 F - Télécopieur : (31) 30 50 83 69

Groupe CHAUSSEES	Section O.R.M.	Dossier n°	Contrôle n°
Centre de M. R. B.	Chantier : AERODROME BONNEVILLE	Date : 07/11/07	
Matériau : S.M. 0/20 TYPE B	Opérateur : DULOUJIN		

**FORMULE THEORIQUE N° : 62**

Constituants	Fractions	Origines	Indages EN/tonnes
GRAVILLONS	4/20	MAROLLES	30%
SABLE	0/4	MAROLLES	20%
SABLE CAL.	0/6	JOUY LE CHATEL	30%

**Essai PROCTOR MODIFIE**  
 % OPCM : 6,6%  
 & OPCM : 2,10

Identification

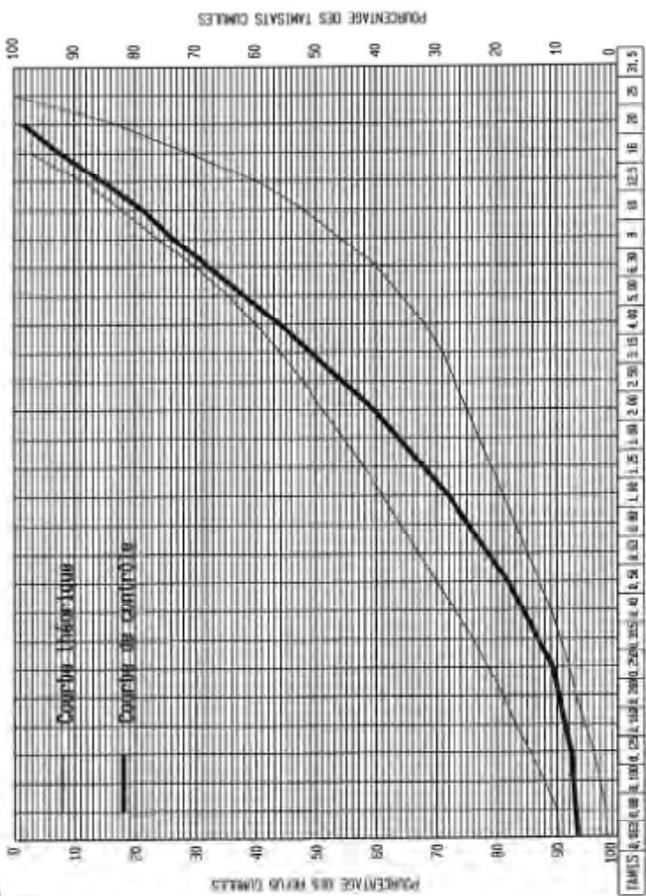
Observations sur la formule :

**CONTROLE du fonctionnement de la centrale à partir des enregistrements de débit**

Constituants	Teneur en eau granulés	Maître en litres	Poids sur tapis ou débit T/h totale enregistré	Variation relative enregistrée sur le débit ou les débits T/h	Dosage calculé d'après les enregistrements de débit sec T/h
GRAVILLONS	3%	7	142 T/H	+ - 1 T/H	137,9 T/H 50,5%
SABLE ROBLE	6%	6	57 T/H	+ - 1 T/H	53,8 T/H 19,7%
SABLE CALCAIRE	4,5%	5	85 T/H	+ - 1 T/H	81,3 T/H 29,6%
Eau d'apport :			0 M3/H		

Observations sur les réglages : SATISFAISANTS

**ANALYSE GRANULOMETRIQUE - Fuseau de spécifications**



Observations sur la qualité du mélange

Teneur en eau : UN PEU FAIBLES

Teneur en actvant :

Teneur en liant :

Recomposition Granulométrique : SATISFAISANTE

Remarques générales :

**RESULTATS D'ANALYSES SUR LE MELANGE**

Teneur actives	Teneur en eau
5,4%	5,4%
5,6%	5,6%
5,2%	5,2%
5,3%	5,3%
Teneur en liant	



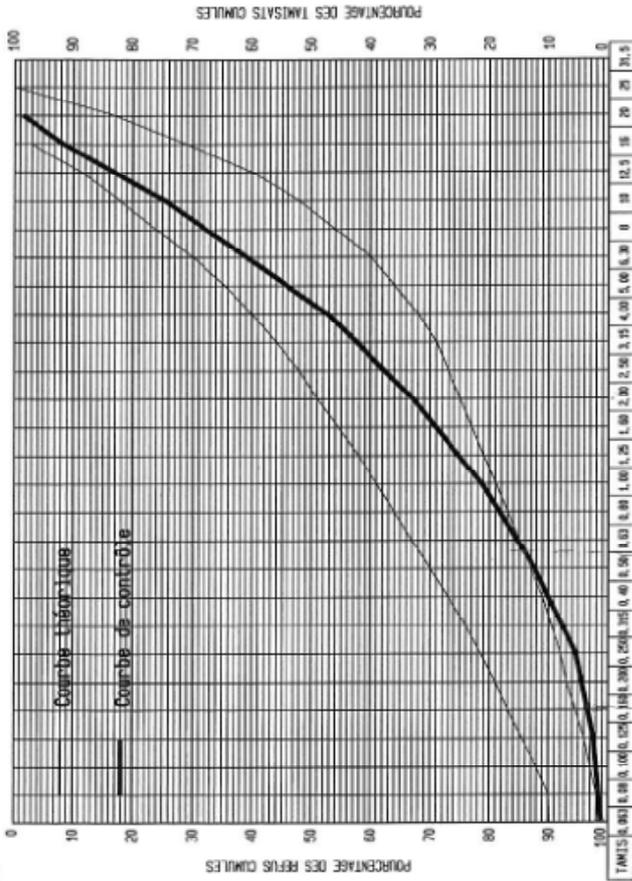
**EQUIPEMENT ILE DE FRANCE**

**CONTROLE DE FABRICATION  
DE CENTRALE DE MALAXAGE  
ASSISES TRAITEES**

LABORATOIRE REGIONAL DE L'OUEST PARISIEN

12, rue Teisserenc de Bort 78150 Trappes - Tél : (1) 34 82 12 34  
Tél ex : LABTRAP 697 192 F - Télécopieur : (1) 30 50 83 69

**ANALYSE GRANULOMETRIQUE - Fuseau de spécifications**



Observations sur la qualité du mélange

Teneur en eau : ACCEPTABLES.....  
 Teneur en activant : .....  
 Teneur en liant : .....  
 Reconstitution Granulométrique : LA COURBE DE CONTROLE SORT DU FUSEAU DE SPECIFICATION AU NIVEAU DU SABLE.....  
 Remarques générales : .....

RESULTATS D'ANALYSES SUR LE MELANGE	
Teneur en activant	Teneur en eau
	6.6%
	8.1%
	6%
	6.2%
Teneur en laitier	

Groupe CHAUSSEES	Section G.R.M.	Dossier n° .....	Contrôle n° .. 83 .....
Centrale : M.R.B.	Chantier : AERODROME BONNEUIL	Date : 08/11/07	
Matériau : S.N.T. 0/20 TYPE B	Opérateur : BLANCHON		

FORMULE THEORIQUE N° : 62			Essai PROCTOR
Constituants	Fractions	Origines	Dosages théoriques
GRAVILLONS	4/20	MAROLLES	50%
SABLE	0/4	MAROLLES	20%
SABLE CAL.	0/5	JOUY LE CHATEL	30%
Identification			

Observations sur la formule : .....

CONTROLE du fonctionnement de la centrale à partir des enregistrements de débit					
Constituants	Teneur en eau Granulats de transit	Nombre de transit	Poids sur tapis ou débit t/h mesuré enregistré	Variation maximum enregistrée sur le poids ou les débits t/h	dosage calculé
					d'après les enregistrements débit sec t/h x
Eau d'apport :					
Observations sur les réglages : PRELEVEMENTS REALISES SUR LE CHANTIER.....					



Trappes le, 31/10/2007

### DETERMINATION DES REFERENCES DE COMPACTAGE D'UN MATERIAU

Essai Proctor modifié

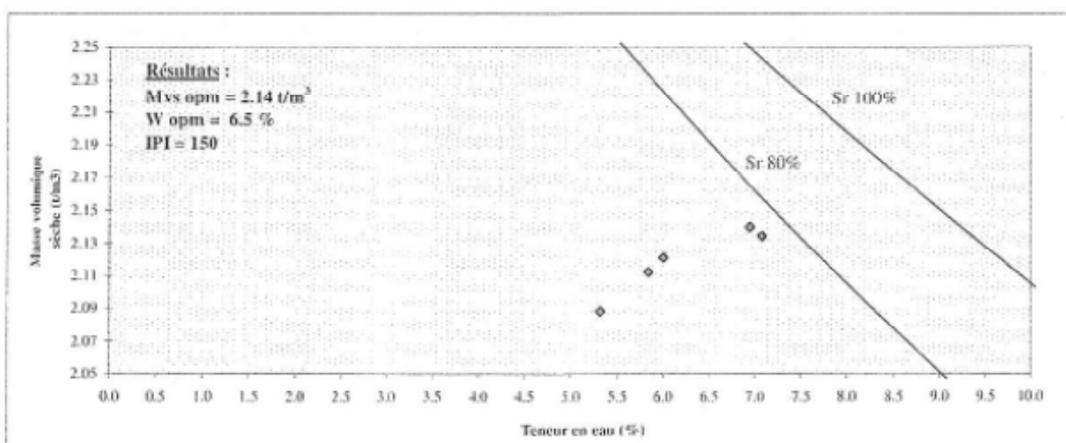
NF P 98-231-1 (Février 1999)

REFERENCE(S) DE L'ETUDE			
N° affaire : 07.CHA.147		<b>GNT B 0/20</b>	Bonneuil s/ Marne (94) - DGAC
Date	31/10/07	Destinataire	Sacer PNE - A. Bessaih

IDENTIFICATION DU / DES ECHANTILLONS(S)			
NUMERO(S) DE RECEPTION	GR14 A B C	Granulat(s)	4/20 et 0/4 silico - 0/6 calcaire
		Provenance	MRB

SELECTION DU MOULE			
D matériau < 6,3 mm		D matériau > 6,3 mm	
PROCTOR	CBR	CBR	
ENERGIE DE COMPACTAGE			
$E \text{ ( kN.m/m}^3 \text{ )} = ( N \cdot H \text{ ( m )} \cdot M \text{ ( kg )} \cdot G \text{ ( m/s}^2 \text{ )} ) / ( V \text{ ( m}^3 \text{ )} )$			
PROCTOR NORMAL		PROCTOR MODIFIE	
E = 600 kN.m/m <sup>3</sup>		E = 2700 kN.m/m <sup>3</sup>	
COMPOSITIONTION DU MELANGE			
50% 4/20 silico + 20 % 0/4 silico + 30 % 0/6 calcaire			

MESURES EXPERIMENTALES SUR FRACTION 0/20						
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	
Masse Volumique humide ( t / m <sup>3</sup> )	2.25	2.29	2.29	2.20	2.24	
Teneur en eau ( % )	6.0	7.0	7.1	5.3	5.8	
Masse Volumique sèche ( t / m <sup>3</sup> )	2.12	2.14	2.13	2.09	2.11	



Observations :



MVRg du mélange : 2.666 T/m<sup>3</sup>  
Compacité à l'OPM : 80.3%

Yisac:

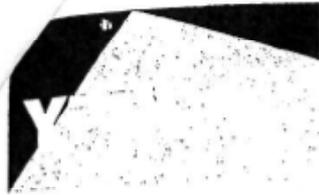
H. LE MOINE

# Essai à la colonne résonnante

## **ANNEXE : F**

### **Chaussée souple** Caractéristiques des matériaux constituant la couche de forme

<b>CE</b>		
 <p>14 Rue de la poste 77126 CHATENAY SUR SEINE 04</p>		
<p>EN 13242</p> <p>Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques ou matériaux non traités pour travaux de génie civil et pour la construction des chaussées</p> <p><b>GRAVE 0/31,5</b></p>		
<b>Forme des grains</b>	Catégorie	<b>FI 50</b>
<b>Granularité</b>	Désignation	<b>G<sub>A</sub> 85</b>
<b>Masse volumique réelle</b>	valeur déclarée	<b>2.52Mg/m<sup>3</sup></b>
<b>Propreté</b>		
Teneur en fines	Catégorie	<b>f<sub>7</sub></b>
Qualité des fines	valeur déclarée	<b>MB 8,4</b>
<b>Résistance à la Fragmentation</b>	Catégorie	<b>LA 25</b>
<b>Résistance à l'usure</b>	Catégorie	<b>M<sub>DE</sub> 20</b>
<b>Absorption d'eau</b>	Catégorie	<b>WA<sub>24</sub> = 1</b>
<b>Résistance au gel/dégel</b>	Catégorie	<b>WA<sub>24</sub> ≤ 1</b>



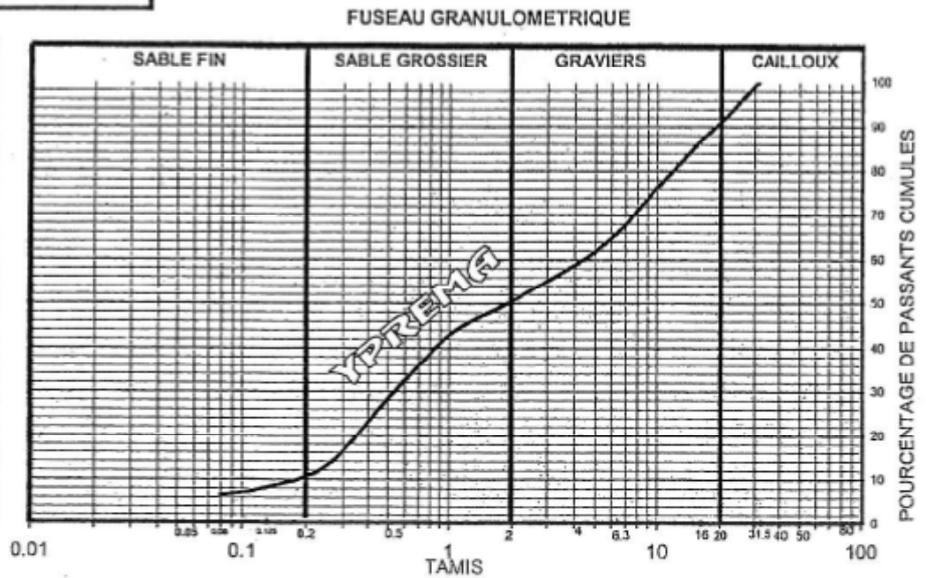
# Grave Naturelle 0 / 31.5

Centrale de production  
**EMERAINVILLE**  
Janvier 2007

**classification**

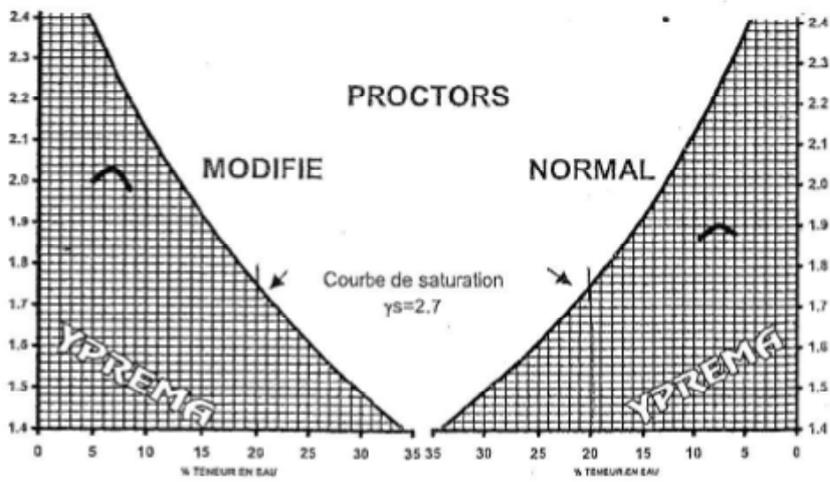
G.T.R. 1992 : B31

		Mini	Moyen	Maxi
Granulométrie	D	20		31.5
	% < 80 µm		6.5	
	% > 2 mm		41.2	
Equivalent de sable	ESP	32	46	61
	SE	40	55	70
Valeur au bleu	VBs	0.16	0.19	0.22
	MB	2.3	3.2	4.1



	MODIFIE	NORMAL
$\gamma_d$	2.03	1.90
W %	6.5	7.6
$\gamma_h$	2.17	2.04
I.P.I	38	23

- $\gamma_d$  = Densité sèche
- W % = Teneur en eau
- $\gamma_h$  = Densité humide en place
- I.P.I = Indice Portant Immédiat



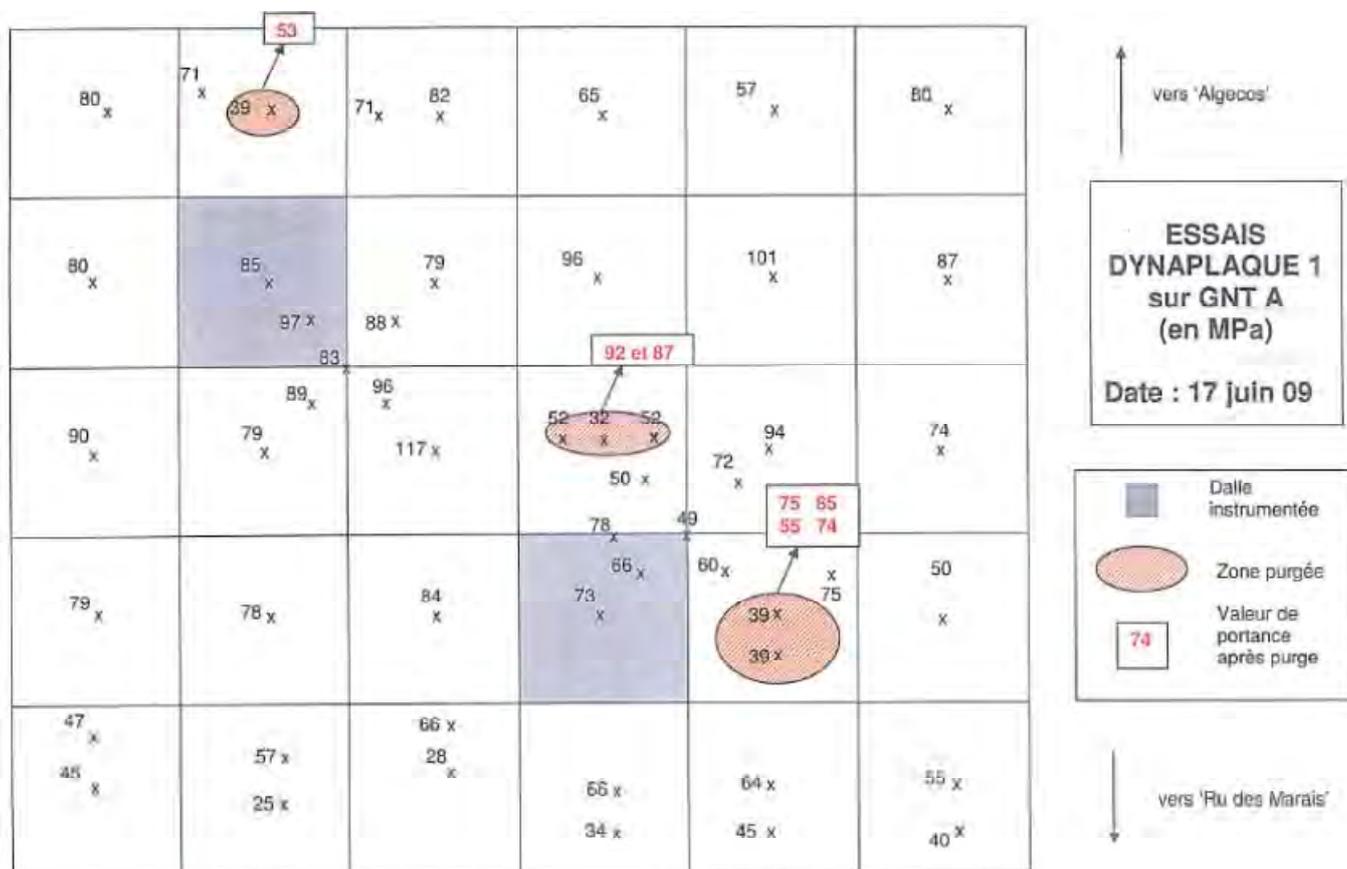
Teneur en EAU (W%)	6.0
Friabilité des Sables (FS)	22.6

Los Angeles (L.A.)	22
Micro-Deval en présence d'Eau (M.D.E.)	13

: Janvier 2008

## **ANNEXE : G**

### **Chaussée rigide** Réception de la plateforme Essais dynaplaque 1 du 17 juin 2009



## **ANNEXE : H**

### **Chaussée rigide** Constituants du béton (béton de dalle et béton maigre)

**Béton de dalle**



## SOCIÉTÉ FRANCIENNE DE BÉTON

Centrale : Centrale Bonneuil

<b>1150F2</b>	<b>BPS XF2 (F) Rt 3 S2 D<sub>max</sub>=20 CEM II 330 Kg E/C &lt; 0.5</b>	<b>1150F2</b>
Désignation	BPS	
Résistance	Rt 3	
Classe d'exposition	XF2	
Consistance	S2	
Granularité	20	
Conformité	NF EN 206-1	Certification NF
Type et classe ciment	CEM II/B-S 42.5 N CE CP1	
Dosage (C+KA) Kg/m <sup>3</sup>	330	
Nature de l'adjuvant	dosage SPHRE Superplastifiant - Haut réducteur d'eau	
Nature de l'adjuvant	dosage E Entraîneur d'air	
Caractères compl. éventuels	E/C < 0.5	
Temps de malaxage	55Blocage	
Modification	19/06/200911:44	
Centrale (affectation)	C3	

Référence	Nom produit	Consigne	Retard dosage / vidange	
5/20CCB	Gravillon 4/20 mm Boulonnais	940,000 Kg		
0/4 MAR	Sable 0/4 MARTOT	680,000 Kg		
0/03	0/1 Type 0/0.315 Cheze Morigny	115,000 Kg		
CEM II/B-S	CEM II/B-S 42.5 N CE CP1	360,000 kg	1,0	1,0
EAU	EAU du site	160,000 kg		
206	OPTIMA 206	0,300 % de C	1,0	1,0
G100	Chryso Air G100	0,150 % de C	1,0	1,0

L'eau est exprimée en eau efficace

Siège Social : 1, rue Vasco de Gama - 94046 CRÉTEIL CEDEX - TÉL : 01.43.89.04.62 - TÉLÉCOPIE : 01.43.89.04.68  
Centrales : Carrefour Pompadour - Créteil - Tél : 01.43.89.53.35 - Télécopie - 01.43.82.74.73

S.A.S. au Capital de 2.226.000 Euros - R.C.S. Créteil B 383 079 910 - SIRET : 383079910 00014 - NAF : 46.73A - TVA : FR 38 383 079 910

# Béton maigre



## SOCIÉTÉ FRANCIENNE DE BÉTON

Centrale : Centrale Bonneuil

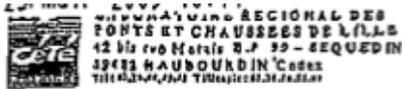
<b>1126X0</b>	<b>BPS X0 (F) Rt 1.5 S2 Dmax=20 CEM II</b>	<b>1126X0</b>
Désignation	BPS	
Résistance	Rt 1.5	
Classe d'exposition	X0	
Consistance	S2	
Granularité	20	
Conformité	NF EN 206-1	Certification <b>NF</b>
Type et classe ciment	CEM II/B-S 42.5 N CE CP1	
Nature de l'adjuvant	dosage SPHRE Superplastifiant - Haut réducteur d'eau	
Temps de malaxage	35Blocage	
Centrale (affectation)	C3	

Référence	Nom produit	Consigne	Retard dosage / vidange	
5/20CCB	Gravillon 4/20 mm Boulonnais	1 025,000 Kg		
0/4 MAR	Sable 0/4 MARTOT	850,000 Kg		
0/03	0/1 Type 0/0.315 Cheze Morigny	135,000 Kg		
CEM II/B-S	CEM II/B-S 42.5 N CE CP1	180,000 kg	1,0	1,0
EAU	EAU du site	135,000 kg		
206	OPTIMA 206	0,300 % de C	1,0	1,0

L'eau est exprimée en eau efficace

Siège Social : 1, rue Vasco de Gama - 94046 CRÉTEIL CEDEX - TÉL : 01.43.89.04.62 - TÉLÉCOPIE : 01.43.89.04.68  
Centrales : Carrefour Pompadour - Créteil - Tél : 01.43.89.53.35 - Télécopie - 01.43.82.74.73

S.A.S. au Capital de 2 226 000 Euros - R.C.S. Créteil B 383 079 910 - SIRET : 383079910 00014 - NAF : 46.73A - TVA : FR 38 383 079 910



**PROCES VERBAL D'ESSAIS**  
**ESSAIS SUR DES GRANULATS**

N° DOSSIER : 08.60.00072 N° ORDRE : 250  
 DEMANDEUR : CARRIERES DU BOULONNAIS  
 ADRESSE : Rue Louis Le Sénéchal - 62250 FERQUES  
 DATE ET REFERENCE DE LA DEMANDE : Commande n°103801855 du 07/05/2008

**PRELEVEMENT ET COLLECTE EN LOCAL**

NATURE : CALCAIRE GRANULARITE PRELEVEE : 6.3/10  
 ENTREPRISE FABRIQUANT LE GRANULAT : CARRIERES DU BOULONNAIS  
 PRELEVEMENT EFFECTUE PAR : Le Demandeur LE :  
 LIEU DE PRELEVEMENT : QUANTITE : 3 kg (Sac)  
 N° D'ECHANTILLON : N° 539 DATE DE RECEPTION : 13/05/2008

**ESSAIS REALISES**

LES ESSAIS SUIVANTS ONT ETE EXECUTES A PARTIR DU : 18/07/2008

- SELON LE PROGRAMME PROPOSE PAR LE LABORATOIRE ET ACCEPTE PAR LE DEMANDEUR  
 SELON LE PROGRAMME ETABLI PAR LE DEMANDEUR

CODE	NUMERO DE NORME	INTITULE
G1	NF EN 1097-6 Annexe A	Détermination de la masse volumique réelle et de l'absorption d'eau Méthode au pycnomètre - Granulats 0.063 - 31.5 mm
G2	NF EN 1097-6 Article 9	Détermination de la masse volumique réelle et de l'absorption d'eau Méthode au pycnomètre - Sables 0.063 - 4 mm
G5	NF EN 1097-7 Nov. 99	Détermination de la masse volumique réelle du filler - Méthode au pycnomètre
G6	NF EN 933-1 Août 97	Analyse granulométrique par tamisage
G7	NF EN 933-3 Mars 1997	Mesure du coefficient d'aplatissement
G10	NF EN 933-6 Sept 02	Détermination du coefficient d'écoulement des granulats
G12	NF EN 1097-1 Nov 96	Essai d'usure Micro-Deval
G13	NF EN 1097-2 Oct 98	Essai de fragmentation Los Angeles
G15	NF EN 1097-8	Détermination du coefficient de polissage accéléré des gravillons
G16	P 18-576 Déc. 90	Mesure du coefficient de friabilité des sables
G17	P 18-577 Déc. 90	Essai Deval
G22	P 18-591 Sept. 90	Détermination de la propriété superficielle
G23	NF EN 933-9 Août 99	Essai au bleu de méthylène - Méthode à la tâche
G24	NF EN 1367-1 Avril 00	Détermination de la résistance au gel/dégel
G25	NF EN 933-8 Août 99	Equivalent de sable

 42 rue de la République - 93 - SEQUEBOIN  
59412 HAUBOURDIN Cedex  
Tél : 03 20 37 11 11 - Fax : 03 20 37 11 12

**RESULTATS**

CODE	N° ORDRE	ESSAIS DEMANDES	GRANULARITE TESTEE	RESULTATS	OBSERVATIONS
G15	250 - a	Coefficient de polissage accélééré	6.3/10 mm	PSV = 40	6.3/10 Carrières du Boulonnais Echantillon n°539

(Pour la définition de l'intervalle de confiance des résultats d'essais, se reporter à la norme correspondante)

**PORTÉE ET INTERPRÉTATION DES RESULTATS**

L'attention est attirée sur le fait que :

- le procès-verbal d'essais ne concerne que les objets soumis à l'essai .
- les résultats mentionnés dans le présent procès-verbal ont été obtenus avec l'échantillon défini ci-avant mais que la portée et les conclusions à tirer de ces résultats :

- sont indiquées en application du texte de référence suivant fixé par le demandeur  
 font l'objet du document : (voir observations)       n'ont pas été demandées

DESTINATAIRES :

DATE : 22/07/2006

Ce rapport d'essais est établi en 5 exemplaires

SIGNATURE

Carrières du Boulonnais                      2 ex.  
 GMR (Archives)                                      1 ex.  
 Cellule 663    1 ex.  
 Bibliothèque    1 ex.



Unité MATERIAUX - S. MERLIER  
 TITRE ET NOM DU SIGNATAIRE

La reproduction de ce procès verbal n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 pages et 0 annexe.



Le Catelier  
27340 MARTOT

**de Produit**

Engagement du 01/01/2008 au 31/12/2009  
Page 1/1, imprimé le lundi 29 janvier 2009

Granulats : SABLE 0/4 NF, ALL.Silic.Calc.SCL Client : SOCIETE PARISIENNE DES SABLIERES - SPS  
Pétrographie : ALLUVION SILICO CALCAIRE Le Catelier  
Elaboration : SEMI CONCASSE LAVE 27340 MARTOT  
Origine : PRODUCTION (sous sauterelle)  
Mode : GODET DU CHARGEUR  
Organisme Certificateur : ATAHRAOUI - 11 av. T. de Perceval 93771 St Denis La plaine

Partie normative

Les valeurs spécifiées sur lesquelles le producteur s'engage

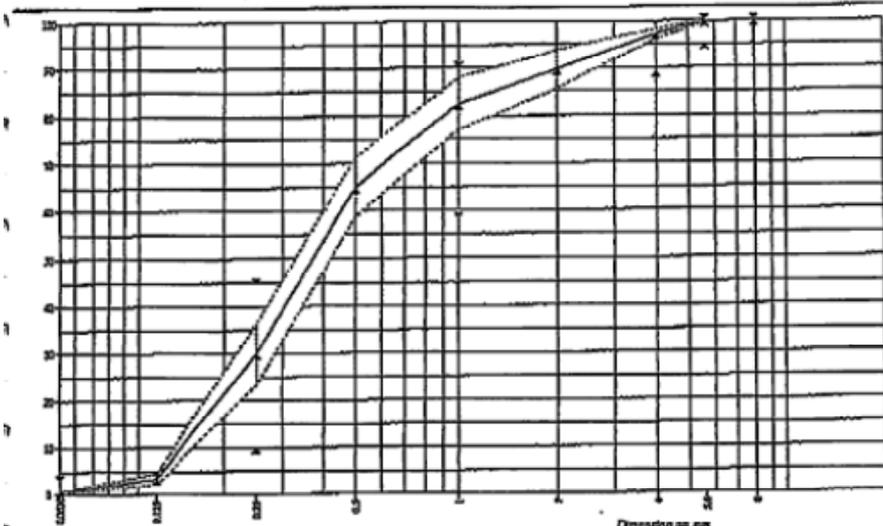
Classe granulaire	Norme	Code
0 4	Norme XP P 18-545 Article 10 - EN 12620	CODE A (01/01/2008)

	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	5.6	8	FM	MVR	SE	WA24
rendue e	3	35	35	30	30	10				0.6			
S.S.+U	4.0	49.0	49.0	93.0	93.0	100.0				2.85			2.8
S.S.	3.0	45.0	45.0	90.0	90.0	99.0				2.70			2.5
SI		10.0	10.0	60.0	60.0	89.0	95.0	100.0		2.10		65	
SL-U		6.0	6.0	57.0	57.0	87.0	94.0			1.95		59	
part-type max			10.61		9.09					0.18			

Partie informative

Résultats de production

du 02/06/08 au 22/12/08													
	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	5.6	8	FM	MVR	SE	WA24
maximum	1.1	6.2	43.2	75.0	88.9	94.0	98.2	100.0	100.0	2.65	2.58	90	1.2
+1.25xÉcart-types	0.7	4.4	36.5	71.3	87.9	93.7	98.2	100.0	100.0	2.48	2.59	89	1.3
oyenne XI	0.6	3.3	29.9	65.0	82.5	89.7	97.1	99.8	100.0	2.32	2.54	85	1.1
-1.25xÉcart-types	0.4	2.2	23.4	58.8	77.0	85.7	96.0	99.7	100.0	2.17	2.49	81	0.9
minimum	0.2	1.4	19.6	53.3	69.5	79.4	94.3	99.5	100.0	2.10	2.50	73	0.9
part-type	0.15	0.90	5.22	4.98	4.38	3.23	0.85	0.10	0.00	0.120	0.040	3.0	0.20
nombre de résultats	64	68	68	68	68	68	68	68	66	68	2	66	2



<input checked="" type="checkbox"/> Moyenne	
<input checked="" type="checkbox"/> Finesse de fabrication	
A XP P 18-545 Article 10 - CODE A (01/01/2008)	
Autres caractéristiques	
Attestation réaction Art 5.1 XP P 18594	FR - le 26/06/08
Chlorures	<0.001% - le 26/06/08
Impuretés prohibées	0% - le 15/12/08
Polluant organique	négatif - le 26/06/08
Soufre total	0.003% - le 26/06/08
Teneur en alcalins actifs	0.0061% - le 26/06/08

ATAHRAOUI

 <p>Tél : 03.21.99.67.00 Fax : 03.21.99.67.10</p>	<b>S.A.S. CARRIERES DU BOULONNAIS</b> 62250 FERQUES R.C. CALAIS B 641 760 660 - APE 142A	
	<h1>Fiche Technique Produit</h1> <h2>GRAVILLON lavé 4/20 mm (GL0420)</h2>	
Référence normative	 XP P 18-545, Article 10 Code : A	 <small>AFAG AFNOR CERTIFICATION 11, av. France de Proches 93571 ST DENIS LA PLAINE</small>
Nature Pétrographique	Calcaire viséen dur compact	
Utilisation	Granulats pour bétons hydrauliques	

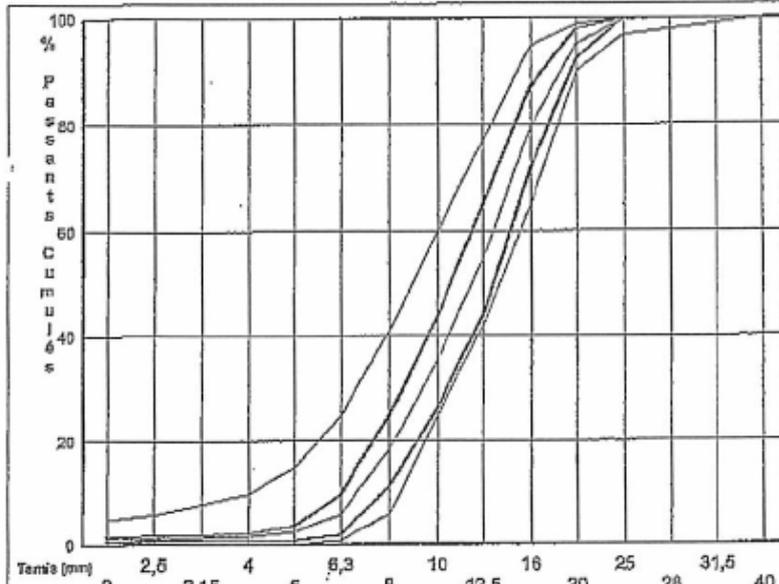
**Spécifications contractuelles :**

	2D	1.4D	D	D/2	d	d/2	f	Fl	LA
Tamis (mm)	40	28	20	10	4	2			
Vss			99.0	80.0	10.0	5.0	4.00	20	30
Vsi	100.0	98.0	90.0	25.0					
Vss + U			100.0	65.0	15.0	6.0	4.30	24	33
Vsi - U		97.0	85.0	19.0					
Sf max				10.61					

**Résultats :** Granularité et propreté : Période du 04/03/08 au 03/09/08 (6 mois)  
 Autres caractéristiques : Période du 04/09/06 au 04/09/08 (24 mois)

	2D	1.4D	D	D/2	d	d/2	f	Fl	LA
Tamis (mm)	40	28	20	10	4	2			
max			99.0	48.9	3.0	2.6	2.04	11	26
Xf+1,25 Sf			98.1	43.7	2.3	1.7	1.10	9.9	24.8
moyenne Xf	100.0	100.0	95.3	35.0	1.6	1.2	0.77	7.8	23.7
Xf - 1,25 Sf	100.0	100.0	92.4	26.3					
mini	100.0	100.0	69.4	20.0					
Ecart type Sf	0.00	0.00	2.29	6.95	0.54	0.37	0.266	1.73	0.92
nb. valeurs	57	57	57	57	57	57	57	46	24

Fuseau de régularité  de fabrication  Moyenne de fabrication 



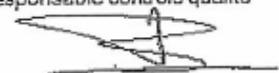
**Autres Caractéristiques**

	Valeur	Dernier Essai
MVR	2,65 t/m3	29/04/08
WA24	0,8 %	29/04/08
Na2O équi	3,68 mg/kg	04/07/07
S total	0,13 %	17/06/08
Cl-	0,0002 %	04/07/07
MBF	1,5 g/kg	01/07/08
ImP	néant	02/09/08
AR	NR	17/06/08
SO3	0,13 %	17/06/08

Sensibilité au gel-dégel: GA.  
 Boulettes d'argile : néant.

Date et visa du responsable contrôle qualité

04/09/08



Fiche n° : 612

Nos produits étant sujets à évolution, merci de nous contacter pour tout engagement ou durée de validité



Société CHEZE - 91790 BOISSY SOUS SAINT YON  
 Social Tél. 01 46 86 19 55

DE PRODUIT

du 01/03/2008 au 30/09/2008  
 Page 1/2. Impression le vendredi 21 octobre 2008

producteur : CARRIERE DE BOISSY S/ST-YON  
 matériaux : SABLE 0/1 type (0/0.250)  
 description : SILICEUX  
 indication : CRIBLE

Client : Maîtrise Production Granulats

TABLE JUSQU'AU 31/09/2009

Partie normative  
 Valeurs spécifiées sur lesquelles le producteur s'engage  
 Norme

Code

Classe granulatoire

0 0.25

Norme XP P 18-545 Article 10

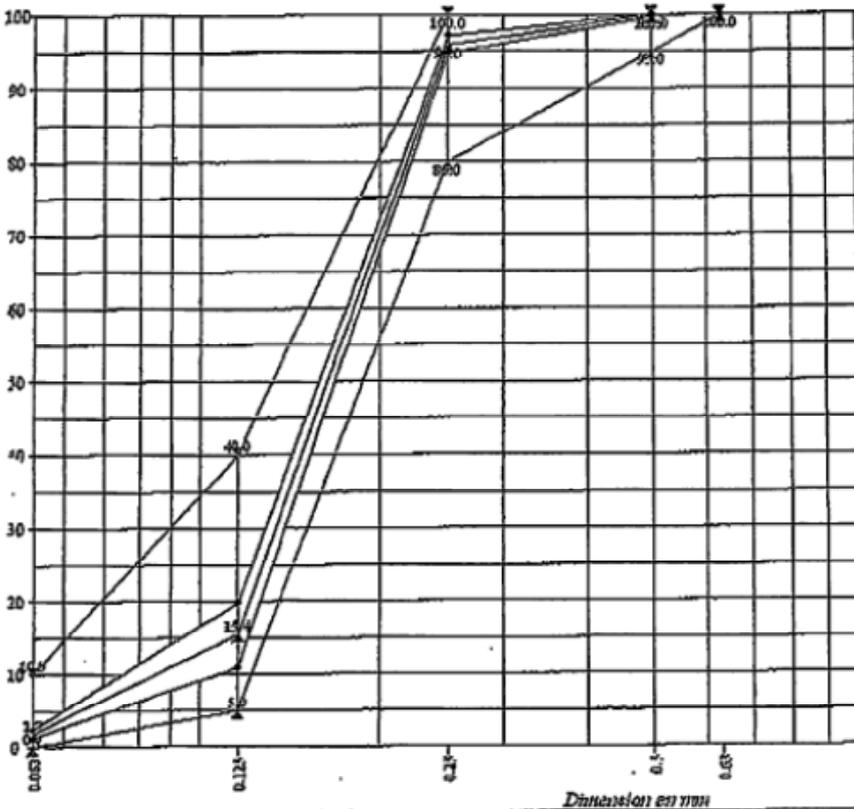
CODE A Sous MB: B (31/10/2008)

	0.063	0.125	0.25	0.5	0.63	FMI	MB	MVR	WA24
LS+U	11.0	43.0	100.0				2.5		
IS	10.0	40.0	100.0				2.0		2.5
II		5.0	80.0	95.0	100.0				
II-U		2.0	77.0	94.0	97.0				

Partie informative  
 Résultats de production

du 19/03/08 au 10/09/08

	0.063	0.125	0.25	0.5	0.63	FMI	MB	MVR	WA24
édumont	2.3	22.0	96.8	100.0	100.0	0.93	1.2		
1.25Ecart-types	2.3	19.8	97.2	100.0	100.0	0.93	1.2		
eyenne Xf	1.7	15.4	96.0	99.9	100.0	0.89	1.1	2.64	-0.2
1.25Ecart-types	1.2	11.0	94.6	99.6	100.0	0.85	0.9		
circum	0.9	10.3	94.1	99.5	100.0	0.83	1.0		
je	0.46	3.54	0.97	0.19	0.00	0.03	0.09		
taux de réussite	10	10	10	10	10	10	9	1	1



Moyenné  
 Fuseau de fabrication  
 XPP18545/10:CODE A Sous MB: B (31/10/2008)

Autres caractéristiques

Teneur en Chlorures	<0.001% -le 10/03/08
Impuretés prohibées	0% -le 10/03/08
Polluants organiques	ndéfini -le 10/03/08
Soufre total ( S )	<0.014% -le 10/03/08
Aléati-réaction - § 5.1 XP P 18-594	NR -le 05/11/06
Teneur en sulfures solubles dans l'acide	0.017% -le 10/03/08
Teneur en alcalins actifs	0.0116% -le 10/03/08

HIL 3.0.0 (c) Arcade 1996.2006

A. TARRAUD





1.1-20

## CHRYSO® Fluid Optima 206

Superplastifiant – Haut réducteur d'eau



### Descriptif

CHRYSO® Fluid Optima 206 est un superplastifiant de nouvelle génération, à base de polycarboxylate modifié particulièrement recommandé pour le béton prêt à l'emploi et les chantiers de génie civil.

CHRYSO® Fluid Optima 206 est destiné à créer une forte réduction d'eau et/ou une augmentation de l'ouvrabilité du béton. Il permet de réaliser des bétons avec un long maintien d'ouvrabilité sans retard de prise préjudiciable. Ainsi CHRYSO® Fluid Optima 206 peut être utilisé dans une gamme étendue de bétons.

CHRYSO® Fluid Optima 206 est particulièrement adapté à la formulation de bétons auto-plaçants homogènes.

CHRYSO® Fluid Optima 206 est compatible avec la majorité des ciments.

### Caractéristiques

- Nature : liquide
- Couleur : Brun-vert
- Densité :  $1,05 \pm 0,02$
- pH :  $7 \pm 2$
- Teneur en ions  $Cl^-$  :  $\leq 0,1 \%$
- $Na_2O$  équivalent :  $< 1,0 \%$
- Extrait sec (halogène) :  $20,2 \pm 1$
- Extrait sec (EN 480-8) :  $20,3 \pm 1$

### Contidionnement

Vrac  
Cubitainer  
Fût plastique de 215 L  
Tonnelet de 60 L

### Conformité

CHRYSO® Fluid Optima 206 est un superplastifiant – haut réducteur d'eau qui satisfait aux exigences réglementaires du marquage CE. La déclaration correspondante est disponible sur notre site internet.

CHRYSO® Fluid Optima 206 est également conforme au référentiel de certification NF085, dont les spécifications techniques sont celles de la partie non harmonisée de la norme NF EN 934-2.

Adresse AFNOR – 11 avenue F. de Pressensé – 93571 Saint Denis La Plaine Cedex

### Applications

#### Domaines d'application

- B.P.E.
- Ouvrages d'art
- B.H.P., B.T.H.P.
- Bétons plastiques à très fluides
- Bétons auto-plaçants

#### Mode d'emploi

Plage de dosage : 0,3 à 3 kg pour 100 kg de ciment.

CHRYSO® Fluid Optima 206 doit être ajouté de préférence dans l'eau de gâchage. Dans le cas d'un ajout différé sur le béton frais et dans un camion malaxeur, il est nécessaire de malaxer à grande vitesse 1 min par  $m^3$  de béton (avec un minimum total de 6 min).

Selon les applications prévues, il est possible d'utiliser CHRYSO® Fluid Optima 206 en synergie avec d'autres adjuvants CHRYSO®.

L'efficacité de CHRYSO® Fluid Optima 206 doit être déterminée après des essais de convenance, prenant en compte les caractéristiques rhéologiques et les performances mécaniques souhaitées pour le béton.

#### Précautions

Stocker à l'abri du gel.

En cas de gel, le produit conserve ses propriétés. Après dégel, une agitation efficace est nécessaire jusqu'à l'obtention d'un produit totalement homogène.

Durée de vie : 9 mois.



1.1-20

## CHRYSO® Fluid Optima 206

### Superplastifiant – Haut réducteur d'eau

#### Sécurité

CHRYSO® Fluid Optima 206 est un produit « sans danger ». Le port d'équipements de protection individuelle est recommandé.

Pour plus d'informations, consulter la fiche de données de sécurité sur notre site Internet [www.chryso-online.com](http://www.chryso-online.com).

*Les informations contenues dans la présente notice sont l'expression de nos connaissances et de résultats d'essais effectués dans un souci constant d'objectivité. Elles ne peuvent cependant, en aucun cas, être considérées comme apportant une garantie ni comme engageant notre responsabilité en cas d'application défectueuse. Des essais préalables à chaque utilisation permettront de vérifier que les modes d'emploi et les conditions d'application du produit sont satisfaisants. Nos spécialistes sont à la disposition des utilisateurs pour les aider à résoudre au mieux leurs problèmes.*

\* Se renseigner sur la dernière mise à jour \*

Dernière modification : 10/04

CHRYSO : 19, place de la Résistance - 92446 Issy les Moulineaux cedex France - Tél. : 01 41 17 18 19 - Fax : 01 41 17 18 60





1.6-6

## CHRYSO® Air G100

Entraîneur d'air



### Descriptif

CHRYSO® Air G100 est un agent entraîneur d'air qui, introduit dans le béton, génère un réseau de bulles microscopiques particulièrement stables. CHRYSO® Air G100 confère au béton une protection efficace contre les cycles de gel/dégel et l'action des sels de déverglaçage.

Dans le béton frais, CHRYSO® Air G100 provoque un effet plastifiant, qui permet une réduction d'eau. Il limite la ségrégation, voire supprime tout ressuage.

CHRYSO® Air G100 évite de nombreux problèmes de compatibilité ciment / sable / adjuvants.

Sa très grande efficacité lui assure une très grande polyvalence avec tous types de superplastifiants et en particulier avec CHRYSO® Fluid Optima 100.

### Caractéristiques

- Nature : liquide
- Couleur : jaune clair
- Densité (20 °C) : 1,005 ± 0,005
- pH : 7,0 ± 1,0
- Point de congélation : 0 °C environ
- Teneur en ions Cl<sup>-</sup> : ≤ 0,10 %
- Na<sub>2</sub>O équivalent : ≤ 0,5 %
- Extrait sec (24h, 105 °C) : 3,5 % ± 0,3 %
- Extrait sec (EN 480-8) : 3,5 % ± 0,3 %

### Conditionnement

- Vrac
- Tornelets de 60 L
- Fûts de 215 L

### Conformité

CHRYSO® Air G100 est un entraîneur d'air qui satisfait aux exigences réglementaires du marquage CE. La déclaration correspondante est disponible sur notre site internet.

CHRYSO® Air G100 est également conforme au référentiel de certification NF 085, dont les spécifications techniques sont celles de la partie non harmonisée de la norme NF EN 934-2.

Adresse AFNOR - 11 avenue F. de Pressané - 93571 Saint Denis La Plaine Cedex

### Application

#### Domaines d'application

- Tous types de ciments
- Dalles d'autoroutes, pistes d'aéroports
- Barrages, réservoirs
- Ouvrages d'art, ouvrages à la mer
- Correction de la granulométrie des sables naturels pauvres en fines
- Bétons exposés au gel
- Bétons extrudés

#### Mode d'emploi

Plage de dosage : 0,04 à 0,6 kg pour 100 kg de ciment. CHRYSO® Air G100 est totalement miscible à l'eau. Il sera incorporé de préférence dans l'eau de gâchage. La quantité d'eau doit être déterminée en fonction de la plasticité souhaitée.

L'efficacité maximale de CHRYSO® Air G100 doit être déterminée après des essais de convenance prenant en compte les caractéristiques rhéologiques et les performances mécaniques souhaitées pour le béton.

### Précautions

- En cas de gel, le produit garde ses propriétés une fois dégelé et homogénéisé par agitation légère.
- Durée de vie : 18 mois.

### Essais

Exemple de résultats obtenus selon les modalités définies par la norme ISO 4848 en matière d'air occlus.

Béton à base de ciment CEM I 42,5 (SSB : 3200-4000 cm<sup>2</sup>/g et C<sub>3</sub>A : 7%-11 %).

Essais réalisés à consistance égale.

	Consistance	Air occlus en %	Résistances (MPa) à 28 j
Témoin	slump 5 cm	2,6	32,7
Témoin + CHRYSO® Air G100 à 0,05%	slump 5 cm	6,0	30,3

**CHRYSO**

LA CHIMIE AU SERVICE DES  
MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION



1.6-6

**CHRYSO® Air G100**

Entraîneur d'air



### Sécurité

CHRYSO® Air G100 est un produit « sans danger ». Le port d'équipements de protection individuelle est recommandé.

Pour plus d'informations, consulter la fiche de données de sécurité sur le site internet [www.chryso.com](http://www.chryso.com).

*Les informations contenues dans la présente notice sont l'expression de nos connaissances et de résultats d'essais effectués dans un souci constant d'objectivité. Elles ne peuvent cependant, en aucun cas, être considérées comme apportant une garantie ni comme engageant notre responsabilité en cas d'application défectueuse. Des essais préalables à chaque utilisation permettront de vérifier que les modes d'emploi et les conditions d'application du produit sont satisfaisants. Nos spécialistes sont à la disposition des utilisateurs pour les aider à résoudre au mieux leurs problèmes.*

« Se renseigner sur la dernière mise à jour »

Dernière modification : 10/06

CHRYSO : 19, place de la Résistance - 92446 Issy les Moulineaux cedex France - Tél. : 01 41 17 18 19 - Fax : 01 41 17 18 80





# **ANNEXE : I**

## **Chaussée rigide** Caractéristiques du béton de dalle et du béton maigre

# Béton de dalle

**CHAUSSEE RIGIDE EXPERIMENTALE DU STAC**

Synthèse des résultats sur le béton de revêtement

Date de coulage	Bande	Dalle	Rt moyenne à 7 jours (MPa)	Rt moyenne à 28 jours (MPa)	Cône (mm)	Air occlus (%)	Nombre éprouvettes
08/09/09	5	5C, 5F	2,2	3,3	90	6	6
	1	1A, 1D	2,1	3,0	95	5,8	6
09/09/09	3	3B, 3E	2,3	3,3	90	6,2	6
10/09/09	2	2B	2,2	3,2	55		3
	2	2E	2,9	3,3	60	6	3
	4	4A, 4D	2,5	3,4	55	6	6
<b>Moyenne</b>			<b>2,37</b>	<b>3,25</b>	<b>74</b>	<b>6</b>	

*Rt : résistance en traction par fendage*





AGENCE DE TREMBLAY EN FRANCE  
Tél : 01.56.48.04.50 - Fax : 01.56.48.04.51

**P.V. D'ECRASEMENT SUR BETON HYDRAULIQUE**

Demandeur : CMR	Affaire N° : 09.V1.446 - Ref prélev. : 2009-B-4776
Copie(s) : M. KABRE 05.56.13.86.01	Ville : BONNEUIL
Maître d'ouvrage :	Adresse : 31 AV. DU MARECHAL LECLERC
maître d'oeuvre :	Lieu :
Entreprise :	Nom :

INFORMATIONS CONCERNANT LE PRÉLÈVEMENT	
Date de prélèvement : 08/09/2009	Date de réception au laboratoire : 09/09/2009
Moule d'éprouvette : 16 x 32 carton	Nbr. éprouvettes confectionnées : 12
Mode de serrage :	Eprouvettes confectionnées par : RBTPS
Affaissement fixé :	Volume de béton mis en œuvre :
Lieu de confection : CHANTIER	Type d'épreuve : Contrôle
Mode de conservation : CHAMBRE HUMIDE à 20°C ET HYGROMETRIE RELATIVE >= 95% (NF EN 12390-2)	
Méthode de préparation des faces d'appui :	Rectification (EN 12390-3)
Désignation :	1A ET 1D
A / %Air :	95/5,8
Bon de Livraison :	58188

\* Dans le cas où l'échantillon n'a pas été prélevé par notre unité, celle-ci n'assume pas la responsabilité de la représentativité du prélèvement.

INFORMATIONS CONCERNANT LA FORMULE	
Producteur :	Non renseignée
Appellation du béton :	

RESULTAT DES ESSAIS										
Compression NF EN 12390-3		Flexion NF EN 12390-5		Fendage NF EN 12390-6			Consistance NF EN 12390-2		Alroccus IIF EN 12350-7	
Numéro d'éprouvette	Date d'essai	Type d'essai	Age	Haut. (mm)	Masse (g)	M.V.A. (l/m³)	Force (kN)	Résist. (MPa)	Moy. (MPa)	Obs
2009-4776A1	15/09/2009	FEND	7j	320	14514	2,26	166	2,1	2,1	
2009-4776A2				320	14528	2,26	170	2,1		
2009-4776A3				320	14536	2,26	172	2,1		
2009-4776A4				320	14541	2,26	178	2,2		
2009-4776A5				320	14528	2,26	165	2,1		
2009-4776A6				320	14523	2,26	175	2,2		
2009-4776B1	06/10/2009	FEND	28j	320	14527	2,26	246	3,0	3,0	
2009-4776B2				320	14586	2,27	234	2,9		
2009-4776B3				320	14582	2,27	249	3,1		
2009-4776B4				320	14537	2,26	226	2,8		
2009-4776B5				320	14566	2,27	254	3,2		
2009-4776B6				320	14517	2,26	231	2,9		

Tremblay en France, le mardi 6 octobre 2009  
Responsable Section Essais Béton

Responsable d'Agence

Django BERNET

Raphaël DA CONCEICAO





AGENCE DE TREMBLAY EN FRANCE  
Tel : 01.50.48.24.50 - Fax : 01.50.48.24.51

**P.V. D'ECRASEMENT SUR BETON HYDRAULIQUE**

Demandeur :	CMR	Affaire N° :	09.V1.446 - Ref prélav. : 2009-B-4816
Copie(s) :	M. KABRE 05.56.13.86.01	Ville :	BONNEUIL
Maître d'ouvrage :		Adresse :	31 AV. DU MARECHAL LECLERC
maître d'oeuvre :		Lieu :	
Entreprise :		Nom :	

**INFORMATIONS CONCERNANT LE PRÉLÈVEMENT**

Date de prélèvement :	10/09/2009	Date de réception au laboratoire :	11/09/2009
Moule d'éprouvette :	16 x 32 carton	Nbr. éprouvettes confectionnées :	6
Mode de serrage :		Éprouvettes confectionnées par :	RBTPS
Affaissement fixe :		Volume de béton mis en oeuvre :	
Lieu de confection :	CHANTIER	Type d'épreuve :	Contrôle
Mode de conservation :	CHAMBRE HUMIDE à 20°C ET HYGROMETRIE RELATIVE >= 95% (NF EN 12390-2)		
Méthode de préparation des faces d'appui :	Rectification (EN 12390-3)		
Désignation :	2B		
A / %Air :	55		
Bon de Livraison :	58347		

\* Dans le cas où l'échantillon n'a pas été prélevé par notre unité, celle-ci n'assume pas la responsabilité de la représentativité du prélèvement.

**INFORMATIONS CONCERNANT LA FORMULE**

Producteur :	Non renseignée
Appellation du béton :	

**RESULTAT DES ESSAIS**

Numéro d'éprouvette	Date d'essai	Type d'essai	Age	Fendues NF EN 12390-4			Consistance NF EN 12390-2		Air occlus NF EN 12390-7		Obs
				Haut (mm)	Masse (g)	M.V.A. (l/m³)	Force (kN)	Résist. (MPa)	Moy. (MPa)		
2009-4816A1	17/09/2009	FEND	7 j	320	14875	2,31	176	2,2	2,2		
2009-4816A2				320	14825	2,31	167	2,1			
2009-4816A3				320	14837	2,31	182	2,3			
2009-4816B1	08/10/2009	FEND	28 j	320	14841	2,31	245	3,0	3,2		
2009-4816B2				320	14866	2,31	266	3,3			
2009-4816B3				320	14876	2,31	260	3,2			

Tremblay en France, le lundi 12 octobre 2009

Responsable Section Essais Béton

Responsable d'Agence

Django BERNET

Raphael DA CONCEICAO



AGENCE DE TREMBLAY EN FRANCE  
Tel : 01.56.49.04.50 - Fax : 01.56.49.04.51

W 1023 T. 1/1

**P.V. D'ECRASEMENT SUR BETON HYDRAULIQUE**

Demandeur :	CMR	Affaire N° :	09.V1.446 - Ref prélév. : 2009-B-4817
Copie(s) :	M. KABRE 05 56 13 86 01	Ville :	BONNEUIL
Maître d'ouvrage :		Adresse :	31 AV. DU MARECHAL LECLERC
maître d'oeuvre :		Lieu :	
Entreprise :		Nom :	

**INFORMATIONS CONCERNANT LE PRELEVEMENT**

Date de prélèvement :	10/09/2009	Date de réception au laboratoire :	11/09/2009
Moule d'éprouvette :	16 x 32 carton	Nbr. éprouvettes confectionnées :	6
Mode de serrage :		Eprouvettes confectionnées par :	RBTPS
Affaissement fixé :		Vdume de béton mis en oeuvre :	
Lieu de confection :	CHANTIER	Type d'épreuve :	Contrôle
Mode de conservation :	CHAMBRE HUMIDE à 20°C ET HYGROMETRIE RELATIVE >= 95% (NF EN 12390-2)		
Méthode de préparation des faces d'appui :	Rectification (EN 12390-3)		
Désignation :	2E		
A / % Air :	60/6		
Bon de Livraison :	58351		

\* Dans le cas où l'échantillon n'a pas été prélevé par notre unité, celle-ci n'assume pas la responsabilité de la représentativité du prélèvement.

**INFORMATIONS CONCERNANT LA FORMULE**

Producteur :	Non renseignée
Appellation du béton :	CEM II S2.

**RESULTAT DES ESSAIS**

Commission NF EN 12390-1	Flexion NF EN 12390-5		Fendage NF EN 12390-6		Consistance NF EN 12360-2			Air échoué NF EN 12390-7		
Numéro d'éprouvette	Date d'essai	Type d'essai	Age	Haut. (mm)	Masse (g)	M.V.A. (t/m³)	Force (KN)	Resist. (MPa)	Moy. (MPa)	Obs
2009-4817A1	17/09/2009	FEND	7 j	320	14854	2,31	245	3,0	2,9	
2009-4817A2				320	14872	2,31	237	2,9		
2009-4817A3				320	14836	2,31	233	2,9		
2009-4817B1	09/10/2009	FEND	28 j	320	14844	2,31	272	3,4	3,3	
2009-4817B2				320	14851	2,31	261	3,2		
2009-4817B3				320	14859	2,31	255	3,2		

Tremblay en France, le lundi 12 octobre 2009  
Responsable Section Essais Béton

Responsable d'Agence

Django BERNET

Raphaël DA CONCEICAO



Ile de France

AGENCE DE TREMBLAY EN FRANCE

Tel : 01 56 48 04 50 - Fax : 01 56 48 04 51

**P.V. D'ECRASEMENT SUR BETON HYDRAULIQUE**

Demandeur : CMR	Affaire N° : 09.V1.446 - Ref prélév. : 2009-B-4818
Copie(s) : M. KABRE 05.58.13.86.01	Ville : BONNEUIL
Maître d'ouvrage :	Adresse : 31 AV. DU MARECHAL LECLERC
maître d'oeuvre :	Lieu :
Entreprise :	Nom :

**INFORMATIONS CONCERNANT LE PRÉLÈVEMENT**

Date de prélèvement : 10/09/2009	Date de réception au laboratoire : 11/09/2009
Moule d'éprouvette : 16 x 32 carton	Nbr. éprouvettes confectionnées : 12
Mode de serrage :	Eprouvettes confectionnées par : RBTPS
Affaissement fixé :	Volume de béton mis en oeuvre :
Lieu de confection : CHANTIER	Type d'épreuve : Contrôle
Mode de conservation : CHAMBRE HUMIDE à 20°C ET HYGROMETRIE RELATIVE >= 95% (NF EN 12390-2)	Rectification (EN 12390-3)
Méthode de préparation des faces d'appui :	
Désignation :	4A ET 4D,
A / %Air :	55/6
Bon de Livraison :	58333

\* Dans le cas où l'échantillon n'a pas été prélevé par notre unité, celle-ci n'assume pas la responsabilité de la représentativité du prélèvement.

**INFORMATIONS CONCERNANT LA FORMULE**

Producteur : Non renseignée
Appellation du béton : CEM II S2.

**RESULTAT DES ESSAIS**

Compression NF EN 12390-3	Figton NF EN 12390-3	Fendure NF EN 12390-4	Consistance NF EN 12390-2	Alvéoles NF EN 12390-7	Obs					
Numéro d'éprouvette	Date d'essai	Type d'essai	Age	Haut (mm)	Masse (g)	M.V.A. (Um³)	Force (KN)	Résist (MPa)	Moy. (MPa)	
2009-4818A1	17/09/2009	FEND	7j	320	14872	2,31	195	2,4	2,5	
2009-4818A2				320	14841	2,31	206	2,6		
2009-4818A3				320	14821	2,30	191	2,1		
2009-4818A4				320	14836	2,31	201	2,5		
2009-4818A5				320	14855	2,31	204	2,5		
2009-4818A6				320	14861	2,31	196	2,4		
2009-4818B1	08/10/2009	FEND	28j	320	14879	2,31	269	3,3	3,4	
2009-4818B2				320	14827	2,31	280	3,5		
2009-4818B3				320	14833	2,31	278	3,5		
2009-4818B4				320	14815	2,30	268	3,3		
2009-4818B5				320	14829	2,31	270	3,4		
2009-4818B6				320	14877	2,31	280	3,5		

Tremblay en France, le vendredi 16 octobre 2009  
 Responsable Section Essais Béton                      Responsable d'Agence

Django BERNET

Raphaël DA CONCEICAO



# Béton maigre





AGENCE DE TREMBLAY EN FRANCE  
Tél : 01.58.48.04.60 - Fax : 01.55.49.04.51

Béton maigre

**P.V. D'ECRASEMENT SUR BETON HYDRAULIQUE**

Demandeur : CMR	Affaire N° : 09.V1.446 - Ref prélèv. : 2009-B-3660
Copie(s) : M. KABRE 05.56.13.86.01	Ville : BONNEUIL
Maître d'ouvrage :	Adresse : 31 AV. DU MARECHAL LECLERC
maître d'oeuvre :	Lieu :
Entreprise :	Nom :

INFORMATIONS CONCERNANT LE PRÉLEVEMENT			
Date de prélèvement :	01/07/2009	Date de réception au laboratoire :	03/07/2009
Moule d'éprouvette :	11 x 22 carton	Nbr. éprouvettes confectionnées :	6
Mode de serrage :		Eprouvettes confectionnées par :	RBTPS
Affaissement fixé :		Volume de béton mis en oeuvre :	
Lieu de confection :	CHANTIER	Type d'épreuve :	Contrôle
Mode de conservation :	CHAMBRE HUMIDE à 20°C ET HYGROMETRIE RELATIVE >= 95% (NF EN 12390-2)		
Méthode de préparation des faces d'appui :	Rectification (EN 12390-3)		
Désignation :	DALLE		
A / %Air :	100		
Bon de Livraison :	56080		
T°C Ext/Béton :	25/22 °C		

\* Dans le cas où l'échantillon n'a pas été prélevé par notre unité, celle-ci n'assume pas la responsabilité de la représentativité du prélèvement.

INFORMATIONS CONCERNANT LA FORMULE	
Producteur :	Non renseignée
Appellation du béton :	CEM II S2

RESULTAT DES ESSAIS										
Consistance NF EN 12350-3		Finesse NF EN 12350-5		Tendance NF EN 12350-5		Consistance NF EN 12350-7		Aléatoire NF EN 12350-7		
Numéro d'éprouvette	Date d'essai	Type d'essai	Age	Haut. (mm)	Masse (g)	M.V.A. (Um³)	Force (kN)	Résist. (MPa)	Moy. (MPa)	Obs
2009-3660A1	08/07/2009	FEND	7j	220	5151	2,46	56	1,5	1,6	
2009-3660A2				220	5127	2,45	59	1,6		
2009-3660A3				220	5120	2,45	60	1,6		
2009-3660B1	29/07/2009	FEND	28j	220	5130	2,45	124	3,3	3,1	
2009-3660B2				220	5120	2,45	119	3,1		
2009-3660B3				220	5124	2,45	110	2,9		

Tremblay en France, le jeudi 30 juillet 2009  
Responsable Section Essais Béton      Responsable d'Agence

Django BERNET

Raphaël DA CONCEICAO



## **ANNEXE : J**

# **Chaussée rigide**

## **Caractéristiques des graves**



**GNTB**

**GNT 0/20 TYPE B**

<b>Composition</b>	4/20 0/4	Calcaire de Beauce Calcaire de Beauce	50,0 % 50,0 %
<b>Liant</b>			
<b>Optimum Proctor Modifié</b>	Mvas OPM W % ext. OPM Masse volumique humide en place à l'OPM	= = =	2,00 t/m <sup>3</sup> 7,5 2,15 t/m <sup>3</sup>
<b>Tamis (mm)</b>	<b>PASSANT (%)</b>		
31,5	.....		100
25	.....		99
20	.....		89
12,5	.....		81
10	.....		63
6,3	.....		50
4	.....		37
2	.....		25
1	.....		17
0,5	.....		10
0,2	.....		6,7
0,080	.....		
<b>Performances mécaniques</b>			
<b>Classification</b>			
<b>Référence étude</b>			



2 rue Gaspard Monge  
33600 PESSAC  
Tel : 05.56.36.81.57  
Fax : 05.56.36.84.59

PROCES VERBAL D'ESSAI

RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL  
NF P 11-300

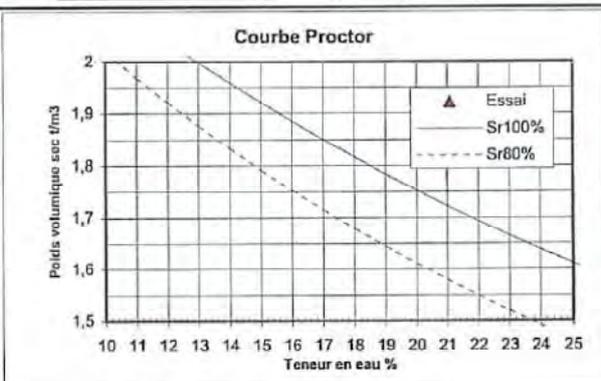
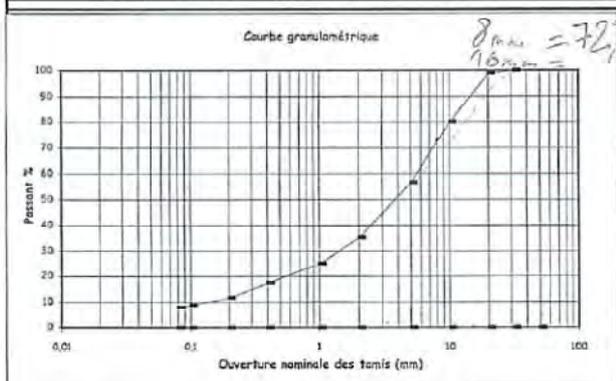
*Handwritten initials: GWSZ*

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n° : 09 BX 4 285	Mode de prélèvement: Pelle	Sondage n° : ECH1	
Chantier : NC	Date de prélèvement: NC	Profondeur : NC	
client : CMR	Mode de conservation : Sac	Date d'essai : 11/06/2009	
Ouvrage : NC	N° d'identification : SL819	Description : Calcaire	
	Date de réception : 10/06/2008		

1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																
Ouverture tamis mm	200	150	100	80	63	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,1	0,08
%passant sur 0/D							100,0	98,9	79,9	56,7	35,0	25,0	17,4	11,6	8,8	7,8
%passant sur 0/50mm																

2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050	3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-066	4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1			
W = 6,5 %	VBS = 0,05 g de bleu/100g sol	WI% =	Wp% =	IP =	Ic =

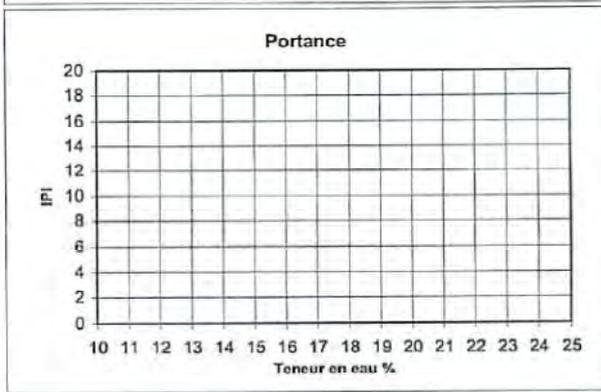
5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20							6 - Portances suivant NF P 94-078							
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	
Teneur en eau	W%						Teneur en eau %							
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )						IPI							
<b>Résultats</b>	Optimum		*Correction si 0<20/D<30%				CBR immédiat	CBR immersion	Gonflement G %	W% après imm				
	Brut	Corrigé*	proportion 20/D=											
	W%		Masse vol des particules du sol											
	$\rho_s$ (t/m <sup>3</sup> )			$\rho_s = 2,7$ t/m <sup>3</sup> (estimé)										



**Observations :**

Le responsable technique  
**R.CARIOU**

Classe du matériau  
**D2**





2 rue Gaspard Monge  
33600 PESSAC  
Tel : 05.56.36.81.57  
Fax : 05.56.36.84.59

PROCES VERBAL D'ESSAI

RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL  
NF P 11-300

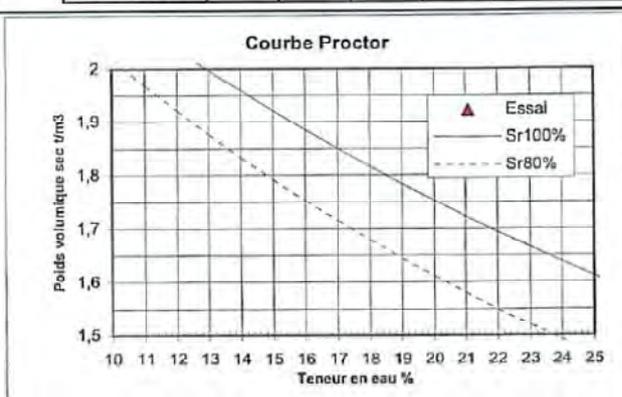
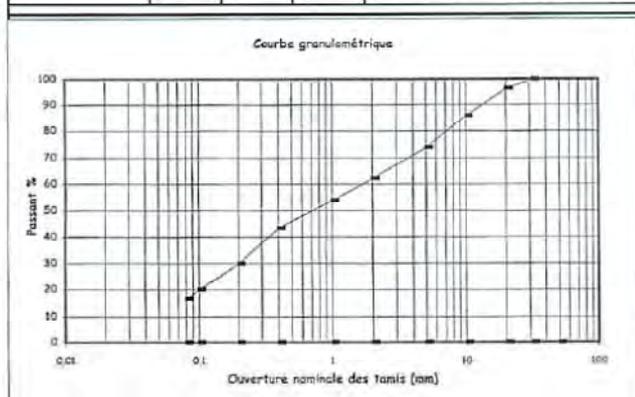
Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n° : 09 BX 4 285	Mode de prélèvement: Pelle	Sondage n° : ECH2	
Chantier : NC	Date de prélèvement: NC	Profondeur : NC	
client : CMR	Mode de conservation : Sac	Date d'essai : 11/06/2009	
Ouvrage : NC	N° d'identification : SL820	Description : GNT	
	Date de réception : 10/06/2008		

1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																
Ouverture tamis mm	200	150	100	80	63	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,1	0,08
%passant sur 0/D							100,0	96,2	85,8	73,9	62,2	53,9	43,3	29,8	20,0	16,6
%passant sur 0/50mm																

2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050	3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-068	4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051- 052-1			
W = 6,7 %	VBS = 0,39 g de bleu/100g sol	WI% =	Wp% =	IP =	Ic =

5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6
Teneur en eau W%						
Poids vol sec $\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )						
<b>Résultats</b>	Optimum		*Correction si $D < 20/D < 30\%$ proportion 20/D= Masse vol des particules du sol $\rho_s = 2,7$ t/m <sup>3</sup> (estimé)			
	Brut	Corrigé*				
	W%					
	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )					

6 - Portances suivant NF P 94-078						
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6
Teneur en eau %						
IPI						
CBR immédiat						
CBR immersion						
Gonflement G %						
W% après imm						



Observations :

Le responsable technique  
R.CARIOU

Classe du matériau  
**B5**

