

**PONT ALBANEL (P-11826)  
STRUCTURE EN BOIS LAMELLÉ-COLLÉ DE TYPE  
« NORDIC LAM »  
PERFORMANCE *IN SITU*  
RAPPORT FINAL**

Chakib Kassem  
OSMOS Canada inc.  
1001, boul. de Maisonneuve Ouest, bureau 800-B  
Montréal (Québec) H3A 3C8 CANADA  
Téléphone : 514 788-2075  
Télécopieur : 514 935-1645  
Courriel : [Chakib.Kassem@osmos-canada.com](mailto:Chakib.Kassem@osmos-canada.com)

et

Louis Crépeau  
OSMOS Canada inc.  
1001, boul. de Maisonneuve Ouest, bureau 800-B  
Montréal (Québec) H3A 3C8 CANADA  
Téléphone : 514 788-2075  
Télécopieur : 514 935-1645  
Courriel : [louis.crepeau@osmos-canada.com](mailto:louis.crepeau@osmos-canada.com)

Réalisé pour le compte du ministère des Transports du Québec

Mai / 2011



La présente étude a été réalisée à la demande du ministère des Transports du Québec et a été financée par la Direction de la recherche et de l'environnement.

Les opinions exprimées dans le présent rapport n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement les positions du ministère des Transports du Québec.



## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier messieurs **Louis-Marie Bélanger** et **Marc Savard**, du ministère des Transports du Québec, pour leur soutien technique et leurs commentaires dans le cadre de cette étude.

Ils tiennent également à remercier messieurs **Jacques Bossé** et **Albert Belhumeur** ainsi que madame **Francine Marceau** pour leur contribution et leur aide technique.



## **SYNTHÈSE DES CONCLUSIONS**

Un nouveau pont en bois lamellé-collé de type « Nordic Lam » fabriqué à partir de cœurs d'épinette noire du Québec a été construit dans la municipalité d'Albanel, au lac Saint-Jean, en novembre 2009. Le pont a été instrumenté à l'aide de capteurs à fibre optique à des endroits spécifiques pour mesurer les déformations et les déplacements. De plus, d'autres capteurs analogiques ont été installés pour relever l'humidité et la température. Un système d'acquisition de données relié à un modem a été installé sur place pour permettre la télésurveillance à distance du comportement du pont en service. Aussi, le pont a été testé à deux reprises, avant l'ouverture au trafic, et une année après, pour évaluer son comportement sous charges statiques et dynamiques en utilisant des camions de masse connue. Ce projet réalisé en collaboration avec le ministère des Transports du Québec (Direction des structures), dans le cadre du contrat de recherche R625.1, permet l'évaluation, ponctuellement et à long terme, de certains paramètres de conception. Les résultats de ce projet concordent assez bien avec les hypothèses de calcul émises par le concepteur. Les valeurs des paramètres mesurés sont inférieures aux limites permises. Ce projet permettra d'optimiser le design des futurs projets de construction de pont similaire projetés.



## TABLE DES MATIÈRES

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCTION</b> .....  | <b>15</b> |
| <b>1. DESCRIPTION DE LA STRUCTURE</b> .....  | <b>17</b> |
| <b>2. MÉTHODOLOGIE ET PARAMÈTRES DE SUIVI</b> .....  | <b>19</b> |
| 2.1 Acquisition ponctuelle de mesures.....   | 19        |
| 2.2 Acquisition de mesures en continu .....  | 19        |
| <b>3. INSTRUMENTATION INSTALLÉE</b> .....  | <b>21</b> |
| <b>4. REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE</b> .....   | <b>25</b> |
| <b>5. ESSAIS DE CHARGEMENT STATIQUES ET DYNAMIQUES</b> .....                               | <b>29</b> |
| 5.1 Introduction.....  | 29        |
| 5.2 Camions utilisés pour la deuxième série d'essais<br>de chargement .....                | 29        |
| 5.3 Chargement statique .....  | 32        |
| 5.4 Chargement quasi statique .....  | 32        |
| 5.5 Chargement dynamique .....   | 32        |
| <b>6. RÉSULTATS DE LA DEUXIÈME SÉRIE DES ESSAIS<br/>STATIQUES ET DYNAMIQUES</b> .....      | <b>33</b> |
| 6.1 Résultats des essais statiques.....  | 33        |
| 6.2 Résultats des essais quasi statiques .....   | 35        |
| 6.3 Résultats des essais dynamiques.....   | 37        |
| <b>7. COMPARAISON DES RÉSULTATS DES DEUX ESSAIS<br/>DE CHARGEMENT</b> .....                | <b>41</b> |
| <b>8. ACQUISITION DE MESURES EN CONTINU<br/>SUR UNE PÉRIODE D'UNE ANNÉE</b> .....          | <b>43</b> |
| 8.1 Suivi du taux d'humidité dans le platelage .....                                       | 43        |
| 8.2 Suivi des déplacements vertical et horizontal<br>entre deux panneaux du platelage..... | 44        |
| 8.3 Suivi des déformations des poutres .....   | 46        |
| <b>9. CONCLUSIONS</b> .....  | <b>51</b> |



## LISTE DES TABLEAUX

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Tableau 1</b> | Analyse des paramètres de surveillance.....  | 20 |
| <b>Tableau 2</b> | Informations sur les équipements installés.....  | 21 |
| <b>Tableau 3</b> | Position de l'axe neutre lors des essais<br>de chargement statiques.....                           | 34 |
| <b>Tableau 4</b> | Comparatif des mesures de déformation<br>entre les poutres P1 et P10 (essais quasi statiques)..... | 35 |
| <b>Tableau 5</b> | Comparaison des essais statiques<br>avec les essais quasi statiques.....                           | 36 |
| <b>Tableau 6</b> | Valeurs des facteurs d'amplification dynamiques.....   | 38 |
| <b>Tableau 7</b> | Comparaison entre les résultats des essais<br>de chargement de 2009 et de 2010 .....               | 42 |



## LISTE DES FIGURES

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Figure 1</b>  | Vue générale du pont d'Albanel .....   | 17 |
| <b>Figure 2</b>  | Centrale d'acquisition des données .....   | 25 |
| <b>Figure 3</b>  | Vue de l'intérieur de la centrale d'acquisition des données ...  | 25 |
| <b>Figure 4</b>  | Cordes optiques sur les poutres 5 et 6 installées<br>au tiers de la portée .....   | 26 |
| <b>Figure 5</b>  | Cordes optiques installées en intrados et extrados<br>sur la poutre 5 à mi-portée .....  | 26 |
| <b>Figure 6</b>  | Capteur d'humidité humid-bois 1 .....  | 27 |
| <b>Figure 7</b>  | Extensomètres installés sous le pont<br>entre deux panneaux de platelage adjacents .....   | 27 |
| <b>Figure 8</b>  | Vue du dispositif de mesure de la déflexion utilisé<br>lors de l'essai de chargement du 06-10-2010 .....   | 28 |
| <b>Figure 9</b>  | Vue rapprochée du capteur de déflexion .....   | 28 |
| <b>Figure 10</b> | Dimensions et charges des essieux<br>des deux camions utilisés lors des essais<br>statiques et dynamiques (deuxième série) .....                   | 30 |
| <b>Figure 11</b> | Photos des camions utilisés pour les essais<br>de chargement (deuxième série) .....  | 31 |
| <b>Figure 12</b> | Exemple graphique des déformations statiques<br>enregistrées (au tiers de la portée sur les poutres 1 à 6) .....                                   | 33 |
| <b>Figure 13</b> | Schématisation de la position de l'axe neutre .....  | 35 |
| <b>Figure 14</b> | Exemple graphique des déformations quasi statiques<br>enregistrées (au tiers de la portée) .....   | 37 |
| <b>Figure 15</b> | Exemple graphique des déformations dynamiques<br>enregistrées à mi-portée<br>(camion C2 à 49 km/h vers Albanel voie 1) .....                       | 39 |
| <b>Figure 16</b> | Relevé temporel des accéléromètres<br>lors de l'essai d'impact sur le pont .....   | 39 |
| <b>Figure 17</b> | Représentation fréquentielle des mesures<br>des accéléromètres .....   | 40 |
| <b>Figure 18</b> | Relevés des mesures d'humidité<br>(période entre le 21-01-2010 et le 05-10-2010) .....   | 44 |
| <b>Figure 19</b> | Relevé des déplacements vertical et horizontal<br>entre deux panneaux de platelage en fonction<br>de la variation de l'humidité dans le bois ..... | 45 |

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Figure 20</b> | Relevé des déplacements vertical et horizontal entre deux panneaux de platelage en fonction de la variation de la température..... | 45 |
| <b>Figure 21</b> | Relevé des déformations des poutres au tiers de la portée (P1 à P5) .....  | 47 |
| <b>Figure 22</b> | Relevé des déformations des poutres au tiers de la portée (P6 à P10) .....   | 47 |
| <b>Figure 23</b> | Relevé des déformations des poutres à mi-portée (P5 et P6 intrados et extrados) .....  | 48 |
| <b>Figure 24</b> | Enregistrement automatique des déformations dynamiques maximums pour la période de suivi (capteurs au tiers de la portée) .....    | 48 |
| <b>Figure 25</b> | Enregistrement automatique des déformations dynamiques maximums pour la période de suivi (capteurs à mi-portée) .....              | 49 |

## INTRODUCTION

Dans un contexte de développement durable, le ministère des Transports du Québec (MTQ) a pris l'initiative de construire un pont en bois lamellé-collé de type « Nordic Lam » dans la municipalité d'Albanel, au lac Saint-Jean. Le pont comprend un platelage de bois protégé par un enrobé d'une largeur de 7,3 m et qui repose sur dix poutres longitudinales en bois lamellé-collé d'une portée de 11 m. Par ce projet, le MTQ veut évaluer la performance du bois lamellé-collé dans des conditions réelles d'utilisation. Ces conditions incluent, entre autres, les effets climatiques ponctuels et saisonniers ainsi que ceux des charges de service.

Le bois d'ingénierie « Nordic Lam » est reconnu pour son utilisation dans des bâtiments. Le mandat du présent projet vise à recueillir de l'information lorsque ce matériau est utilisé dans un tablier de pont. Il sera également possible de valider certains paramètres de conception.

À cet effet, le MTQ a conclu une entente de partenariat avec la compagnie OSMOS Canada inc., dans le cadre d'un projet de recherche qui vise à instrumenter la structure du pont, à l'aide de capteurs optiques et analogiques intégrés et bien positionnés, pour recueillir des informations après la construction, afin d'évaluer le comportement et de valider certains paramètres de conception. Ainsi, les informations recueillies seront sous forme d'une acquisition ponctuelle de données prises lors de deux essais de chargement, l'un juste avant la mise en service du pont en novembre 2009, et l'autre, un an après. Un enregistrement de données en continu est également planifié entre les deux essais de chargement, en conditions normales d'utilisation.

Un premier rapport remis au MTQ (Direction des structures) en janvier 2010, a porté sur la description de l'instrumentation installée sur le pont ainsi que la présentation des données recueillies dans le cadre de l'essai de chargement initial (essais de chargement du 25-11-2009) et les résultats découlant de cette première acquisition ponctuelle de mesures. Les principales conclusions de ce rapport font état des résultats des essais de chargement statiques et dynamiques. L'analyse de ces résultats avait donné un **facteur d'essieu maximum en flexion de 0,238** et un **déplacement vertical maximum du panneau de platelage de 0,222 mm**. Le calcul de la position de l'axe neutre donnait un **C/H variant entre 0,43 et 0,49** pour les différents cas de chargement. Ce premier rapport est présenté en intégralité à l'annexe E.

Ce rapport final présente les résultats du deuxième essai de chargement réalisé en octobre 2010, ainsi que la synthèse des mesures relevées en continu sur une période de suivi d'une année. Il fait aussi état d'une comparaison avec les résultats du premier essai de chargement de novembre 2009.



## 1. DESCRIPTION DE LA STRUCTURE

Le pont d'Albanel a une portée de 11 m et une largeur carrossable de 6,7 m pour deux voies de circulation. Le tablier du pont est composé de dix poutres rectangulaires de 705 mm de hauteur par 184 mm de largeur supportant des panneaux de 927 mm de largeur par 184 mm d'épaisseur sur la pleine largeur du tablier. L'annexe A donne le plan de la structure. À titre d'information, les principaux éléments de la fiche d'inventaire (incluse dans l'annexe A) permettant de décrire ce pont sont les suivants :

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Dossier OSMOS :                   | MTGG-00014877 (ancien MTGG 002)        |
| Dossier Client :                  | R.625.1                                |
| Numéro de l'ouvrage :             | P-11826                                |
| Documents fournis par le Client : | Plans de la structure                  |
| Type de structure :               | Pont à poutres en bois (type 46)       |
| Année de construction :           | 2009                                   |
| Municipalité :                    | Albanel                                |
| Route :                           | Route du 1 <sup>er</sup> Rang          |
| Obstacle :                        | Cours d'eau (ruisseau de la Grande)    |
| Longueur totale :                 | 17 316 mm                              |
| Longueur du tablier :             | 11 620 mm (face à face du garde-grève) |
| Largeur hors tout :               | 7 316 mm                               |
| Largeur carrossable :             | 6 700 mm                               |
| Nombre de travées :               | 1 travée                               |
| Nombre de voies de circulation :  | 2 voies                                |
| DJMA :                            | 50                                     |
| Pourcentage de véhicules lourds : | 7 %                                    |
| Classe de la route :              | Local 2                                |



Figure 1 Vue générale du pont d'Albanel



## **2. MÉTHODOLOGIE ET PARAMÈTRES DE SUIVI**

Le présent projet de recherche vise à recueillir des informations sur le comportement du bois d'ingénierie « Nordic Lam » lorsque ce matériau est utilisé dans un tablier de pont surmontant un cours d'eau. Ces informations serviront aussi à valider certains paramètres de conception.

Afin de réaliser ces objectifs, les paramètres de suivi ont été identifiés pour les deux types d'acquisition de données décrits ci-dessous.

### **2.1 Acquisition ponctuelle de mesures**

L'acquisition ponctuelle de mesures est réalisée lors des deux essais de chargement et permet d'évaluer les paramètres suivants :

- mesurer la déflexion instantanée sous chargement statique ;
- mesurer la fréquence de vibration sous chargement dynamique ;
- déterminer les facteurs d'essieux sur les poutres selon différents cas de chargement.

### **2.2 Acquisition de mesures en continu**

L'acquisition de données dans le cadre de prises de mesures en continu (monitoring) va permettre d'évaluer les paramètres suivants :

- le fluage des poutres (la perte de cambrure) ;
- le taux d'humidité dans le platelage ;
- les variations horizontales longitudinales dans le temps entre deux panneaux adjacents constituant le platelage, afin de vérifier l'influence de l'humidité ;
- les déplacements verticaux engendrés par des charges vives entre deux panneaux adjacents constituant le platelage.

Le tableau 1 donne un sommaire des principaux paramètres de surveillance au mandat.

**Tableau 1 Analyse des paramètres de surveillance**

| <b>Information recherchée</b>   | <b>Paramètre</b>   | <b>Méthode</b>  | <b>Équipement</b>    |
|---|--|---|----------------------|
| Déflexion instantanée sous charges de service                                 | Flèche instantanée   | Mesure des déformations en intrados et extrados à mi-portée des poutres centrales | Corde optique ST-1M  |
| Fréquence naturelle de l'ouvrage  | Fréquence de vibrations  | Mesure de la fréquence sous l'impact d'une petite masse ( $\pm 15$ kg)            | Accéléromètre        |
| Répartition transversale des charges sur les poutres (facteurs d'essieux)     | Déformation de la fibre tendue sur la section de chaque poutre | Mesure de la déformation sous charges statiques et dynamiques                     | Corde optique ST-1M  |
| Fluage des poutres  | Perte de cambrure dans le temps                                | Mesure des déformations en intrados et extrados à mi-portée des poutres centrales | Corde optique ST-1M  |
| Taux d'humidité dans le bois  | Humidité   | Encapsulé dans le bois  | Capteur d'humidité   |
| Déplacements verticaux et horizontaux entre 2 panneaux adjacents du platelage | Déplacement relatif entre 2 panneaux de platelage              | Mesure du déplacement   | Extensomètre optique |
| Température ambiante  | Mesure de la température                                       | Sonde de température  | Sonde de température |

### 3. INSTRUMENTATION INSTALLÉE

Au total, quatorze cordes optiques et deux extensomètres optiques sont installés sur le pont Albanel (P-11826). Les cordes optiques sont destinées pour la mesure des déformations, tandis que les extensomètres optiques sont dédiés à la mesure des déplacements. De plus, quatre capteurs analogiques d'humidité et une sonde de température ont été aussi installés sous le pont. Pour les besoins de l'essai de chargement, trois accéléromètres ont été disposés à différentes positions sous le pont pour évaluer les propriétés dynamiques de la structure. Les capteurs installés comportent des câblages additionnels permettant un repositionnement selon les besoins. L'annexe A donne les détails de l'emplacement des capteurs sur la structure du pont. L'annexe B présente les fiches techniques des différentes sortes de capteurs utilisés pour ce projet.

Tous les capteurs sont reliés à une centrale d'acquisition de données qui enregistre sur place les données et qui permet la gestion des paramètres de configuration. De plus, cette centrale d'acquisition est reliée à un système de communication qui permet l'accès aux données à distance. Le tableau 2 résume l'information sur les équipements installés pour faire le suivi du comportement de la structure.

**Tableau 2 Informations sur les équipements installés**

| <b>Station de monitoring</b>   |   |                               |              |
|--|---|-------------------------------|--------------|
| N° de la station SPCU :  | 200831233   | N° DAU :                      | 200738039    |
| Cabinet : C82-0608-21  |   | N° DAU :                      | 200852087    |
|  |   | N° DAU :                      | 200852090    |
|  |   | N° DAU :                      | 200612031    |
| Adresse IP de la station :   | 192.168.6.51  | N° de la ligne téléphonique : | 418 276-4462 |
| Emplacement :  | Installée à ±1 m du sol à côté du pont.   |                               |              |
| <b>Capteurs : Cordes optiques</b>  |   |                               |              |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1148//P-1<br>Longueur : 1 m | Corde optique installée au tiers de la portée sur la poutre 1, sur la fibre tendue de la section, sous le pont. |                               |              |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1146//P-2<br>Longueur : 1 m | Corde optique installée au tiers de la portée sur la poutre 2, sur la fibre tendue de la section, sous le pont. |                               |              |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1145//P-3<br>Longueur : 1 m | Corde optique installée au tiers de la portée sur la poutre 3, sur la fibre tendue de la section, sous le pont. |                               |              |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1149//P-4<br>Longueur : 1 m | Corde optique installée au tiers de la portée sur la poutre 4, sur la fibre tendue de la section, sous le pont. |                               |              |

| <b>Capteurs : Cordes optiques</b>   |  |
|---|--|
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1121//P-5<br>Longueur : 1 m      | Corde optique installée au tiers de la portée sur la poutre 5, sur la fibre tendue de la section, sous le pont.  |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1118//P-6<br>Longueur : 1 m      | Corde optique installée au tiers de la portée sur la poutre 6, sur la fibre tendue de la section, sous le pont.  |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1147//P-7<br>Longueur : 1 m      | Corde optique installée au tiers de la portée sur la poutre 7, sur la fibre tendue de la section, sous le pont.  |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1142//P-8<br>Longueur : 1 m      | Corde optique installée au tiers de la portée sur la poutre 8, sur la fibre tendue de la section, sous le pont.  |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1141//P-9<br>Longueur : 1 m      | Corde optique installée au tiers de la portée sur la poutre 9, sur la fibre tendue de la section, sous le pont.  |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1140//P-10<br>Longueur : 1 m     | Corde optique installée au tiers de la portée sur la poutre 10, sur la fibre tendue de la section, sous le pont. |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1151//P-5 HAUT<br>Longueur : 1 m | Corde optique installée à mi-portée de la poutre 5, sur la fibre comprimée de la section, sous le pont.          |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1150//P-5 BAS<br>Longueur : 1 m  | Corde optique installée à mi-portée de la poutre 5, sur la fibre tendue de la section, sous le pont.             |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1152//P-6 HAUT<br>Longueur : 1 m | Corde optique installée à mi-portée de la poutre 6, sur la fibre comprimée de la section, sous le pont.          |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1153//P-6 BAS<br>Longueur : 1 m  | Corde optique installée à mi-portée de la poutre 6, sur la fibre tendue de la section, sous le pont.             |
| <b>Capteurs : Extensomètres</b>   |  |
| <u>Extensomètre</u><br>N° identification : EX-810//Platelage V                  | Extensomètre installé à la jonction du platelage, à la verticale entre les poutres 5 et 6, sous le pont.         |
| <u>Extensomètre</u><br>N° identification : EX-807//Platelage H                  | Extensomètre installé à la jonction du platelage, à l'horizontale entre les poutres 5 et 6, sous le pont.        |

| <b>Sonde de température</b>  |  |
|--|--|
| <u>Sonde de température</u><br>N° identification : PT100                   | La sonde de température est installée sur la poutre 5 sous le pont, du côté amont. Cette sonde mesure la température ambiante. |
| <b>Capteurs d'humidité</b>   |  |
| <u>Capteur d'humidité pour le bois</u><br>N° identification : humid-bois 1 | Capteur d'humidité pour le platelage, installé sous le pont entre les poutres 5 et 6 au tiers de la portée.                    |
| <u>Capteur d'humidité pour le bois</u><br>N° identification : humid-bois 2 | Capteur d'humidité pour le platelage, installé sous le pont entre les poutres 5 et 6 à mi-portée.                              |
| <u>Capteur d'humidité de l'air</u><br>N° identification : humid-air 1      | Capteur d'humidité de l'air installé sur la culée, sous le pont entre les poutres 5 et 6.                                      |
| <u>Capteur d'humidité de l'air</u><br>N° identification : humid-air 2      | Capteur d'humidité de l'air installé sous le pont, au niveau de l'axe central entre les poutres 5 et 6.                        |
| <b>Accéléromètres</b>  |  |
| <u>Accéléromètre SEIKA</u><br>N° identification : BDK3/8512//P-5           | Accéléromètre installé sur la poutre 5 pour les besoins de l'essai de chargement dynamique.                                    |
| <u>Accéléromètre SEIKA</u><br>N° identification : BDK3/8511//P-9           | Accéléromètre installé sur la poutre 9 pour les besoins de l'essai de chargement dynamique.                                    |
| <u>Accéléromètre SEIKA</u><br>N° identification : BDK3/8510//P-2           | Accéléromètre installé sur la poutre 2 pour les besoins de l'essai de chargement dynamique.                                    |
| <b>Capteur de déflexion (essai de chargement du 06-10-2010)</b>            |  |
| <u>LVDT Keyence</u><br>N° identification : LVDT Keyence-1/2-P-5            | Capteur de déflexion installé sous la poutre 5, à mi-portée, pour les besoins de l'essai de chargement du 6 octobre 2010.      |
| <b>Période</b>   |  |
| Date du début du monitoring :  | 25 novembre 2009   |
| Date de la fin du monitoring :   | 7 octobre 2010   |
| <b>Méthodologie d'installation</b>   |  |
| Accès au site :  | S. O.  |
| Alimentation électrique :  | Alimentation disponible sur place.   |
| Alimentation téléphonique :  | Ligne téléphonique analogique : 418 276-4462   |
| Date du branchement :  | 25 novembre 2009   |



#### 4. REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE



Figure 2 Centrale d'acquisition des données

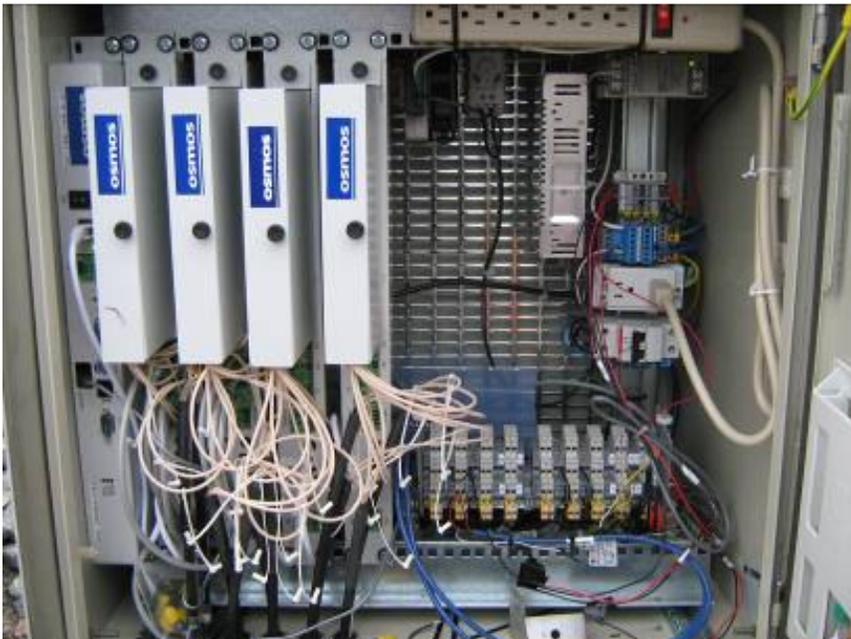


Figure 3 Vue de l'intérieur de la centrale d'acquisition des données



Figure 4 Cordes optiques sur les poutres 5 et 6 installées au tiers de la portée



Figure 5 Cordes optiques installées en intrados et extrados sur la poutre 5 à mi-portée



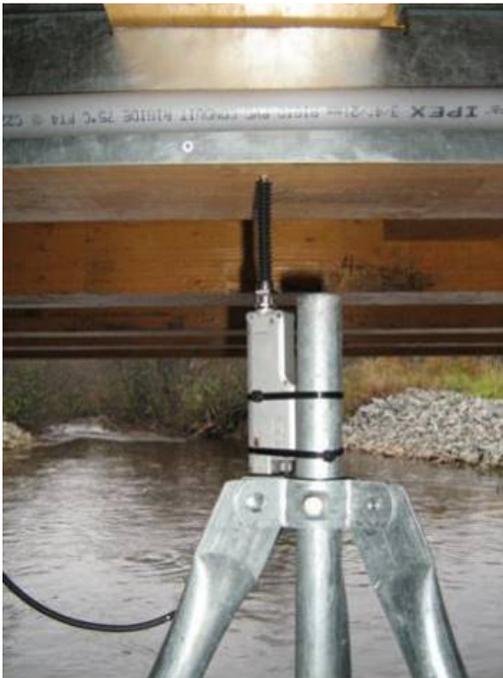
Figure 6      Capteur d'humidité humid-bois 1



Figure 7      Extensomètres installés sous le pont entre deux panneaux de platelage adjacents



**Figure 8** Vue du dispositif de mesure de la déflexion utilisé lors de l'essai de chargement du 06-10-2010



**Figure 9** Vue rapprochée du capteur de déflexion

## **5. ESSAIS DE CHARGEMENT STATIQUES ET DYNAMIQUES**

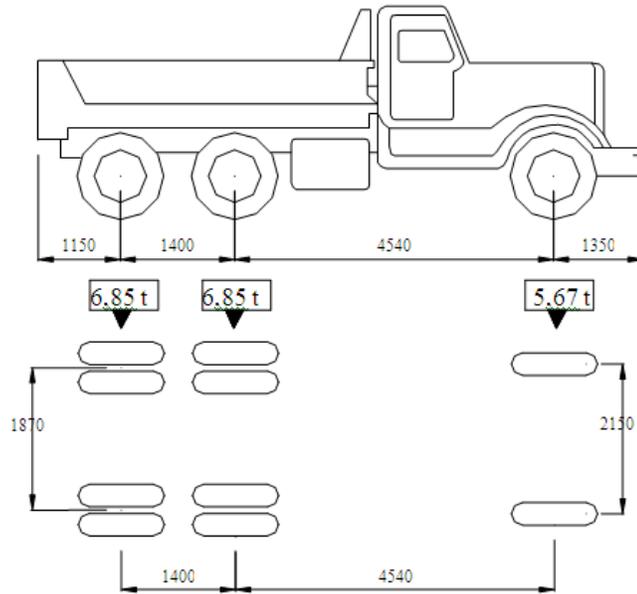
### **5.1 Introduction**

Dans le cadre de ce projet visant à évaluer la performance *in situ* du pont d'Albanel, une deuxième série d'essais de chargement statiques et dynamiques utilisant des camions de masse connue a été réalisée. Le pesage des camions a été fait la même journée avant le commencement des essais, sur une balance d'un entrepreneur en transport de Dolbeau-Mistassini. Ces essais surviennent une année après les premiers essais de chargement qui avaient eu lieu juste avant l'ouverture au trafic routier en novembre 2009. Ce nouvel essai de chargement a eu lieu dans la journée du 6 octobre 2010. Pendant cet essai, la déflexion au centre du pont a été mesurée en utilisant un capteur LVDT relié au système d'acquisition.

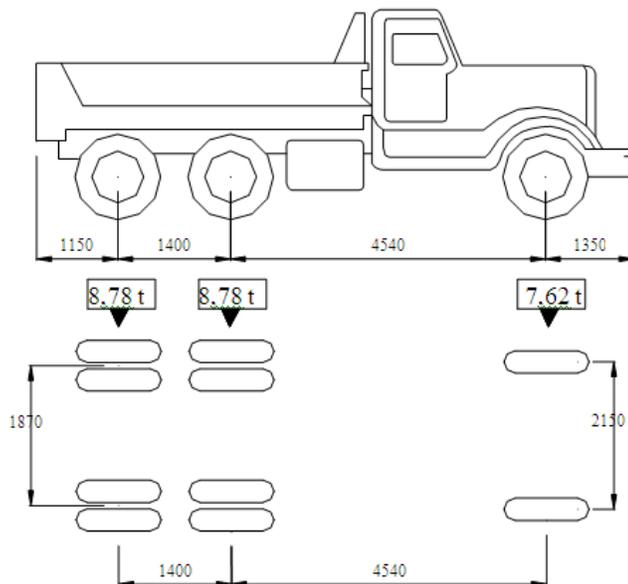
### **5.2 Camions utilisés pour la deuxième série d'essais de chargement**

Le pont a été testé pour évaluer son comportement sous charges statiques et dynamiques en utilisant deux camions de masse connue (camions 10 roues à 2 essieux). Les deux camions ont été préalablement chargés et pesés. Les deux camions affichaient une charge totale d'environ 19 et 25 tonnes. Les dimensions des camions sont présentées sur la figure 10. Les photos des deux camions utilisés sont présentées sur la figure 11.

**Camion C1 (19,37 tonnes)**



**Camion C2 (25,18 tonnes)**



**Figure 10** Dimensions et charges des essieux des deux camions utilisés lors des essais statiques et dynamiques (deuxième série)

**Camion C1**



**Camion C2**



**Figure 11** Photos des camions utilisés pour les essais de chargement (deuxième série)

### **5.3 Chargement statique**

L'essai de chargement statique consiste à immobiliser le camion d'essai sur des emplacements spécifiques sur le pont. Neuf configurations de charge ont été réalisées, tel que montré sur les plans à l'annexe C. L'arrêt du camion d'essai devait durer 2 minutes pour permettre au système d'acquisition de prendre une mesure stable.

### **5.4 Chargement quasi statique**

Cet essai consiste à faire rouler les camions très lentement (entre 5 km/h et 15 km/h) sur les voies N<sup>os</sup> 1 et 2 du pont.

### **5.5 Chargement dynamique**

L'essai dynamique a été effectué en utilisant le camion C2 (25 tonnes). L'essai consiste à prendre des enregistrements en mode dynamique lors du passage du camion sur chacune des voies de circulation sur le pont. Les passages du camion ont été effectués à deux vitesses, soit à 30 km/h et à 50 km/h. Afin d'évaluer la fréquence naturelle de vibration de la structure, des essais d'impact ont été réalisés sur le pont à la fin des essais de chargement en utilisant un poteau en bois d'une masse d'environ 15 kg. Les positions des points d'impact sont reportées avec les résultats à l'annexe D.

## 6. RÉSULTATS DE LA DEUXIÈME SÉRIE DES ESSAIS STATIQUES ET DYNAMIQUES

### 6.1 Résultats des essais statiques

La figure 12 montre un exemple graphique des enregistrements effectués lors des essais statiques. Nous pouvons clairement distinguer les arrêts du camion de charge sur le graphique. Nous remarquons aussi qu'il y a une bonne répétitivité dans les résultats. Le détail des valeurs des déformations et des déflexions statiques enregistrées durant les essais de chargement pour chaque cas de charge a été reporté sur les tableaux de l'annexe D.

Après un cycle de charge-décharge, les valeurs mesurées démontrent un comportement élastique. Afin de vérifier la linéarité du comportement, nous pouvons comparer les mesures de déflexion de la position A1-B1 (avec deux camions sur le pont) et les mesures additionnées des positions A1 et B1. Cette comparaison donne des valeurs presque identiques (5 % de différence seulement). Cette tendance est retrouvée aussi pour la comparaison des valeurs de déformation. Il est à noter que le calcul de la répartition transversale (facteurs d'essieux) a été fait avec les mesures de déformations acquises au tiers de la portée.

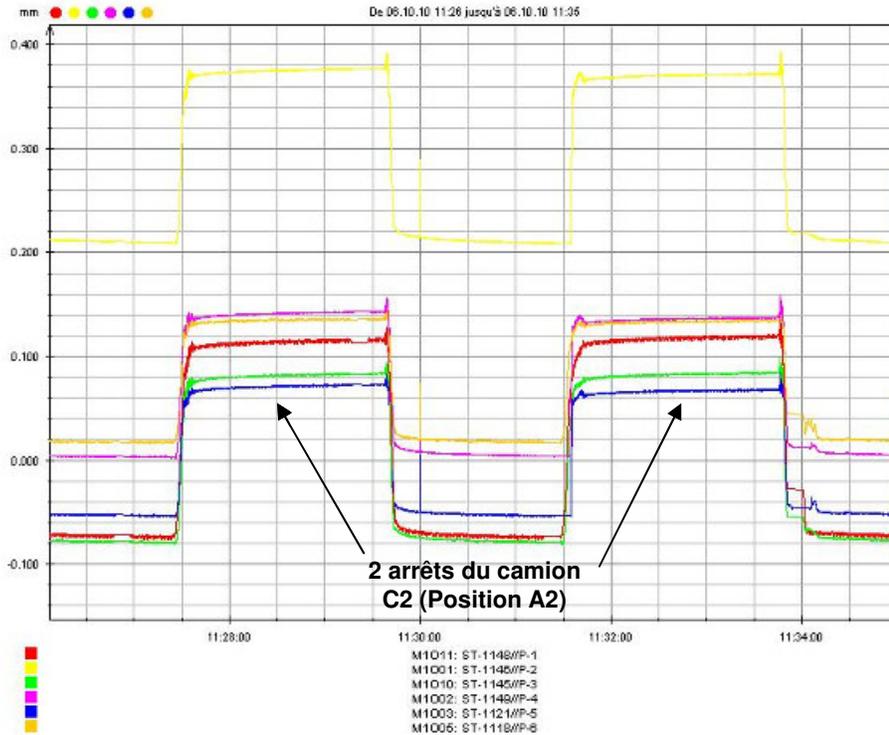


Figure 12 Exemple graphique des déformations statiques enregistrées (au tiers de la portée sur les poutres 1 à 6)

Les résultats de la deuxième série des essais statiques nous ont permis d'évaluer les paramètres suivants :

Facteur d'essieu maximum en flexion : **0,226 (position B2')**

Déflexion sous la poutre P5 : **13,9 mm (position A1-B1 avec 2 camions)**

Déplacement vertical maximum du panneau de platelage : **0,224 mm (position B1)**

Position de l'axe neutre : Le tableau 3 résume les positions de l'axe neutre correspondant aux déformations statiques en extrados et intrados relevées sur les poutres 5 et 6. La figure 13 montre une présentation schématique de la position de l'axe neutre. Nous pouvons voir que la valeur moyenne du rapport C/H, qui définit la position de l'axe neutre, est de 0,43 et 0,40 pour la poutre 6 et la poutre 5 respectivement. Ces valeurs sont inférieures à 0,5, ce qui indique la présence d'un léger effet composite du tablier.

**Tableau 3 Position de l'axe neutre lors des essais de chargement statiques**

| Position          | Camion   | Position de L'A.N. C/H | Position de L'A.N. C/H | Position de L'A.N. C (mm) | Position de L'A.N. C (mm) |
|-------------------|----------|------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                   |          | Poutre P6              | Poutre P5              | Poutre P6                 | Poutre P5                 |
| B1                | C1       | 0,41                   | 0,41                   | 315,21                    | 317,40                    |
| A1                | C1       | 0,45                   | 0,39                   | 338,74                    | 302,84                    |
| B2                | C1       | 0,42                   | 0,41                   | 319,57                    | 316,45                    |
| B2-mod            | C1       | 0,45                   | 0,39                   | 334,64                    | 305,66                    |
| A2                | C1       | 0,43                   | 0,40                   | 326,74                    | 309,20                    |
| B1                | C2       | 0,41                   | 0,42                   | 316,63                    | 317,63                    |
| B2                | C2       | 0,41                   | 0,41                   | 315,32                    | 312,85                    |
| B2-mod            | C2       | 0,44                   | 0,40                   | 329,52                    | 307,51                    |
| A1                | C2       | 0,45                   | 0,40                   | 337,38                    | 308,78                    |
| A2                | C2       | 0,44                   | 0,40                   | 330,84                    | 310,59                    |
| A1-B1             | C1 et C2 | 0,43                   | 0,40                   | 325,94                    | 311,75                    |
| D1                | C1 et C2 | 0,44                   | 0,41                   | 330,33                    | 314,79                    |
| A2'               | C2       | 0,45                   | 0,39                   | 339,09                    | 306,08                    |
| B2'               | C2       | 0,42                   | 0,42                   | 319,64                    | 320,37                    |
| <b>Moyenne</b>    |          | <b>0,43</b>            | <b>0,40</b>            | <b>327,11</b>             | <b>311,57</b>             |
| <b>Écart-type</b> |          | <b>0,02</b>            | <b>0,01</b>            | <b>8,66</b>               | <b>5,23</b>               |

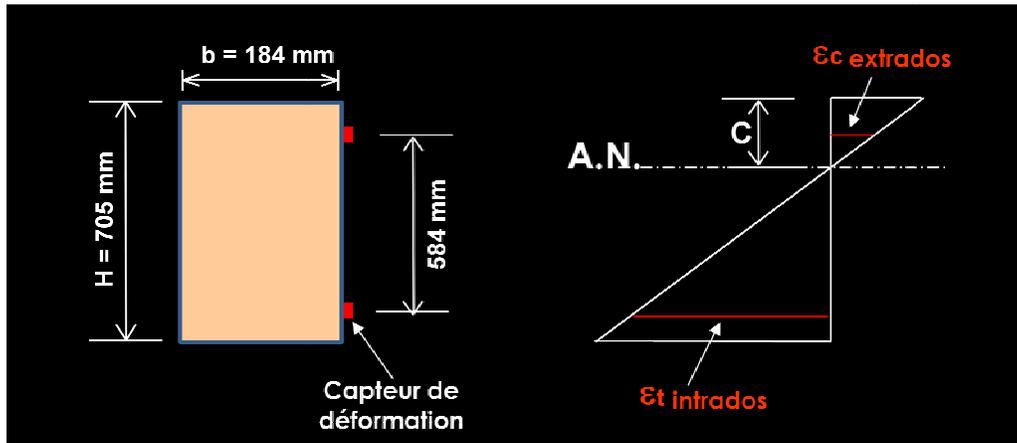


Figure 13 Schématisation de la position de l'axe neutre

## 6.2 Résultats des essais quasi statiques

La figure 14 montre un exemple graphique des enregistrements effectués lors des essais quasi statiques. Nous pouvons aussi remarquer le retour élastique après chaque passage du **camion C2**. Le tableau 4 présente un comparatif des mesures de déformation quasi statiques entre les poutres de rive P1 et P10. Nous pouvons noter que les déformations ainsi que leur répartition sont très comparables selon que le camion passe sur la voie N° 1 ou la voie N° 2. Nous avons aussi reporté sur le tableau 5, un comparatif entre les mesures statiques et les mesures quasi statiques. Le ratio entre ces deux mesures est en moyenne de 0,99, ce qui conforte la constance du comportement de la structure. Le détail des valeurs des déformations quasi statiques enregistrées durant les essais de chargement a été reporté sur les tableaux de l'annexe D.

Tableau 4 Comparatif des mesures de déformation entre les poutres P1 et P10 (essais quasi statiques)

| Voie                      | Poutre P1                        | Poutre P10                       |
|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                           | Déformation au 1/3 portée (mm/m) | Déformation au 1/3 portée (mm/m) |
| Vers 1 <sup>er</sup> Rang | 0,214                            | -0,018                           |
| Vers Albanel              | -0,012                           | 0,218                            |

**Tableau 5 Comparaison des essais statiques avec les essais quasi statiques**

| Identification de la poutre | Essai statique (1/3 portée) (mm/m)           |                                 | Essai quasi statique (1/3 portée) (mm/m) |              | Ratio quasi statique/statique |              |
|-----------------------------|--|---------------------------------|--|--------------|-------------------------------|--------------|
|                             | Position A2 voie 1 vers 1 <sup>er</sup> Rang | Position B2 voie 2 vers Albanel | Vers 1 <sup>er</sup> Rang                | Vers Albanel | Vers 1 <sup>er</sup> Rang     | Vers Albanel |
| ST-1148 - P1                | 0,191  | -0,011                          | 0,214                                    | -0,012       | 1,12                          | 1,10         |
| ST-1146 - P2                | 0,164  | 0,024                           | 0,177                                    | 0,024        | 1,08                          | 1,00         |
| ST-1145 - P3                | 0,162  | 0,050                           | 0,162                                    | 0,047        | 1,00                          | 0,94         |
| ST-1149 - P4                | 0,136  | 0,076                           | 0,139                                    | 0,072        | 1,02                          | 0,95         |
| ST-1121 - P5                | 0,123  | 0,119                           | 0,111                                    | 0,116        | 0,90                          | 0,97         |
| ST-1118 - P6                | 0,117  | 0,144                           | 0,109                                    | 0,140        | 0,93                          | 0,97         |
| ST-1147 - P7                | 0,077  | 0,165                           | 0,067                                    | 0,162        | 0,87                          | 0,98         |
| ST-1142 - P8                | 0,048  | 0,180                           | 0,041                                    | 0,176        | 0,85                          | 0,98         |
| ST-1141 - P9                | 0,020  | 0,182                           | 0,016                                    | 0,177        | 0,80                          | 0,97         |
| ST-1140 - P10               | -0,013                                       | 0,209                           | -0,018                                   | 0,218        | 1,35                          | 1,04         |

Les résultats des essais quasi statiques nous ont permis d'évaluer les paramètres suivants :

Facteur d'essieu maximum en flexion : **0,210 (voie 1 vers 1<sup>er</sup> Rang)**

Déflexion sous la poutre P5 : **7,6 mm (voie 1 vers 1<sup>er</sup> Rang)**

Déplacement vertical maximum du panneau de platelage : **0,161 mm (voie 2 vers Albanel)**

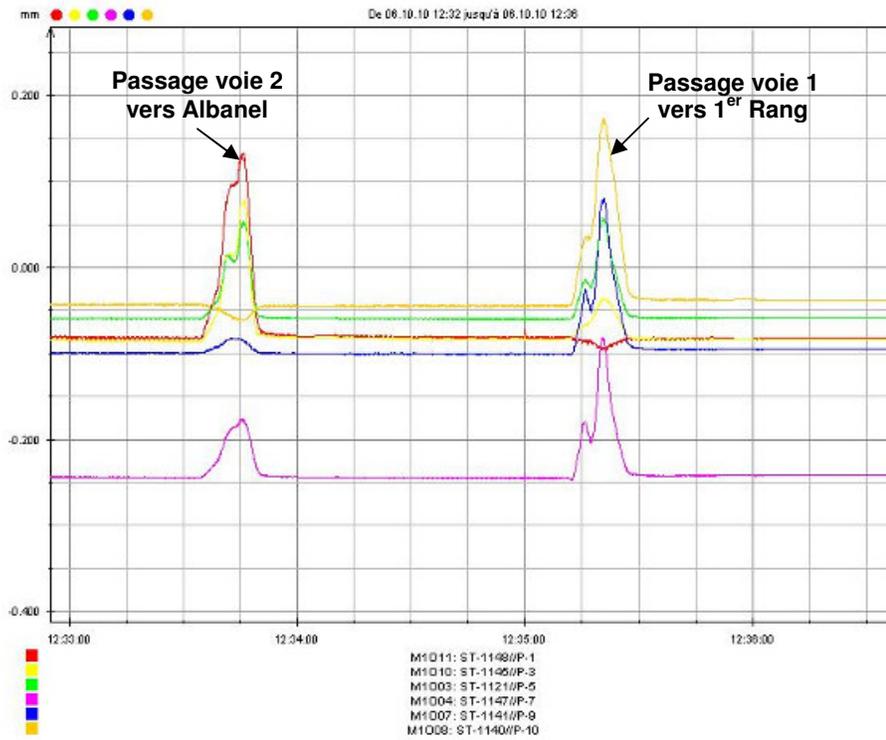


Figure 14 Exemple graphique des déformations quasi statiques enregistrées (au tiers de la portée)

### 6.3 Résultats des essais dynamiques

La figure 15 montre un exemple d'un enregistrement effectué lors des essais dynamiques à 49 km/h. Nous remarquons, qu'après le passage du camion, les déformations mesurées sur tous les capteurs reviennent aux valeurs initiales (avant le passage du camion). Ceci traduit un comportement élastique (absence de déformation résiduelle après le déchargement du pont). Il est à rappeler que c'est le camion C2 (25 tonnes) qui a été utilisé pour les passages sur le pont. Il est à noter aussi que le camion passait sur le pont, sur la voie opposée au trafic régulier.

De plus, pour les mesures de la fréquence naturelle, des impacts avec un poteau en bois ont été réalisés à la fin des passages du camion. La séquence et la localisation des points d'impact sont présentées à l'annexe D. Les figures 16 et 17 montrent un exemple d'un relevé de mesures des accéléromètres lors du test d'impact.

Le détail des valeurs des déformations dynamiques enregistrées durant les essais de chargement ainsi que les résultats des essais d'évaluation de la fréquence naturelle ont été reportés sur les tableaux de l'annexe D.

Le facteur d'amplification dynamique est défini comme étant le rapport de la réponse dynamique sur la réponse statique. Pour le calcul de ce facteur, les mesures des déformations à mi-travée (poutres 5 et 6) ainsi que les déflexions de la poutre 5 ont été utilisées. Ce facteur est défini comme suit :

$$F.A.D. = \frac{\text{Réponse} \cdot \text{dynamique} \cdot \text{max}}{\text{Réponse} \cdot \text{statique} \cdot \text{max}}$$

Le tableau 6 présente les facteurs d'amplification dynamiques calculés avec les mesures statiques et dynamiques des capteurs installés à mi-portée de la travée du pont. Nous pouvons noter un facteur d'amplification dynamique maximum de **1,18**. En guise de rappel, cette valeur était de 1,13 pour les essais de chargement de 2009.

**Tableau 6 Valeurs des facteurs d'amplification dynamiques**

| Position du camion                      | ST-1152 - P6-haut | ST-1153 - P6-bas | ST-1151 - P5-haut | ST-1150 - P5-bas | LVDT Keyence |
|---|-------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------|
| Dynamique voie 2 / Position B1          | 1,05              | 1,00             | 1,00              | 1,09             | 1,07         |
| Dynamique voie 1 / Statique position A1 | 1,05              | 1,14             | 1,12              | <b>1,18</b>      | 1,00         |

Les résultats des essais dynamiques nous ont permis d'évaluer les paramètres suivants :

Facteur d'essieu maximum en flexion : **0,190 (voie 2 vers 1<sup>er</sup> Rang)**

Déplacement vertical maximum du panneau de platelage : **0,119 mm (camion C2 vers Albanel voie 1)**

Facteur d'amplification dynamique : **1,18 (1,13 pour les essais de 2009)**

Fréquence fondamentale de vibration du pont : **8,28 Hz (8,30 Hz pour les essais de 2009)**

PONT ALBANEL (P-11826)  
STRUCTURE EN BOIS LAMELLE-COLLE DE TYPE « NORDIC LAM » – PERFORMANCE *IN SITU*  
RAPPORT FINAL

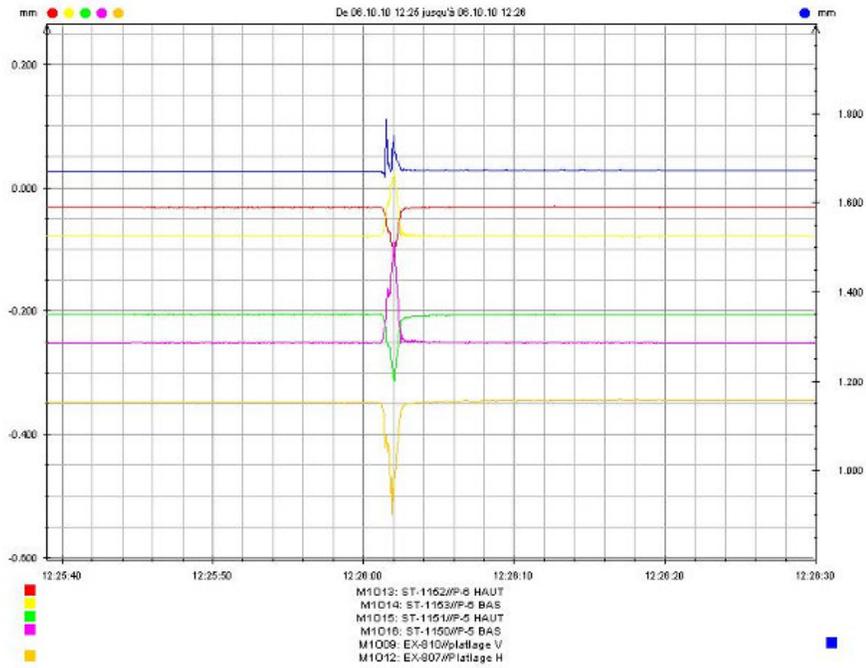


Figure 15 Exemple graphique des déformations dynamiques enregistrées à mi-portée (camion C2 à 49 km/h vers Albanel voie 1)

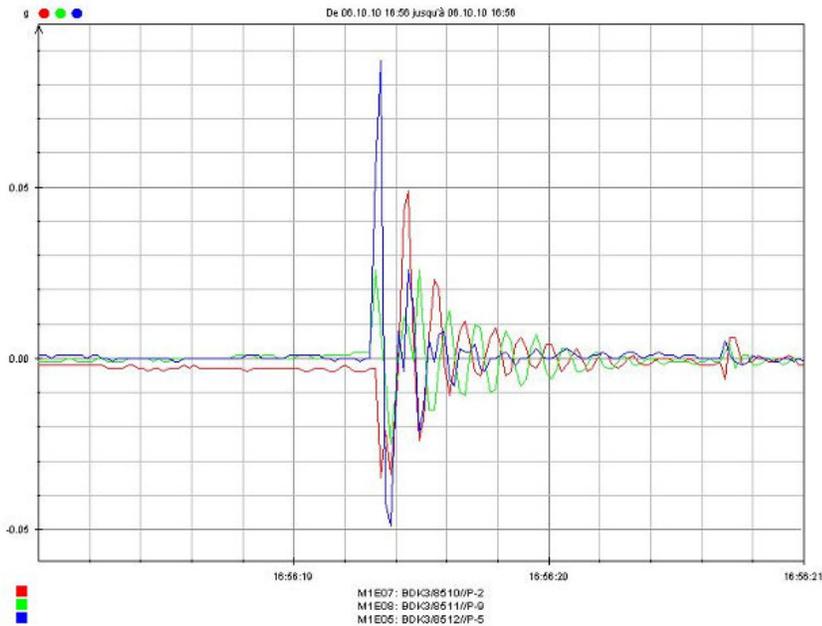


Figure 16 Relevé temporel des accéléromètres lors de l'essai d'impact sur le pont

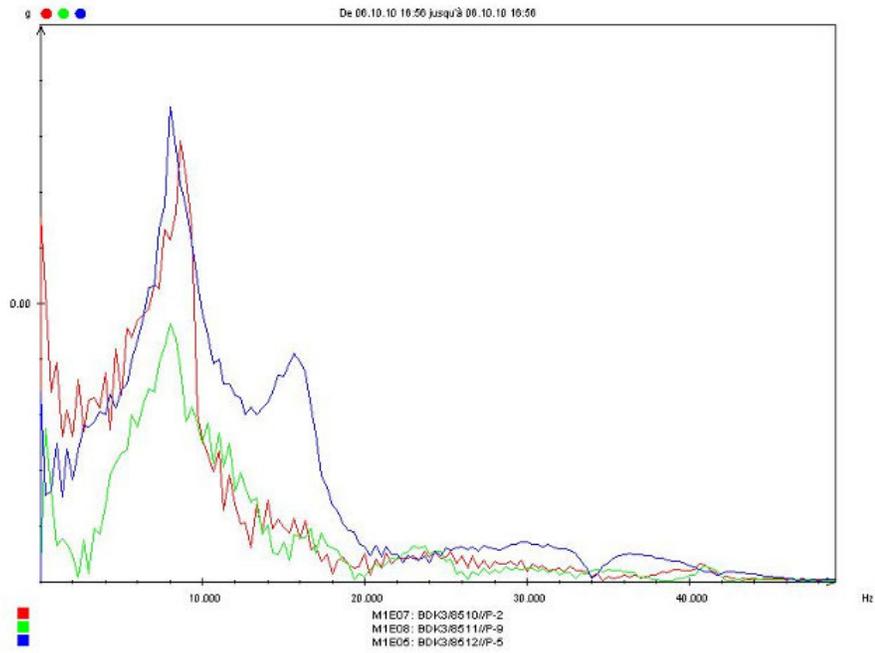


Figure 17 Représentation fréquentielle des mesures des accéléromètres

## **7. COMPARAISON DES RÉSULTATS DES DEUX ESSAIS DE CHARGEMENT**

Pour le présent projet, deux essais de chargement ont été réalisés et échelonnés sur deux périodes de temps. Le premier essai a eu lieu à la fin de la construction du pont en novembre 2009 et juste avant son ouverture au trafic. Le second essai a eu lieu un an après, en octobre 2010. Afin de pouvoir comparer les résultats de ces deux essais de chargement, nous avons retenu les résultats correspondant aux deux camions de 25 tonnes (camion C2 de 2009 et camion C2 de 2010). Il est à noter que bien que la charge des deux camions est pratiquement la même, la configuration des essieux est légèrement différente. Le tableau 7 présente un comparatif des résultats lors des deux essais de chargement. Il faut signaler aussi que les mesures de déflexion, lors de l'essai de chargement de 2009, ont été obtenues à l'aide d'un arpentage de précision réalisé par une firme externe. Les résultats de cet arpentage sont reportés à l'annexe E. Pour les essais de chargement de 2010, les mesures de déflexion ont été obtenues à l'aide d'un extensomètre analogique installé sous la poutre P5 à mi-portée (voir la figure 8).

Nous pouvons constater que les résultats des deux essais sont très comparables. La comparaison de la position de l'axe neutre traduit un bon comportement du matériau. De plus, la stabilité du facteur d'essieu traduit le maintien de la même répartition des charges dans le sens transversal, ce qui décrit un bon comportement du pont.

**Tableau 7 Comparaison entre les résultats des essais de chargement de 2009 et de 2010**

| Essais de chargement      |                             |   |  |                                    |                      |                                    |                      |
|---------------------------|-----------------------------|---|--|------------------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------|
| Type d'essai              | Facteur d'essieu en flexion | Déflexion sous la poutre P5* (position A1 – voie 1) | Déplacement vertical du platelage (Voie 2) | Position de l'axe neutre Poutre P5 |                      | Position de l'axe neutre Poutre P6 |                      |
|                           |                             |   |  | Position A1 – voie 1               | Position B1 – voie 2 | Position A1 – voie 1               | Position B1 – voie 2 |
| Essais de chargement 2010 |                             |   |  |                                    |                      |                                    |                      |
| Essai statique            | 0,226                       | 8,07 mm   | 0,224 mm                                   | 0,40                               | 0,42                 | 0,45                               | 0,41                 |
| Essai quasi statique      | 0,216                       | 7,60 mm   | 0,161 mm                                   | 0,43                               | 0,41                 | 0,42                               | 0,44                 |
| Essai dynamique           | 0,190                       | 8,11 mm   | 0,119 mm                                   | 0,41                               | 0,40                 | 0,45                               | 0,43                 |
| Essais de chargement 2009 |                             |   |  |                                    |                      |                                    |                      |
| Essai statique            | 0,233                       | 9,40 mm   | 0,222 mm                                   | 0,39                               | 0,41                 | 0,44                               | 0,41                 |
| Essai quasi statique      | 0,200                       | pas de prise de mesures                             | 0,160 mm                                   | 0,39                               | 0,41                 | 0,42                               | 0,40                 |
| Essai dynamique           | 0,211                       | pas de prise de mesures                             | 0,197 mm                                   | 0,39                               | 0,38                 | 0,42                               | 0,41                 |
| Ratio 2010/2009           |                             |   |  |                                    |                      |                                    |                      |
| Essai statique            | 0,97                        | 0,86  | 1,01                                       | 1,01                               | 1,02                 | 1,02                               | 1,02                 |
| Essai quasi statique      | 1,08                        | S. O.   | 1,01                                       | 1,09                               | 1,01                 | 1,00                               | 1,09                 |
| Essai dynamique           | 0,90                        | S. O.   | 0,60                                       | 1,05                               | 1,04                 | 1,06                               | 1,05                 |

\* Les déflexions mesurées en 2009 ont été obtenues par un dispositif d'arpentage réalisé par une firme externe. Le détail de ces mesures est reporté à l'annexe E.  
 Les déflexions mesurées en 2010 ont été obtenues à partir d'un extensomètre installé sous la poutre P5 à mi-portée.

## **8. ACQUISITION DE MESURES EN CONTINU SUR UNE PÉRIODE D'UNE ANNÉE**

Afin d'atteindre les objectifs du projet de recherche qui concernent le comportement à long terme du pont Albanel, un enregistrement de données en continu a été réalisé entre les deux essais de chargement, en conditions normales d'utilisation. Les paramètres mesurés étaient les déformations des poutres, les déplacements vertical et horizontal entre deux panneaux de platelage ainsi que le taux d'humidité dans le platelage. L'enregistrement des données en mode statique se faisait à une fréquence de 1 mesure à chaque 5 minutes. Le système d'acquisition a été configuré aussi pour déclencher un enregistrement dynamique avec une fréquence de 50 Hz et d'une durée de 2 minutes, au cas où l'amplitude de déformation sur les capteurs dépasserait un seuil dynamique de 0,100 mm/m (100  $\mu\epsilon$ ).

### **8.1 Suivi du taux d'humidité dans le platelage**

Afin de faire le suivi du taux d'humidité dans le platelage, deux capteurs d'humidité, encapsulés à 13 mm de profondeur dans le bois du platelage, ont été installés au centre du pont entre les poutres P5 et P6 au tiers de la portée et à mi-portée du pont. De plus, deux autres capteurs ont été installés au niveau de la culée et du centre du pont pour mesurer l'humidité ambiante.

La figure 18 présente les relevés des mesures d'humidité dans le bois du platelage ainsi que les mesures d'humidité de l'air ambiant sur une période allant du 21 janvier 2010 au 5 octobre 2010. Il est à noter qu'en raison d'une panne sur un module d'acquisition, les données entre le 15 août 2010 et le 30 septembre 2010 n'ont pas pu être enregistrées sur certains capteurs, notamment ceux dédiés à la mesure de l'humidité. Il a fallu l'intervention du technicien sur place pour résoudre le problème.

On note que le pourcentage d'humidité à l'intérieur du bois de platelage se situe en moyenne à 11,5 %. Les intervalles de variations relevées sont de [13,85 % à 9,92 %] pour le capteur d'humidité situé à mi-portée du pont et de [13,68 % à 9,94 %] pour le capteur d'humidité situé au tiers de la portée du pont. Ces valeurs sont bien inférieures à la limite de la teneur en eau dans le bois de 19 %, considérée comme hypothèse de calcul pour la conception du pont. Nous pouvons voir que l'influence de l'humidité ambiante (de l'air) sur l'humidité dans le bois est limitée. On remarque également que les relevés sont très comparables sur les deux points de mesure, ce qui tend à montrer l'absence d'infiltration d'eau et la bonne tenue du système protecteur (membrane + enrobé) au cours de la période observée.

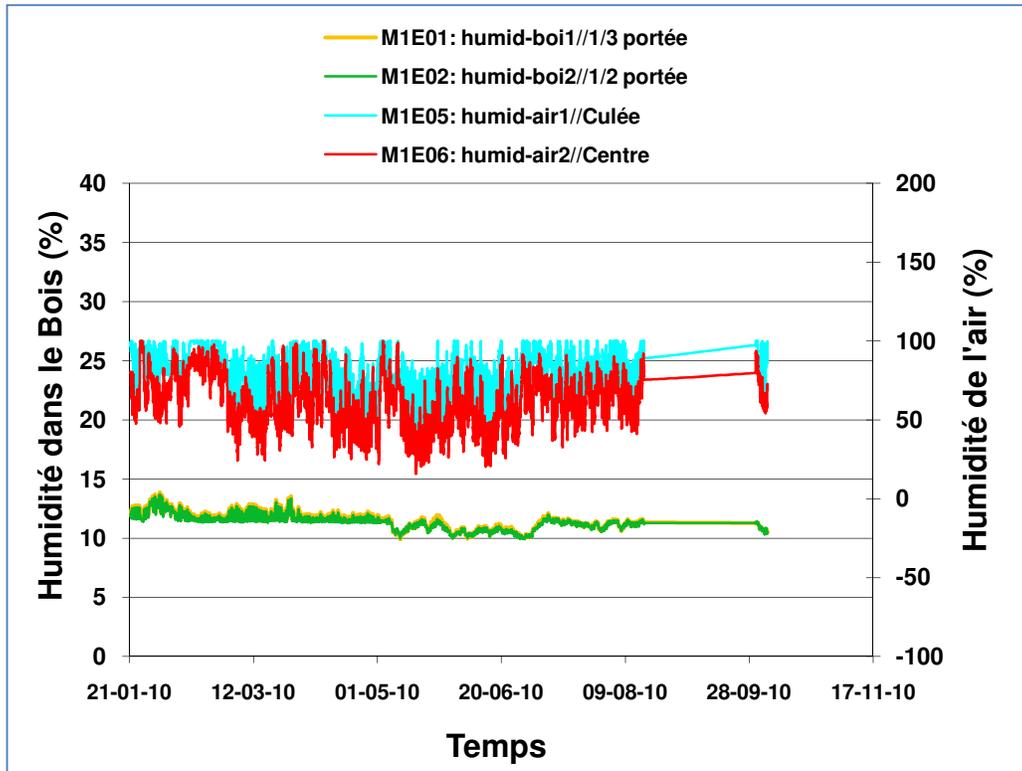


Figure 18 Relevés des mesures d'humidité  
(période entre le 21-01-2010 et le 05-10-2010)

## 8.2 Suivi des déplacements vertical et horizontal entre deux panneaux du platelage

Les figures 19 et 20 présentent les relevés des mesures des déplacements vertical et horizontal entre deux panneaux de platelage en fonction de l'humidité dans le bois ainsi qu'en fonction de la température respectivement. Depuis le début du suivi, l'amplitude du déplacement horizontal entre les mesures maximale et minimale est de 1,20 mm en compression (fermeture du joint). Cette amplitude est de 1,67 mm en traction (soulèvement) pour le déplacement vertical. Les résultats semblent montrer que la variation des déplacements au niveau de l'interface entre les panneaux est plus sensible à la variation de la température qu'à celle de l'humidité.

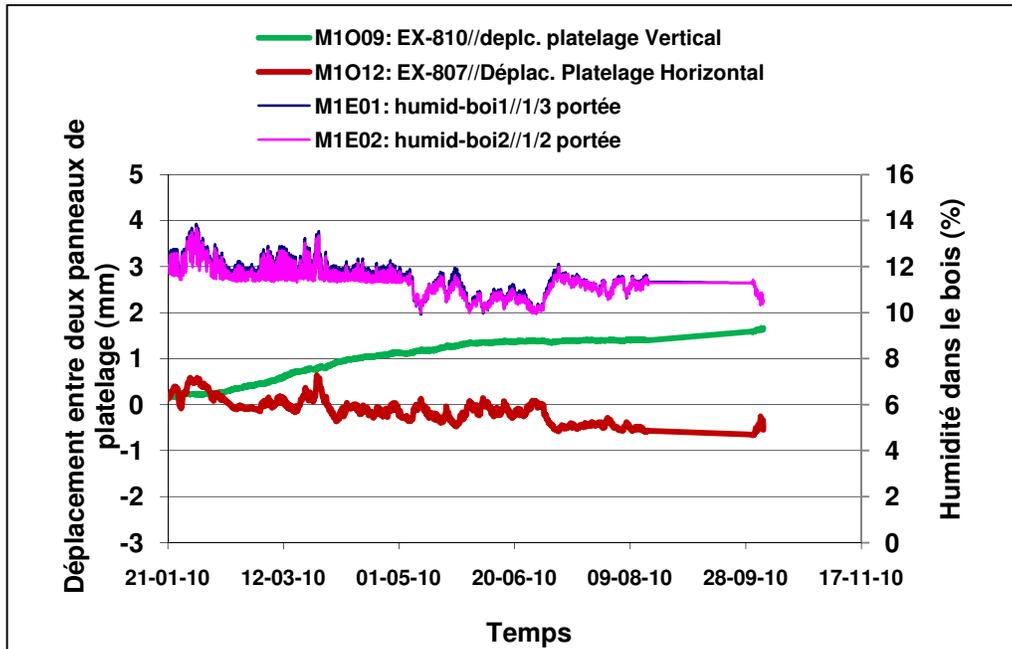


Figure 19 Relevé des déplacements vertical et horizontal entre deux panneaux de platelage en fonction de la variation de l'humidité dans le bois

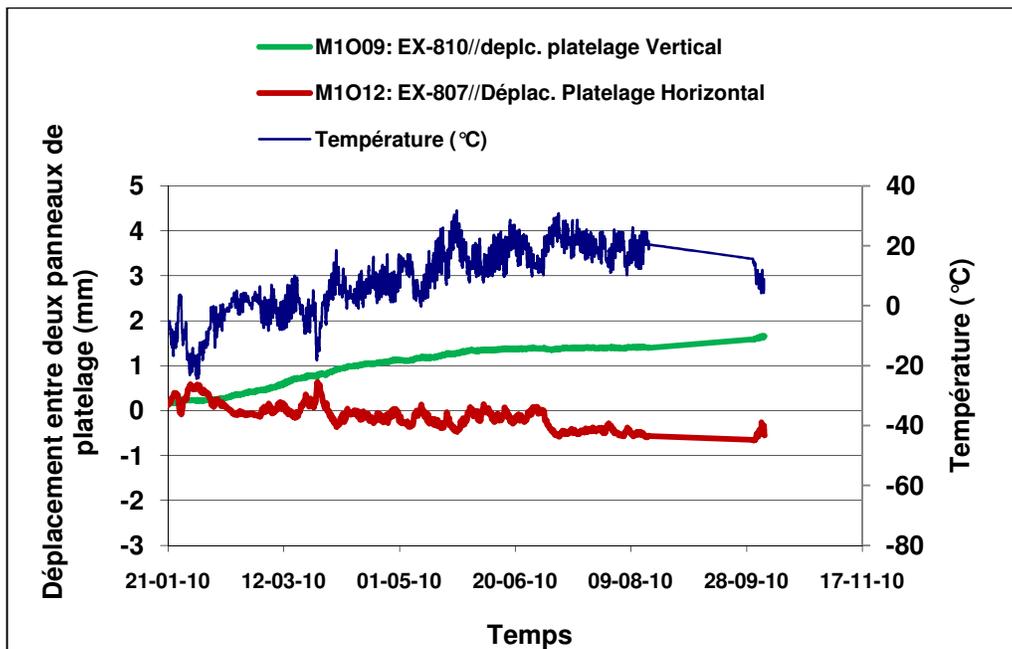


Figure 20 Relevé des déplacements vertical et horizontal entre deux panneaux de platelage en fonction de la variation de la température

### 8.3 Suivi des déformations des poutres

Les figures 21, 22 et 23 présentent les enregistrements des capteurs de déformations sur une période allant du 2 décembre 2009 au 5 octobre 2010. On remarque que l'allure des déformations relevées suit inversement les variations de la température. Ceci peut être dû au mouvement des panneaux de platelage provoqué par la dilatation ou la contraction thermique de ces derniers (en été ou en hiver respectivement) qui serait plus accentué que celui du bois des poutres. Nous pensons que la dilatation (ou la contraction) du platelage se fait avec un coefficient de dilatation thermique transversal (perpendiculaire aux fibres du bois) qui peut être dix fois plus grand que celui dans le sens longitudinal. Ces mouvements sont d'ailleurs confirmés par les données relevées par l'extensomètre EX-807 qui mesure le déplacement horizontal entre deux panneaux de platelage (voir la figure 20).

Depuis le début du suivi, l'amplitude de déformation statique maximum entre l'hiver et l'été pour les capteurs installés au tiers de la portée a été relevée sur la poutre P8 et était de -0,578 mm/m en compression.

Pour les enregistrements dynamiques, le système a été configuré pour déclencher un enregistrement dynamique de 2 minutes, au cas où l'amplitude de déformation sur les capteurs dépasserait un seuil dynamique de 0,100 mm/m. Ce seuil correspondrait à un camion qui passerait sur le pont. Le suivi nous a permis de relever en moyenne  $(43 \pm 29)$  véhicules/mois ayant dépassé le seuil de 0,100 mm/m, pour dix mois de suivi.

La figure 24 montre le détail d'un exemple d'enregistrement dynamique automatique relevé par les capteurs de déformation installés au tiers de la portée. Cet événement, enregistré le 3 août 2010 à 13 h 03, correspond au passage d'un véhicule ayant causé les déformations maximums depuis le début du suivi.

La figure 25 montre l'enregistrement dynamique du même événement relevé par les capteurs de déformation installés à mi-portée. D'après le relevé de mesures, le véhicule traversait le pont en direction du chemin du 1<sup>er</sup> Rang. Ce véhicule a généré une déformation maximum de 0,250 mm/m sur la poutre P1 et un facteur d'essieu de 0,15. Ce facteur d'essieu est plus faible que la valeur de 0,21 obtenue lors des essais de chargement, et ceci, probablement parce que le véhicule aurait traversé au centre du pont. La position de l'axe neutre « C/H » pour les poutres P6 et P5 était à 0,43 et à 0,41 respectivement. Ceci nous a permis d'évaluer une flèche maximale de 9,41 mm sur la poutre P5. Nous pouvons remarquer aussi le retour élastique de la déformation dynamique.

Nous nous sommes aussi intéressés aux valeurs mesurées par les extensomètres installés sur le dessous du pont entre deux panneaux de platelage pour ce même événement. Le déplacement vertical était de 0,053 mm, tandis que le déplacement horizontal était de 0,137 mm en compression (fermeture du joint).

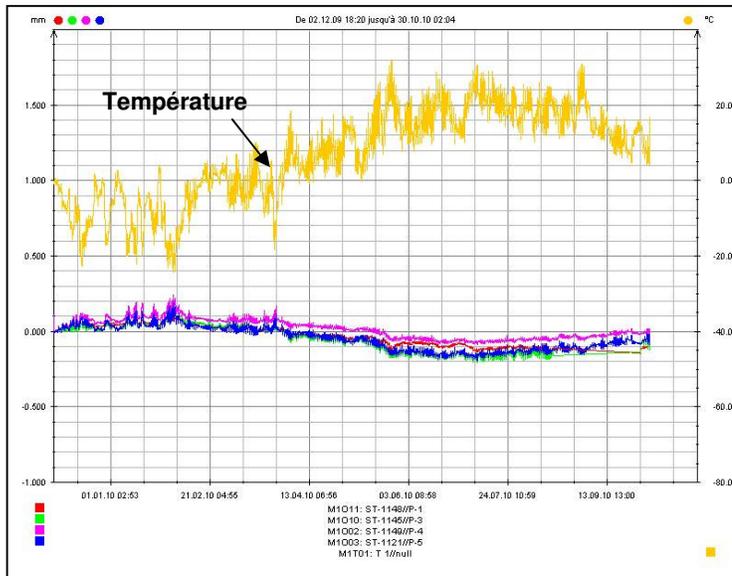


Figure 21 Relevé des déformations des poutres au tiers de la portée (P1 à P5)

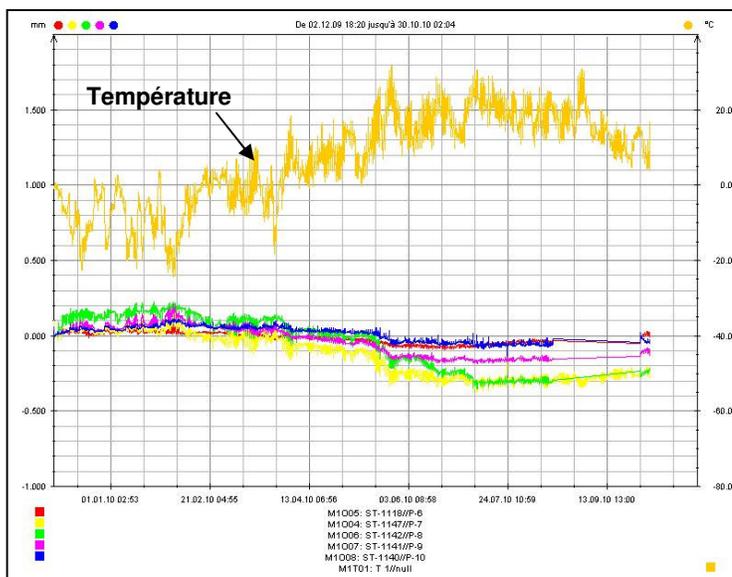


Figure 22 Relevé des déformations des poutres au tiers de la portée (P6 à P10)

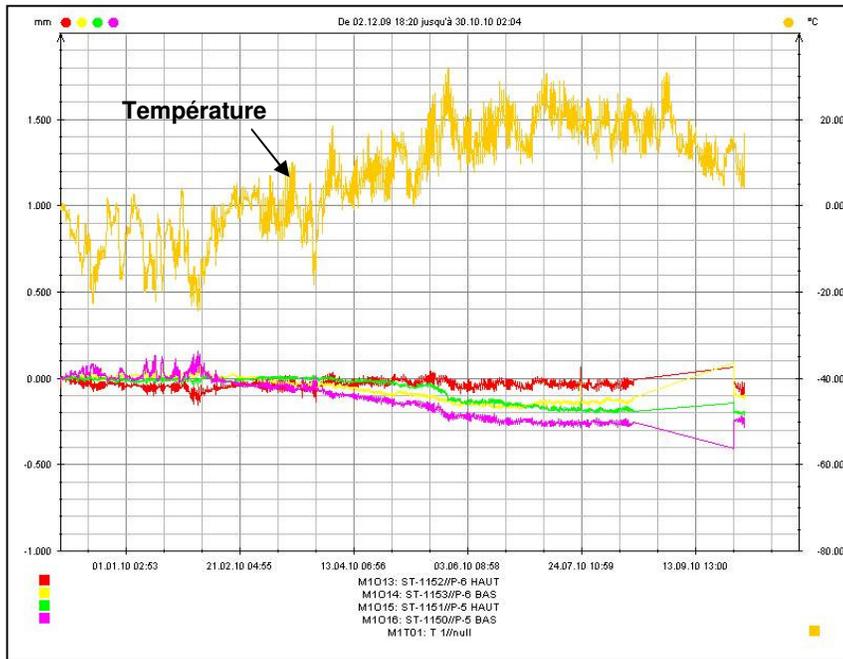


Figure 23 Relevé des déformations des poutres à mi-portée (P5 et P6 intrados et extrados)

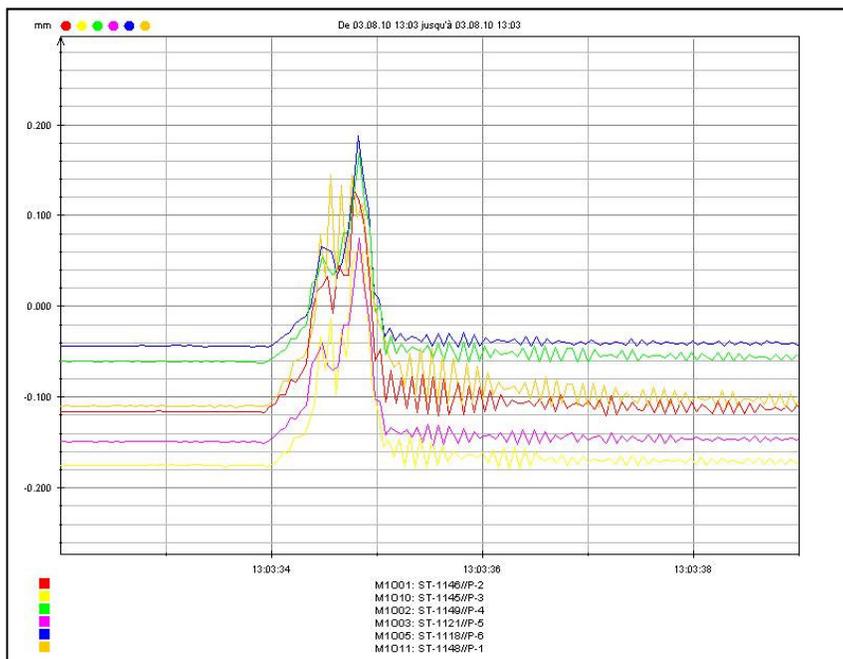
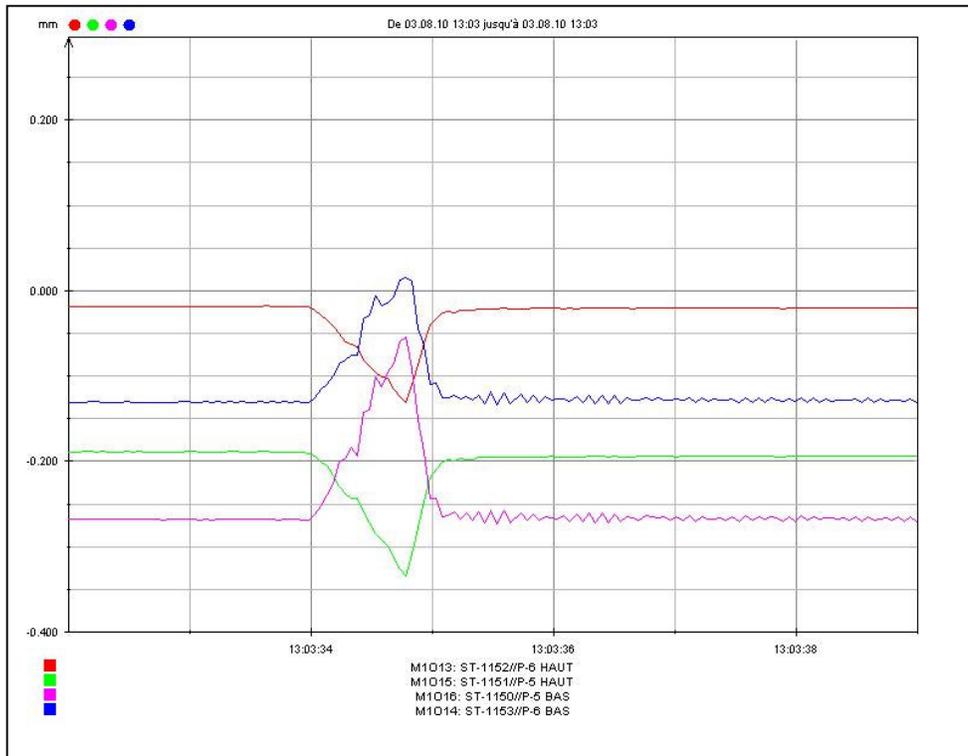


Figure 24 Enregistrement automatique des déformations dynamiques maximums pour la période de suivi (capteurs au tiers de la portée)



**Figure 25** Enregistrement automatique des déformations dynamiques maximums pour la période de suivi (capteurs à mi-portée)



## 9. CONCLUSIONS

Le présent rapport présente les résultats du projet de recherche qui traite de la performance *in situ* d'un pont en bois lamellé-collé construit à Albanel (P-11826). Ce rapport contient les résultats du deuxième essai de chargement réalisé en octobre 2010 et la comparaison avec celui réalisé en novembre 2009, ainsi que la synthèse des mesures relevées en continu sur une période de suivi d'une année. L'analyse des résultats nous a permis de dégager les conclusions suivantes :

- La première série des essais de chargement a eu lieu le **25 novembre 2009**. L'analyse des résultats pour ces essais de chargement a donné un **facteur d'essieu maximum en flexion de 0,238** et un **déplacement vertical maximum du panneau de platelage de 0,222 mm**. Le calcul de la position de l'axe neutre donne un **C/H variant entre 0,39 et 0,47** pour les différents cas de chargement. De plus, les essais de chargement dynamiques ont permis de déterminer un **facteur d'amplification dynamique maximum de 1,13** et une **fréquence fondamentale de vibration de 8,30 Hz**.
- La deuxième série des essais de chargement, réalisée le **6 octobre 2010**, représente la deuxième phase des essais ponctuels à faire pour ce projet. L'analyse des résultats pour ces essais de chargement a donné un **facteur d'essieu maximum en flexion de 0,226**, un **déplacement vertical maximum du panneau de platelage de 0,224 mm** et une **flèche de 13,9 mm (position A1-B1)**. Le calcul de la position de l'axe neutre donne un **C/H variant entre 0,39 et 0,45** pour les différents cas de chargement. Ces valeurs de C/H sont inférieures à 0,5, ce qui indique la présence d'un léger effet composite du tablier. De plus, les essais de chargement dynamiques ont permis de déterminer un **facteur d'amplification dynamique maximum de 1,18** et une **fréquence fondamentale de vibration de 8,28 Hz**.
- La comparaison des résultats des essais de chargement de 2010 avec ceux de 2009 nous indique que ces résultats sont assez similaires après une année de la mise en fonction du pont. La bonne comparaison de la position de l'axe neutre traduit un bon comportement du matériau. De plus, la stabilité du facteur d'essieu pour les deux essais traduit le maintien de la même répartition des charges dans le sens transversal, ce qui décrit un bon comportement du pont.

- Pour le deuxième volet du projet de recherche qui traite de l'acquisition des données en mode continu, les mesures des capteurs installés sur le pont Albanel ont été enregistrées en permanence par le système de monitoring. Ceci a permis d'évaluer les paramètres à l'étude et leurs variations dans le temps. Ainsi, les mesures d'humidité prises dans le bois, entre le 21 janvier 2010 et le 5 octobre 2010, varient entre 13,85 % et 9,92 %. Ces valeurs sont bien inférieures à la limite de la teneur en eau dans le bois de 19 %, considérée comme hypothèse de calcul pour la conception du pont. De plus, l'influence de l'humidité relative ambiante (de l'air) sur l'humidité dans le bois est limitée. Les résultats démontrent l'absence d'infiltration d'eau et la bonne tenue du système protecteur (membrane + enrobé).
- Les amplitudes du déplacement entre deux panneaux de platelage adjacents, relevées depuis le début du suivi sur une période, étaient de 1,20 mm en compression (fermeture du joint) pour le déplacement horizontal et de 1,67 mm en traction (soulèvement) pour le déplacement vertical. Les résultats semblent montrer que la variation des déplacements au niveau de l'interface entre les panneaux est plus sensible à la variation de la température qu'à celle de l'humidité.
- Les déformations des poutres enregistrées suivent inversement les variations de la température, ce qui est contraire à ce qu'on voit normalement sur une structure d'un pont à travée simple. Nous pensons que la dilatation (ou la contraction) du platelage se fait avec un coefficient de dilatation thermique transversal (perpendiculaire aux fibres du bois) qui peut être dix fois plus grand que celui dans le sens longitudinal. Les poutres se dilatent (ou se contractent), donc, avec un coefficient de dilatation thermique longitudinal plus faible que celui du platelage. Pour cette raison, il est difficile d'évaluer le fluage des poutres avec les mesures relevées.
- Depuis le début du suivi, nous avons relevé une déformation dynamique maximum de 0,250 mm/m sur la poutre P1 et un facteur d'essieu de 0,15. La position de l'axe neutre « C/H » pour les poutres P6 et P5 était à 0,43 et à 0,41 respectivement. Ceci nous a permis aussi d'évaluer une flèche maximale de 9,41 mm sur la poutre P5. De plus, le déplacement vertical du panneau de platelage était de 0,053 mm, tandis que le déplacement horizontal était de 0,137 mm en compression (fermeture du joint).

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BÉLANGER, L.M. et L. LAPOINTE. « Le pont en bois d'Albanel », *17<sup>e</sup> Colloque sur la progression de la recherche québécoise sur les ouvrages d'art*, Ministère des Transports du Québec, Québec, Canada, 2010, 4 p.

CARDINI, A.J. et J.T. DEWOLF. « Long-term Structural Health Monitoring of a Multi-girder Steel Composite Bridge Using Strain Data », *Structural Health Monitoring*, vol. 8, no 1, 2009, p. 47-58.

CCMC (Canadian Construction Materials Centre) 13216-R. « Evaluation Report on Nordic Lam », *Institute for Research in Construction*, Ottawa, Ontario, Canada, 2009, 6 p.

HOWELL, D.A. et H.W. SHENTON. « System for In-Service Strain Monitoring of Ordinary Bridges », *Journal of Bridge Engineering*, ASCE, vol. 11, no 6, 2006, p. 673-680.

KASSEM, Chakib, Louis CRÉPEAU et Brahim BENMOKRANE. « Monitoring of Old Bridges Using OSMOS System », *4<sup>th</sup> International Conference on Structural Health Monitoring on Intelligent Infrastructure (SHMII-4) 2009*, Zurich, Suisse, 2009.

NATTERER, J. *Construction en bois - Matériau, technologie et dimensionnement*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), 2005, vol. 13, 542 p. (Traité de Génie Civil de l'École polytechnique fédérale de Lausanne).





## FICHE D'INVENTAIRE ABRÉGÉE

## IDENTIFICATION

| Identification       |                             |            |       |
|----------------------|-----------------------------|------------|-------|
| No structure         | 11826                       | Groupement |       |
| Remplacé par         |                             | Remplace   | 06587 |
| Nom                  |                             |            |       |
| Statut               | 1 - Actif MTQ               |            |       |
| Type de structure    | 46 - Pont à poutres en bois |            |       |
| Charg. conception    | CL625                       |            |       |
| Catégorie S/U/A      | Autre                       |            |       |
| Catégorie S/U/A souh | Autre                       |            |       |



| Responsabilité      |   |
|---------------------|---|
| Resp. de gestion    | 13 - MTQ-Mun. (décret)                          |
| Détail gestionnaire | Municipalité                                    |
| DG-DT-CS            | 566903 (Centre de services de Roberval)         |
| Rôle MTQ inspection | 1 - Inspections annuelle et générale par le MTQ |

## Municipalités

| Municipalité | CEP      | MRC               |
|--------------|----------|-------------------|
| Albanel      | Roberval | Maria-Chapdelaine |

## Localisation

|             |                     |                 |                       |
|-------------|---------------------|-----------------|-----------------------|
| Latitude    | 48,928161           | Longitude       | -72,348995            |
| Site        | Rte du Premier Rang |                 |                       |
| Orientation | Est-Ouest           | Point de repère | Est vers Fond du rang |
| Limitrophe  |                     |                 |                       |

## Année

|              |      |                  |      |                   |      |           |      |
|--------------|------|------------------|------|-------------------|------|-----------|------|
| Construction | 2009 | Unités fondation | 2009 | Syst. structuraux | 2009 | Platelage | 2009 |
|--------------|------|------------------|------|-------------------|------|-----------|------|

## Coût

|              |            |               |            |
|--------------|------------|---------------|------------|
| Remplacement | 500 000 \$ | Valeur à neuf | 297 541 \$ |
|--------------|------------|---------------|------------|

## ROUTES

| P                                   | Nom               | Type de voie | R     | T  | S   | SR   | Ch. début | Classe route | Catég. |
|-------------------------------------|-------------------|--------------|-------|----|-----|------|-----------|--------------|--------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Route du 1er-Rang | Route        | 45890 | 01 | 000 | 000C | 000+696   | Local 2      |        |

## Circulation

|      |    |          |   |                      |       |                       |     |
|------|----|----------|---|----------------------|-------|-----------------------|-----|
| DJMA | 50 | % camion | 7 | Longueur détour (km) | 999,9 | Vitesse détour (km/h) | 1,0 |
|------|----|----------|---|----------------------|-------|-----------------------|-----|

## Chaussée

|               |   |                       |     |                         |      |
|---------------|---|-----------------------|-----|-------------------------|------|
| Nbre de voies | 2 | Larg. carrossable (m) | 6,7 | Vitesse affichée (km/h) | 50,0 |
|---------------|---|-----------------------|-----|-------------------------|------|

## Dégagement

|               |              |              |                                  |                        |
|---------------|--------------|--------------|----------------------------------|------------------------|
| Hauteur libre | actuelle (m) | affichée (m) | Gabarit <input type="checkbox"/> | Hauteur libre gab. (m) |
|---------------|--------------|--------------|----------------------------------|------------------------|

## OBSTACLES

| P                                   | Nom                   | Type de voie | Classe route | Catég. | Dégagement horizontal |                          | Hauteur libre |                          |      |      |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------|-----------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|------|------|
|                                     |                       |              |              |        | Gauche                | Droit                    | (m)           | (m)                      |      |      |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Ruisseau de la Grande | Cours d'eau  |              |        | Act.                  | Prot.                    | Act.          | Prot.                    | Act. | Aff. |
|                                     |                       |              |              |        |                       | <input type="checkbox"/> |               | <input type="checkbox"/> | 0,3  |      |

## Hydraulique

|                               |      |                    |                          |           |               |                          |
|-------------------------------|------|--------------------|--------------------------|-----------|---------------|--------------------------|
| Hauteur eaux hautes extr. (m) | 1,53 | Eaux navigables    | <input type="checkbox"/> | Sujet à : | affouillement | <input type="checkbox"/> |
| Hauteur eaux basses extr. (m) | 0,50 | Date autorisation  |                          |           | embâcle       | <input type="checkbox"/> |
| Année étude réalisée          | 2007 | No dossier fédéral |                          |           | inondation    | <input type="checkbox"/> |

## FICHE D'INVENTAIRE ABRÉGÉE

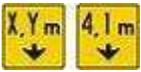
No structure : 11826

### DESCRIPTION

| Dimension             |                     |                | Affichage                    | Sur place                | Recommandé               |
|-----------------------|---------------------|----------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Longueur totale       | 17 316 mm           |                | Type d'affichage             | Aucun affichage          |                          |
| Longueur du tablier   | 11 620 mm           |                | Tonnage - camion porteur     |                          |                          |
| Largeur hors tout     | 7 316 mm            |                | Tonnage - semi-remorque      |                          |                          |
| Largeur carrossable   | 6,7 m               |                | Tonnage - train routier      |                          |                          |
| Superficie du tablier | 85,0 m <sup>2</sup> |                | Panneau 1 véhicule à la fois | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Type biais            | Nul                 | Angle du biais | Date de la recommandation    |                          |                          |

| Pistes cyclables                    |        |             |                          |
|-------------------------------------|--------|-------------|--------------------------|
| Largeur totale des pistes cyclables |        | Route verte | <input type="checkbox"/> |
| Type de piste cyclables             | gauche | droite      |                          |

| Trottoirs               |        |                          |                          |
|-------------------------|--------|--------------------------|--------------------------|
| Présence de trottoir à: | gauche | <input type="checkbox"/> | droite                   |
|                         |        |                          | <input type="checkbox"/> |

| Panneaux requis   |                          |   |                          |   |                                     |   |                          |  |                          |   |                          |
|---|--------------------------|---|--------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------|--|--------------------------|---|--------------------------|
|   | <input type="checkbox"/> |   | <input type="checkbox"/> |   | <input checked="" type="checkbox"/> |   | <input type="checkbox"/> |   | <input type="checkbox"/> |   | <input type="checkbox"/> |
|  | <input type="checkbox"/> |  | <input type="checkbox"/> |  | <input checked="" type="checkbox"/> |  | <input type="checkbox"/> |  | <input type="checkbox"/> |  | <input type="checkbox"/> |

| Services publics   |                                     |                   |                          |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|
| Téléphone          | <input checked="" type="checkbox"/> | Aqueduc           | <input type="checkbox"/> |
| Électricité        | <input type="checkbox"/>            | Égout             | <input type="checkbox"/> |
| Câble              | <input type="checkbox"/>            | Gaz               | <input type="checkbox"/> |
| Éclairage          | <input type="checkbox"/>            | Gestion de trafic | <input type="checkbox"/> |
| Bornes géodésiques | <input type="checkbox"/>            | Feux lumineux     | <input type="checkbox"/> |
| Conduits vides     | <input type="checkbox"/>            | Autres            | <input type="checkbox"/> |

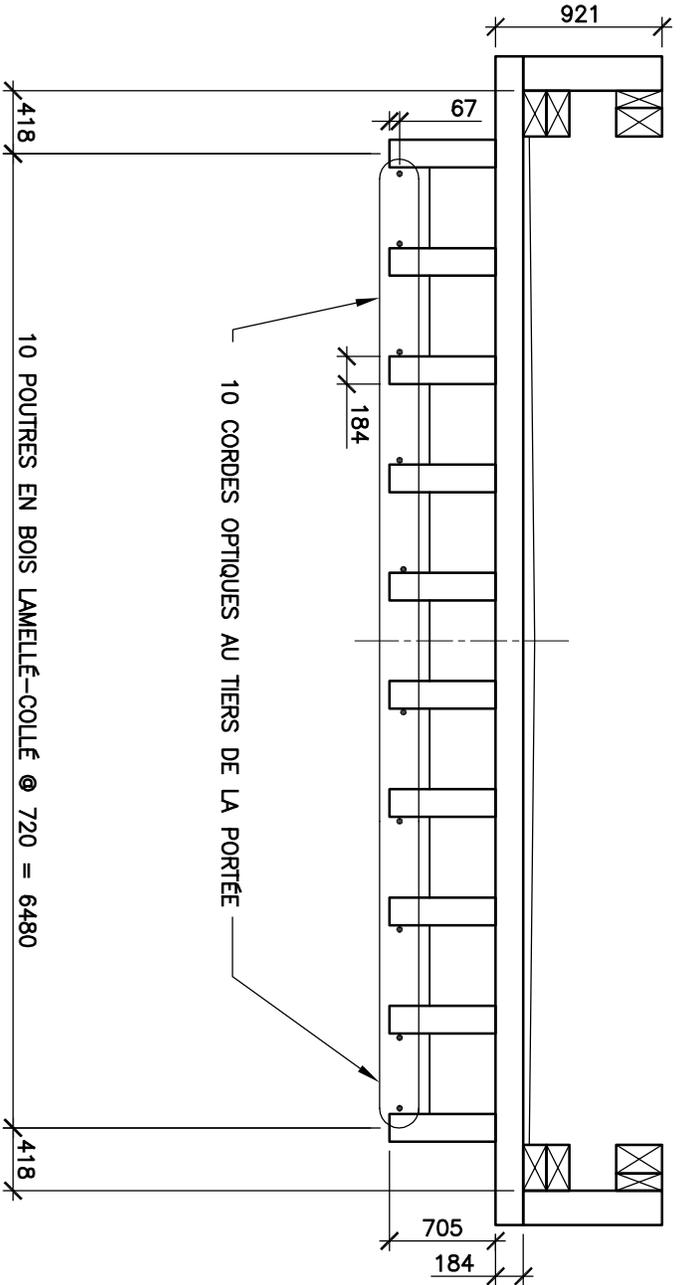
### Particularités de conception

| Détail travée |                        |          |            |                               |                               |
|---------------|------------------------|----------|------------|-------------------------------|-------------------------------|
| #             | Type de structure      | Longueur | Nbre ptres | Type unité fond. S/O          | Type unité fond. N/E          |
| 1             | Pont à poutres en bois | 11 620   | 10         | Culée - Caisson à claire-voie | Culée - Caisson à claire-voie |









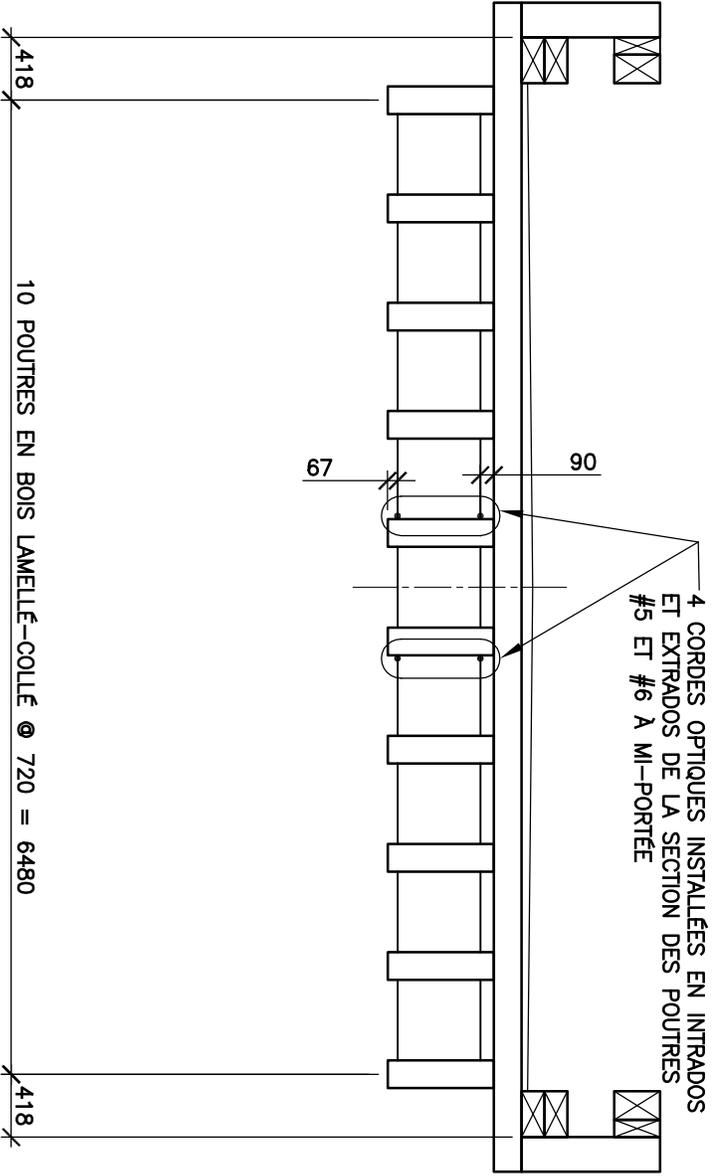
**COUPE**  
1  
1:50  
S-01

**OSMOS Canada**  
La sécurité des structures

Osmos Canada  
1001, boul. de Maisonneuve Ouest  
Bureau 800 B  
Montréal (Québec) H3A3C8  
Tel : 514 788-2075  
Télex : 514 798-0557  
www.osmos-canada.com

Projet : **PONT EN BOIS LAMELLÉ-COLLÉ DE TYPE NORDIC LAM PERFORMANCE IN SITU - INSTRUMENTATION DU PONT**  
Titre : **LOCALISATION DE L'INSTRUMENTATION**  
**COUPE**

|                                   |  |                      |                                 |
|-----------------------------------|--|----------------------|---------------------------------|
| Approuvé par :<br>C. Kassem, ing. | Dossier no :<br>MTGG-002                           | Date :<br>2009-01-13 | Plan :                          |
| Dessiné par :<br>N. BOUCHARD      | Fichier électronique :<br>MTGG-002-S01-02-JL.C.dwg | Echelle :<br>1 : 50  | Feuille no :<br>Revision :<br>2 |



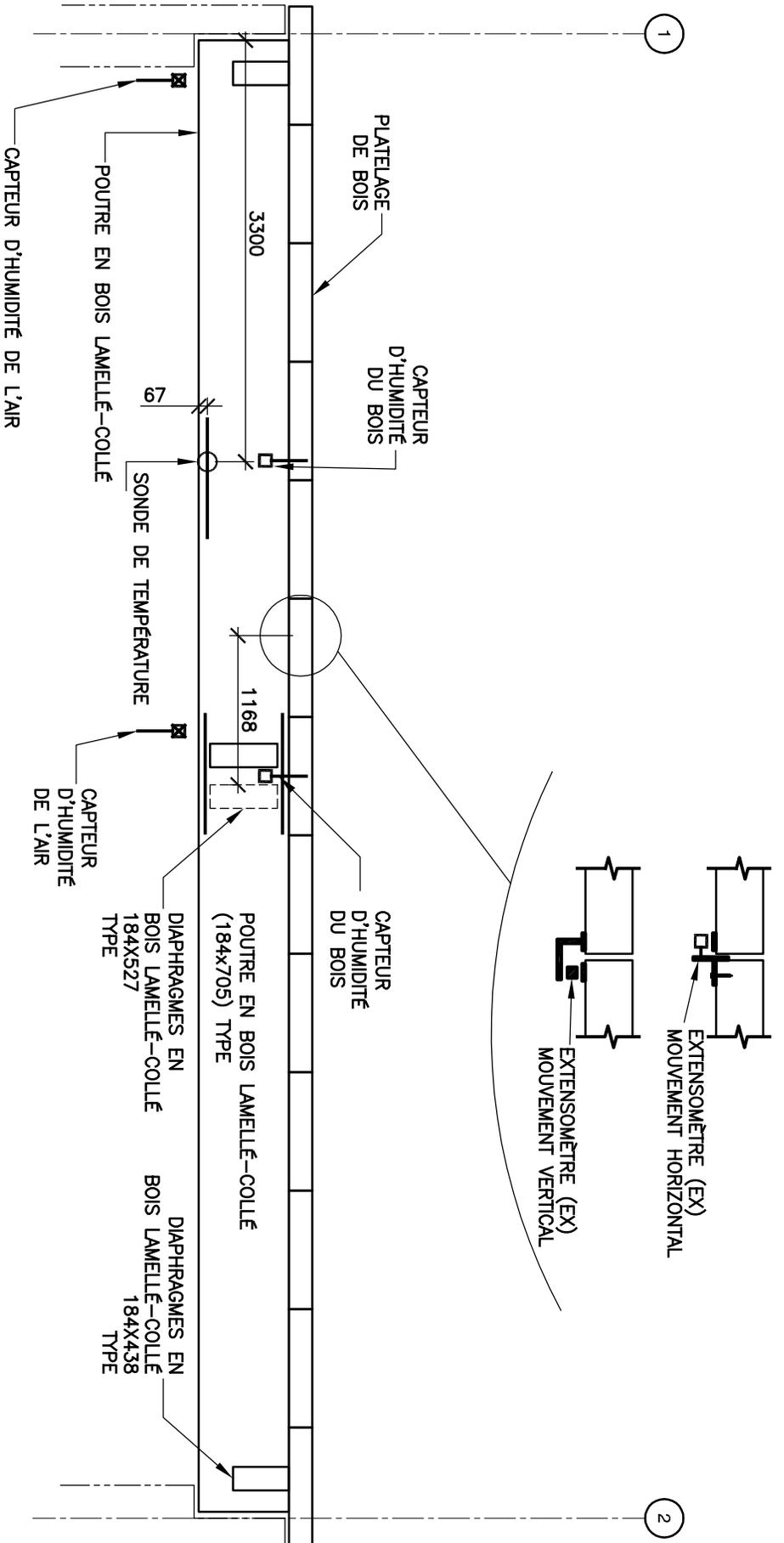
**COUPE**  
1:50  
2  
S-01

**OSMOS Canada**  
La sécurité des structures

Osmos Canada  
1001, boul. de Maisonneuve Ouest  
Bureau 800 B  
Montréal (Québec) H3A3C8  
Tel : 514 788-2075  
Télex : 514 798-0557  
www.osmos-canada.com

Projet : **PONT EN BOIS LAMELLÉ-COLLÉ DE TYPE NORDIC LAM PERFORMANCE IN SITU - INSTRUMENTATION DU PONT**  
Titre : **LOCALISATION DE L'INSTRUMENTATION**  
**COUPE**

|                                   |  |                      |                      |
|-----------------------------------|--|----------------------|----------------------|
| Approuvé par :<br>C. Kassem, ing. | Dossier no :<br>MTGG-002                           | Date :<br>2009-01-13 | Plan :               |
| Dessiné par :<br>N. BOUCHARD      | Fichier électronique :<br>MTGG-002-S01-02-JL.C.dwg | Echelle :<br>1 : 50  | Feuille no :<br>S-03 |
|                                   |  |                      | Revision :<br>2      |



**COUPE**  
1:50  
3  
S-01

**OSMOS Canada**

La sécurité des structures

Osmos Canada  
1001, boul. de Maisonneuve Ouest  
Bureau 800 B  
Montréal (Québec) H3A3C8  
Tel : 514 788-2075  
Télex : 514 798-0557  
www.osmos-canada.com

Projet : **PONT EN BOIS LAMELLÉ-COLLÉ DE TYPE NORDIC LAM PERFORMANCE IN SITU - INSTRUMENTATION DU PONT**

Titre : **STRUCTURE COUPE**

|                                   |   |                      |                        |
|-----------------------------------|---|----------------------|------------------------|
| Approuvé par :<br>C. Kassam, ing. | Dossier no :<br>MTGG-002                          | Date :<br>2009-01-13 | Plan :                 |
| Dessiné par :<br>N. BOUCHARD      | Fichier électronique :<br>MTGG-002-S01-02-ILC.dwg | Echelle :<br>1 : 50  | Feuille no :<br>S-04   |
|                                   |   |                      | Révision :<br><b>3</b> |





# Corde optique

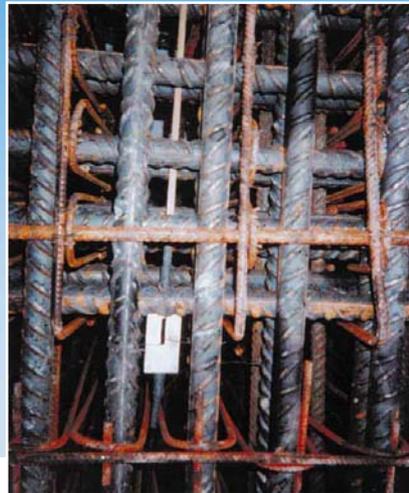
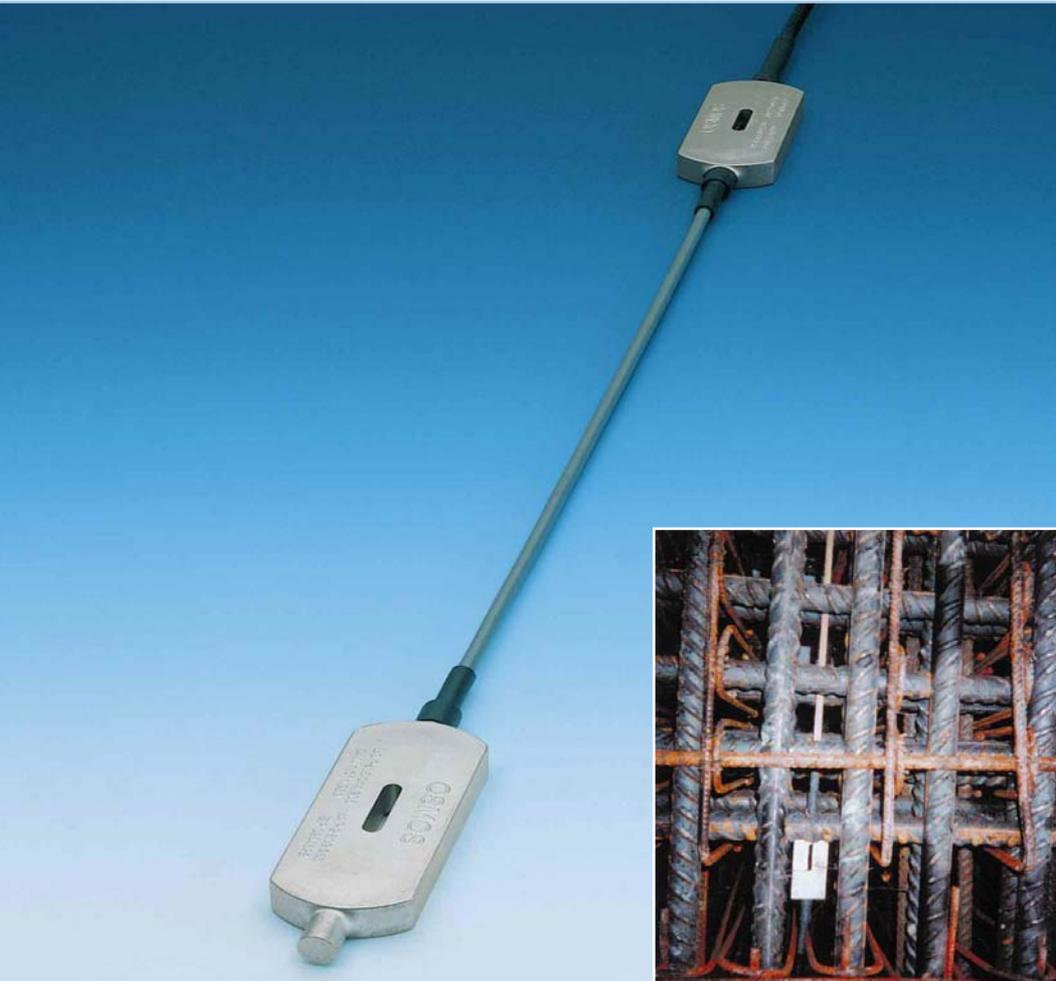
gainée flexible acier

# osmos

## Description

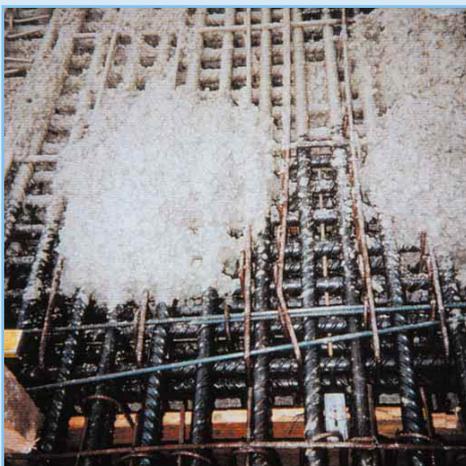
La corde optique est un système de mesure innovant particulièrement précis permettant la mesure de la déformation répartie. En règle générale, sa longueur se situe entre un et dix mètres.

La corde optique est disponible en différentes configurations. Gainée flexible acier, elle est noyée dans le béton des constructions neuves ou les corps injectés au coulis de ciment.



*Corde optique dans une cage d'armature.*

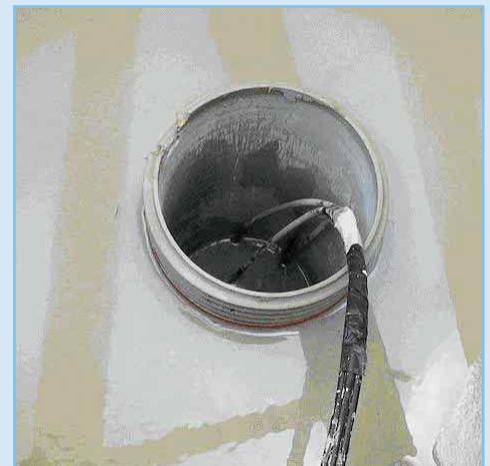
## Applications



*Corde optique pendant le bétonnage.*



*Corde optique scellée ultérieurement dans une saignée.*



*Corde optique dans un forage injecté.*

# Caractéristiques techniques

## Plage de mesure

|  |   |
|--|---|
| Longueur:                                | 2 m / 5 m / 10 m  |
| Plage de mesure:                         | 10 mm / 25 mm / 50 mm   |
| Résolution:                              | 0,001 mm  |
| Précision:                               | typ. $\pm 0,002$ mm pour monitoring dynamique;<br>2% de la valeur finale pour monitoring à long terme |
| Fréquence de mesure:                     | jusqu'à 100 Hz  |
| Reproductibilité:                        | 1%  |
| Vitesse de réponse:                      | infinie (temps mort = zéro)   |
| Plage de température:                    | entre -60 °C et +60 °C, domaine de travail<br>entre -60 °C et +60 °C, stockage                        |
| Sensibilité à la température:            | $0,6 \times 10^{-6}$ m/K  |
| Stabilité, comportement à la fatigue:    | > 150 millions de cycles de mesure sans dérive  |
| CEM:                                     | insensible et neutre  |
| Durée de vie:                            | > 20 ans  |
| Connexion:                               | câble optique jusqu'à 1 km de long relié à la station de monitoring OSMOS                             |
| <i>Sans amplification intermédiaire:</i> | <i>câble optique gainé avec connecteurs pré-montés</i>  |

## Boîtier

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Dimensions [l x p x h]: | [118 x 48 x 16] mm   |
| Poids:                  | 2 x 466 g et fibres ST/m = 92 g  |
| Matériau:               | boîtier final: Fe/Zn 8C, zingué galv., chrom. bleu en GG60<br>Gaine de protection: flexible acier avec gaine PVC de la «corde optique»<br>Couvercle: acier zingué, bleu chrom. |
| Protection:             | IP65   |

## Test

|                      |  |
|----------------------|--|
| Test aux vibrations: | 55 heures à 20 Hz, $\pm 1$ mm<br>-> sans dérive<br>aucun contact avec les aiguilles de vibration |
|----------------------|--|

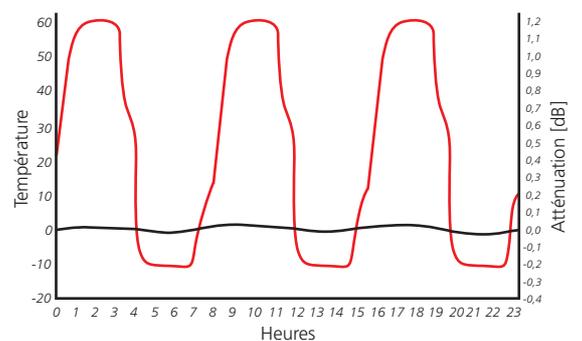
## Accessoires

|                     |             |
|---------------------|-------------|
| Plaques de fixation | sur demande |
|---------------------|-------------|

## Commande

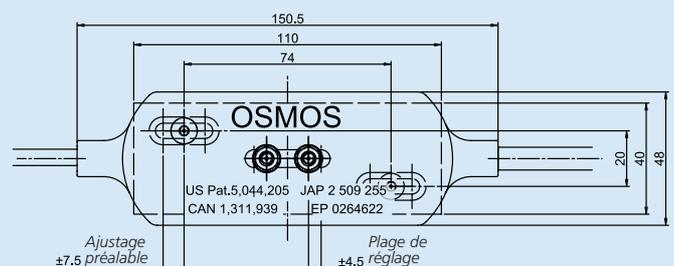
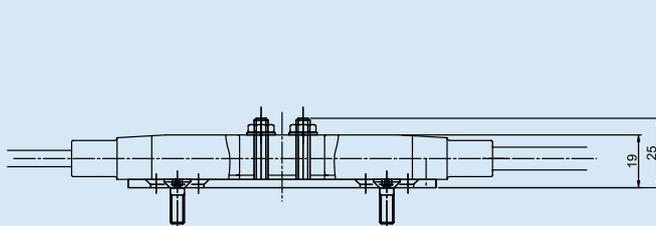
A remplir. Parmi les options, marquer dans la case correspondante les caractéristiques ou les chiffres concernés.

|   |  |   |  |                          |
|---|--|---|--|--------------------------|
| Quantité:                                   | <input type="checkbox"/>   | Exemple:                                    | Quantité:                              | <input type="checkbox"/> |
| Type de palpeur:                            | <input checked="" type="checkbox"/> ST   | Type de capteur:                            | <input checked="" type="checkbox"/> ST |                          |
| Longueur:                                   | <input type="checkbox"/> 2 m / 5 m / 10 m  | Longueur:                                   | <input type="checkbox"/> 2             |                          |
| Longueur de connexion:<br>Câble optique (m) | <input type="checkbox"/> Standard: 30 m  | Longueur de connexion:<br>Câble optique (m) | <input checked="" type="checkbox"/> 40 |                          |
| Mode de service:                            | <input type="checkbox"/> Permanent / <input checked="" type="checkbox"/> Dormant | Mode de service:                            | <input checked="" type="checkbox"/> S  |                          |



Test de température de la corde optique.

## Dessin CAO



# Extensomètre optique

# osmos

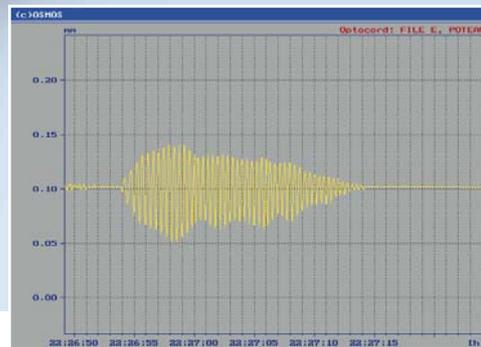
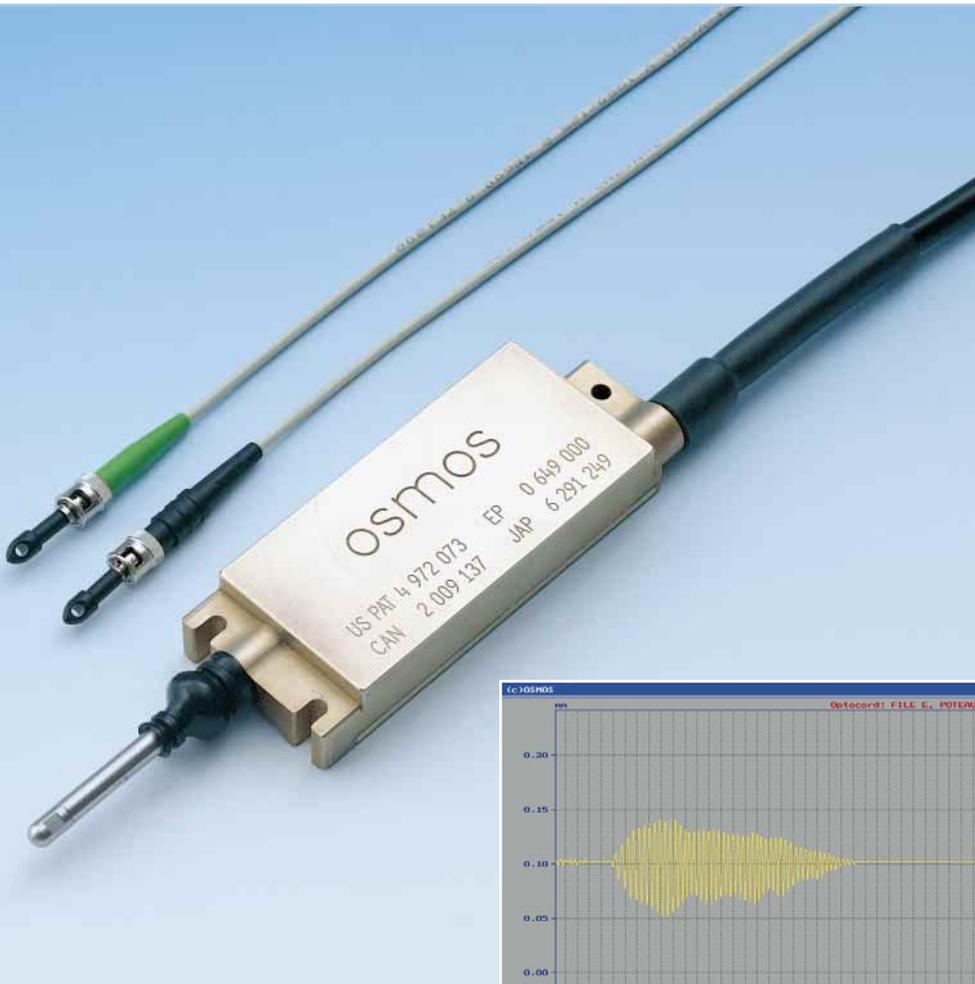
## Description

L'extensomètre optique est un capteur d'allongement à fibres optiques robuste et particulièrement précis.

Par sa forme compacte, il peut être utilisé pour la mesure de déformation ou les déplacements les plus divers jusqu'à 5 mm.

L'extensomètre optique capte les déformations à l'aide d'un palpeur et les convertit en un signal optique. La conversion du signal est réalisée selon un principe breveté OSMOS.

L'extensomètre optique est en mesure de saisir des valeurs tant statiques que dynamiques sur le court ou le long terme.

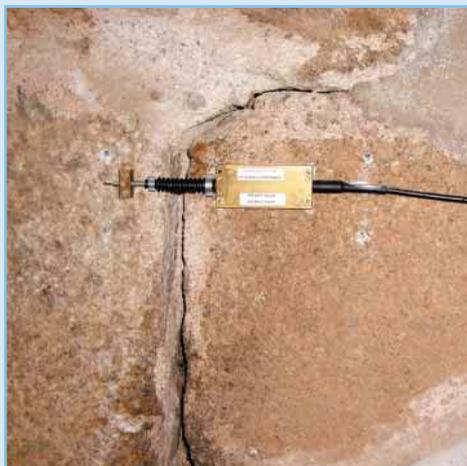


Exemple de mesure dynamique par extensomètre optique.

## Applications



Extensomètre sur une construction en bois.



Extensomètre sur une fissure.



Extensomètre servant de palpeur sur une construction métallique.

# Caractéristiques techniques

## Plage de mesure

|  |  |
|--|--|
| Plage de mesure:                         | 5 mm   |
| Base de mesure:                          | 0,1 m à 10 m   |
| Résolution:                              | 0,001 mm   |
| Précision de mesure:                     | typ. $\pm 0,002$ mm pour monitoring dynamique;<br>2 % de la valeur finale pour monitoring à long terme |
| Fréquence de mesure:                     | jusqu'à 100 Hz   |
| Reproductibilité:                        | 1 %  |
| Vitesse de réponse:                      | infinie (temps mort = zéro)  |
| Plage de température:                    | entre -40 °C et +60 °C, domaine de travail<br>entre -40 °C et +60 °C, stockage                         |
| Sensibilité à la température:            | $0,6 \times 10^{-6}$ m/K   |
| Stabilité, comportement à la fatigue:    | > 150 millions de cycles de mesure sans dérive   |
| CEM:                                     | insensible et neutre   |
| Durée de vie:                            | > 20 ans   |
| Connexion:                               | câble optique jusqu'à 1 km de long relié à la station de monitoring OSMOS                              |
| <i>Sans amplification intermédiaire:</i> | <i>câble optique gainé avec connecteurs pré-montés</i>   |

## Boîtier

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Dimensions [l x p x h]: | [120 x 46 x 20] mm  |
| Poids:                  | 525 g   |
| Palpeur:                | acier spécial, 50 mm de long avec demi-sphère $\pm 6$ mm ou adaptateur M5 |
| Matériau:               | laiton  |
| Protection:             | IP65  |

## Accessoires

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Palpeur:                         | 50 mm, sur demande<br>rallonge jusqu'à 10 m<br>par couplage ou boîte<br>à ressorts |
| Matériel de fixation<br>spécial: | sur demande  |

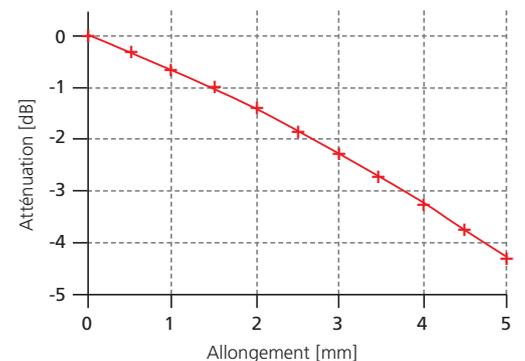
## Test

|                      |   |
|----------------------|---|
| Test aux vibrations: | 55 heures à 20 Hz,<br>$\pm 1$ mm -> sans dérive |
|----------------------|---|

## Commande

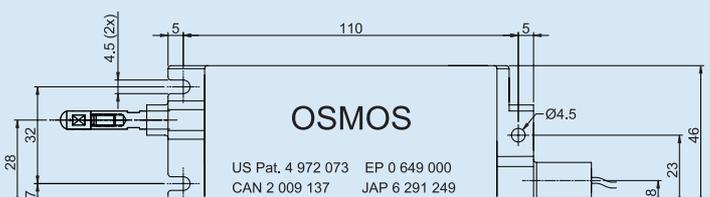
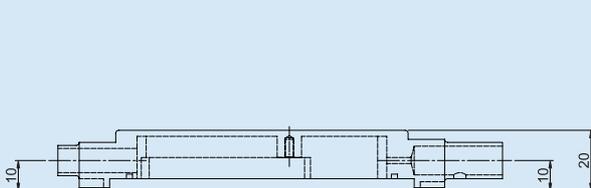
A remplir. Parmi les options, marquer dans la case correspondante les caractéristiques ou les chiffres concernés.

|   |   |  |
|---|---|--|
| Quantité:                                   | <input type="checkbox"/>  | <b>Exemple:</b><br>Quantité: <input type="checkbox"/> 1<br>Type de capteur: <input checked="" type="checkbox"/> EX<br>Application: <input type="checkbox"/> P<br>Base de mesure: <input type="checkbox"/> 0.5<br>Longueur de connexion: <input type="checkbox"/> 40<br>Mode de service: <input type="checkbox"/> P |
| Type de capteur:                            | <input checked="" type="checkbox"/> EX                                |  |
| Application:                                | <input type="checkbox"/> Fissure / <input type="checkbox"/> Palpeur   |  |
| Base de mesure:                             | <input type="checkbox"/> (0,1 à 10) m                                 |  |
| Longueur de connexion:<br>Câble optique (m) | <input type="checkbox"/> Standard: 30 m                               |  |
| Mode de service:                            | <input type="checkbox"/> Permanent / <input type="checkbox"/> Dormant |  |



Relation atténuation / allongement d'un extensomètre.

## Dessin CAO



# Station de monitoring

**osmos**

## Description

La mesure, le traitement et la présentation des signaux provenant des capteurs optiques OSMOS sont effectués par une unité de traitement spécialement développée à cet effet. Constituée de deux composants, le maître et l'esclave, elle présente une structure modulaire. L'esclave sert à saisir les valeurs de mesure provenant des capteurs et le maître permet le traitement et la présentation des données ainsi que la communication avec le monde extérieur. Un esclave peut recevoir jusqu'à quatre capteurs optiques OSMOS, jusqu'à quatre sondes de température et jusqu'à quatre capteurs non-OSMOS. Un maître peut recevoir jusqu'à cinq esclaves par l'intermédiaire d'un bus (RS 485). Quatre maîtres peuvent être reliés en réseau, de sorte qu'au total 20 esclaves avec 80 capteurs optiques, 80 sondes de température et 80 capteurs supplémentaires (par ex. la pression, l'humidité, le vent, l'inclinométrie) peuvent être mesurés et évalués simultanément.



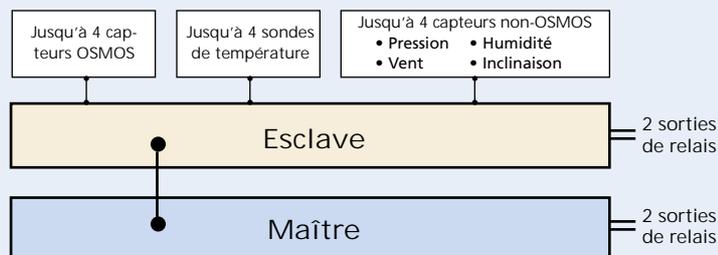
Station de monitoring dans coffret mural.



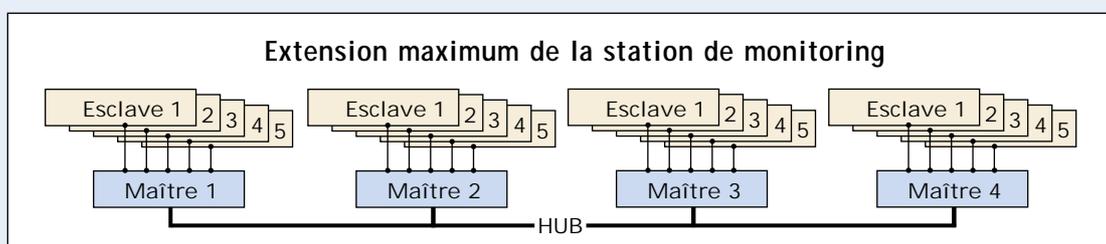
Station de monitoring, câblée.

## Applications

### Configuration minimum de la station de monitoring



### Extension maximum de la station de monitoring



# Caractéristiques techniques

## Maître et esclave

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Température ambiante:    | entre -40 °C et +60 °C  |
| Durée de vie:            | > 10 ans  |
| Alimentation de secours: | 24 V, 1,6 A avec contrôle de chargement pour batterie externe |
| Spécification:           | EN61010   |
| Armoire coffret:         | insert 19", en hauteur  |

## Maître

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Tension de service:   | 100 V à 260 V CA ou 24 V DC, puissance absorbée 30 W  |
| Sorties:              | 24 V, 1,6 A pour un esclave<br>interface Ethernet 10/100 Base T<br>interface série RS 232<br>modem analogique<br>2 relais, inverseur 24 V, 0,1 A  |
| Traitement de signal: | connexion de 5 esclaves max.<br>moyennes dynamiques, intervalle 10 ms à 1 s, configurable<br>mémoire annulaire 300 moyennes dynamiques, 3 s à 300 s<br>moyennes statiques 100 s à 86 400 s (1 jour), configurable |
| Alarmes:              | dynamique, statique avec 4 seuils, configurables<br>information locale par relais ou externe par e-mail, SMS, fax, traps SNMP, configurable   |
| Enregistrement:       | moyennes dynamiques ponctuelles ou dépassement de seuils<br>moyennes statiques comme standards  |
| Représentation:       | tableau de bord, graphe X-Y, polaire, tableau   |
| Communication:        | avec jusqu'à 3 maîtres supplémentaires, avec jusqu'à 5 esclaves<br>http, telnet, SNMP, SMTP, FTP, TCP/IP, PPP, SMS, fax   |
| Capacité mémoire:     | 40 Go<br>- pour mesure dynamique + extension maximale du maître suffisante pour 20 jours.<br>- pour mesure statique (1 valeur / heure) + extension maximale du maître suffisante pour 9 500 ans.                  |

## Esclave

|                     |  |
|---------------------|--|
| Tension de service: | 24 V DC, 1,6 A   |
| Entrées:            | 4 capteurs optiques, 2 à 39 dB, 25 dB dynamique, résolution 0,001 dB, précision 0,005 dB, fréquence de balayage 100 Hz<br>4 sondes de température Pt1000, résolution 0,1 °C, précision $\Delta T$ 0,1 °C, absolu 0,5 °C, fréquence de balayage 10 Hz<br>4 entrées de tension pour capteurs supplémentaires 0 V à 10 V CC, résolution 16 bits, fréquence de balayage 100 Hz |
| Sorties:            | interface RS 485, 2 relais, inverseur 24 V, 0,1 A  |

## Commande

A remplir. Parmi les options, marquer dans la case correspondante les caractéristiques ou les chiffres concernés.

|  |                                  |  |                                  |
|--|----------------------------------|--|----------------------------------|
| Quantité: <input type="text"/>           | Exemple: <input type="text"/>    | Quantité: <input type="text"/>           | Exemple: <input type="text"/>    |
| Type: <input type="checkbox"/> M Maître  | Quantité: <input type="text"/> 1 | Type: <input type="checkbox"/> E Esclave | Quantité: <input type="text"/> 1 |
| <input type="checkbox"/> avec Relais     | Type: <input type="checkbox"/> M | <input type="checkbox"/> avec Relais     | Type: <input type="checkbox"/> E |
| <input type="checkbox"/> sans Relais (Ø) | <input type="checkbox"/> R       | <input type="checkbox"/> sans Relais (Ø) | <input type="checkbox"/> R       |



# Calibration ST-1118

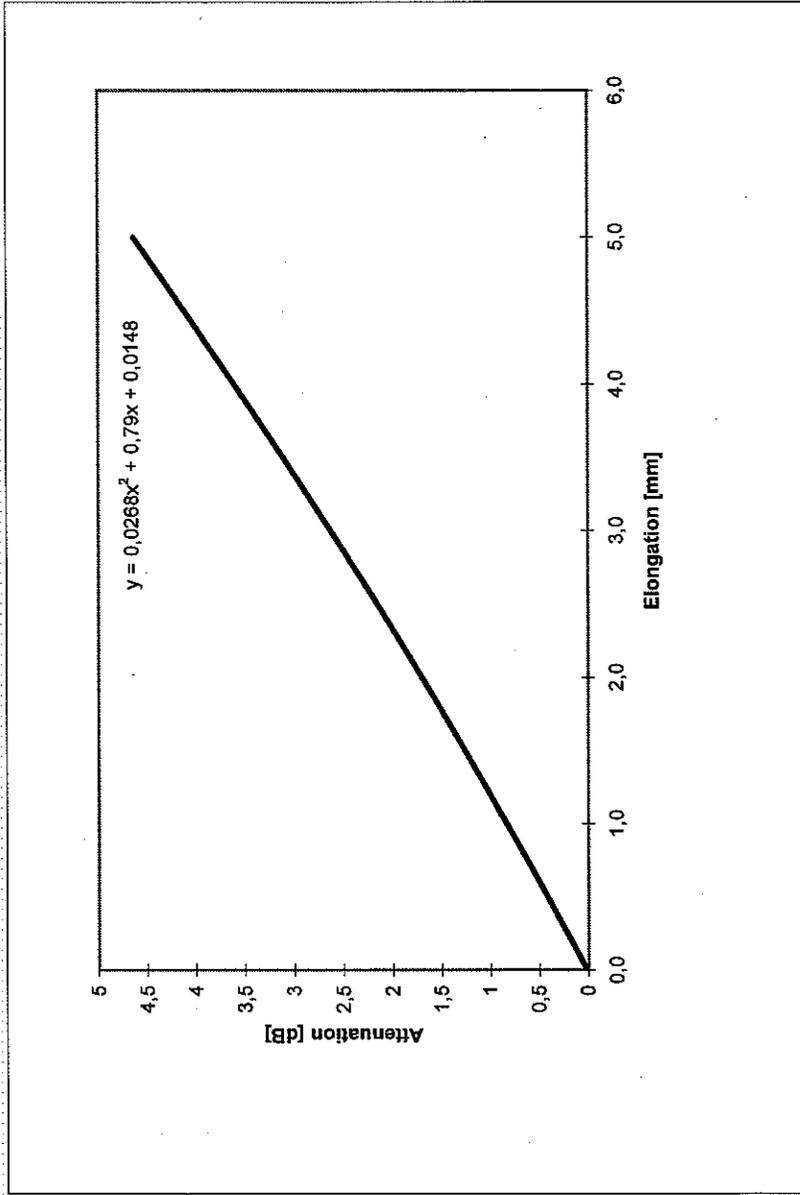
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0268 |
| b= | 0,7900 |
| c= | 0,0148 |

Working Point: **2,157 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,015            |
| 0,5             | 0,417            |
| 1,0             | 0,832            |
| 1,5             | 1,260            |
| 2,0             | 1,702            |
| 2,5             | 2,157            |
| 3,0             | 2,626            |
| 3,5             | 3,108            |
| 4,0             | 3,604            |
| 4,5             | 4,113            |
| 5,0             | 4,635            |

Project: Promotion Tour Eiffel    Sensor Length : 1 m

Info: Length of link cable: 40 m    pre-Pretension: 0,050 dB



Signature:   
 Date: 13.06.2009



# Calibration ST-1121

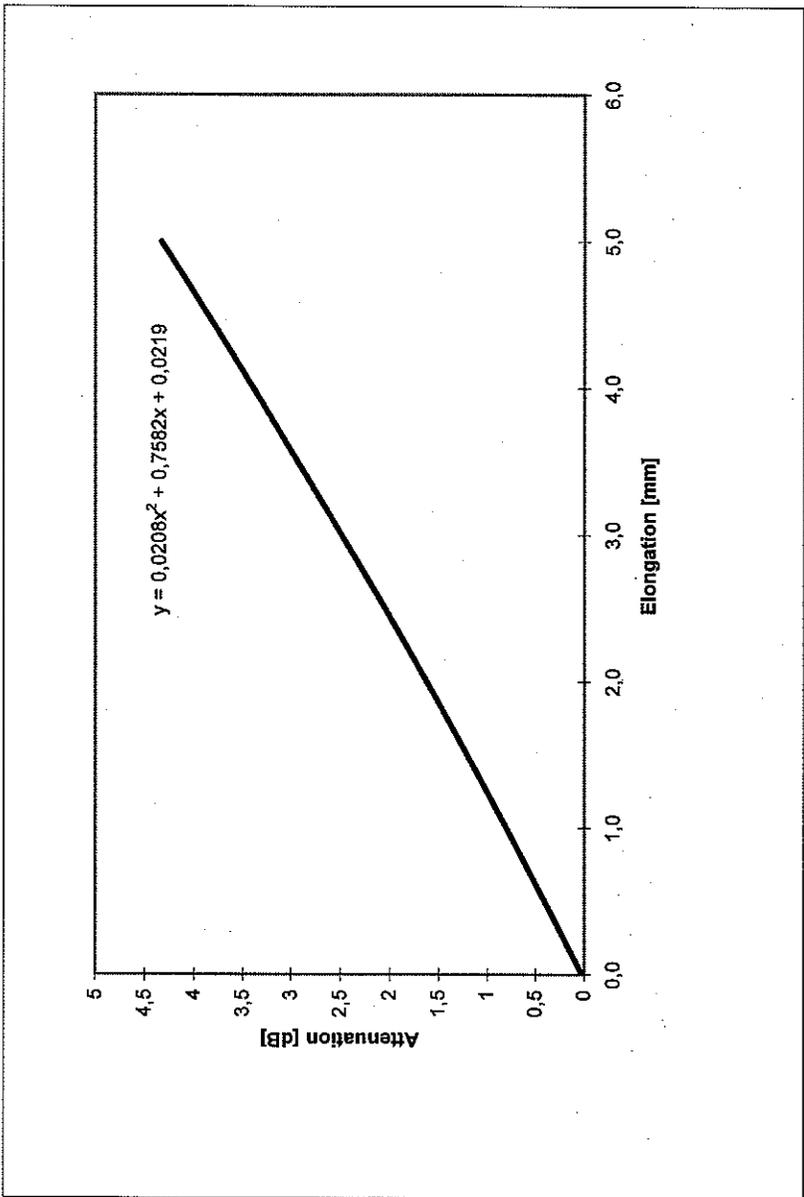
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0208 |
| b= | 0,7582 |
| c= | 0,0219 |

Working Point: **2,047 dB**

Project: Promotion Tour Eiffel    Sensor Length : 1 m

Info: Length of link cable: 40 m    pre-Pretension: 0,050 dB

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,022            |
| 0,5             | 0,406            |
| 1,0             | 0,801            |
| 1,5             | 1,206            |
| 2,0             | 1,621            |
| 2,5             | 2,047            |
| 3,0             | 2,484            |
| 3,5             | 2,930            |
| 4,0             | 3,387            |
| 4,5             | 3,855            |
| 5,0             | 4,333            |



Signature:   
 Date: 12.06.2009



# Calibration

## ST-1140

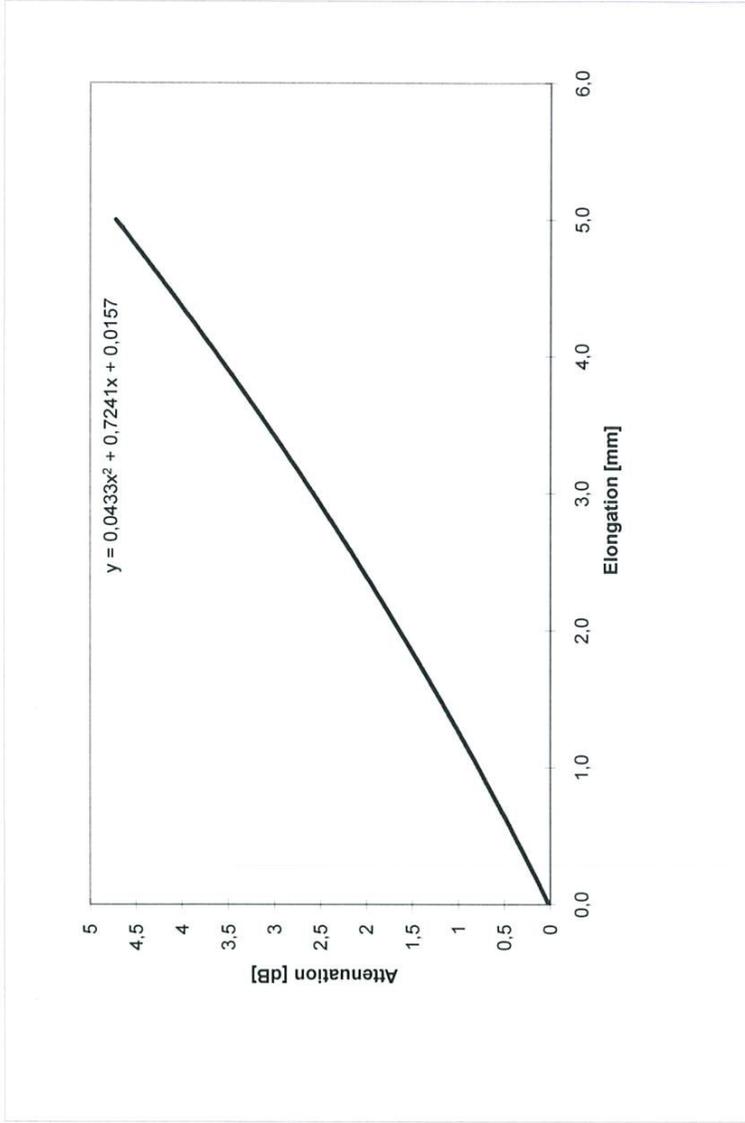
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0433 |
| b= | 0,7241 |
| c= | 0,0157 |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 30 m    pre-Pretension: 0,100 dB

Working Point: 2,097 dB

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,016            |
| 0,5             | 0,389            |
| 1,0             | 0,783            |
| 1,5             | 1,199            |
| 2,0             | 1,637            |
| 2,5             | 2,097            |
| 3,0             | 2,578            |
| 3,5             | 3,080            |
| 4,0             | 3,605            |
| 4,5             | 4,151            |
| 5,0             | 4,719            |



Signature   
 Date 09/11/2009



# Calibration ST-1141

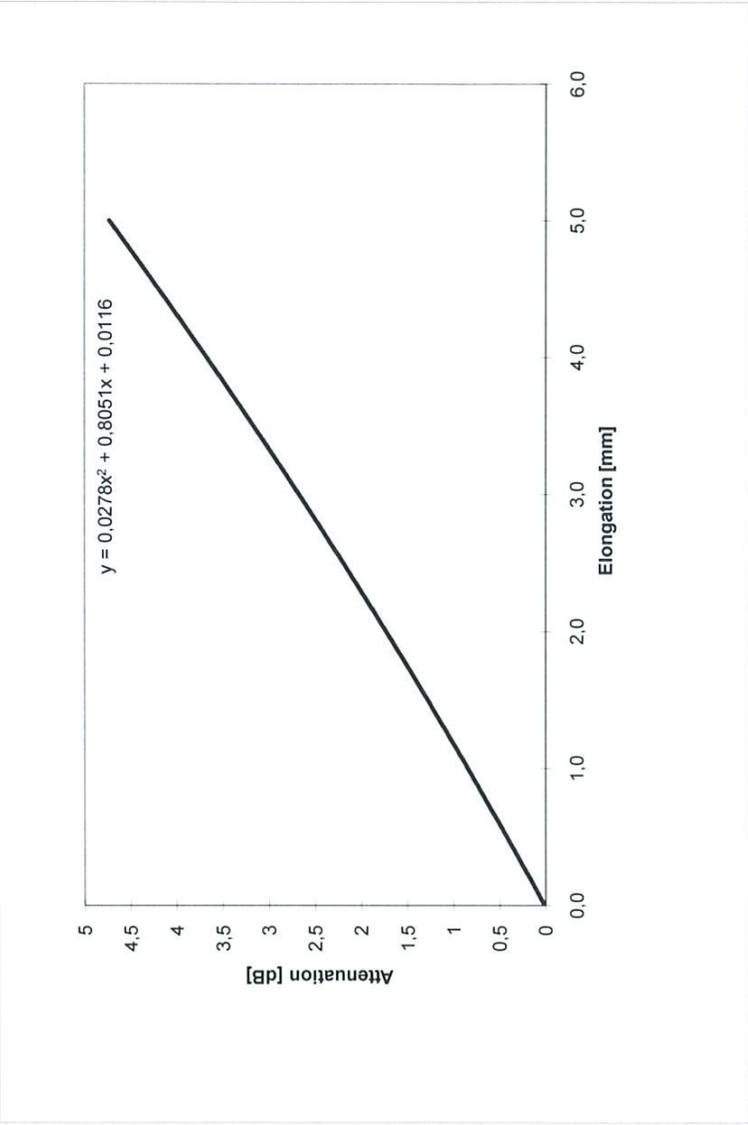
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0278 |
| b= | 0,8051 |
| c= | 0,0116 |

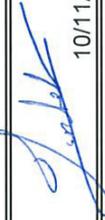
Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 30 m    pre-Pretension: 0,100 dB

Working Point: **2,198 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,012            |
| 0,5             | 0,421            |
| 1,0             | 0,845            |
| 1,5             | 1,282            |
| 2,0             | 1,733            |
| 2,5             | 2,198            |
| 3,0             | 2,677            |
| 3,5             | 3,170            |
| 4,0             | 3,677            |
| 4,5             | 4,198            |
| 5,0             | 4,732            |



Signature   
 Date 10/11/2009



# Calibration ST-1142

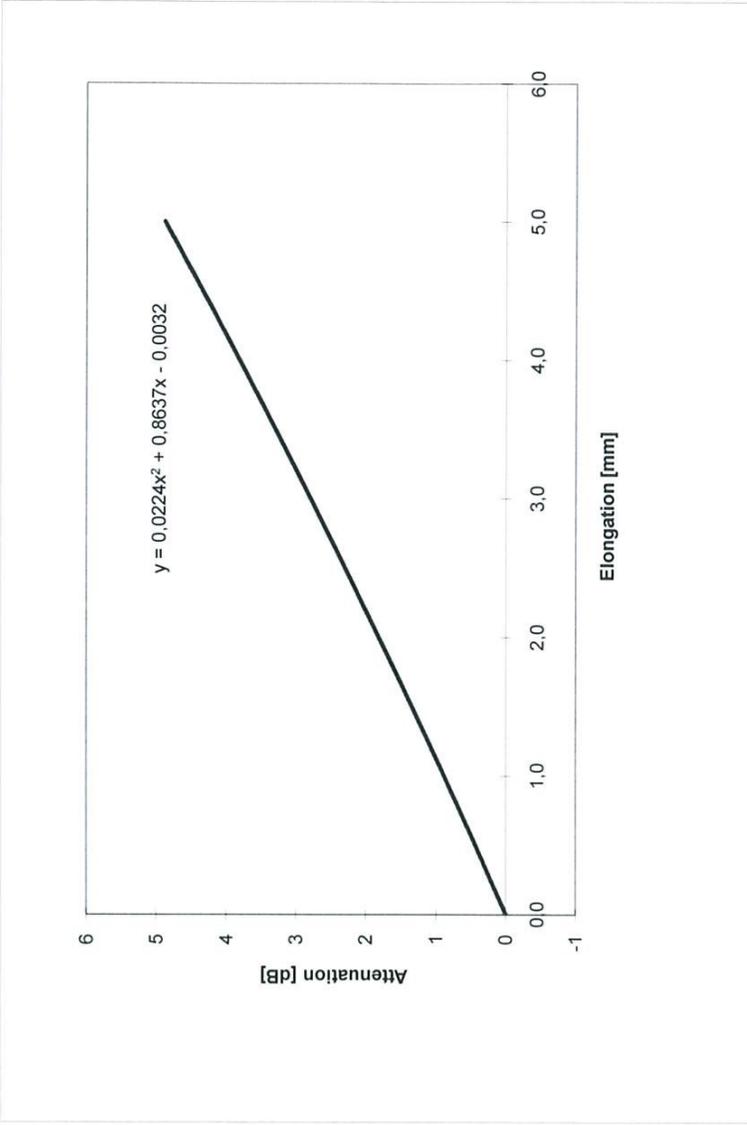
|    |         |
|----|---------|
| a= | 0,0224  |
| b= | 0,8637  |
| c= | -0,0032 |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 30 m    pre-Pretension: 0,100 dB

Working Point: **2,296 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | -0,003           |
| 0,5             | 0,434            |
| 1,0             | 0,883            |
| 1,5             | 1,343            |
| 2,0             | 1,814            |
| 2,5             | 2,296            |
| 3,0             | 2,789            |
| 3,5             | 3,294            |
| 4,0             | 3,810            |
| 4,5             | 4,337            |
| 5,0             | 4,875            |



Signature    Date 10/11/2009



# Calibration ST-1145

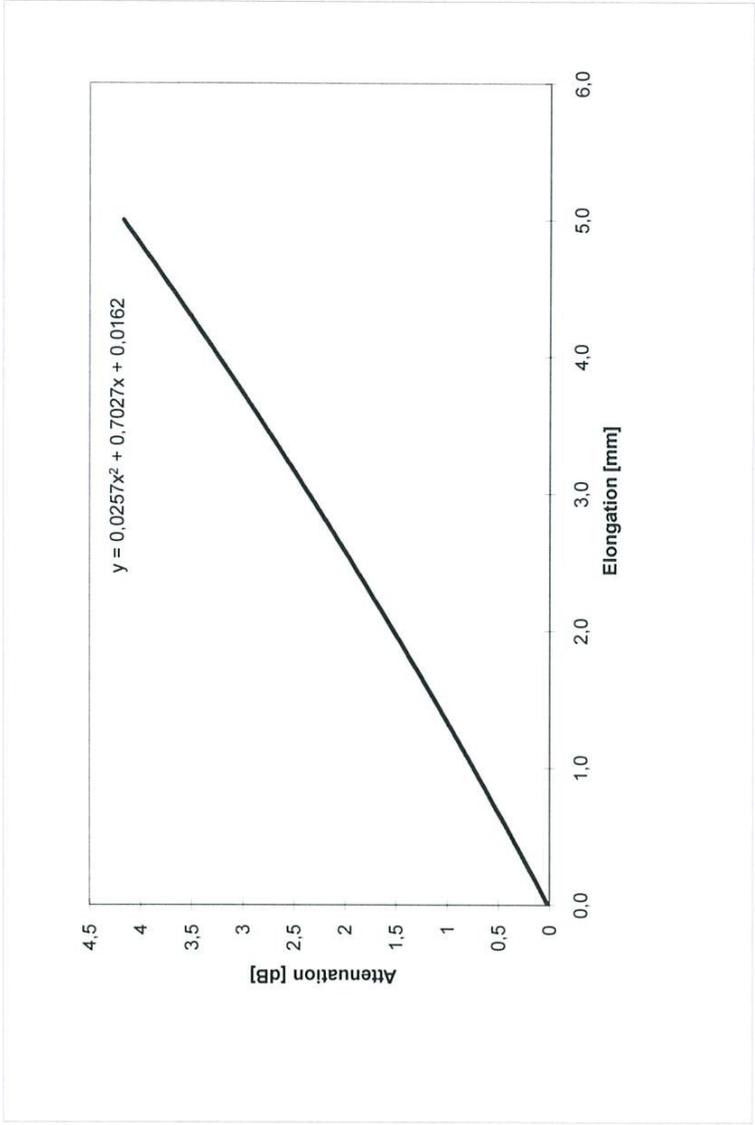
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0257 |
| b= | 0,7027 |
| c= | 0,0162 |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 35 m    pre-Pretension: 0,100 dB

Working Point: **1,934 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,016            |
| 0,5             | 0,374            |
| 1,0             | 0,745            |
| 1,5             | 1,128            |
| 2,0             | 1,524            |
| 2,5             | 1,934            |
| 3,0             | 2,356            |
| 3,5             | 2,790            |
| 4,0             | 3,238            |
| 4,5             | 3,699            |
| 5,0             | 4,172            |



Signature   
 Date 10/11/2009



# Calibration ST-1146

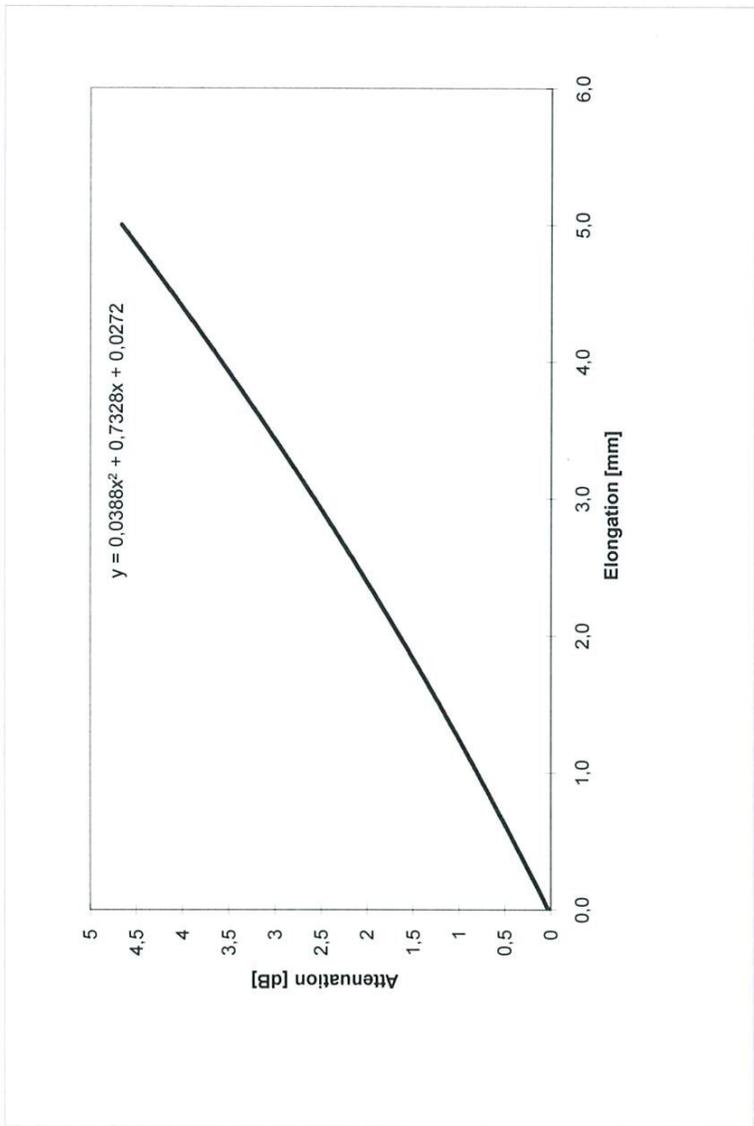
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0388 |
| b= | 0,7328 |
| c= | 0,0272 |

Working Point: **2,102 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,027            |
| 0,5             | 0,403            |
| 1,0             | 0,799            |
| 1,5             | 1,214            |
| 2,0             | 1,648            |
| 2,5             | 2,102            |
| 3,0             | 2,575            |
| 3,5             | 3,067            |
| 4,0             | 3,579            |
| 4,5             | 4,111            |
| 5,0             | 4,661            |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 35 m    pre-Pretension: 0,100 dB



Signature

Date 10/11/2009



# Calibration

ST-1147

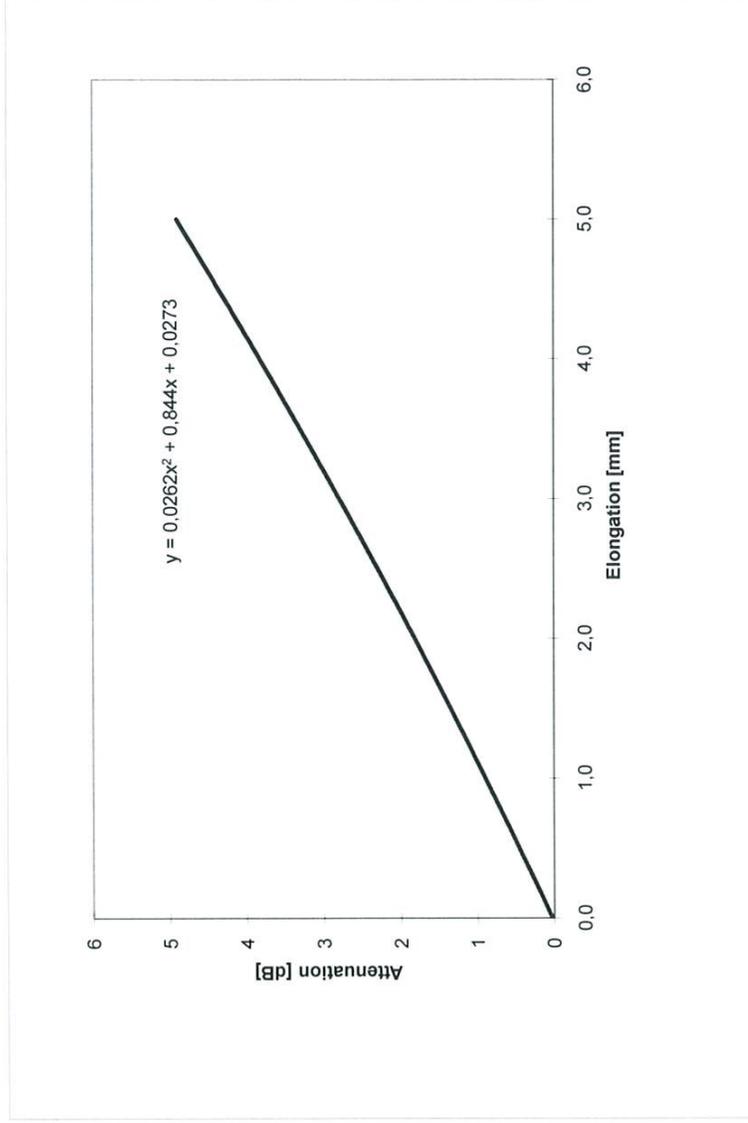
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0262 |
| b= | 0,8440 |
| c= | 0,0273 |

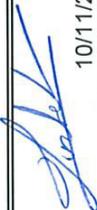
Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 35 m    pre-Pretension: 0,100 dB

Working Point: 2,301 dB

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,027            |
| 0,5             | 0,456            |
| 1,0             | 0,897            |
| 1,5             | 1,352            |
| 2,0             | 1,820            |
| 2,5             | 2,301            |
| 3,0             | 2,795            |
| 3,5             | 3,302            |
| 4,0             | 3,822            |
| 4,5             | 4,356            |
| 5,0             | 4,902            |



Signature:   
 Date: 10/11/2009



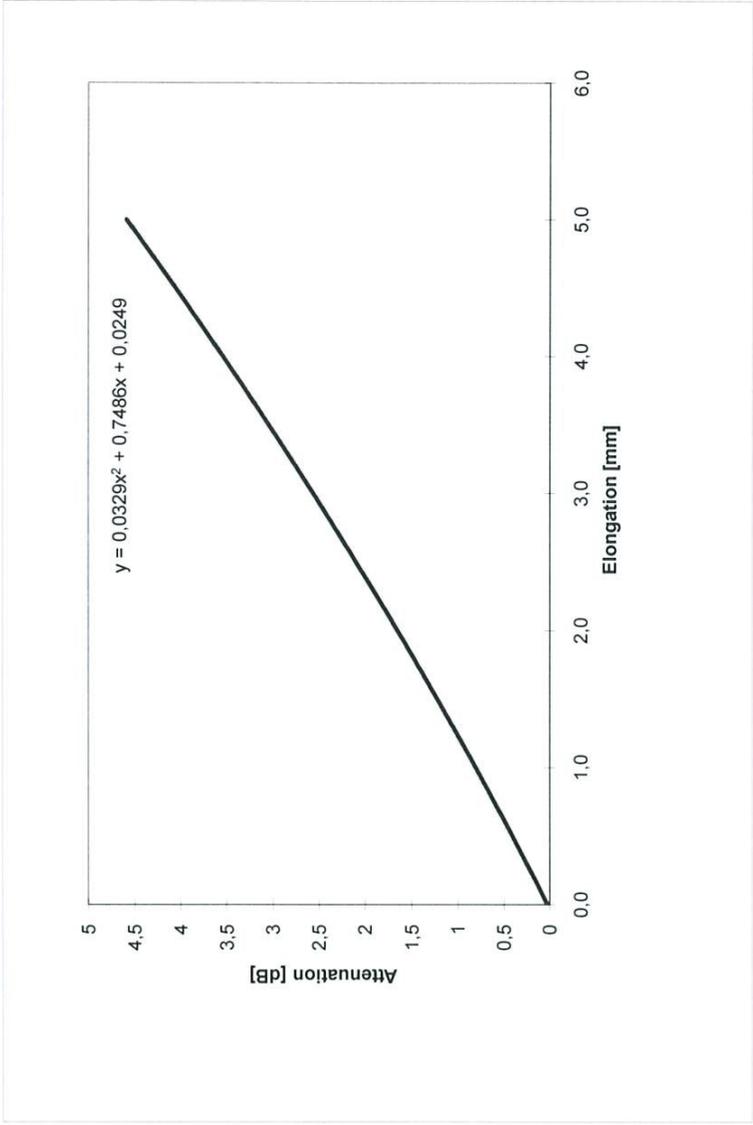
# Calibration ST-1148

|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0329 |
| b= | 0,7486 |
| c= | 0,0249 |

**Working Point:** 2,102 dB

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,025            |
| 0,5             | 0,407            |
| 1,0             | 0,806            |
| 1,5             | 1,222            |
| 2,0             | 1,654            |
| 2,5             | 2,102            |
| 3,0             | 2,567            |
| 3,5             | 3,048            |
| 4,0             | 3,546            |
| 4,5             | 4,060            |
| 5,0             | 4,590            |

|                 |                              |                        |                        |          |
|-----------------|------------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| <b>Project:</b> | Stock Osmos Canada           | <b>Sensor Length :</b> | 1 m                    |          |
| <b>Info</b>     | <b>Length of link cable:</b> | 35 m                   | <b>pre-Pretension:</b> | 0,100 dB |



**Signature**   
**Date** 10/11/2009



# Calibration ST-1149

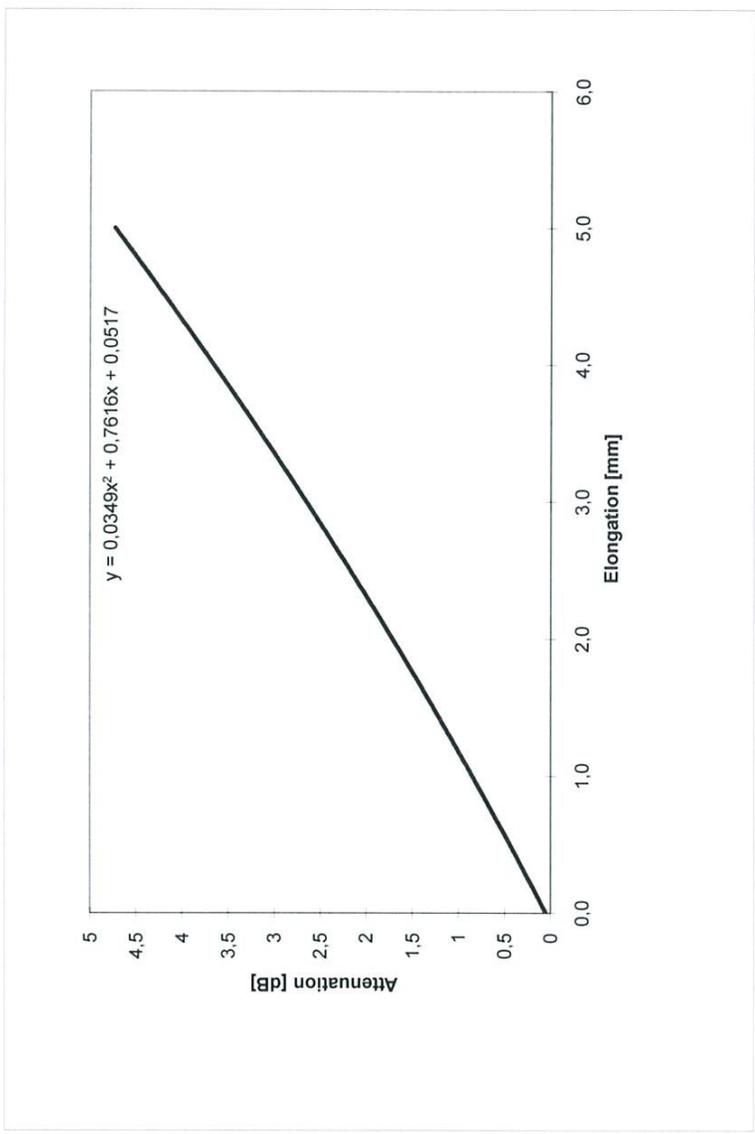
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0349 |
| b= | 0,7616 |
| c= | 0,0517 |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 35 m    pre-Pretension: 0,100 dB

Working Point: **2,174 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,052            |
| 0,5             | 0,441            |
| 1,0             | 0,848            |
| 1,5             | 1,273            |
| 2,0             | 1,715            |
| 2,5             | 2,174            |
| 3,0             | 2,651            |
| 3,5             | 3,145            |
| 4,0             | 3,657            |
| 4,5             | 4,186            |
| 5,0             | 4,732            |



Signature   
 Date 10/11/2009



# Calibration ST-1150

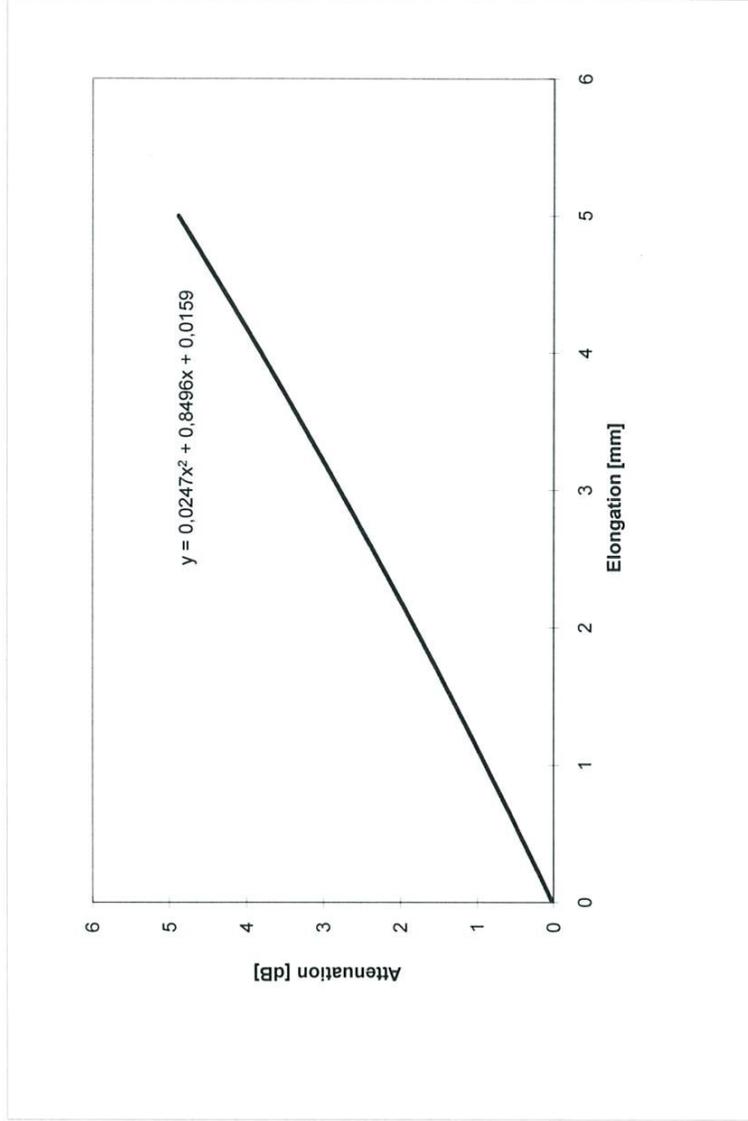
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0247 |
| b= | 0,8496 |
| c= | 0,0159 |

Working Point: **2,294**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0               | 0,016            |
| 0,5             | 0,447            |
| 1               | 0,890            |
| 1,5             | 1,346            |
| 2               | 1,814            |
| 2,5             | 2,294            |
| 3               | 2,787            |
| 3,5             | 3,292            |
| 4               | 3,810            |
| 4,5             | 4,339            |
| 5               | 4,881            |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 30 m    pre-Pretension: 0,100



Signature:   
 Date: 17/11/2009



# Calibration

## ST-1151

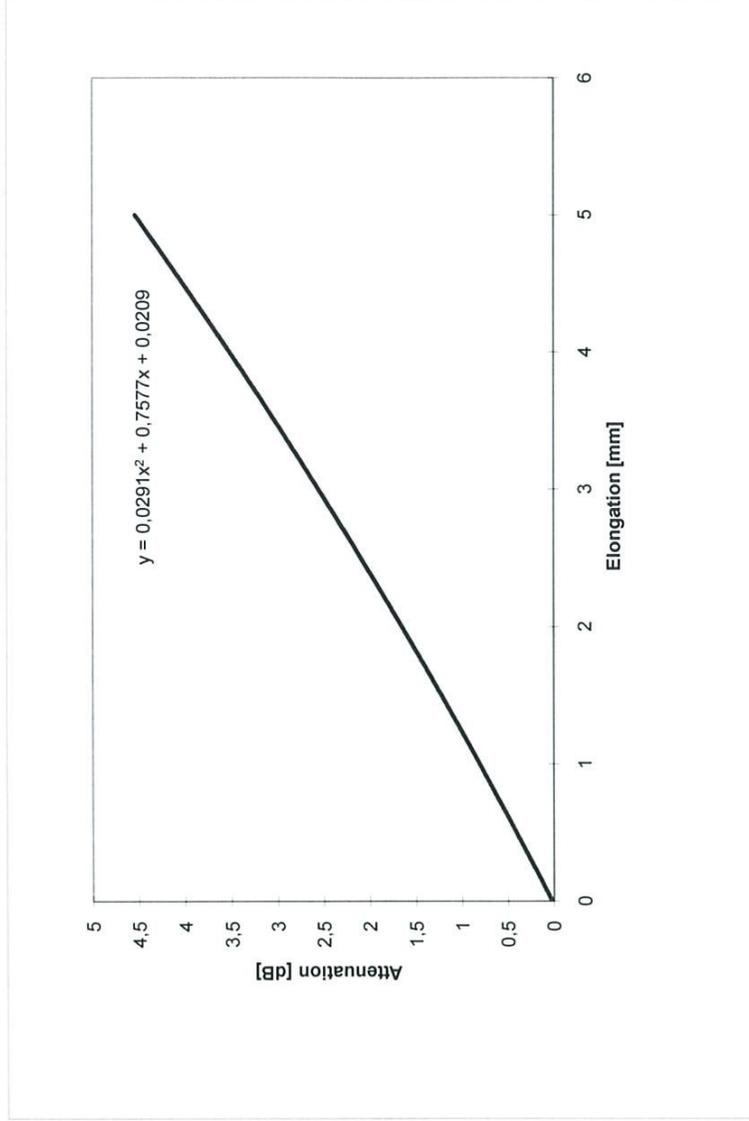
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0291 |
| b= | 0,7577 |
| c= | 0,0209 |

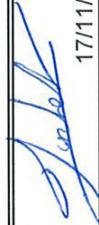
Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 30 m    pre-Pretension: 0,100

Working Point: 2,097

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0               | 0,021            |
| 0,5             | 0,407            |
| 1               | 0,808            |
| 1,5             | 1,223            |
| 2               | 1,653            |
| 2,5             | 2,097            |
| 3               | 2,556            |
| 3,5             | 3,029            |
| 4               | 3,517            |
| 4,5             | 4,020            |
| 5               | 4,537            |



Signature:   
 Date: 17/11/2009



# Calibration ST-1152

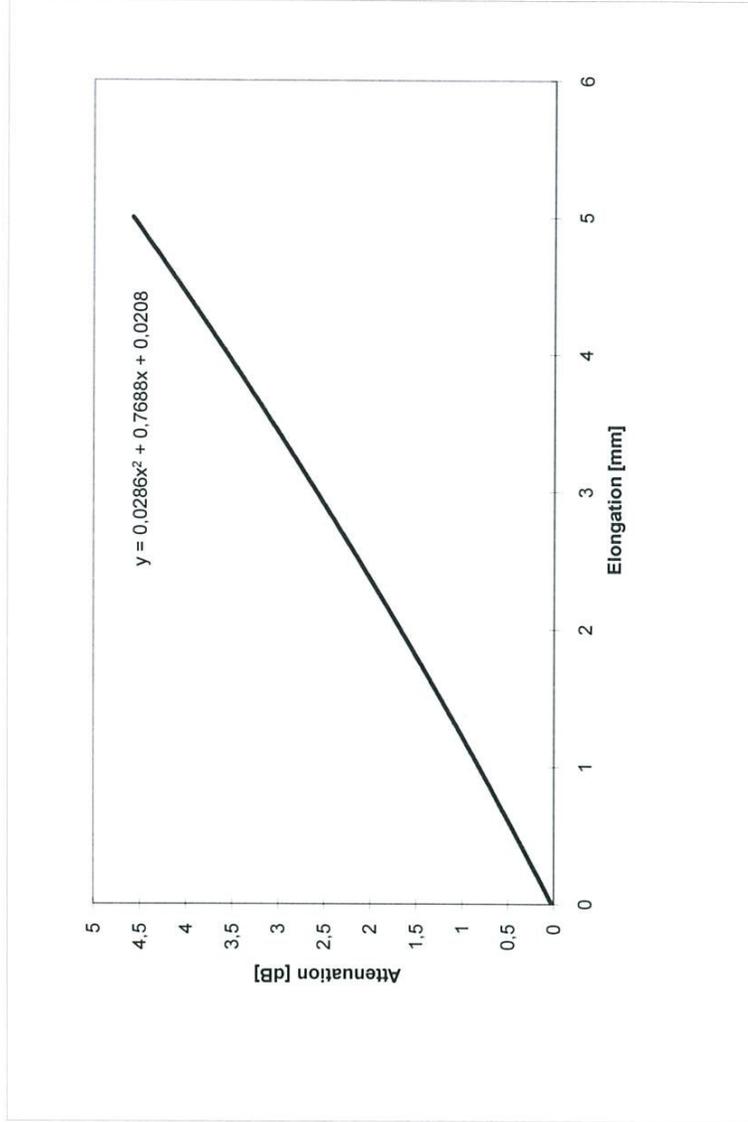
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0286 |
| b= | 0,7688 |
| c= | 0,0208 |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 35 m    pre-Pretension: 0,100

Working Point: **2,122**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0               | 0,021            |
| 0,5             | 0,412            |
| 1               | 0,818            |
| 1,5             | 1,238            |
| 2               | 1,673            |
| 2,5             | 2,122            |
| 3               | 2,585            |
| 3,5             | 3,062            |
| 4               | 3,554            |
| 4,5             | 4,060            |
| 5               | 4,580            |



Signature   
 Date 17/11/2009



# Calibration ST-1153

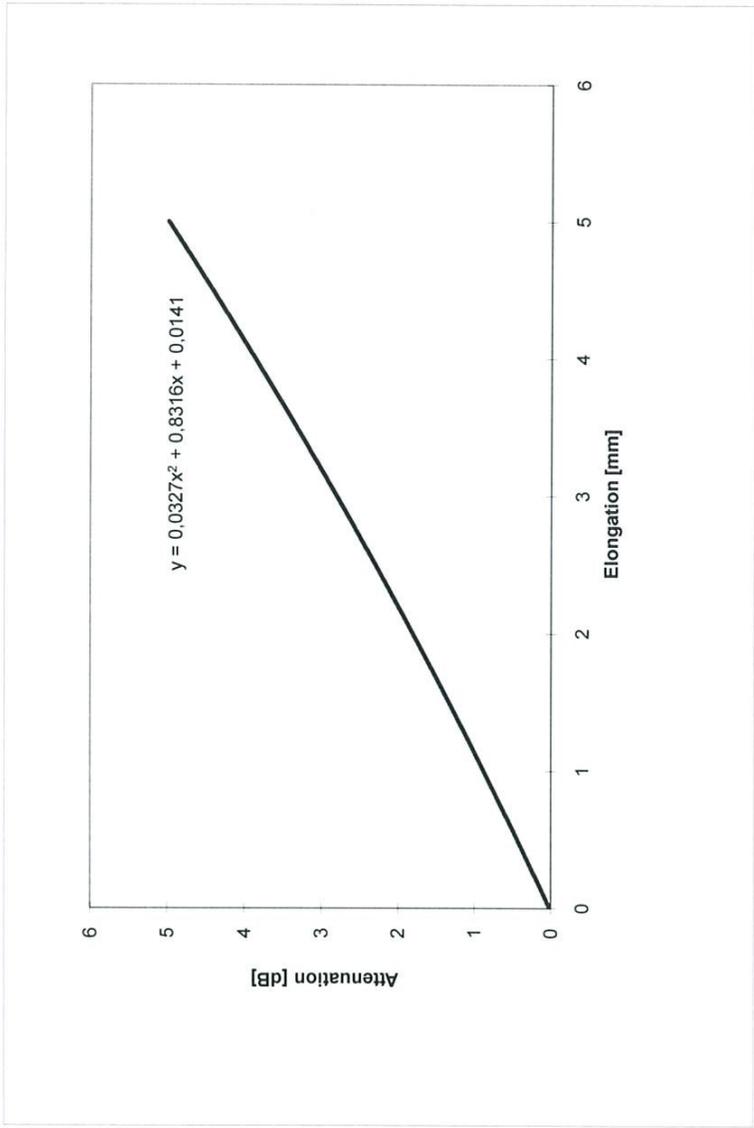
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0327 |
| b= | 0,8316 |
| c= | 0,0141 |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 35 m    pre-Pretension: 0,100

Working Point: **2,297**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0               | 0,014            |
| 0,5             | 0,438            |
| 1               | 0,878            |
| 1,5             | 1,335            |
| 2               | 1,808            |
| 2,5             | 2,297            |
| 3               | 2,803            |
| 3,5             | 3,325            |
| 4               | 3,864            |
| 4,5             | 4,418            |
| 5               | 4,990            |



Signature   
 Date 17/11/2009



# Calibration EX-807

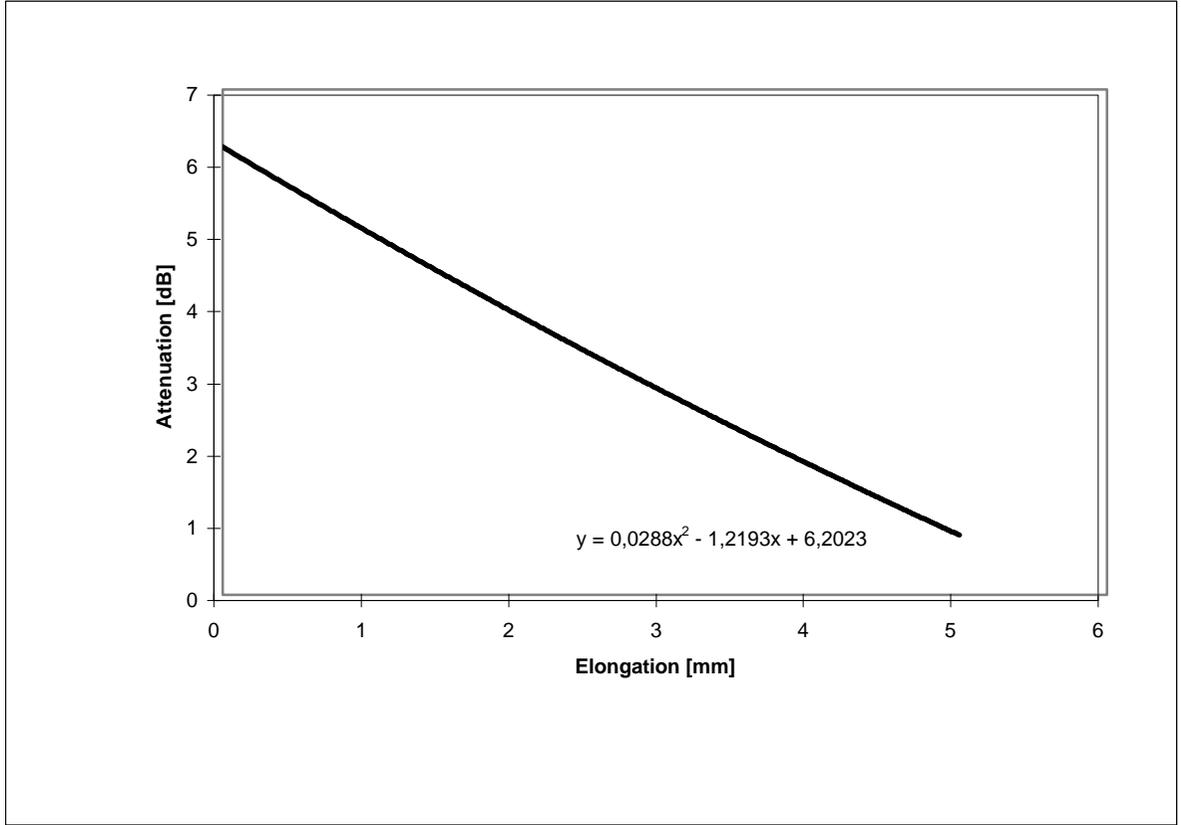
Project: Station de Metro Berri-UQUA

|    |         |
|----|---------|
| a= | 0,0288  |
| b= | -1,2193 |
| c= | 6,2023  |

Info    Length of link cable: 30 m    pre-Pretension: 0,20 dB

Working Point: **3,33 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0               | 6,202            |
| 0,5             | 5,600            |
| 1               | 5,012            |
| 1,5             | 4,438            |
| 2               | 3,879            |
| 2,5             | 3,334            |
| 3               | 2,804            |
| 3,5             | 2,288            |
| 4               | 1,786            |
| 4,5             | 1,299            |
| 5               | 0,826            |



Signature \_\_\_\_\_  
 Date 26.03.2009



# Calibration EX-810

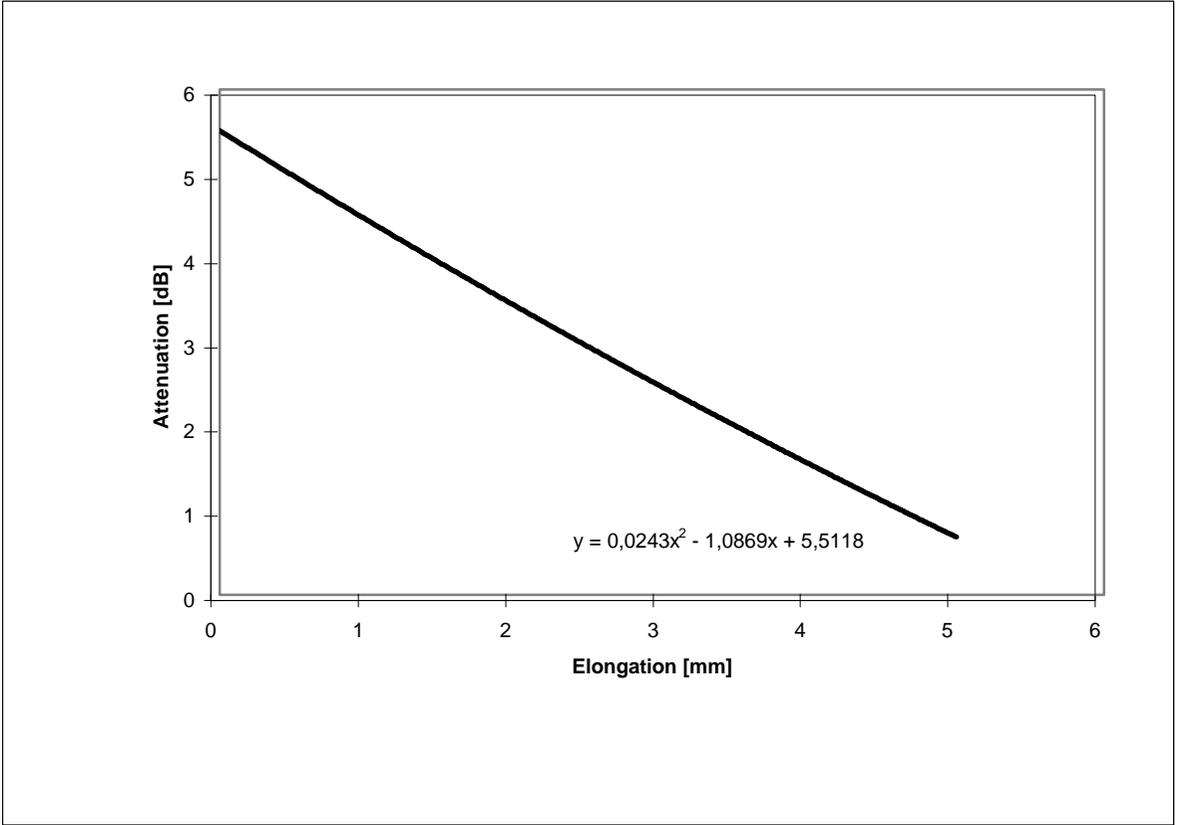
Project: Station de Metro Berri-UQUA

Info    Length of link cable:    30 m    pre-Pretension:    0,20 dB

|    |         |
|----|---------|
| a= | 0,0243  |
| b= | -1,0869 |
| c= | 5,5118  |

Working Point:    **2,95 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0               | 5,512            |
| 0,5             | 4,974            |
| 1               | 4,449            |
| 1,5             | 3,936            |
| 2               | 3,435            |
| 2,5             | 2,946            |
| 3               | 2,470            |
| 3,5             | 2,005            |
| 4               | 1,553            |
| 4,5             | 1,113            |
| 5               | 0,685            |



Signature \_\_\_\_\_  
 Date 27.03.2009



Accelerometers of high overload resistance with integrated electronics for dynamic measurement of vibration and acceleration in the frequency range 1Hz to several kHz

### Features

- very high overload resistance
- insensitive to interference by magnetic and electric fields
- multiple housing options
- light weight
- linear frequency response with little or no resonant peak at upper cut-off frequency
- low non-linearity
- small lower cut-off frequency
- high signal-to-noise ratio
- hermetically sealed
- low transverse sensitivity
- high long-term stability
- integrated sensor electronics
- low output impedance
- long connection lines possible

### Description

The dynamic accelerometers BDK3, BDK10, and BDK100 are capacitive spring-mass accelerometers with integrated sensor electronics. Resonant peaks are minimized by dynamic gas damping in the primary transformer.

The sensor electronics require only minimal power and are in conjunction with the capacitive primary transformer characterized by low error and high long-term stability.

### Application

The accelerometers BDK3, BDK10 and BDK100 are used for applications requiring high overload resistance, high long-term stability, small lower cut-off frequency, light weight and low power consumption. Typical applications include:

- measurements on vehicles, machinery, buildings and plants for process control and error diagnosis
- seismic measurements
- vibration measurements
- safety engineering
- dynamic measurement of position and velocity

### Technical Specifications

| Type                                  | BDK3   | BDK10                           | BDK100                            |
|---------------------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------------|
| Measuring range                       | ±3g (ca.±30m/s <sup>2</sup> )                    | ±10g (ca.±100m/s <sup>2</sup> ) | ±100g (ca.±1000m/s <sup>2</sup> ) |
| Resolution                            | <10 <sup>-3</sup> g                              | <5·10 <sup>-3</sup> g           | <5·10 <sup>-2</sup> g             |
| Frequency range                       | 1....300Hz                                       | 1....800Hz                      | 1....1500Hz                       |
| Sensitivity at U <sub>b</sub> = 5Volt | appr.150mV/g                                     | appr.60mV/g                     | appr.15mV/g                       |
| Temperature drift of sensitivity      | <+6·10 <sup>-2</sup> % / K                       |                                 |                                   |
| Temperature drift of zero point       | <0.1mV/K   |                                 |                                   |
| Zero offset                           | (2.5±0.1)Volt - generally: 0.5U <sub>b</sub> ±4% |                                 |                                   |
| Output impedance                      | approx. 100 Ohm                                  |                                 |                                   |
| Linearity deviation                   | <1%  |                                 |                                   |

SEIKA Mikrosystemtechnik GmbH - Eilharter Str.10 - D-87435 Kempten - Tel: 0831-25532 Fax: 0831-25534

Internet: <http://www.seika.de> - <http://www.seika.net> - Email: [seika@seika.de](mailto:seika@seika.de)

|  |  |
|--|--|
| Transverse sensitivity   | <1%  |
| Mechanical overload resistance in direction of measurement               | approx. 10 000g (appr. 100 000m/s <sup>2</sup> ) !   |
| Nominal supply voltage (regulated)                                       | U <sub>bN</sub> = 5Volt  |
| Permissible supply voltage range   | U <sub>bz</sub> = 2V ... 16V   |
| Current drawn at U <sub>b</sub> = 5V                                     | approx. 2mA  |
| Degree of protection   | IP65   |
| Operating temperature  | -40°C ... +85°C  |
| Storage temperature  | -45°C ... +90°C  |
| Weight in stainless steel housing with thread without cable              | approx. 17Gramm  |
| Weight in small housing without cable                                    | approx. 7Gramm   |
| Standard electrical connection   | 3 highly flexible, color-coded wires ø1mm length approx. 18 cm (special lengths on request)  |
| Alternative electrical connection for sensors in stainless steel housing | 0.5m strong, flexible, shielded cable, 2 wires + shield, ø2.1mm (special lengths on request) |

on request: Special design for very low power consumption up to 30µA

### Dimensions (in mm) and Connections

**Housing type 1**

Cable connections:  
red: U<sub>b</sub>:+5V (stable)  
blue: output signal  
shield: GND, (-U<sub>b</sub>)  
Housing isolated from electronics  
Cable or 3 wire connection

3 wire connections:  
red: U<sub>b</sub>:+5V (stable)  
white: output signal  
blue: GND, (-U<sub>b</sub>)  
Housing isolated from electronics

**Housing type 2**

3 wire connections:  
red: U<sub>b</sub>:+5V (stable)  
white: output signal  
blue: GND, (-U<sub>b</sub>), housing

Caution! Do not reverse operating voltage polarity!

## CALIBRATION SHEET

Sensortyp: Accelerometer  BDK3 ( $\pm 3g$ ),  BDK10 ( $\pm 10g$ ),  BDK100 ( $\pm 100g$ ):

|                      |            |      |
|----------------------|------------|------|
| Series-No.:          | 8512       |      |
| Offset Voltage:      | 2,489      | Volt |
| Sensitivity:         | 157        | mV/g |
| With power supply:   | 5          | Volt |
| Measuring frequency: | 80         | Hz   |
| Measuring direction: | horizontal |      |

### Connections

|                 |        |                 |
|-----------------|--------|-----------------|
| <b>3 wires:</b> | Red    | +4 ... +16 Volt |
|                 | White  | Signal output   |
|                 | Blue   | GND             |
| <b>Cable:</b>   | Red    | +4 ... +16 Volt |
|                 | Blue   | Signal output   |
|                 | Shield | GND             |

Datum: 03.11.2009 Signatur: 

## CALIBRATION SHEET

Sensortyp: Accelerometer  BDK3 ( $\pm 3g$ ),  BDK10 ( $\pm 10g$ ),  BDK100 ( $\pm 100g$ ):

|                      |                   |      |
|----------------------|-------------------|------|
| Series-No.:          | 8510              |      |
| Offset Voltage:      | 2,495             | Volt |
| Sensitivity:         | 146               | mV/g |
| With power supply:   | 5                 | Volt |
| Measuring frequency: | 80                | Hz   |
| Measuring direction: | <i>horizontal</i> |      |

### *Connections*

|                 |        |                 |
|-----------------|--------|-----------------|
| <b>3 wires:</b> | Red    | +4 ... +16 Volt |
|                 | White  | Signal output   |
|                 | Blue   | GND             |
| <b>Cable:</b>   | Red    | +4 ... +16 Volt |
|                 | Blue   | Signal output   |
|                 | Shield | GND             |

Datum: 03.11.2009    Signatur: 

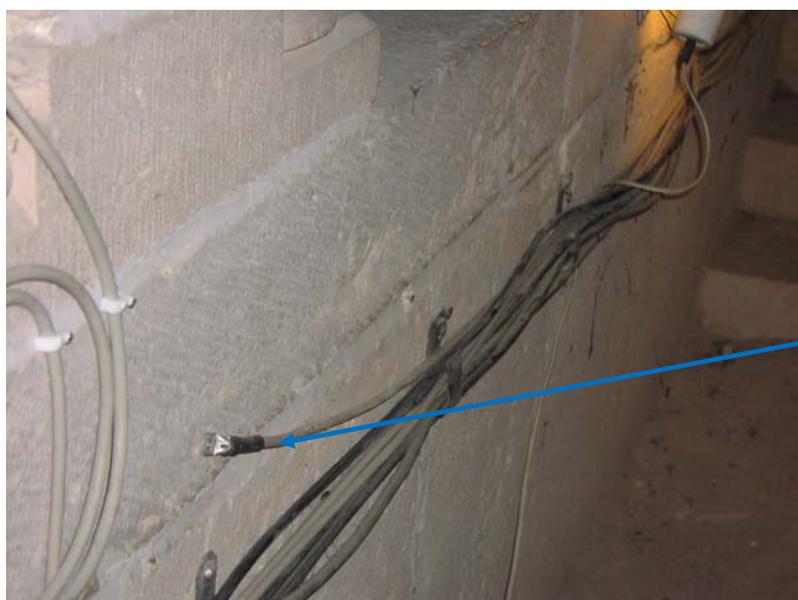
## SONDE DE TEMPERATURE OSMOS

TYPE : PT-1000

### Caractéristiques :

|  |   |
|--|---|
| Spécification                              | DIN EN 60751  |
| Plage de mesure                            | -50 °C à +150 °C  |
| Coefficient de température                 | 3850 ppm/K  |
| Stabilité à Long terme                     | Dérive maximale de 0,06 % sur 1000 heures à +150 °C<br>Dérive maximale de 0,04 % sur 1000 heures à -55 °C |
| Réchauffement interne                      | 0,2 K/mW  |
| Temps de réponse                           | Ambiante à vitesse de l'air à 2 m/s :<br>$t_{0,5} = 8$ sec  |
| Inflammabilité                             | UL94-V0   |
| Spécifications de la résistance de contact | 20 °C : $5 \times 10^{16} \Omega \text{ cm}$<br>150 °C : $5 \times 10^{13} \Omega \text{ cm}$             |

2 Types : Sonde Ambiante ou Sonde Vissée.



*Ci-contre : Exemple de sonde de température vissée sur maçonnerie*

|   |                  |                      |                               |
|---|------------------|----------------------|-------------------------------|
| <br>La sécurité des structures | Version 1.0      | SONDE DE TEMPERATURE | Destinataire :<br>Affiliés    |
|   | Réd : Dpt. Prod. |                      |                               |
|   | Mars 2010        |                      | © OSMOS / Loi du 11 Mars 1957 |

**DELMHORST MOISTURE TRANSMITTERS**  
**MODELS MTC-60 AND MTV-60 FOR WOOD**

The Delmhorst moisture transmitters measure moisture in wood or other hygroscopic materials (in conjunction with any Delmhorst electrode) and generate either a current (MTC-60) or voltage output (MTV-60). The transmitters do not have a display. They use a 4-wire transmission method (i.e., DC voltage is brought in to power the unit by a separate wire from the wire used to carry the voltage or current output.)

The transmitters are ideally suited for applications requiring continuous monitoring of moisture in hygroscopic materials and interfacing the sensor to a data logger. The transmitters are housed in an ABS wall-mounted case for easy mounting near the sensor or in a control room.

**SPECIFICATIONS: MTC-60**

---

|                    |  |
|--------------------|--|
| MOISTURE RANGE:    | 6% - 60% Wood (DOUGLAS FIR @ 70°F)   |
| NO. OF INPUTS:     | ONE  |
| OUTPUTS:           | D.C. CURRENT 4 to 20 mA<br>(Non-linear, inversely proportional) or,<br>VOLTAGE 1-5 VDC, or 0-2 VDC                                 |
| POWER REQUIREMENT: | D.C. VOLTAGE between 15 to 30 volts  |
| SUPPLY CURRENT:    | Minimum 50 mA  |
| CASE SIZE:         | 3.5" x 1.75" x 2.5"; mounting base 3.53" x 2.28"   |
| TERMINALS:         | A 2.5 mm (Center Positive) POWER JACK for<br>POWER INPUT, TERMINAL STRIP and UHF<br>connector for MOISTURE INPUT                   |
| PRICE:             | <b>\$250, F.O.B. TOWACO, NJ</b><br>INCLUDES: MTC-60 or MTV-60, 15V POWER<br>ADAPTER NO.219ADA-0011, OUTPUT PLUG NO.<br>216CAB-0023 |

**SPECIFICATIONS: MTV-60**

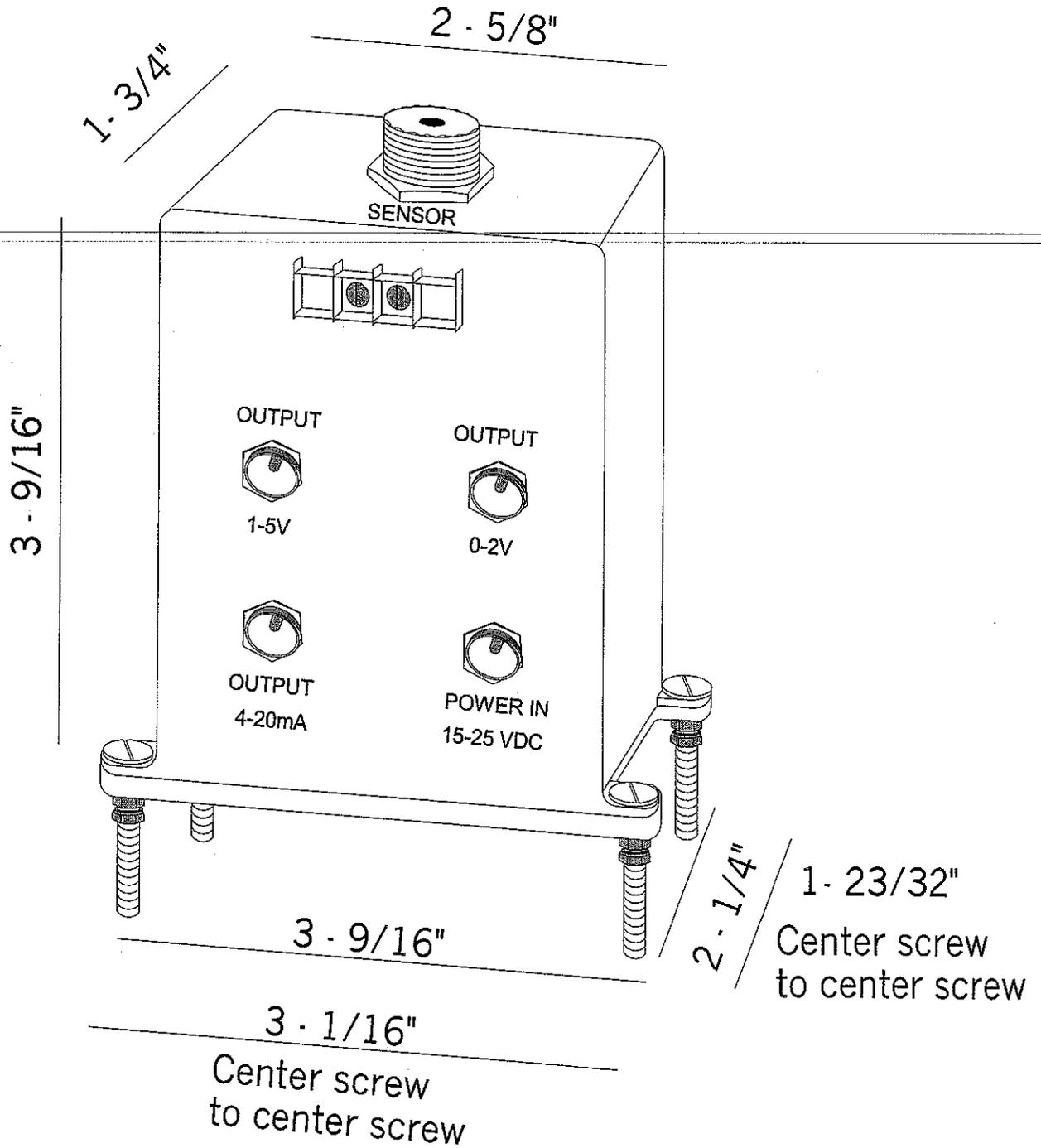
OUTPUT: 0-10 VDC only

All other specs are the same as MTC-60.

DELMHORST INSTRUMENT CO.  
51 INDIAN LANE EAST  
TOWACO, NJ  
TEL: (973) 334-2557  
(800) 222-0638  
FAX: (973) 334-2657

Rev. 05/2003  
03/2000

# MODEL MTC-60



## OUTPUT CHART (TYPICAL)

| MTC-60                  |                      |      |      | MTV-60 |
|-------------------------|----------------------|------|------|--------|
| SPF MOISTURE<br>READING | 4-20 mA<br>(typical) | 0-2V | 1-5V | 0-10V  |
| 7.4                     | 20.1                 | 2    | 4.9  | 10     |
| 8.5                     | 19.5                 | 1.9  | 4.7  | 9.5    |
| 9.7                     | 18.8                 | 1.8  | 4.5  | 9      |
| 10.8                    | 18.1                 | 1.7  | 4.4  | 8.7    |
| 11.9                    | 17.6                 | 1.7  | 4.2  | 8.3    |
| 14.1                    | 16.5                 | 1.6  | 3.9  | 7.7    |
| 16.3                    | 15.7                 | 1.5  | 3.7  | 7.2    |
| 18.6                    | 15                   | 1.4  | 3.6  | 6.7    |
| 20.8                    | 14.4                 | 1.4  | 3.4  | 6.4    |
| 23                      | 13.8                 | 1.3  | 3.3  | 6.1    |
| 25.2                    | 13.3                 | 1.3  | 3.2  | 5.8    |
| 27.5                    | 12.8                 | 1.2  | 3    | 5.5    |
| 29.7                    | 12.2                 | 1.2  | 2.9  | 5.1    |
| 31.9                    | 11.6                 | 1.1  | 2.8  | 4.7    |
| 34.1                    | 11.1                 | 1.1  | 2.6  | 4.4    |
| 36.4                    | 10.6                 | 1    | 2.6  | 4.1    |
| 38.6                    | 10.2                 | 1    | 2.4  | 3.9    |
| 40.8                    | 9.7                  | 0.9  | 2.3  | 3.5    |
| 43                      | 9.1                  | 0.9  | 2.2  | 3.2    |
| 45.3                    | 8.6                  | 0.8  | 2.1  | 2.9    |
| 50.8                    | 7.1                  | 0.7  | 1.7  | 2      |
| 56.4                    | 5.8                  | 0.5  | 1.4  | 1.2    |
| 62                      | 4.8                  | 0.4  | 1.2  | 0.6    |
| 67.5                    | 4                    | 0.4  | 1    | 0      |

DELMHORST INSTRUMENT CO.  
 51 INDIAN LANE EAST  
 TOWACO, NJ 07082  
 Tel: (973) 332-2557  
 (800) 222-0638  
 Fax: (973) 334-2657  
[www.delmhorst.com](http://www.delmhorst.com)

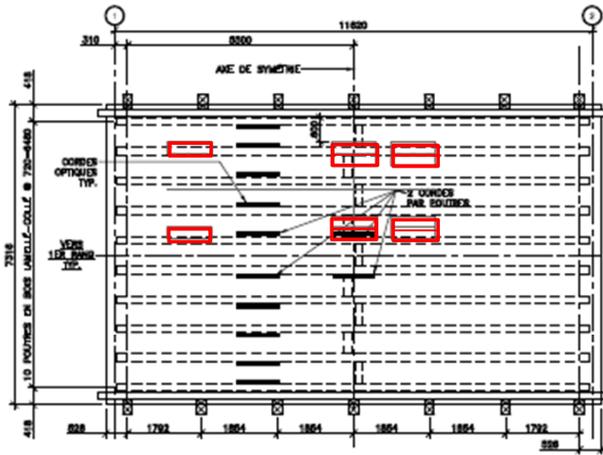
03/2000

## Specifications

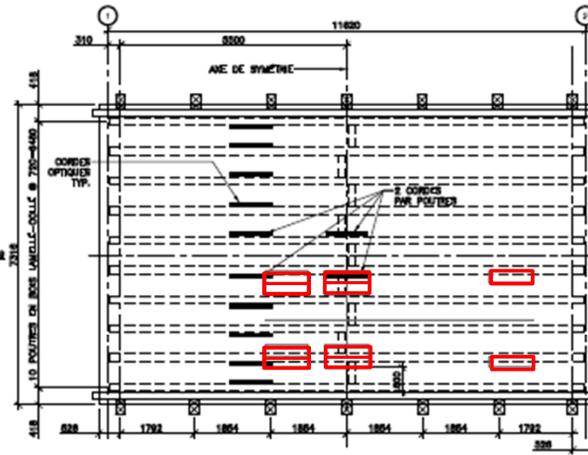
# General Purpose Digital Contact Sensor (GT2 series) Sensor Head Specifications

| Sensor head for 32 mm 1.26"/50 mm 1.97" range (Standard/Low stress (L) type) |  |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
|--|--|-------------------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-------|
| Model  | GT2-H32      GT2-H32L      GT2-H50   |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Appearance   |     |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Detection system   | Quartz glass scale, CMOS image sensor projection system, Absolute type (without tracking error)  |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Measuring range  | 32 mm 1.26"      50 mm 1.97"   |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Resolution   | 0.5 μm 0.02 mil  |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Accuracy (20°C (68°F))   | 3 μm 0.12 mil (p-p)      3.5 μm 0.14 mil (p-p)   |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Measuring force (1)  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Downward mounting</td> <td style="text-align: center;">2.1 N</td> <td style="text-align: center;">1.2 N</td> <td style="text-align: center;">3.2 N</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Side mounting</td> <td style="text-align: center;">1.8 N</td> <td style="text-align: center;">0.9 N</td> <td style="text-align: center;">2.8 N</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Upward mounting</td> <td style="text-align: center;">1.5 N</td> <td style="text-align: center;">0.6 N</td> <td style="text-align: center;">2.4 N</td> </tr> </table> | Downward mounting | 2.1 N | 1.2 N | 3.2 N | Side mounting | 1.8 N | 0.9 N | 2.8 N | Upward mounting | 1.5 N | 0.6 N | 2.4 N |
| Downward mounting  | 2.1 N  | 1.2 N             | 3.2 N |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Side mounting  | 1.8 N  | 0.9 N             | 2.8 N |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Upward mounting  | 1.5 N  | 0.6 N             | 2.4 N |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Mechanical response  | 6 Hz      5 Hz      7 Hz   |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Probe  | Steel ball #3  |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Operation indicator  | 2-color LED (red, green)   |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Enclosure rating   | IP67      -      IP67  |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Ambient temperature  | -10 to +55°C (14 to 131°F)   |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Relative humidity  | 35 to 85% RH (No condensation)   |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Vibration  | 10 to 55 Hz, 1.5 mm 0.06" double amplitude, 2 hours in each of X, Y, and Z directions  |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Sensor head cable  | Optional (M8 connector)  |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Main body  | Main body cast: Zinc die-casting, Indicator: Polyarylate, Dust boot: NBR (2)   |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Contact  | TYPE304, 440C Stainless steel  |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Weight (excluding cable)   | Approx. 270 g      Approx. 320 g   |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |
| Accessories  | Refer to the instruction manual.   |                   |       |       |       |               |       |       |       |                 |       |       |       |

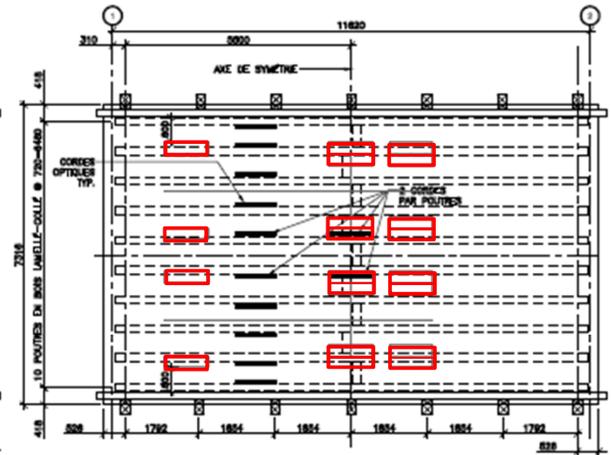




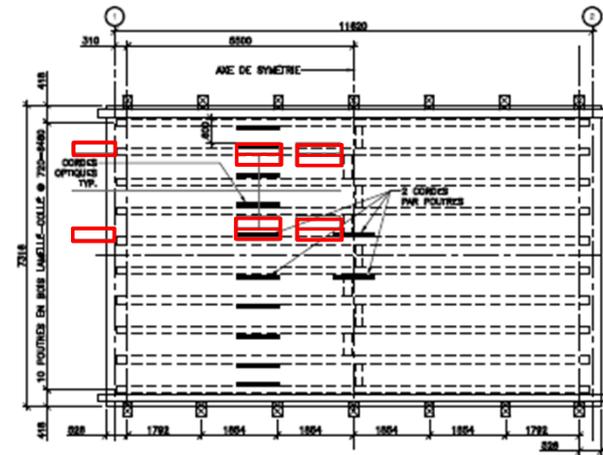
POSITION A1



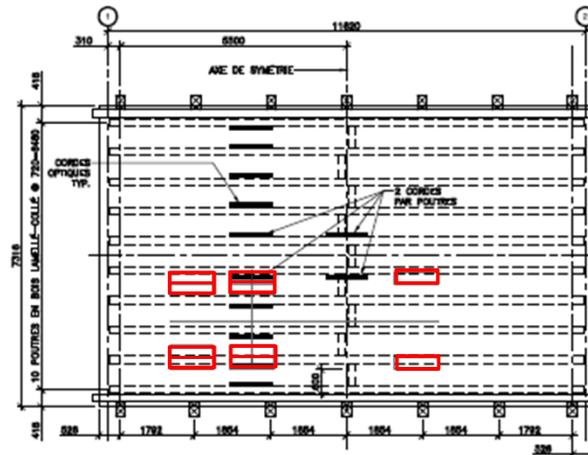
POSITION B1



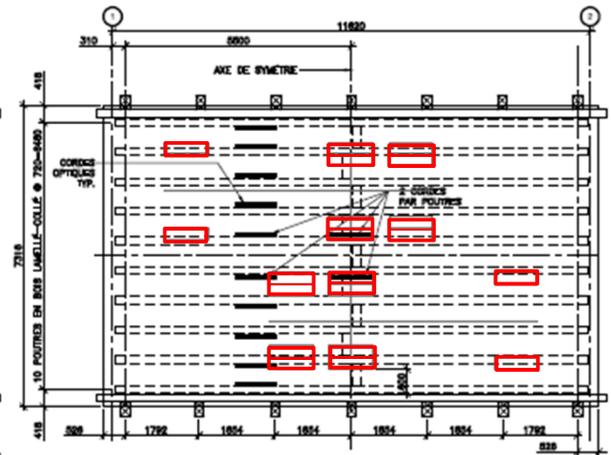
POSITION D1



POSITION A2



POSITION B2



POSITION A1-B1

**OSMOS Canada**  
 La sécurité des structures

Osmos Canada  
 1001, boul. de Maisonneuve Ouest  
 Bureau 800 B  
 Montréal (Québec) H3A3C8

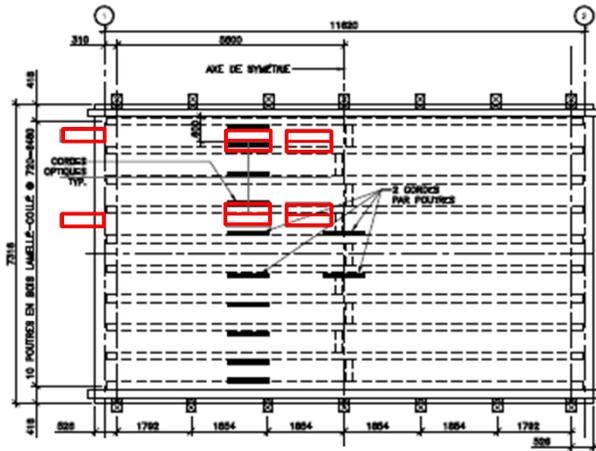
Tel : 514 788-2075  
 Telec : 514 798-0557

www.osmos-canada.com

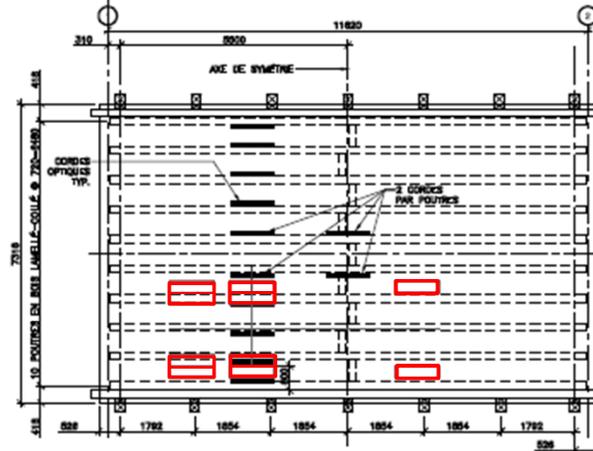
Projet : PONT EN BOIS LAMELLÉ-COLLÉ DE TYPE NORDIC LAM  
 PERFORMANCE IN SITU - INSTRUMENTATION DU PONT

Titre : ESSAI DE CHARGEMENT DU 06/10/2010  
 POSITIONNEMENT DES CAMIONS POUR LES ESSAIS DE CHARGEMENT STATIQUE

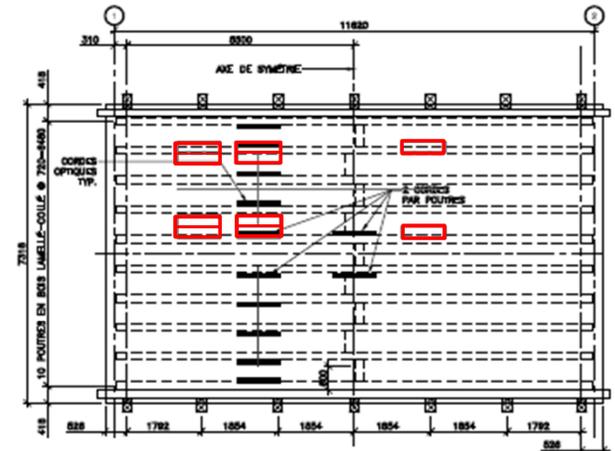
|                                   |   |                      |                                 |
|-----------------------------------|---|----------------------|---------------------------------|
| Approuvé par :<br>C. Kassem, ing. | Dossier no :<br>MTGG-002                            | Date :<br>2010-12-16 | Plan :<br>S-05                  |
| Dessiné par :<br>N. BOUCHARD      | Fichier électronique :<br>MTGG-002-S01-02-J.L.C.dwg | Échelle :<br>AUCUNE  | Feuille no :<br>Révision :<br>4 |



POSITION A2'



POSITION B2'



POSITION B2 Mod

N.B. LES POSITIONS A2' ET B2' SONT LES MÊMES QUE LES POSITIONS A2 ET B2 AVEC UNE DIFFÉRENCE DANS LA DISTANCE ENTRE LE CHASSE ROUE ET LES ROUES DU CAMION  
 POSITIONS A2 ET B2 À 600 MM PAR RAPPORT À LA FACE EXTÉRIÈRE DES ROUES  
 POSITIONS A2' ET B2' À 600 MM PAR RAPPORT À L'AXE DES DEUX ROUES

**OSMOS Canada**  
 La sécurité des structures  
 Osmos Canada  
 1001, boul. de Maisonneuve Ouest  
 Bureau 800 B  
 Montréal (Québec) H3A3C8  
 Tel : 514 788-2075  
 Telec : 514 798-0557  
 www.osmos-canada.com

|  |   |                      |                                 |
|--|---|----------------------|---------------------------------|
| Projet : PONT EN BOIS LAMELLÉ-COLLÉ DE TYPE NORDIC LAM<br>PERFORMANCE IN SITU - INSTRUMENTATION DU PONT        |   |                      |                                 |
| Titre : ESSAI DE CHARGEMENT DU 06/10/2010<br>POSITIONNEMENT DES CAMIONS POUR LES ESSAIS DE CHARGEMENT STATIQUE |   |                      |                                 |
| Approuvé par :<br>C. Kassem, Ing.  | Dossier no :<br>MTGG-002                          | Date :<br>2010-12-16 | Plan :<br>S-05'                 |
| Dessiné par :<br>A. POULIOT  | Fichier électronique :<br>MTGG-002-S01-02-JLC.dwg | Échelle :<br>AUCUNE  | Feuille no :<br>Révision :<br>1 |



***Annexe D – Tableaux des résultats des essais de chargement***

---

RÉSULTATS DES ESSAIS STATIQUES Pont Albanel-06-10-2010

Camion noir C1 19560 kg  
Camion jaune C2 25870 kg

Capteurs au 1/3 de la portée

| Position | Camion | Voie                     | Heure | ST-1148 - P1 | ST-1146 - P2 | ST-1145 - P3 | ST-1149 - P4 | ST-1121 - P5 | ST-1118 - P6 | ST-1147 - P7 | ST-1142 - P8 | ST-1141 - P9 | ST-1140 - P10 | Facteur d'essieu |
|----------|--------|--------------------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------------------|
|          |        |                          |       | mm/m          |                  |
| B1       | C1     | voie 2 vers Albanel      | 09h50 | -0,008       | 0,018        | 0,037        | 0,050        | 0,075        | 0,082        | 0,091        | 0,110        | 0,110        | 0,143         | 0,202            |
| A1       | C1     | voie 1 vers 1er rang     | 10h10 | 0,134        | 0,082        | 0,083        | 0,068        | 0,061        | 0,067        | 0,053        | 0,037        | 0,017        | -0,009        | 0,226            |
| B2       | C1     | voie 2 vers Albanel      | 10h39 | -0,008       | 0,018        | 0,039        | 0,059        | 0,091        | 0,110        | 0,126        | 0,135        | 0,130        | 0,154         | 0,180            |
| B2-mod   | C1     | voie 1 vers Albanel      | 10h48 | 0,170        | 0,133        | 0,131        | 0,107        | 0,093        | 0,089        | 0,057        | 0,036        | 0,014        | -0,014        | 0,208            |
| A2       | C1     | voie 1 vers 1er rang     | 10h23 | 0,121        | 0,107        | 0,116        | 0,100        | 0,094        | 0,092        | 0,062        | 0,041        | 0,019        | -0,008        | 0,163            |
| B1       | C2     | voie 2 vers Albanel      | 10h59 | -0,009       | 0,024        | 0,048        | 0,067        | 0,097        | 0,109        | 0,122        | 0,143        | 0,150        | 0,191         | 0,203            |
| B2       | C2     | voie 2 vers Albanel      | 11h03 | -0,011       | 0,024        | 0,050        | 0,076        | 0,119        | 0,144        | 0,165        | 0,180        | 0,182        | 0,209         | 0,184            |
| B2-mod   | C2     | voie 1 vers Albanel      | 11h14 | 0,206        | 0,173        | 0,175        | 0,147        | 0,132        | 0,127        | 0,083        | 0,053        | 0,023        | -0,013        | 0,186            |
| A1       | C2     | voie 1 vers 1er rang     | 11h25 | 0,172        | 0,102        | 0,098        | 0,084        | 0,073        | 0,082        | 0,066        | 0,048        | 0,022        | -0,011        | 0,234            |
| A2       | C2     | voie 1 vers 1er rang     | 11h32 | 0,191        | 0,164        | 0,162        | 0,136        | 0,123        | 0,117        | 0,077        | 0,048        | 0,020        | -0,013        | 0,186            |
| A1-B1    | C1+C2  | voie 1 et voie2          | 11h47 | 0,168        | 0,125        | 0,142        | 0,142        | 0,153        | 0,170        | 0,165        | 0,162        | 0,137        | 0,135         | 0,113            |
| D1       | C1+C2  | voie 1 et voie 2 inverse | 11h57 | 0,165        | 0,124        | 0,142        | 0,137        | 0,141        | 0,150        | 0,148        | 0,141        | 0,118        | 0,137         | 0,118            |
| A2'      | C2     | voie 1 vers 1er rang     | 12h04 | 0,218        | 0,161        | 0,158        | 0,120        | 0,103        | 0,100        | 0,064        | 0,040        | 0,016        | -0,015        | 0,226            |
| B2'      | C2     | voie 2 vers Albanel      | 12h09 | -0,012       | 0,026        | 0,048        | 0,073        | 0,116        | 0,139        | 0,169        | 0,185        | 0,191        | 0,234         | 0,200            |

Capteurs au 1/2 de la portée

| Position | Camion | Voie                     | Heure | ST-1152 - P6-haut | ST-1153 - P6-bas | ST-1151 - P5-haut | ST-1150 - P5-bas | EX-810 Plattelage V | EX-807 - Plattelage H | LVDT keyence |
|----------|--------|--------------------------|-------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|---------------------|-----------------------|--------------|
|          |        |                          |       | mm/m              | mm/m             | mm/m              | mm/m             | mm                  | mm                    | mm           |
| B1       | C1     | voie 2 vers Albanel      | 09h50 | -0,090            | 0,129            | -0,061            | 0,086            | 0,159               | -0,039                | 5,06         |
| A1       | C1     | voie 1 vers 1er rang     | 10h10 | -0,064            | 0,077            | -0,087            | 0,137            | 0,019               | -0,102                | 6,06         |
| B2       | C1     | voie 2 vers Albanel      | 10h39 | -0,062            | 0,086            | -0,050            | 0,071            | -0,020              | -0,155                | 4,79         |
| B2-mod   | C1     | voie 1 vers Albanel      | 10h48 | -0,050            | 0,062            | -0,061            | 0,094            | 0,000               | -0,167                | 5,58         |
| A2       | C1     | voie 1 vers 1er rang     | 10h23 | -0,054            | 0,071            | -0,074            | 0,111            | -0,006              | -0,190                | 5,29         |
| B1       | C2     | voie 2 vers Albanel      | 10h59 | -0,122            | 0,173            | -0,081            | 0,114            | 0,244               | -0,067                | 6,72         |
| B2       | C2     | voie 2 vers Albanel      | 11h03 | -0,081            | 0,116            | -0,061            | 0,089            | -0,033              | -0,210                | 6,28         |
| B2-mod   | C2     | voie 1 vers Albanel      | 11h14 | -0,066            | 0,085            | -0,077            | 0,117            | -0,008              | -0,227                | 7,53         |
| A1       | C2     | voie 1 vers 1er rang     | 11h25 | -0,079            | 0,096            | -0,105            | 0,158            | 0,012               | -0,167                | 8,07         |
| A2       | C2     | voie 1 vers 1er rang     | 11h32 | -0,069            | 0,088            | -0,095            | 0,141            | 0,022               | -0,240                | 6,95         |
| A1-B1    | C1+C2  | voie 1 et voie2          | 11h47 | -0,186            | 0,246            | -0,191            | 0,281            | 0,173               | -0,180                | 13,86        |
| D1       | C1+C2  | voie 1 et voie 2 inverse | 11h57 | -0,182            | 0,233            | -0,185            | 0,266            | 0,011               | -0,248                | 13,65        |
| A2'      | C2     | voie 1 vers 1er rang     | 12h04 | -0,070            | 0,084            | -0,097            | 0,149            | 0,006               | -0,223                | 7,31         |
| B2'      | C2     | voie 2 vers Albanel      | 12h09 | -0,088            | 0,122            | -0,066            | 0,091            | -0,036              | -0,222                | 6,55         |

## RÉSULTATS DES ESSAIS QUASI-STATIC Pont Albanel-06-10-2010

Camion noir C1 19560 kg  
 Camion jaune C2 25870 kg

### Capteurs au 1/3 de la portée

| Camion | Vitesse | Voie          | Heure | ST-1148 - P1 | ST-1146 - P2 | ST-1145 - P3 | ST-1149 - P4 | ST-1121 - P5 | ST-1118 - P6 | ST-1147 - P7 | ST-1142 - P8 | ST-1141 - P9 | ST-1140 - P10 | Facteur d'essieu |
|--------|---------|---------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------------------|
|        | km/h    |               |       | mm/m          |                  |
| C2     | 5       | vers 1er Rang | 12h33 | 0,214        | 0,177        | 0,162        | 0,139        | 0,111        | 0,109        | 0,067        | 0,041        | 0,016        | -0,018        | <b>0,210</b>     |
| C2     | 5       | vers Albanel  | 12h35 | -0,012       | 0,024        | 0,047        | 0,072        | 0,116        | 0,140        | 0,162        | 0,176        | 0,177        | 0,218         | <b>0,195</b>     |

### Capteurs au 1/2 de la portée

| Camion | Vitesse | Voie          | Heure | ST-1152 - P6-<br>haut | ST-1153 - P6-<br>bas | ST-1151 - P5-<br>haut | ST-1150 - P5-<br>bas | EX-810<br>Plattelage V | EX-807 -<br>Flèche P6 | LVDT keyence |
|--------|---------|---------------|-------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|--------------|
|        | km/h    |               |       | mm/m                  | mm/m                 | mm/m                  | mm/m                 | mm                     | mm                    | mm           |
| C2     | 5       | vers 1er Rang | 12h33 | -0,070                | 0,098                | -0,122                | 0,164                | 0,080                  | -0,243                | 7,60         |
| C2     | 5       | vers Albanel  | 12h35 | -0,133                | 0,171                | -0,079                | 0,113                | 0,161                  | -0,217                | 6,62         |

### Position de l'axe neutre

| Camion | Vitesse | Voie          | Heure | Poutre P6 | Poutre P5 | Poutre P6 | Poutre P5 |
|--------|---------|---------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|        | km/h    |               |       | c/H       | c/H       | c (mm)    | c (mm)    |
| C2     | 5       | vers 1er rang | 09h50 | 0,42      | 0,43      | 318,33    | 323,76    |
| C2     | 5       | vers Albanel  | 12h35 | 0,44      | 0,41      | 329,75    | 315,48    |

## RÉSULTATS DES ESSAIS DYNAMIQUES Pont Albanel-06-10-2010

Camion noir C1 19560 kg  
 Camion jaune C2 25870 kg

### Capteurs au 1/3 de la portée

| Camion | Vitesse | Voie                 | Heure | ST-1148 - P1 | ST-1146 - P2 | ST-1145 - P3 | ST-1149 - P4 | ST-1121 - P5 | ST-1118 - P6 | ST-1147 - P7 | ST-1142 - P8 | ST-1141 - P9 | ST-1140 - P10 | facteur d'essieu |
|--------|---------|----------------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------------------|
|        |         |                      |       | mm/m          |                  |
| C2     | 30      | vers 1er Rang voie 2 | 12h21 | -0,008       | 0,019        | 0,038        | 0,062        | 0,101        | 0,118        | 0,138        | 0,158        | 0,157        | 0,178         | 0,186            |
| C2     | 29      | vers Albanel voie 1  | 12h22 | 0,197        | 0,182        | 0,167        | 0,144        | 0,126        | 0,127        | 0,083        | 0,051        | 0,022        | -0,016        | 0,182            |
| C2     | 47      | vers 1er Rang voie 2 | 12h24 | -0,008       | 0,020        | 0,038        | 0,064        | 0,095        | 0,061        | 0,125        | 0,149        | 0,146        | 0,155         | 0,184            |
| C2     | 49      | vers Albanel voie 1  | 12h26 | 0,163        | 0,155        | 0,157        | 0,135        | 0,124        | 0,125        | 0,089        | 0,059        | 0,031        | -0,005        | 0,157            |
| C2     | 30      | vers 1er Rang voie 2 | 12h27 | -0,010       | 0,016        | 0,040        | 0,064        | 0,101        | 0,123        | 0,144        | 0,161        | 0,167        | 0,190         | 0,190            |
| C2     | 29      | vers Albanel voie 1  | 12h28 | 0,183        | 0,181        | 0,163        | 0,146        | 0,129        | 0,124        | 0,079        | 0,049        | 0,021        | -0,014        | 0,172            |
| C2     | 45      | vers 1er Rang voie 2 | 12h30 | -0,006       | 0,023        | 0,046        | 0,067        | 0,102        | 0,123        | 0,137        | 0,152        | 0,147        | 0,145         | 0,163            |
| C2     | 47      | vers Albanel voie 1  | 12h31 | 0,168        | 0,165        | 0,144        | 0,130        | 0,115        | 0,115        | 0,079        | 0,055        | 0,026        | -0,005        | 0,170            |

### Capteurs au 1/2 de la portée

| Camion | Vitesse | Voie                 | Heure | ST-1152 - P6-haut | ST-1153 - P6-bas | ST-1151 - P5-haut | ST-1150 - P5-bas | EX-810 Plattelage V | EX-807 - Flèche P6 | LVDT keyence |
|--------|---------|----------------------|-------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------|
|        |         |                      |       | mm/m              | mm/m             | mm/m              | mm/m             | mm                  | mm                 | mm           |
| C2     | 30      | vers 1er Rang voie 2 | 12h21 | -0,104            | 0,142            | -0,066            | 0,095            | 0,115               | -0,176             | 6,220        |
| C2     | 29      | vers Albanel voie 1  | 12h22 | -0,081            | 0,099            | -0,114            | 0,167            | 0,106               | -0,144             | 7,352        |
| C2     | 47      | vers 1er Rang voie 2 | 12h24 | -0,128            | 0,173            | -0,081            | 0,118            | 0,105               | -0,100             | 7,177        |
| C2     | 49      | vers Albanel voie 1  | 12h26 | -0,079            | 0,099            | -0,109            | 0,163            | 0,117               | -0,129             | 7,207        |
| C2     | 30      | vers 1er Rang voie 2 | 12h27 | -0,121            | 0,161            | -0,069            | 0,104            | 0,106               | -0,132             | 6,303        |
| C2     | 29      | vers Albanel voie 1  | 12h28 | -0,082            | 0,101            | -0,118            | 0,168            | 0,119               | -0,137             | 7,366        |
| C2     | 45      | vers 1er Rang voie 2 | 12h30 | -0,115            | 0,164            | -0,078            | 0,124            | 0,113               | -0,127             | 6,799        |
| C2     | 47      | vers Albanel voie 1  | 12h31 | -0,083            | 0,109            | -0,118            | 0,187            | 0,100               | -0,140             | 8,109        |

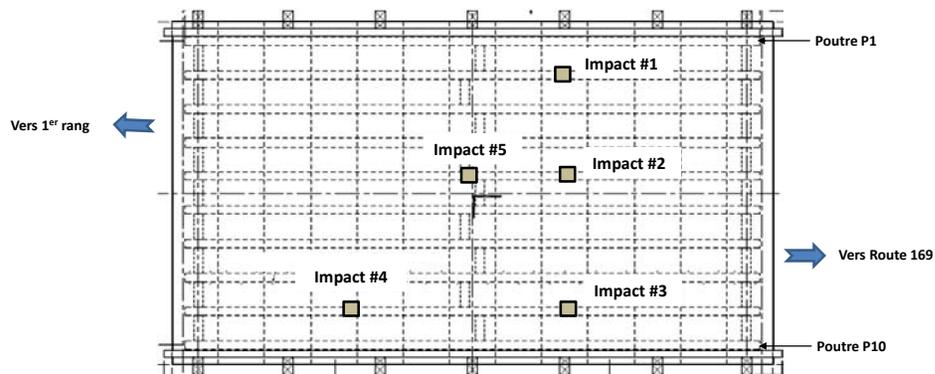
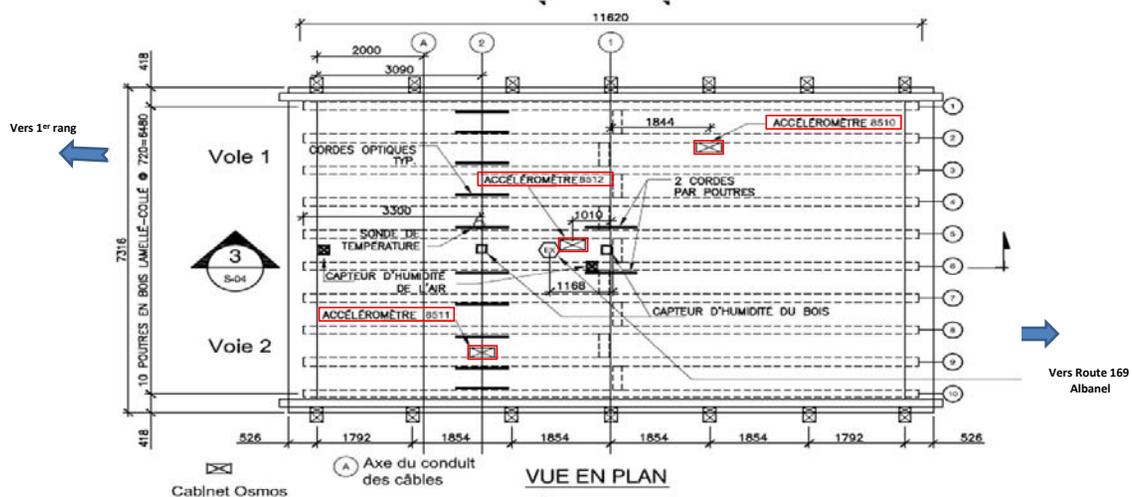
### Position de l'axe neutre

| Camion | Vitesse | Voie                 | Heure | Poutre P6 | Poutre P5 | Poutre P6 | Poutre P5 |
|--------|---------|----------------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|        |         |                      |       | c/H       | c/H       | c (mm)    | c (mm)    |
| C2     | 30      | vers 1er Rang voie 2 | 12h21 | 0,42      | 0,41      | 321,67    | 314,65    |
| C2     | 29      | vers Albanel voie 1  | 12h22 | 0,45      | 0,41      | 336,60    | 312,32    |
| C2     | 47      | vers 1er Rang voie 2 | 12h24 | 0,43      | 0,41      | 323,04    | 313,06    |
| C2     | 49      | vers Albanel voie 1  | 12h26 | 0,44      | 0,40      | 333,21    | 309,60    |
| C2     | 30      | vers 1er Rang voie 2 | 12h27 | 0,43      | 0,40      | 325,13    | 308,57    |
| C2     | 29      | vers Albanel voie 1  | 12h28 | 0,45      | 0,41      | 335,55    | 316,10    |
| C2     | 45      | vers 1er Rang voie 2 | 12h30 | 0,41      | 0,39      | 315,88    | 301,60    |
| C2     | 47      | vers Albanel voie 1  | 12h31 | 0,43      | 0,39      | 326,90    | 302,01    |

## Évaluation de la fréquence fondamentale de vibration du pont Albanel 06-10-2010

Résultats des essais d'impact avec poteau en bois

| Position       | Fréquence de vibration fondamentale (Hz) |                             |                             |
|----------------|--|-----------------------------|-----------------------------|
|                | accéléromètre BDK3/8510/P-2              | accéléromètre BDK3/8512/P-5 | accéléromètre BDK3/8511/P-9 |
| impact 1       | 8,00                                     | 8,33                        | 8,33                        |
| impact 2       | 8,75                                     | 8,20                        | 8,33                        |
| impact 3       | 8,33                                     | 8,33                        | 8,33                        |
| impact 4       | 8,25                                     | 8,33                        | 8,25                        |
| impact 5       | 8,33                                     | 8,20                        | 8,33                        |
| <b>moyenne</b> | <b>8,33</b>                              | <b>8,28</b>                 | <b>8,31</b>                 |







**Ingénierie de surveillance  
de structures**



## **PONT ALBANEL (P-11826)**

**Structure en bois lamellé-collé de type**

**« Nordic Lam » - Performance *in situ***

**Rapport des essais de chargement**

**RÉVISION 1**

**N/Réf. : MTGG 002**

**Mai 2011**

Par :

**osmos Canada**

**La sécurité des structures**

1001, boulevard de Maisonneuve Ouest, bureau 800-B  
Montréal (Québec) H3A 3C8 CANADA  
Téléphone : 514 788-2075 - Télécopieur : 514 798-0557

[www.osmos-canada.com](http://www.osmos-canada.com)

# Ministère des Transports du Québec

## PONT ALBANEL (P-11826)

### Structure en bois lamellé-collé de type « Nordic Lam » Performance *in situ*

#### Rapport des essais de chargement

RÉVISION 1

Projet n° : MTGG 002

Préparé par :

**OSMOS Canada inc.**

1001, boul. de Maisonneuve Ouest, bureau 800-B  
Montréal (Québec) H3A 3C8

[www.osmos-canada.com](http://www.osmos-canada.com)

---

**Chakib Kassem, ing., Ph. D.**

**N° O.I.Q. : 134350**

Vérifié par :

---

**Louis Crépeau, ing., M. Ing.**

**N° O.I.Q. : 32671**

Montréal  
Le 10 mai 2011

## TABLE DES MATIÈRES

|  | Page |
|--|------|
| 1. DESCRIPTION DU PROJET .....                                   | 1    |
| 2. DESCRIPTION DE LA STRUCTURE .....                             | 2    |
| 3. DÉFINITION DE LA MÉTHODE ET DE L'INFORMATION RECHERCHÉE ..... | 3    |
| 4. INSTRUMENTATION INSTALLÉE .....                               | 5    |
| 5. REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE .....                                | 8    |
| 6. ESSAIS DE CHARGEMENT STATIQUES ET DYNAMIQUES .....            | 11   |
| 6.1 Introduction .....   | 11   |
| 6.2 Camions utilisés pour les essais .....                       | 11   |
| 6.3 Chargement statique .....                                    | 14   |
| 6.4 Chargement quasi statique .....                              | 14   |
| 6.5 Chargement dynamique .....                                   | 14   |
| 7. RÉSULTATS DES ESSAIS STATIQUES ET DYNAMIQUES .....            | 15   |
| 7.1 Résultats des essais statiques .....                         | 15   |
| 7.2 Résultats des essais quasi statiques .....                   | 17   |
| 7.3 Résultats des essais dynamiques .....                        | 18   |
| 8. CONCLUSION .....  | 20   |

## LISTE DES TABLEAUX

|  | Page |
|--|------|
| Tableau 1 Informations sur les équipements installés .....                       | 5    |
| Tableau 2 Position de l'axe neutre lors des essais de chargement statiques ..... | 15   |

## LISTE DES FIGURES

|  | <b>Page</b> |
|--|-------------|
| Figure 1. Cabinet OSMOS.....   | 8           |
| Figure 2. Vue de l'intérieur du cabinet OSMOS .....  | 8           |
| Figure 3. Cordes optiques sur les poutres 5 et 6 installées au tiers de la portée.....   | 9           |
| Figure 4. Cordes optiques installées en intrados et extrados sur la poutre 5 à mi-portée .....   | 9           |
| Figure 5. Capteur d'humidité humid-bois 1 .....  | 10          |
| Figure 6. Extensomètres installés sous le pont<br>entre deux panneaux de platelage adjacents.....  | 10          |
| Figure 7. Pesée des essieux avec la balance portative .....  | 11          |
| Figure 8. Dimensions et charges des essieux des deux camions utilisés<br>lors des essais statiques et dynamiques.....                        | 12          |
| Figure 9. Photos des camions utilisés pour les tests de chargement.....  | 13          |
| Figure 10. Schématisation de la position de l'axe neutre .....   | 16          |
| Figure 11. Exemple graphique des déformations statiques enregistrées<br>(au 1/3 de la portée) .....  | 16          |
| Figure 12. Exemple graphique des déformations quasi statiques enregistrées<br>(au 1/3 de la portée) .....                                    | 17          |
| Figure 13. Exemple graphique des déformations dynamiques enregistrées<br>au 1/3 de la portée (camion C1 à 30 km/h vers Albanel voie 2) ..... | 18          |
| Figure 14. Exemple graphique des déformations dynamiques enregistrées<br>au 1/3 de la portée (camion C1 à 48 km/h vers Albanel voie 2) ..... | 19          |

## ANNEXES

- ANNEXE A LOCALISATION DE L'INSTRUMENTATION
- ANNEXE B DOCUMENTATION TECHNIQUE
- ANNEXE C POSITION DES CAMIONS
- ANNEXE D TABLEAUX DES RÉSULTATS DES ESSAIS DE CHARGEMENT

## 1. DESCRIPTION DU PROJET

Dans un contexte de développement durable, le ministère des Transports du Québec (MTQ) a pris l'initiative de construire un pont en bois lamellé-collé de type « Nordic Lam » dans la municipalité d'Albanel, au lac Saint-Jean. Le pont comprend un platelage de bois protégé par un enrobé d'une largeur de 7,3 m et qui repose sur dix (10) poutres longitudinales en bois lamellé-collé d'une portée d'un peu moins de 12 m. Par ce projet, le Ministère veut évaluer la performance du bois lamellé-collé dans des conditions réelles d'utilisation. Ces conditions incluent, entre autres, les effets climatiques ponctuels et saisonniers ainsi que ceux des charges de services.

À cet effet, le MTQ a conclu une entente de partenariat avec la compagnie OSMOS Canada, dans le cadre d'un projet de recherche qui vise à instrumenter à l'aide de capteurs optiques et analogiques intégrés et bien positionnés à la structure du pont pour recueillir des informations, après la construction, afin d'évaluer le comportement et de valider certains paramètres de conception.

## 2. DESCRIPTION DE LA STRUCTURE

À titre d'information, les principaux éléments de la fiche d'inventaire (incluse dans l'annexe) permettant de décrire ce pont sont les suivants :

|                                   |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Dossier OSMOS :                   | MTGG 002                            |
| Dossier Client :                  | R.625.1                             |
| Numéro de l'ouvrage :             | P-11826                             |
| Documents fournis par le Client : | Plans de la structure               |
| Type de structure :               | Pont à poutres en bois (type 46)    |
| Année de construction :           | 2009                                |
| Municipalité :                    | Albanel                             |
| Route :                           | Route du 1 <sup>er</sup> Rang       |
| Obstacle :                        | Cours d'eau (Ruisseau de la Grande) |
| Longueur totale :                 | 17 316 mm                           |
| Longueur tablier :                | 11 620 mm                           |
| Largeur hors tout :               | 7 316 mm                            |
| Largeur carrossable :             | 6 700 mm                            |
| Nombre de travées :               | 1 travée                            |
| Nombre de voies de circulation :  | 2 voies                             |
| DJMA :                            | 50                                  |
| Pourcentage de véhicules lourds : | 7 %                                 |
| Classe de la route :              | Local 2                             |

### 3. DÉFINITION DE LA MÉTHODE ET DE L'INFORMATION RECHERCHÉE

Le bois d'ingénierie « Nordic Lam » est reconnu pour son utilisation dans des bâtiments. Le mandat du présent projet vise à recueillir de l'information lorsque ce matériau est utilisé dans un tablier de pont. Il sera également possible de valider certains paramètres de modèles de conception. Le projet de recherche comporte trois (3) phases, soit les suivantes :

**Phase I :** Installation de l'instrumentation et du système pour l'acquisition de données.

**Phase II :** Acquisition ponctuelle de données lors d'essais de chargement planifiés au début et à la fin du projet.

**Phase III :** Acquisition de données en continu sur une durée d'une année.

Les principaux paramètres de surveillance au mandat seront utilisés, tel que défini ci-après :

### ANALYSE DES PARAMÈTRES DE SURVEILLANCE

| Information recherchée  | Paramètre  | Méthode   | Équipement           |
|---|--|---|----------------------|
| Répartition transversale des charges sur les poutres                          | Déformation de la fibre tendue sur la section de chaque poutre | Mesure de la déformation sous charges statiques et dynamiques                     | Corde optique ST-1M  |
| Fréquence naturelle de l'ouvrage  | Fréquence de vibration   | Mesure de la fréquence sous l'impact d'une petite masse ( $\pm 15$ kg)            | Accéléromètre        |
| Déflexion instantanée sous charges de services                                | Flèche instantanée   | Mesure des déformations en intrados et extrados à mi-portée des poutres centrales | Corde optique ST-1M  |
| Taux d'humidité   | Humidité   | Encapsulé dans le bois  | Capteur d'humidité   |
| Fluage des poutres  | Perte de cambrure dans le temps                                | Mesure des déformations en intrados et extrados à mi-portée des poutres centrales | Corde optique ST-1M  |
| Déplacements verticaux et horizontaux entre 2 panneaux adjacents du platelage | Déplacement relatif entre 2 panneaux de platelage              | Mesure du déplacement   | Extensomètre optique |
| Température ambiante  | Mesure de la température                                       | Sonde de température  | Sonde de température |

#### 4. INSTRUMENTATION INSTALLÉE

Au total, 14 cordes optiques et deux (2) extensomètres optiques OSMOS sont installés sur le pont Albabel (P-11826). Les cordes optiques sont destinées pour la mesure des déformations, tandis que les extensomètres optiques sont dédiés à la mesure des déplacements. De plus, quatre (4) capteurs analogiques d'humidité et une (1) sonde de température ont été aussi installés sous le pont. Pour les besoins de l'essai de chargement, trois (3) accéléromètres ont été disposés à différentes positions sous le pont pour évaluer les propriétés dynamiques de la structure. Les capteurs installés comportent des câblages additionnels permettant un repositionnement selon les besoins. L'annexe A donne les détails de l'emplacement des capteurs sur la structure du pont. L'annexe B présente les fiches techniques des différentes sortes de capteurs utilisés pour ce projet.

Tous les capteurs sont reliés à une centrale d'acquisition de données OSMOS qui enregistre sur place les données et qui permet la gestion des paramètres de configuration. De plus, cette centrale d'acquisition est reliée à un système de communication qui permet l'accès aux données à distance. Le tableau 1 résume l'information sur les équipements installés pour faire le suivi du comportement de la structure :

**Tableau 1 – Informations sur les équipements installés**

| <b>Station de monitoring</b>  |   |   |              |
|---|---|---|--------------|
| N° de la station SPCU :   | 200831233                               | N° DAU :  | 200738039    |
| Cabinet : C82-0608-21   |   | N° DAU :  | 200852087    |
|   |   | N° DAU :  | 200852090    |
|   |   | N° DAU :  | 200612031    |
| Adresse IP de la station :  | 192.168.6.51                            | N° de la ligne téléphonique :   | 418 276-4462 |
| Emplacement :   | Installée à ± 1 m du sol à côté du pont |   |              |
| <b>Capteurs : Cordes optiques</b>                                     |   |   |              |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1148<br>Longueur : 1 m |   | Corde optique installée sur la poutre 1 sous le pont au tiers de la portée. |              |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1146<br>Longueur : 1 m |   | Corde optique installée sur la poutre 2 sous le pont au tiers de la portée. |              |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1145<br>Longueur : 1 m |   | Corde optique installée sur la poutre 3 sous le pont au tiers de la portée. |              |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1149<br>Longueur : 1 m |   | Corde optique installée sur la poutre 4 sous le pont au tiers de la portée. |              |

|   |   |
|---|---|
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1121<br>Longueur : 1 m | Corde optique installée sur la poutre 5 sous le pont au tiers de la portée.                               |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1118<br>Longueur : 1 m | Corde optique installée sur la poutre 6 sous le pont au tiers de la portée.                               |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1147<br>Longueur : 1 m | Corde optique installée sur la poutre 7 sous le pont au tiers de la portée.                               |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1142<br>Longueur : 1 m | Corde optique installée sur la poutre 8 sous le pont au tiers de la portée.                               |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1141<br>Longueur : 1 m | Corde optique installée sur la poutre 9 sous le pont au tiers de la portée.                               |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1140<br>Longueur : 1 m | Corde optique installée sur la poutre 10 sous le pont au tiers de la portée.                              |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1151<br>Longueur : 1 m | Corde optique installée à mi-portée de la poutre 5, sur la fibre comprimée de la section, sous le pont.   |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1150<br>Longueur : 1 m | Corde optique installée à mi-portée de la poutre 5, sur la fibre tendue de la section, sous le pont.      |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1152<br>Longueur : 1 m | Corde optique installée à mi-portée de la poutre 6, sur la fibre comprimée de la section, sous le pont.   |
| <u>Corde optique</u><br>N° identification : ST-1153<br>Longueur : 1 m | Corde optique installée à mi-portée de la poutre 6, sur la fibre tendue de la section, sous le pont.      |
| <b>Capteurs : Extensomètres</b>                                       |   |
| <u>Extensomètre</u><br>N° identification : EX-810                     | Extensomètre installé à la jonction du platelage, à la verticale entre les poutres 5 et 6, sous le pont.  |
| <u>Extensomètre</u><br>N° identification : EX-807                     | Extensomètre installé à la jonction du platelage, à l'horizontale entre les poutres 5 et 6, sous le pont. |

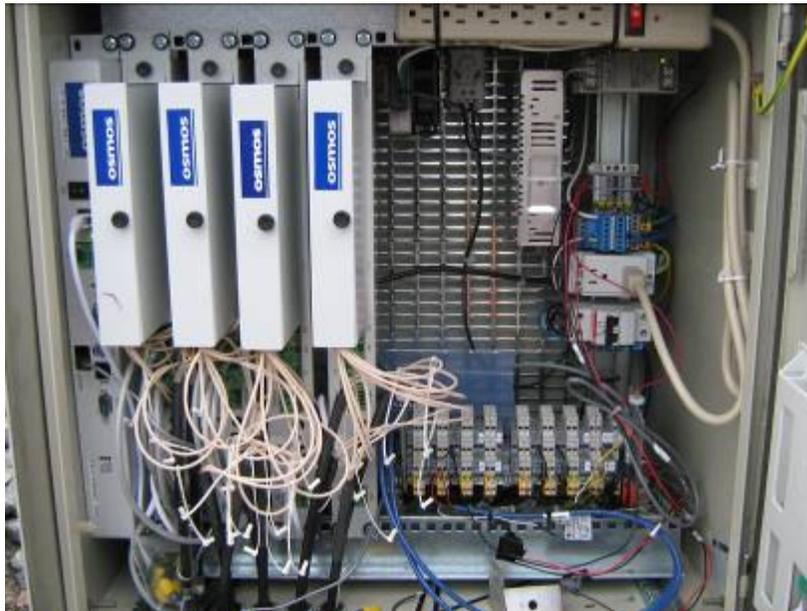
| <b>Sonde de température</b>  |   |
|--|---|
| <u>Sonde de température</u><br>N° identification : PT100                   | La sonde de température est installée sur la poutre 5 sous le pont, côté amont.                             |
| <b>Capteurs d'humidité</b>   |   |
| <u>Capteur d'humidité pour le bois</u><br>N° identification : humid-bois 1 | Capteur d'humidité pour le platelage, installé sous le pont entre les poutres 5 et 6 au tiers de la portée. |
| <u>Capteur d'humidité pour le bois</u><br>N° identification : humid-bois 2 | Capteur d'humidité pour le platelage, installé sous le pont entre les poutres 5 et 6 à mi-portée.           |
| <u>Capteur d'humidité de l'air</u><br>N° identification : humid-air 1      | Capteur d'humidité de l'air installé sur la culée, sous le pont entre les poutres 5 et 6.                   |
| <u>Capteur d'humidité de l'air</u><br>N° identification : humid-air 2      | Capteur d'humidité de l'air installé sous le pont, au niveau de l'axe central entre les poutres 5 et 6.     |
| <b>Accéléromètres</b>  |   |
| <u>Accéléromètre SEIKA</u><br>N° identification : BDK3/8512//P-5           | Accéléromètre installé sur la poutre 5 pour les besoins de l'essai de chargement dynamique.                 |
| <u>Accéléromètre SEIKA</u><br>N° identification : BDK3/8511//P-9           | Accéléromètre installé sur la poutre 9 pour les besoins de l'essai de chargement dynamique.                 |
| <u>Accéléromètre SEIKA</u><br>N° identification : BDK3/8510//P-2           | Accéléromètre installé sur la poutre 2 pour les besoins de l'essai de chargement dynamique.                 |
| <b>Période</b>   |   |
| Date de début du monitoring :  | 25 novembre 2009  |
| Date prévue de la fin du monitoring :                                      | À confirmer par le Client.  |
| <b>Méthodologie d'installation</b>   |   |
| Accès au site :  | S. O.   |
| Alimentation électrique :  | Alimentation disponible sur place.  |
| Alimentation téléphonique :  | Ligne téléphonique analogique.  |
| Date du branchement :  | 25 novembre 2009  |

5. REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

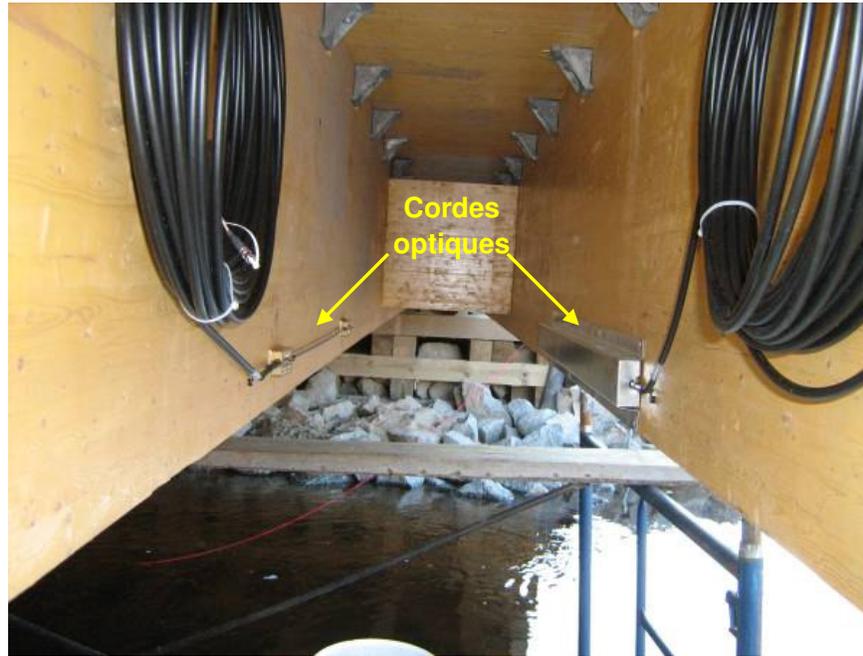
Figure 1. Cabinet OSMOS



Figure 2. Vue de l'intérieur du cabinet OSMOS



**Figure 3. Cordes optiques sur les poutres 5 et 6 installées au tiers de la portée**



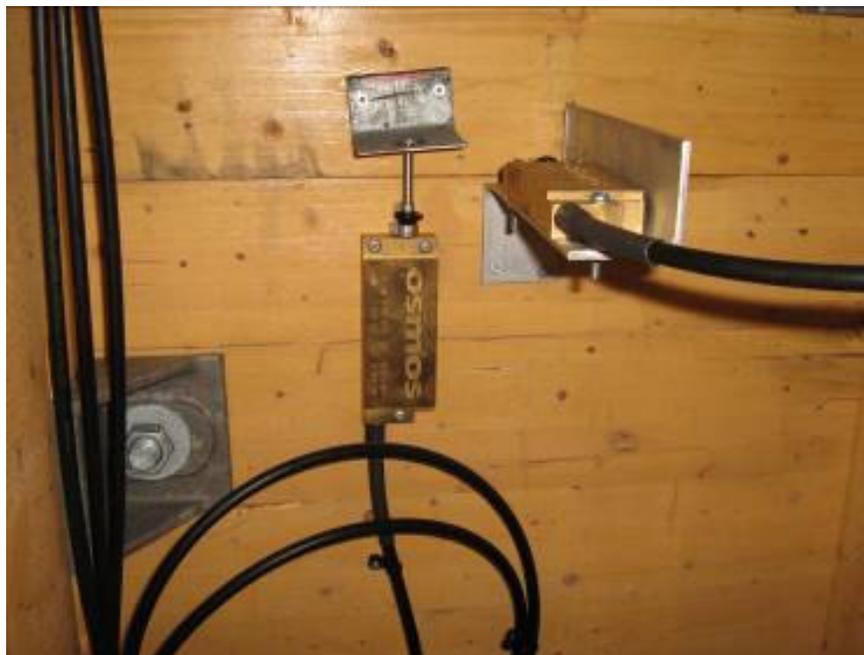
**Figure 4. Cordes optiques installées en intrados et extrados sur la poutre 5 à mi-portée**



**Figure 5. Capteur d'humidité humid-bois 1**



**Figure 6. Extensomètres installés sous le pont entre deux panneaux de platelage adjacents**



## 6. ESSAIS DE CHARGEMENT STATIQUES ET DYNAMIQUES

### 6.1 Introduction

Dans le cadre de ce projet visant à évaluer la performance *in situ* du pont Albanel, des essais de chargement statiques et dynamiques utilisant des camions calibrés ont été réalisés suite à l'installation de l'instrumentation. Les essais de chargement sur le pont Albanel ont eu lieu dans la journée du 25 novembre 2009. Pendant ces essais, les déflexions des poutres ont été mesurées par une firme externe mandatée par le MTQ en utilisant un système de règles et de théodolites. Pour les besoins de ces essais, le pont a été fermé à la circulation.

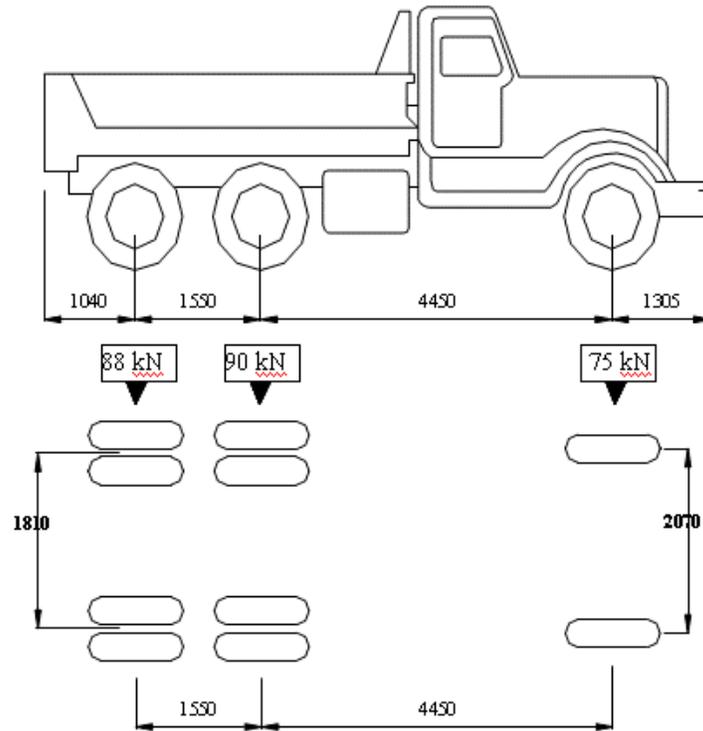
### 6.2 Camions utilisés pour les essais

Le pont a été testé pour évaluer son comportement sous charges statiques et dynamiques en utilisant deux (2) camions à poids calibré (camions 10 roues à 3 essieux). Les deux (2) camions ont été préalablement chargés et ont été pesés sur place à l'aide d'une balance portative de la Sûreté du Québec (voir figure 7). La charge totale par camion était en moyenne de 25 tonnes. Les dimensions des camions sont présentées sur la figure 8. Les photos des deux (2) camions utilisés sont présentées sur la figure 9.

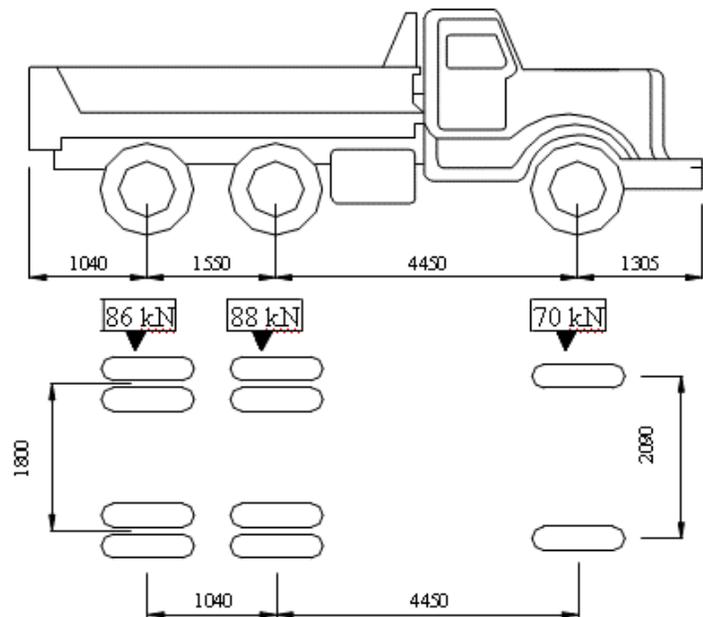
**Figure 7. Pesée des essieux avec la balance portative**



**Figure 8. Dimensions et charges des essieux des deux camions utilisés lors des essais statiques et dynamiques**



**Camion N° 1**



**Camion N° 2**

**Figure 9. Photos des camions utilisés pour les tests de chargement**



**Camion N° 1**



**Camion N° 2**

### **6.3 Chargement statique**

L'essai de chargement statique consiste à immobiliser le camion d'essai sur des emplacements spécifiques sur le pont. Huit (8) configurations de charge ont été réalisées, tel que montré sur les plans, en annexe C. L'arrêt du camion d'essai devait durer 2 minutes pour permettre au système d'acquisition de prendre une mesure stable.

### **6.4 Chargement quasi statique**

Cet essai consiste à faire rouler les camions très lentement (entre 5 km/h et 15 km/h) sur les voies N<sup>os</sup> 1 et 2 du pont.

### **6.5 Chargement dynamique**

L'essai dynamique a été effectué en utilisant les mêmes camions utilisés lors des essais statiques. L'essai consiste à prendre des enregistrements en mode dynamique lors du passage de un (1) camion à la fois sur chacune des voies de circulation sur le pont. Les passages du camion ont été effectués à deux (2) vitesses, soit à 30 km/h et à 50 km/h. Afin d'évaluer la fréquence naturelle de vibrations de la structure, des essais d'impact ont été réalisés sur le pont à la fin des essais de chargement en utilisant un poteau en bois d'une masse d'environ 15 kg.

## 7. RÉSULTATS DES ESSAIS STATIQUES ET DYNAMIQUES

### 7.1 Résultats des essais statiques

La figure 11 montre un exemple graphique des enregistrements effectués lors des essais statiques. Nous pouvons clairement distinguer les arrêts du camion de charge sur le graphique. Nous remarquons aussi qu'il y a une bonne répétitivité dans les résultats. Le détail des valeurs des déformations statiques enregistrées durant les tests de chargement pour chaque cas de charge a été reporté sur les tableaux de l'annexe D, en plus des résultats des mesures de déflexion sous le pont effectuées par arpentage.

Les résultats des essais statiques nous ont permis d'évaluer les paramètres suivants :

*Facteur d'essieu maximum en flexion :* **0,233 (position B2')**

**0,238 (position A2')**

*Déplacement vertical maximum du panneau de platelage :* **0,222 mm (position B1)**

*Position de l'axe neutre :* Le tableau 2 résume les positions de l'axe neutre correspondantes aux déformations statiques en extrados et intrados relevées sur les poutres 5 et 6. La figure 10 montre une présentation schématique de la position de l'axe neutre.

**Tableau 2 – Position de l'axe neutre lors des essais de chargement statiques**

| Position | Camion  | Voie                             | Heure | Position de L'AN<br>c (mm) | Position de L'AN<br>c (mm) |
|----------|---------|----------------------------------|-------|----------------------------|----------------------------|
|          |         |                                  |       | Poutre P6                  | Poutre P5                  |
| A1       | C2      | voie 1 vers 1 <sup>er</sup> Rang | 11:00 | 332,76                     | 305,61                     |
| B1       | C2      | voie 2 vers Albanel              | 11:31 | 312,10                     | 314,19                     |
| B2       | C2      | voie 2 vers Albanel              | 11:45 | 306,04                     | 307,88                     |
| B2'      | C2      | voie 2 vers Albanel              | 12:02 | 305,56                     | 329,77                     |
| A2       | C2      | voie 1 vers 1 <sup>er</sup> Rang | 13:41 | 322,60                     | 326,11                     |
| A2'      | C2      | voie 1 vers 1 <sup>er</sup> Rang | 13:49 | 345,65                     | 313,73                     |
| A1-B1    | C1 + C2 | voie 1 et voie 2                 | 14:32 | 325,62                     | 310,33                     |
| D1       | C1 + C2 | voie 1 et voie 2 inverse         | 15:10 | 320,78                     | 314,76                     |

Figure 10. Schématisation de la position de l'axe neutre

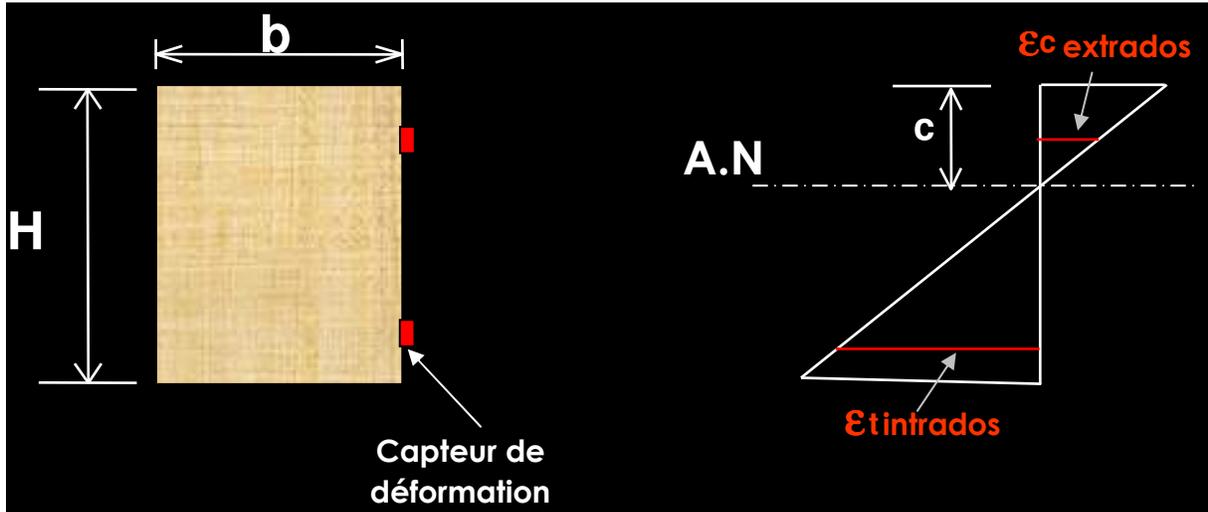
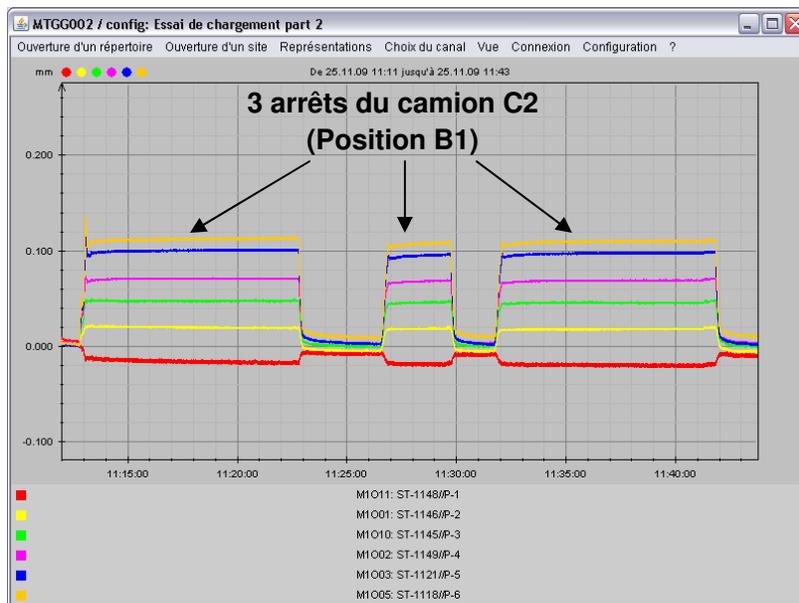


Figure 11. Exemple graphique des déformations statiques enregistrées (au 1/3 de la portée)



## 7.2 Résultats des essais quasi statiques

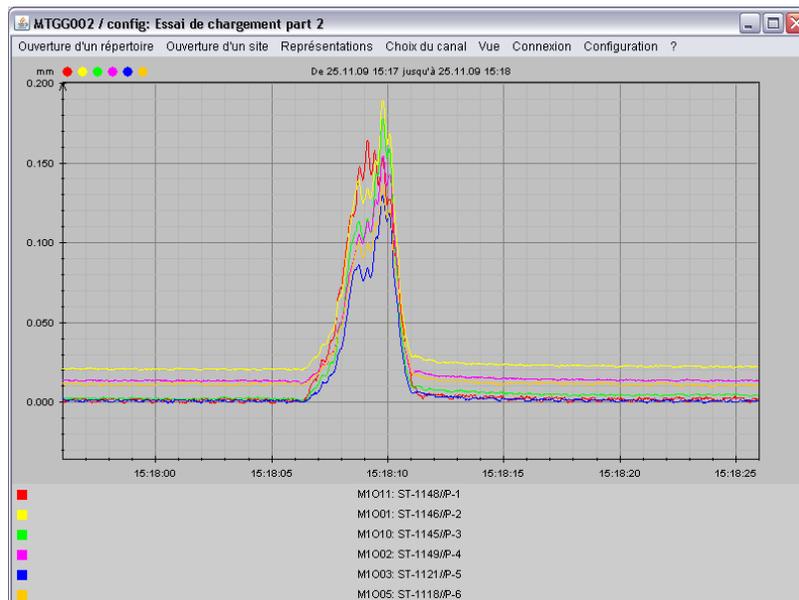
La figure 12 montre un exemple graphique des enregistrements effectués lors des essais quasi statiques. Le détail des valeurs des déformations quasi statiques enregistrées durant les tests de chargement a été reporté sur les tableaux de l'annexe D.

Les résultats des essais quasi statiques nous ont permis d'évaluer les paramètres suivants :

Facteur d'essieu maximum en flexion : **0,200**

Déplacement vertical maximum du panneau de platelage : **0,311 mm (camions C1 et C2)**

**Figure 12. Exemple graphique des déformations quasi statiques enregistrées (au 1/3 de la portée)**



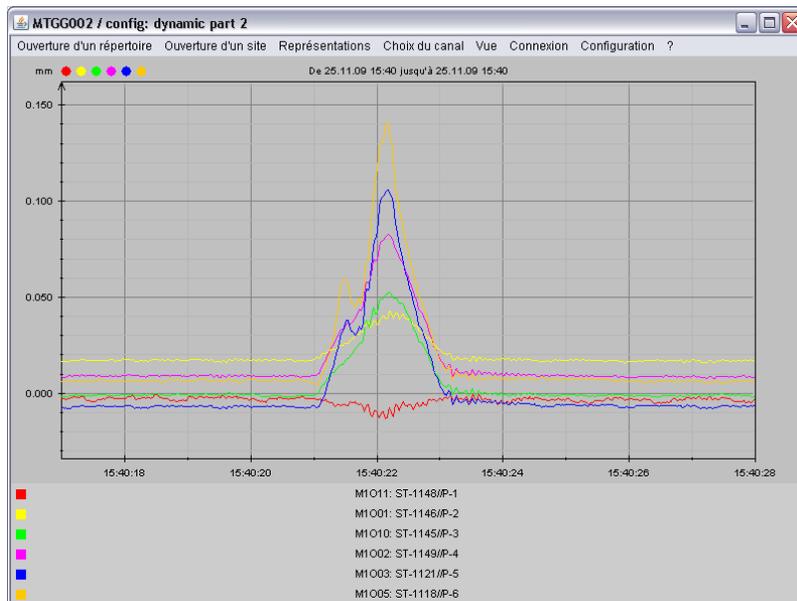
### 7.3 Résultats des essais dynamiques

Les figures 13 et 14 montrent deux (2) exemples graphiques des enregistrements effectués lors des essais dynamiques à 30 km/h et à 48 km/h. Nous remarquons qu'il y a un retour élastique après le passage du camion sur le pont. Le détail des valeurs des déformations dynamiques enregistrées durant les tests de chargement a été reporté sur les tableaux de l'annexe D.

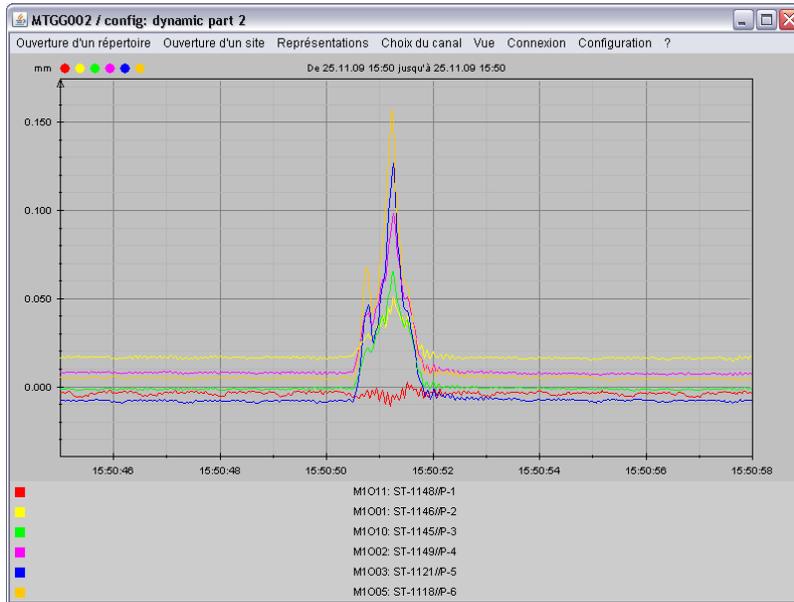
Les résultats des essais dynamiques nous ont permis d'évaluer les paramètres suivants :

- Facteur d'essieu maximum en flexion : **0,211**
- Déplacement vertical maximum du panneau de platelage : **0,197 mm**  
(camion C1 vers Albanel voie 2)
- Facteur d'amplification dynamique : **1,13**
- Fréquence fondamentale de vibration du pont : **8,30 Hz**

**Figure 13. Exemple graphique des déformations dynamiques enregistrées au 1/3 de la portée (camion C1 à 30 km/h vers Albanel voie 2)**



**Figure 14. Exemple graphique des déformations dynamiques enregistrées  
au 1/3 de la portée  
(camion C1 à 48 km/h vers Albnabel voie 2)**



## 8. CONCLUSION

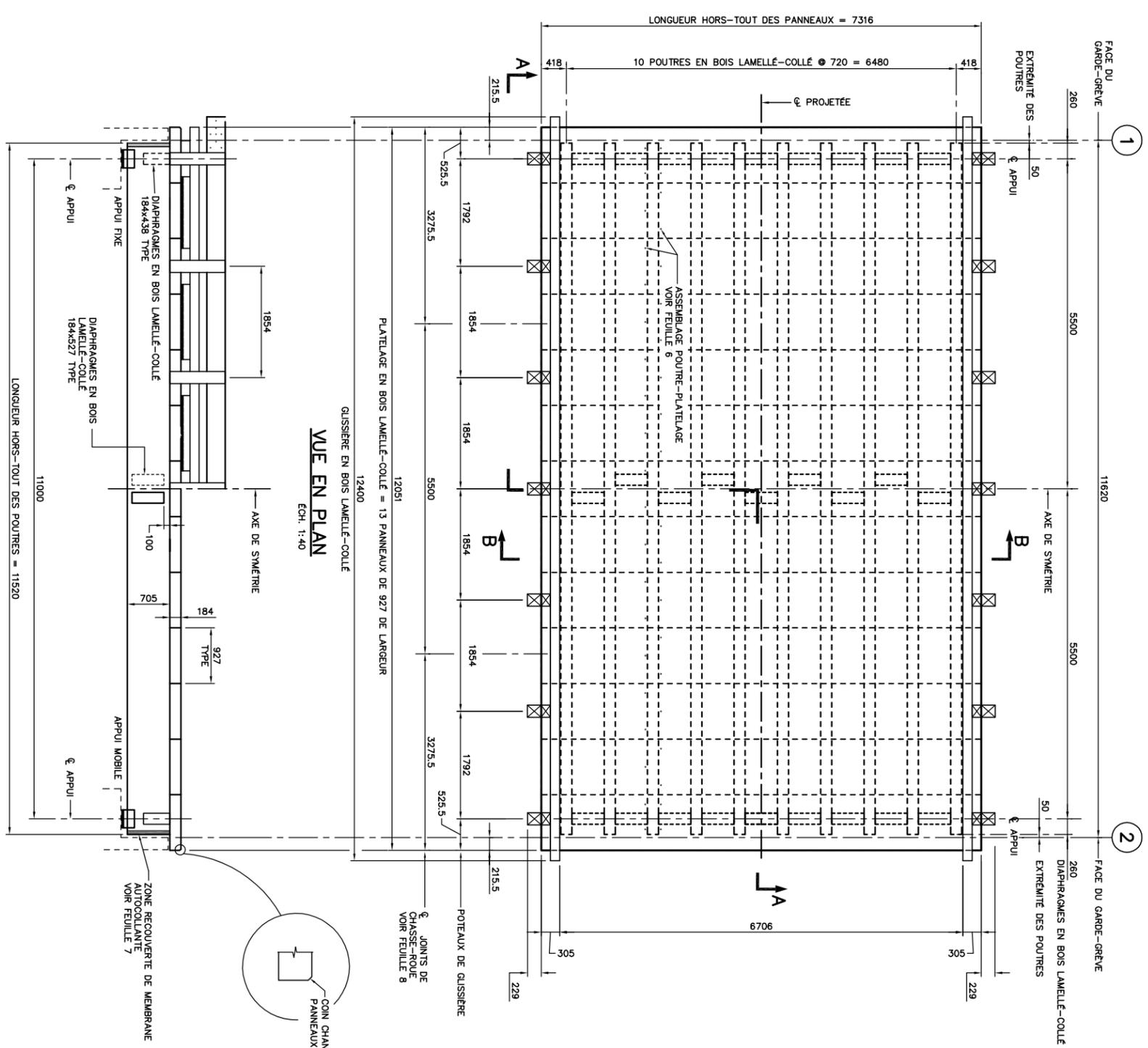
Le présent rapport présente le détail de l'instrumentation installée sur le pont P-11826 à Albanel ainsi que les résultats des essais de chargement statiques et dynamiques réalisés sur ce pont en date du 25 novembre 2009. L'analyse des résultats nous a permis de dégager les conclusions suivantes :

- Au total, 14 cordes optiques et deux (2) extensomètres optiques OSMOS sont installés sur le pont Albanel (P-11826). Les cordes optiques sont destinées à la mesure des déformations, tandis que les extensomètres optiques sont dédiés à la mesure des déplacements. De plus, quatre (4) capteurs analogiques d'humidité et une (1) sonde de température ont été aussi installés sous le pont. Pour les besoins de l'essai de chargement, trois (3) accéléromètres ont été disposés à différentes positions sous le pont pour évaluer les propriétés dynamiques de la structure. Deux (2) camions 10 roues, ayant en moyenne 25 tonnes de charge totale, ont été utilisés lors des essais de chargement.
- Les essais de chargement statiques ont permis de mesurer les déformations de la fibre en traction sur les dix (10) poutres du pont au niveau du 1/3 de la portée, ainsi que les déformations sur les fibres en traction et en compression des poutres 5 et 6 à mi-portée. De plus, ces essais ont permis de relever le déplacement vertical d'un panneau de platelage. L'analyse des résultats pour les essais de chargement statiques a donné un **facteur d'essieu maximum en flexion de 0,238** et un **déplacement vertical maximum du panneau de platelage de 0,222 mm**. Le calcul de la position de l'axe neutre donne un **C/H variant entre 0,43 et 0,49** pour les différents cas de chargement.
- Les essais de chargement quasi statiques ont donné un **facteur d'essieu maximum en flexion de 0,200** et un **déplacement vertical maximum du panneau de platelage de 0,311 mm** pour deux (2) camions sur le pont.
- Les essais de chargement dynamiques ont permis de déterminer un **facteur d'amplification dynamique de 1,13** et une **fréquence fondamentale de vibration de 8,30 Hz**.

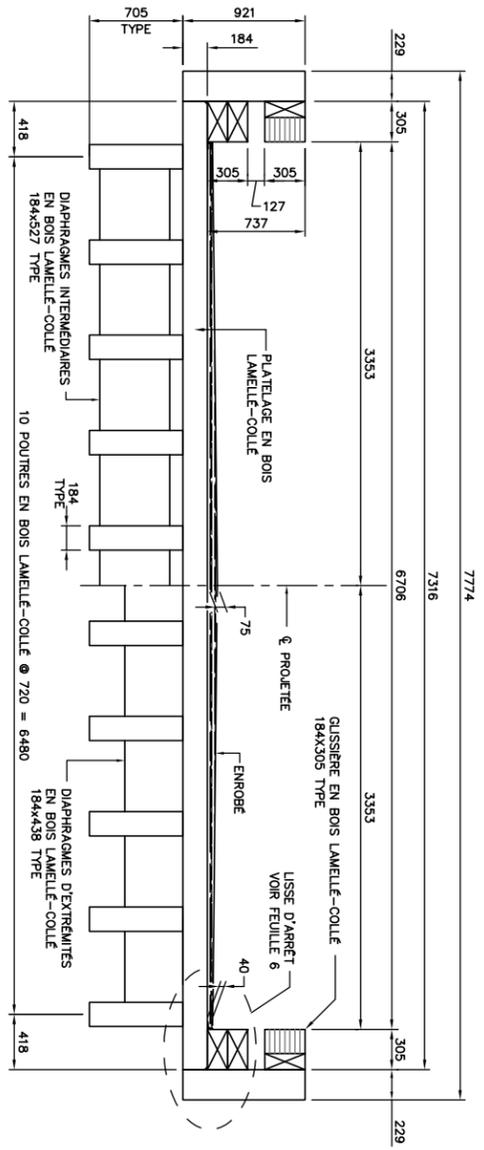
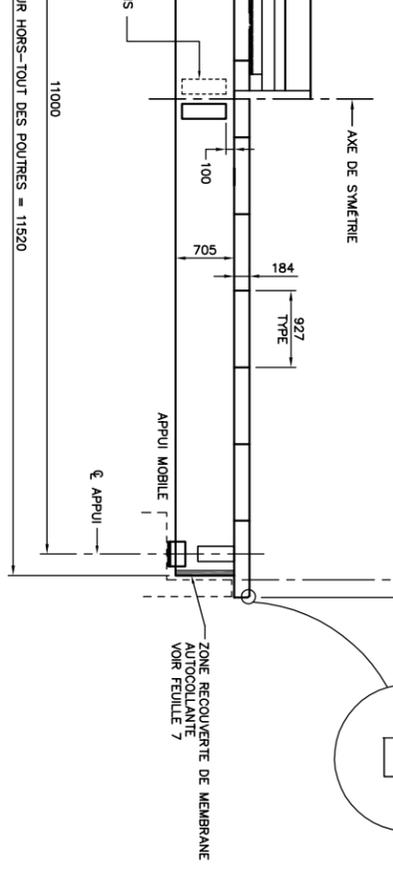
Depuis la date du 25 novembre 2009, les mesures des capteurs installés sur le pont Albanel sont enregistrées en mode continu par le système de monitoring. Ceci permettra d'évaluer, dans un deuxième temps, les paramètres à l'étude et leur variation dans le temps.

## ANNEXE A

### LOCALISATION DE L'INSTRUMENTATION



**VUE EN PLAN**  
ECH. 1:40



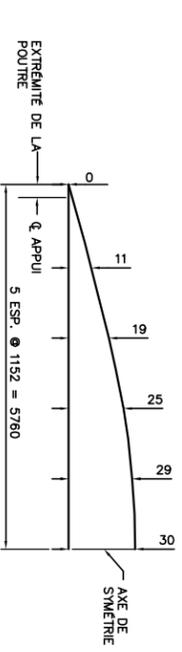
**POUTRES PRINCIPALES ET DIAPHRAGMES:**  
BOIS LAMELLÉ-COLLÉ EN ÉPINETTE NOIRE (NORDIC LAM)  
CLASSE DE CONTRAINTES 24F-1,9E  
COMBINAISON BALANÇÉE EMS 24F-E/ESIM1  
AVEC LAMELLES DE TENSION 302-24  
CLASSE D'ASPECT COMMERCIALE  
RESISTANCES SPÉCIFIQUES MINIMALES A 15% D'HYUMIDITÉ:

|                              |                    |                    |
|------------------------------|--------------------|--------------------|
| MOMENT DE FLEXION            | Fbx = 30,7 MPa     | Fby = 14,1 MPa     |
| OSAILLEMENT LONGITUDINAL     | Fwx = 2,2 MPa      | Fwy = 2,2 MPa      |
| COMPRESSION DE FLANC         | Fcpfx = 7,0 MPa    | Fcpfy = 3,8 MPa    |
| COMPRESSION DE FIL           | Fcx = 16,5 MPa     | Fcy = 16,5 MPa     |
| MODULE D'ÉLASTICITÉ          | Ex = 13100 MPa     | Ey = 10900 MPa     |
| MODULE D'ÉLASTICITÉ APPARENT | Ex,app = 12400 MPa | Ey,app = 10300 MPa |

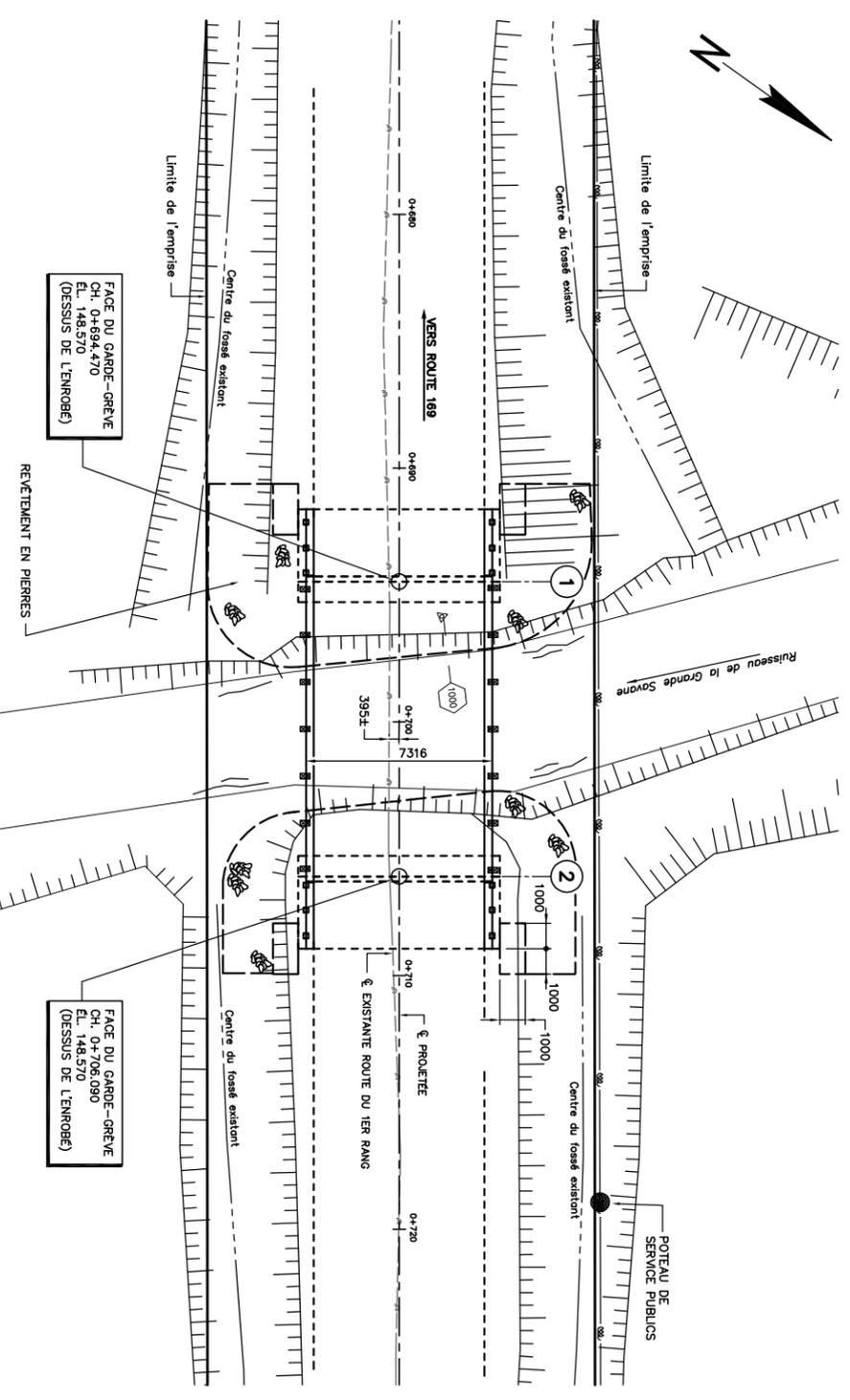
**PLATELAGE:**

BOIS LAMELLÉ-COLLÉ EN ÉPINETTE NOIRE (NORDIC LAM)  
CLASSE DE CONTRAINTES ES12  
COMBINAISON EMS ES12  
CLASSE D'ASPECT COMMERCIALE  
RESISTANCES SPÉCIFIQUES MINIMALES A 15% D'HYUMIDITÉ:

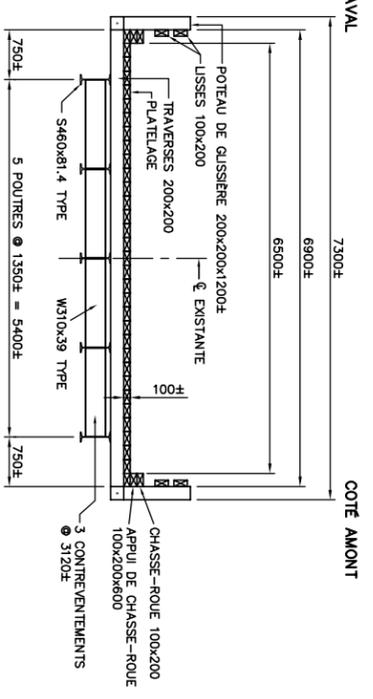
|                              |                    |                    |
|------------------------------|--------------------|--------------------|
| MOMENT DE FLEXION            | Fbx = 24,9 MPa     | Fby = 30,7 MPa     |
| OSAILLEMENT LONGITUDINAL     | Fwx = 2,2 MPa      | Fwy = 2,2 MPa      |
| COMPRESSION DE FLANC         | Fcpfx = 7,0 MPa    | Fcpfy = 7,0 MPa    |
| COMPRESSION DE FIL           | Fcx = 33,0 MPa     | Fcy = 33,0 MPa     |
| MODULE D'ÉLASTICITÉ          | Ex = 13100 MPa     | Ey = 13100 MPa     |
| MODULE D'ÉLASTICITÉ APPARENT | Ex,app = 12400 MPa | Ey,app = 12400 MPa |



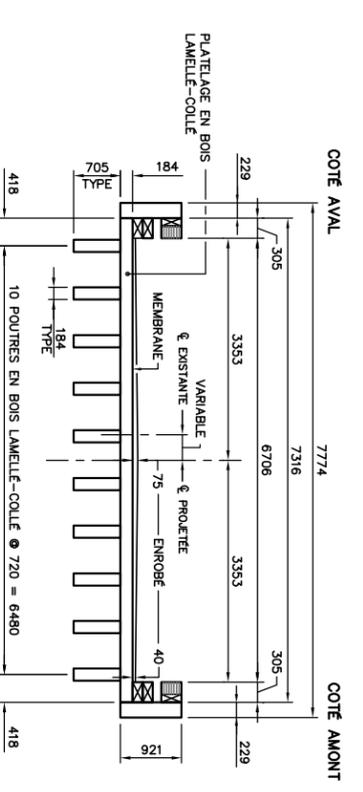
|                                |                         |     |
|--------------------------------|-------------------------|-----|
| 0910/07                        | EMIS POUR CONSTRUCTION  | LL  |
| 0905/29                        | EMIS POUR SOUMISSION    | LL  |
| A M J                          | NATURE DE MODIFICATION  | PAR |
| 0910/29                        | DATE D'ÉMISSION DU PLAN | PAR |
| TECHNICIEN : STÉPHAN GROLEAU   |                         |     |
| PRÉPARÉ PAR : LUC LAPONTE Ing. |                         |     |
| VÉRIFIÉ PAR : Ing.             |                         |     |
|                                |                         |     |
| DIRECTION DES STRUCTURES       |                         |     |
| TABLIER                        |                         |     |
| IDENTIFICATION TECHNIQUE       | 5                       | 5   |
| PO-09-11826                    | 9                       | 9   |
| IDENTIFICATION REBOUPEMENT     | 5                       | 11  |
| CH-6902-154-03-0425            |                         |     |



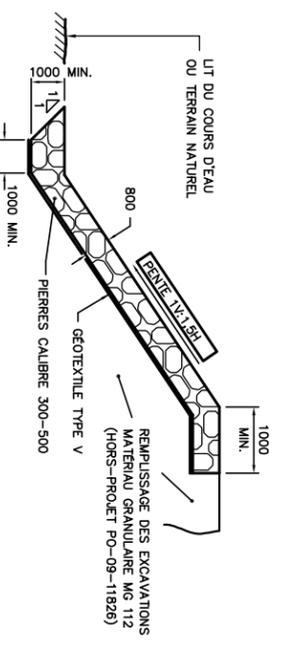
VUE EN PLAN  
ECH: 1:125



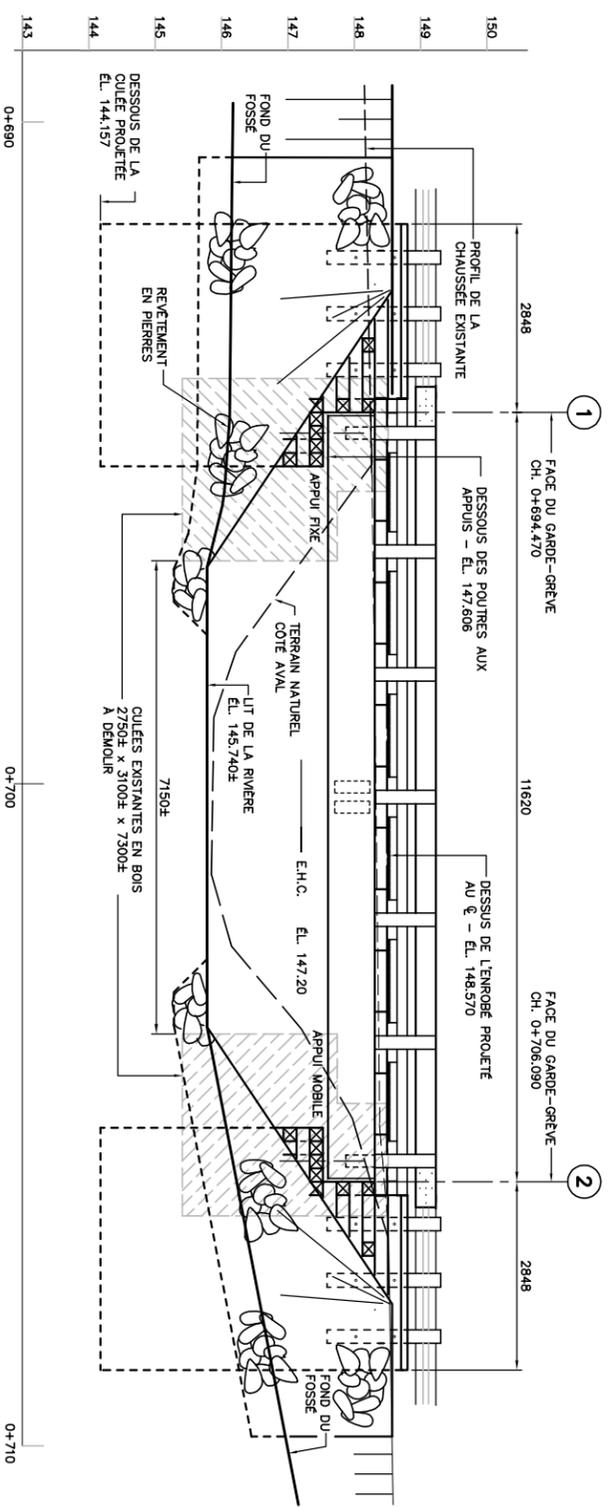
COUPE TRANSVERSALE EXISTANTE  
(DEMOLITION)  
ECH: 1:50



COUPE TRANSVERSALE PROJETEE  
ECH: 1:50



RELEVEMENT EN PIERRES  
NON A L'EGHELLE



ELEVATION COTE AVANT  
ECH: 1:50

| ELEVATIONS DES NIVEAUX D'EAU        |        |        |        |        |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| PERIODE DE RETOUR ANNUELLE (années) | 25     | 50     | 100    |        |
| ELEVATION DU NIVEAU D'EAU (m)       | 146.81 | 147.20 | 147.27 | 147.33 |

LES ELEVATIONS D'EAU DE CE TABLEAU CORRESPONDENT A L'EGCOULEMENT NORMAL. LORSQUE L'OUVRAGE SERA EN SERVICE, LA PRESENCE D'OUVRAGES TEMPORAIRES TELS QUE DIGUES, BATARDEAUX, ETAMENTS, ETC., PEUT CAUSER UN REHAUSSEMENT DE CES ELEVATIONS QU'IL FAUT EVALUER LE CAS ECHEANT.

NOTES

- LES DIMENSIONS SONT EN MILLIMETRES.
- LES CHAINAGES, LES COORDONNEES ET LES ELEVATIONS SONT EN METRES.
- LEGENDE:
  - EXISTANT VU
  - EXISTANT CACHE
  - DEMOLITION
  - PROJETE VU
  - PROJETE CACHE

NORME CAN/CSA-S6-06  
FACTEURS D'ESSUIX :  
- FLEXION ELUL = 0,23  
- GISAILEMENT ELUL = 0,31  
SURCHARGE: CL625

|                                 |                         |     |
|---------------------------------|-------------------------|-----|
| 09/05/29                        | EMIS POUR SOUMISSION    | LL  |
| A M J                           | NATURE DE MODIFICATION  | PAR |
| 09/05/29                        | DATE DE MISSION DU PLAN |     |
| TECHNICIEN : SYLVAIN GROLEAU    |                         |     |
| PREPARE PAR : LUC LAPONTIE Ing. |                         |     |
| VERIFIE PAR : Ing.              |                         |     |
|                                 |                         |     |
| DIRECTION DES STRUCTURES        |                         |     |
| PLAN D'ENSEMBLE                 |                         |     |
| IDENTIFICATION TECHNIQUE        | 2                       |     |
| PO-09-11826                     | 9                       |     |
| IDENTIFICATION REGROUPEMENT     | 2                       |     |
| CH-6902-154-03-0425             | 11                      |     |

**OSMOS** **canada**

La sécurité des structures

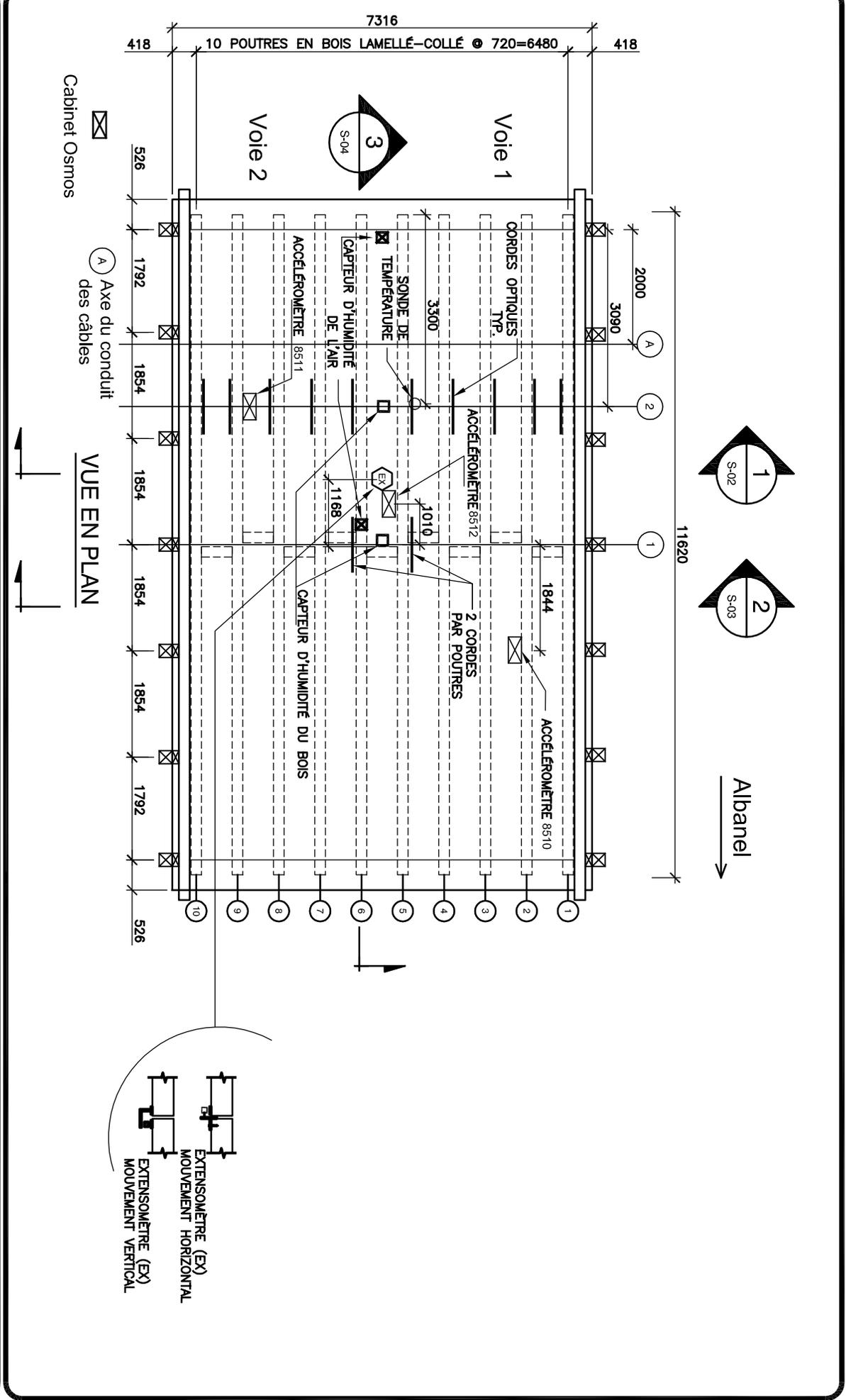
Osmos Canada  
1001, boul. de Maisonneuve Ouest  
Bureau 800 B  
Montréal (Québec) H3A3C8  
Tel : 514 798-2075  
Télex : 514 798-0557  
www.osmos-canada.com

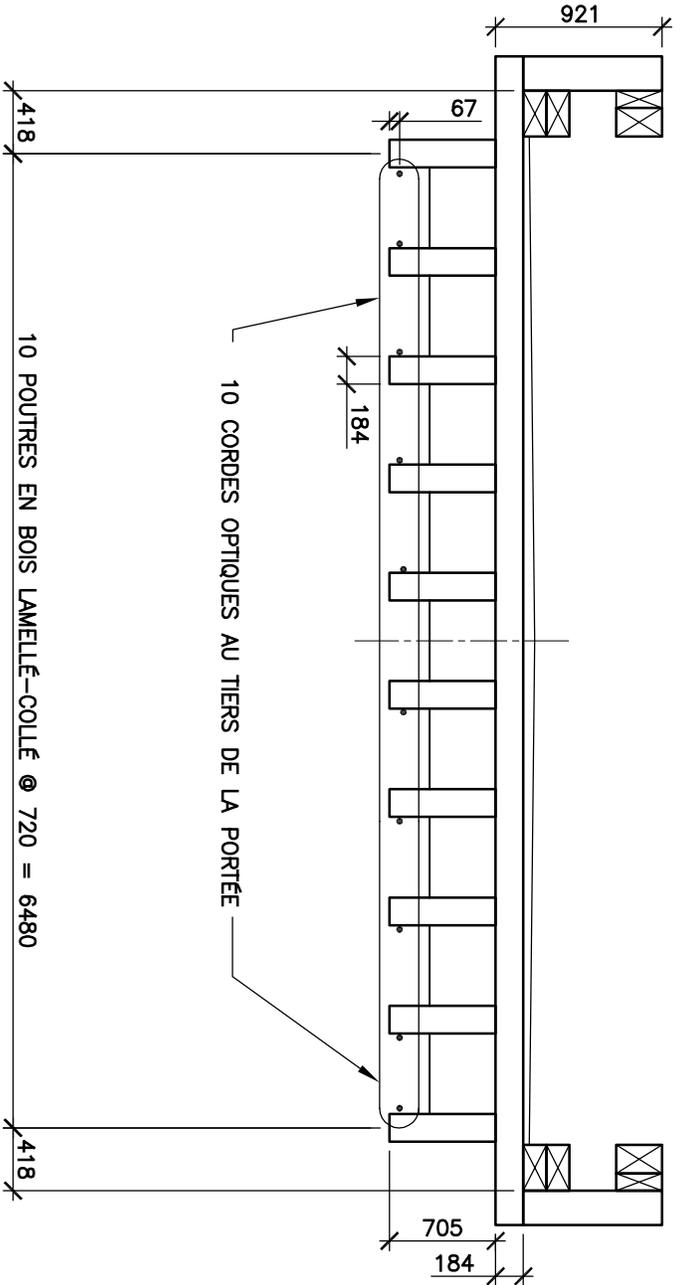
Projet : **PONT EN BOIS LAMELLÉ-COLLÉ DE TYPE NORDIC LAM PERFORMANCE IN SITU - INSTRUMENTATION DU PONT**

Titre : **LOCALISATION DE L'INSTRUMENTATION**

VUE EN PLAN

|                                   |   |                      |                   |
|-----------------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Approuvé par :<br>C. Kassem, ing. | Dossier no :<br>MTGG-002                          | Date :<br>2009-10-29 | Plan :<br>S-01    |
| Dessiné par :<br>JLC              | Fichier électronique :<br>MTGG-002-S01-02-JLC.dwg | Echelle :<br>AUCUNE  | Feuille no :<br>3 |





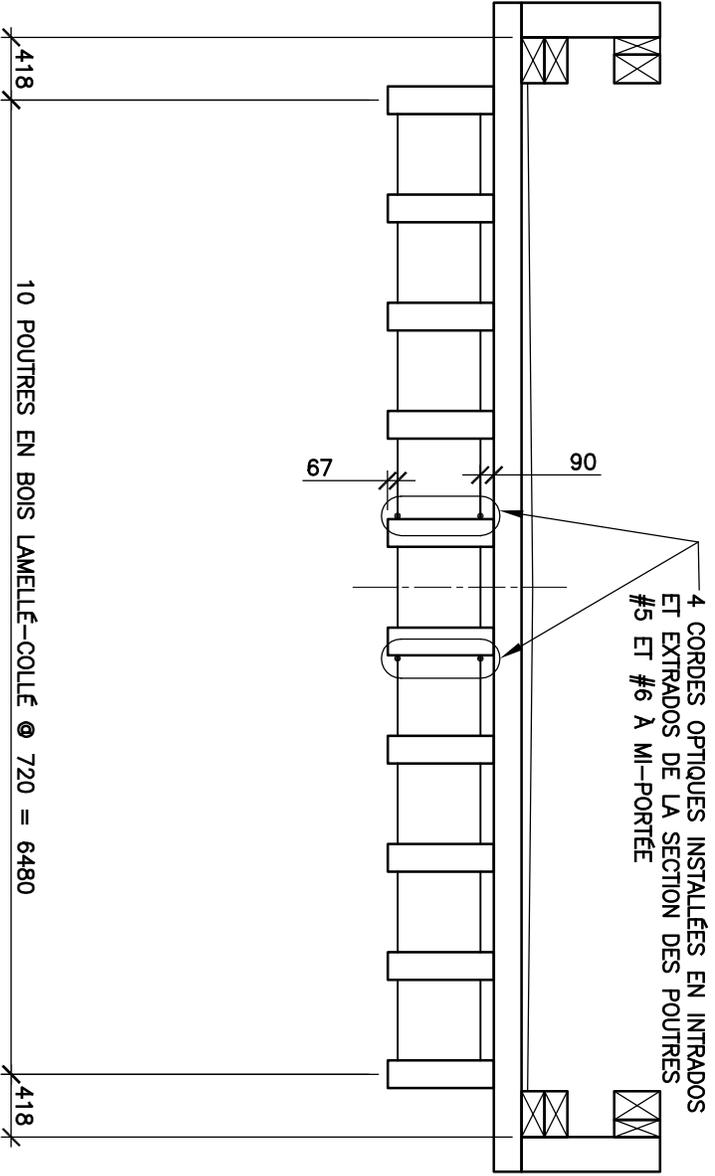
**COUPE**  
1:50

**OSMOS Canada**  
La sécurité des structures

Osmos Canada  
1001, boul. de Maisonneuve Ouest  
Bureau 800 B  
Montréal (Québec) H3A3C8  
Tel : 514 788-2075  
Télex : 514 798-0557  
www.osmos-canada.com

Projet : **PONT EN BOIS LAMELLÉ-COLLÉ DE TYPE NORDIC LAM PERFORMANCE IN SITU - INSTRUMENTATION DU PONT**  
Titre : **LOCALISATION DE L'INSTRUMENTATION**  
**COUPE**

|                                   |  |                      |                   |
|-----------------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Approuvé par :<br>C. Kassem, ing. | Dossier no :<br>MTGG-002                           | Date :<br>2009-01-13 | Plan :            |
| Dessiné par :<br>N. BOUCHARD      | Fichier électronique :<br>MTGG-002-S01-02-JL.C.dwg | Echelle :<br>1 : 50  | Feuille no :<br>. |
|                                   |  |                      | Revision :<br>2   |



**COUPE**

1:50

2

S-01

**OSMOS Canada**

La sécurité des structures

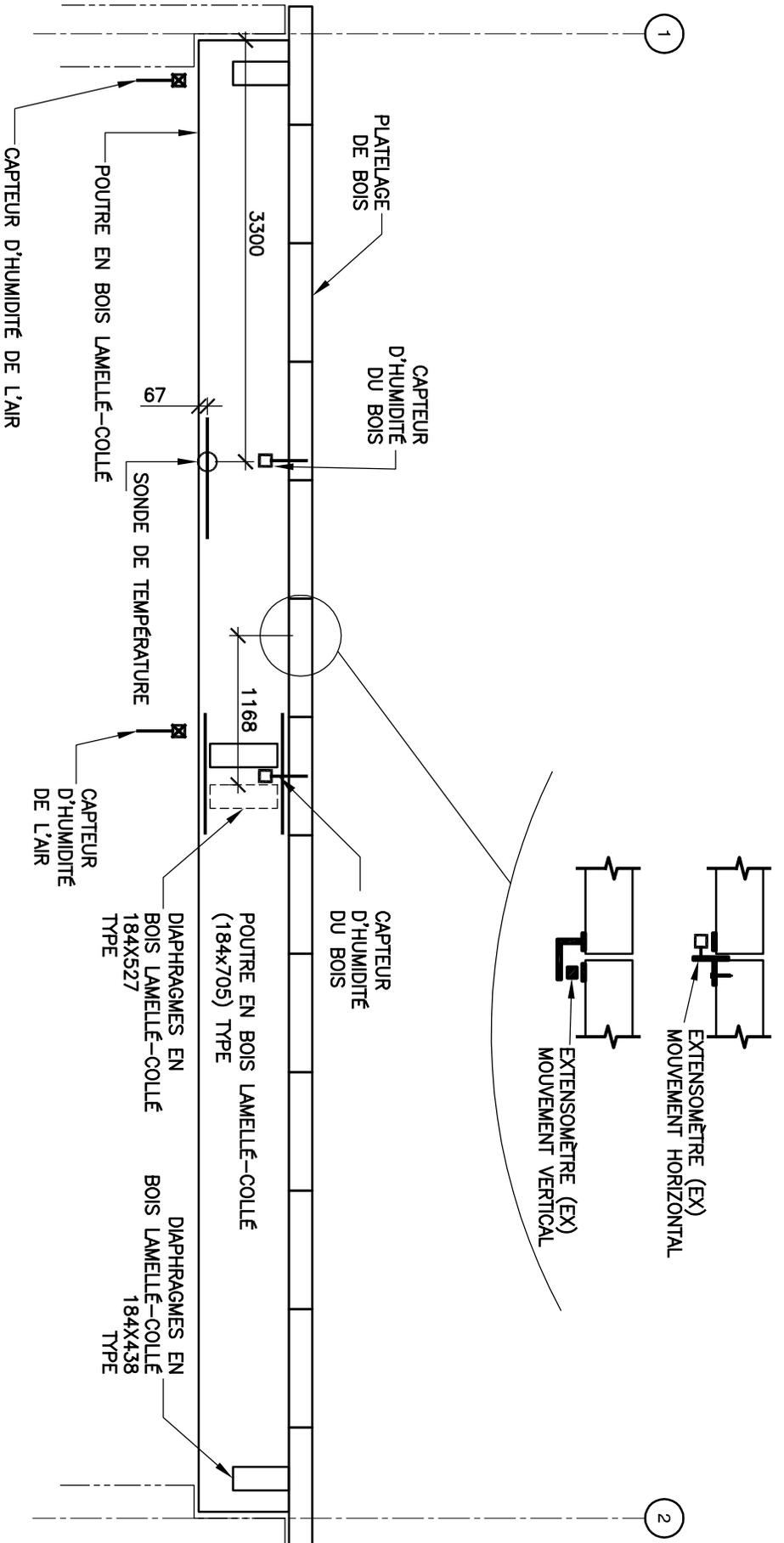
Osmos Canada  
1001, boul. de Maisonneuve Ouest  
Bureau 800 B  
Montréal (Québec) H3A3C8  
Tel : 514 788-2075  
Télex : 514 798-0557  
www.osmos-canada.com

Projet : **PONT EN BOIS LAMELLÉ-COLLÉ DE TYPE NORDIC LAM PERFORMANCE IN SITU - INSTRUMENTATION DU PONT**

Titre : **LOCALISATION DE L'INSTRUMENTATION**

**COUPE**

|                                   |  |                      |                                 |
|-----------------------------------|--|----------------------|---------------------------------|
| Approuvé par :<br>C. Kassem, ing. | Dossier no :<br>MTGG-002                           | Date :<br>2009-01-13 | Plan :<br>S-03                  |
| Dessiné par :<br>N. BOUCHARD      | Fichier électronique :<br>MTGG-002-S01-02-JL.C.dwg | Echelle :<br>1 : 50  | Feuille no :<br>Revision :<br>2 |



**COUPE**  
1:50  
3  
S-01

**OSMOS Canada**

La sécurité des structures

Osmos Canada  
1001, boul. de Maisonneuve Ouest  
Bureau 800 B  
Montréal (Québec) H3A3C8  
Tel : 514 788-2075  
Télex : 514 798-0557  
www.osmos-canada.com

Projet : **PONT EN BOIS LAMELLÉ-COLLÉ DE TYPE NORDIC LAM PERFORMANCE IN SITU - INSTRUMENTATION DU PONT**

Titre : **STRUCTURE COUPE**

|                                   |   |                      |                        |
|-----------------------------------|---|----------------------|------------------------|
| Approuvé par :<br>C. Kassam, ing. | Dossier no :<br>MTGG-002                          | Date :<br>2009-01-13 | Plan :                 |
| Dessiné par :<br>N. BOUCHARD      | Fichier électronique :<br>MTGG-002-S01-02-ILC.dwg | Echelle :<br>1 : 50  | Feuille no :<br>S-04   |
|                                   |   |                      | Révision :<br><b>3</b> |

## ANNEXE B

### DOCUMENTATION TECHNIQUE

# Corde optique

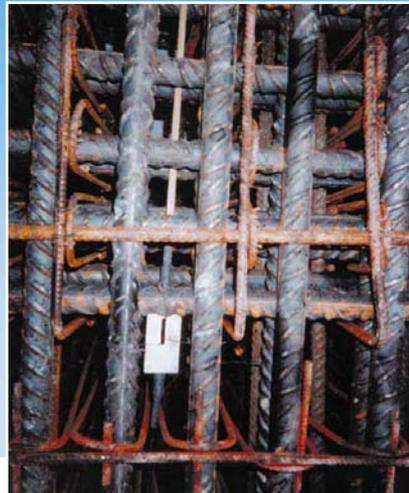
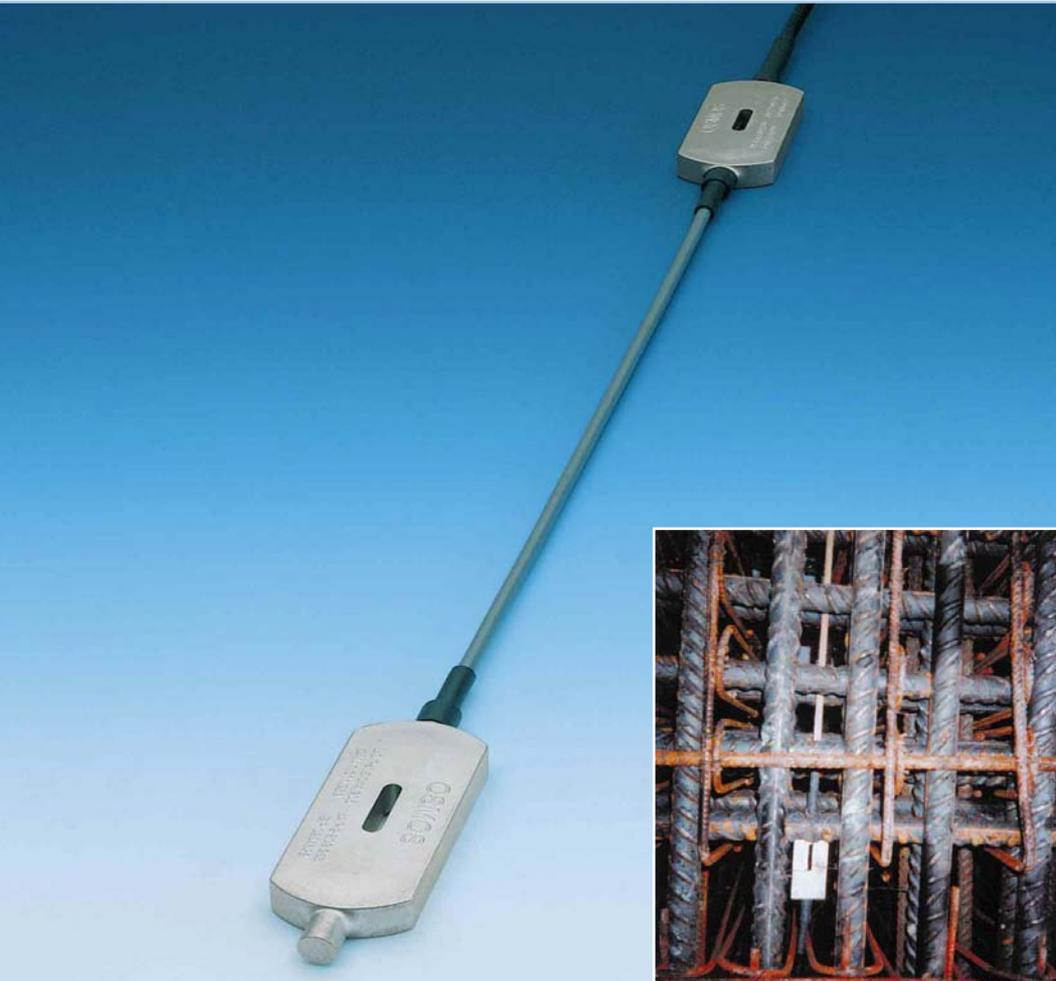
gainée flexible acier

# osmos

## Description

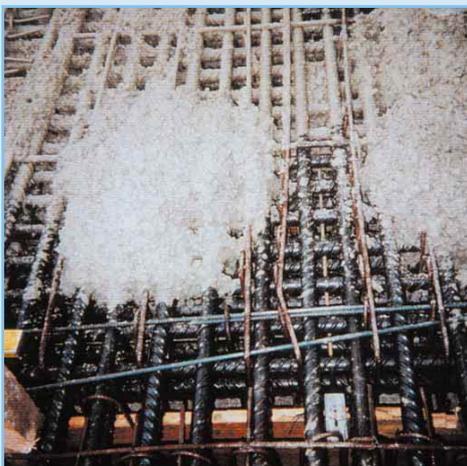
La corde optique est un système de mesure innovant particulièrement précis permettant la mesure de la déformation répartie. En règle générale, sa longueur se situe entre un et dix mètres.

La corde optique est disponible en différentes configurations. Gainée flexible acier, elle est noyée dans le béton des constructions neuves ou les corps injectés au coulis de ciment.



*Corde optique dans une cage d'armature.*

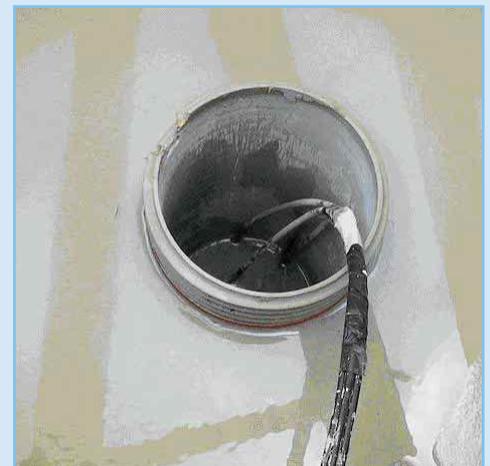
## Applications



*Corde optique pendant le bétonnage.*



*Corde optique scellée ultérieurement dans une saignée.*



*Corde optique dans un forage injecté.*

# Caractéristiques techniques

## Plage de mesure

|  |   |
|--|---|
| Longueur:                                | 2 m / 5 m / 10 m  |
| Plage de mesure:                         | 10 mm / 25 mm / 50 mm   |
| Résolution:                              | 0,001 mm  |
| Précision:                               | typ. $\pm 0,002$ mm pour monitoring dynamique;<br>2% de la valeur finale pour monitoring à long terme |
| Fréquence de mesure:                     | jusqu'à 100 Hz  |
| Reproductibilité:                        | 1%  |
| Vitesse de réponse:                      | infinie (temps mort = zéro)   |
| Plage de température:                    | entre -60 °C et +60 °C, domaine de travail<br>entre -60 °C et +60 °C, stockage                        |
| Sensibilité à la température:            | $0,6 \times 10^{-6}$ m/K  |
| Stabilité, comportement à la fatigue:    | > 150 millions de cycles de mesure sans dérive  |
| CEM:                                     | insensible et neutre  |
| Durée de vie:                            | > 20 ans  |
| Connexion:                               | câble optique jusqu'à 1 km de long relié à la station de monitoring OSMOS                             |
| <i>Sans amplification intermédiaire:</i> | <i>câble optique gainé avec connecteurs pré-montés</i>  |

## Boîtier

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Dimensions [l x p x h]: | [118 x 48 x 16] mm   |
| Poids:                  | 2 x 466 g et fibres ST/m = 92 g  |
| Matériau:               | boîtier final: Fe/Zn 8C, zingué galv., chrom. bleu en GG60<br>Gaine de protection: flexible acier avec gaine PVC de la «corde optique»<br>Couvercle: acier zingué, bleu chrom. |
| Protection:             | IP65   |

## Test

|                      |  |
|----------------------|--|
| Test aux vibrations: | 55 heures à 20 Hz, $\pm 1$ mm<br>-> sans dérive<br>aucun contact avec les aiguilles de vibration |
|----------------------|--|

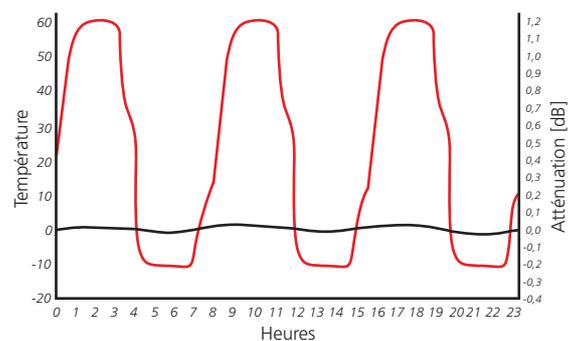
## Accessoires

|                     |             |
|---------------------|-------------|
| Plaques de fixation | sur demande |
|---------------------|-------------|

## Commande

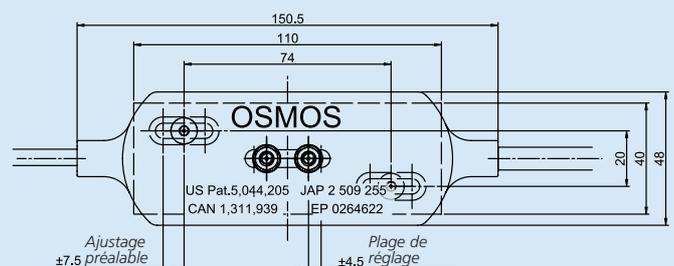
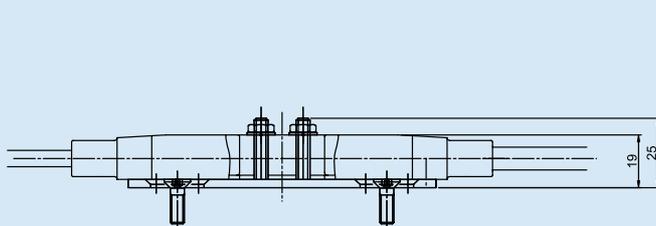
A remplir. Parmi les options, marquer dans la case correspondante les caractéristiques ou les chiffres concernés.

|   |  |   |  |                          |
|---|--|---|--|--------------------------|
| Quantité:                                   | <input type="checkbox"/>   | Exemple:                                    | Quantité:                              | <input type="checkbox"/> |
| Type de palpeur:                            | <input checked="" type="checkbox"/> ST   | Type de capteur:                            | <input checked="" type="checkbox"/> ST |                          |
| Longueur:                                   | <input type="checkbox"/> 2 m / 5 m / 10 m  | Longueur:                                   | <input type="checkbox"/> 2             |                          |
| Longueur de connexion:<br>Câble optique (m) | <input type="checkbox"/> Standard: 30 m  | Longueur de connexion:<br>Câble optique (m) | <input checked="" type="checkbox"/> 40 |                          |
| Mode de service:                            | <input type="checkbox"/> Permanent / <input checked="" type="checkbox"/> Dormant | Mode de service:                            | <input checked="" type="checkbox"/> S  |                          |



Test de température de la corde optique.

## Dessin CAO



# Extensomètre optique

# osmos

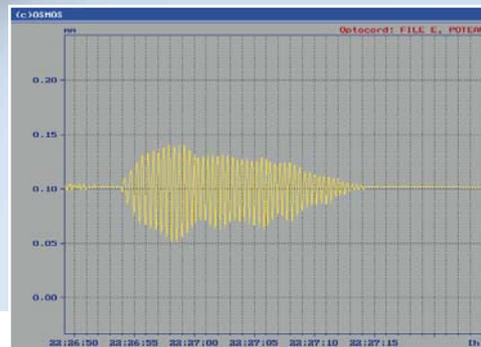
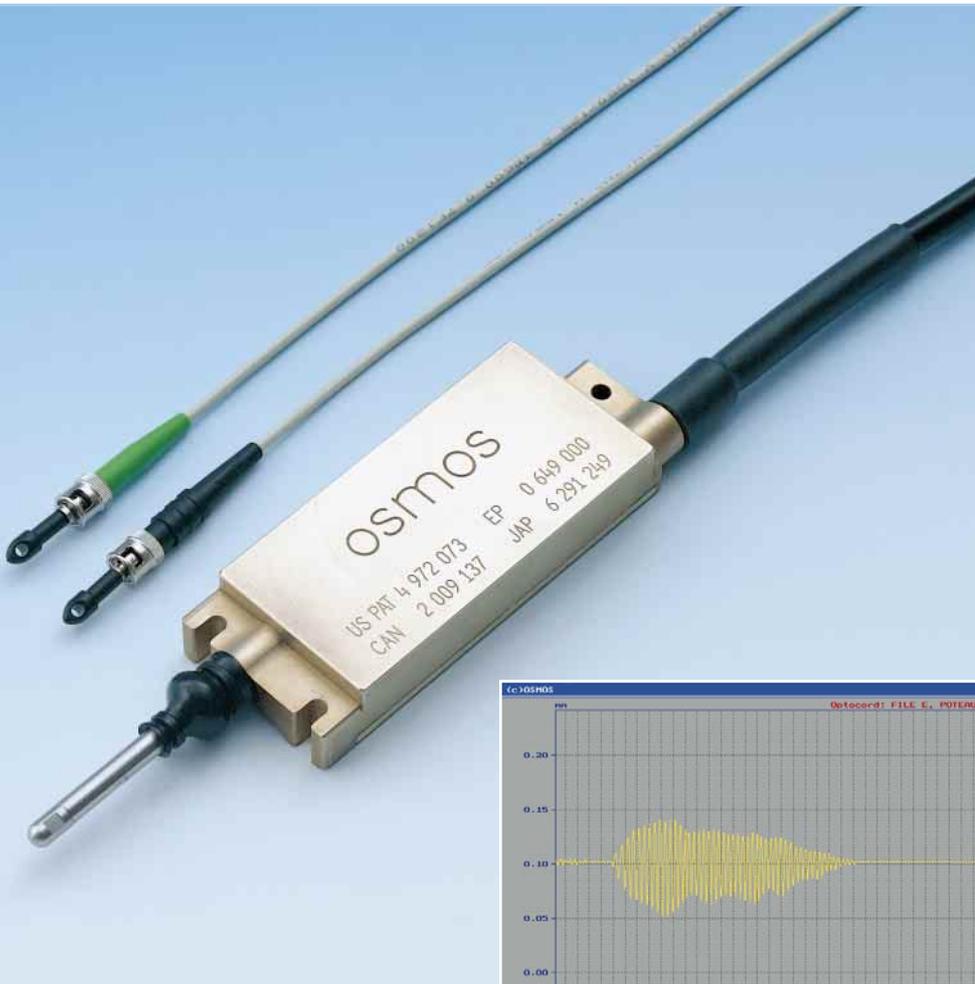
## Description

L'extensomètre optique est un capteur d'allongement à fibres optiques robuste et particulièrement précis.

Par sa forme compacte, il peut être utilisé pour la mesure de déformation ou les déplacements les plus divers jusqu'à 5 mm.

L'extensomètre optique capte les déformations à l'aide d'un palpeur et les convertit en un signal optique. La conversion du signal est réalisée selon un principe breveté OSMOS.

L'extensomètre optique est en mesure de saisir des valeurs tant statiques que dynamiques sur le court ou le long terme.

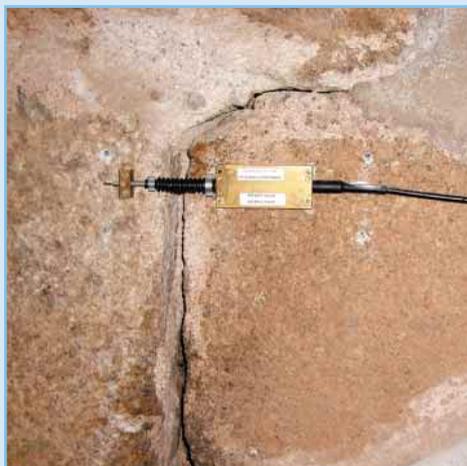


Exemple de mesure dynamique par extensomètre optique.

## Applications



Extensomètre sur une construction en bois.



Extensomètre sur une fissure.



Extensomètre servant de palpeur sur une construction métallique.

# Caractéristiques techniques

## Plage de mesure

|  |  |
|--|--|
| Plage de mesure:                         | 5 mm   |
| Base de mesure:                          | 0,1 m à 10 m   |
| Résolution:                              | 0,001 mm   |
| Précision de mesure:                     | typ. $\pm 0,002$ mm pour monitoring dynamique;<br>2 % de la valeur finale pour monitoring à long terme |
| Fréquence de mesure:                     | jusqu'à 100 Hz   |
| Reproductibilité:                        | 1 %  |
| Vitesse de réponse:                      | infinie (temps mort = zéro)  |
| Plage de température:                    | entre -40 °C et +60 °C, domaine de travail<br>entre -40 °C et +60 °C, stockage                         |
| Sensibilité à la température:            | $0,6 \times 10^{-6}$ m/K   |
| Stabilité, comportement à la fatigue:    | > 150 millions de cycles de mesure sans dérive   |
| CEM:                                     | insensible et neutre   |
| Durée de vie:                            | > 20 ans   |
| Connexion:                               | câble optique jusqu'à 1 km de long relié à la station de monitoring OSMOS                              |
| <i>Sans amplification intermédiaire:</i> | <i>câble optique gainé avec connecteurs pré-montés</i>   |

## Boîtier

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Dimensions [l x p x h]: | [120 x 46 x 20] mm  |
| Poids:                  | 525 g   |
| Palpeur:                | acier spécial, 50 mm de long avec demi-sphère $\pm 6$ mm ou adaptateur M5 |
| Matériau:               | laiton  |
| Protection:             | IP65  |

## Accessoires

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Palpeur:                         | 50 mm, sur demande<br>rallonge jusqu'à 10 m<br>par couplage ou boîte<br>à ressorts |
| Matériel de fixation<br>spécial: | sur demande  |

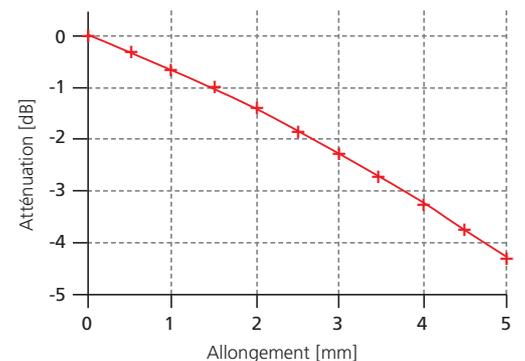
## Test

|                      |   |
|----------------------|---|
| Test aux vibrations: | 55 heures à 20 Hz,<br>$\pm 1$ mm -> sans dérive |
|----------------------|---|

## Commande

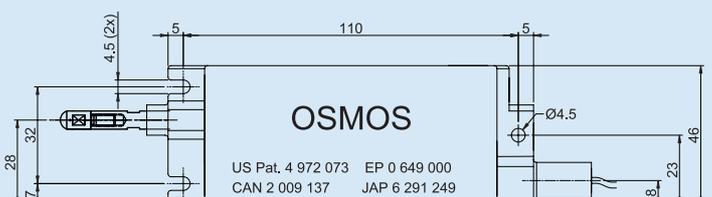
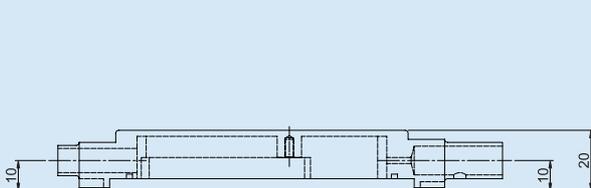
A remplir. Parmi les options, marquer dans la case correspondante les caractéristiques ou les chiffres concernés.

|   |   |  |
|---|---|--|
| Quantité:                                   | <input type="checkbox"/>  | <b>Exemple:</b><br>Quantité: <input type="checkbox"/> 1<br>Type de capteur: <input checked="" type="checkbox"/> EX<br>Application: <input type="checkbox"/> P<br>Base de mesure: <input type="checkbox"/> 0.5<br>Longueur de connexion: <input type="checkbox"/> 40<br>Mode de service: <input type="checkbox"/> P |
| Type de capteur:                            | <input checked="" type="checkbox"/> EX                                |  |
| Application:                                | <input type="checkbox"/> Fissure / <input type="checkbox"/> Palpeur   |  |
| Base de mesure:                             | <input type="checkbox"/> (0,1 à 10) m                                 |  |
| Longueur de connexion:<br>Câble optique (m) | <input type="checkbox"/> Standard: 30 m                               |  |
| Mode de service:                            | <input type="checkbox"/> Permanent / <input type="checkbox"/> Dormant |  |



Relation atténuation / allongement d'un extensomètre.

## Dessin CAO



# Station de monitoring

**osmos**

## Description

La mesure, le traitement et la présentation des signaux provenant des capteurs optiques OSMOS sont effectués par une unité de traitement spécialement développée à cet effet. Constituée de deux composants, le maître et l'esclave, elle présente une structure modulaire. L'esclave sert à saisir les valeurs de mesure provenant des capteurs et le maître permet le traitement et la présentation des données ainsi que la communication avec le monde extérieur. Un esclave peut recevoir jusqu'à quatre capteurs optiques OSMOS, jusqu'à quatre sondes de température et jusqu'à quatre capteurs non-OSMOS. Un maître peut recevoir jusqu'à cinq esclaves par l'intermédiaire d'un bus (RS 485). Quatre maîtres peuvent être reliés en réseau, de sorte qu'au total 20 esclaves avec 80 capteurs optiques, 80 sondes de température et 80 capteurs supplémentaires (par ex. la pression, l'humidité, le vent, l'inclinométrie) peuvent être mesurés et évalués simultanément.



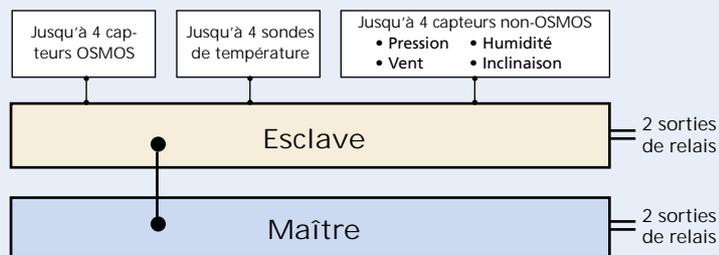
Station de monitoring dans coffret mural.



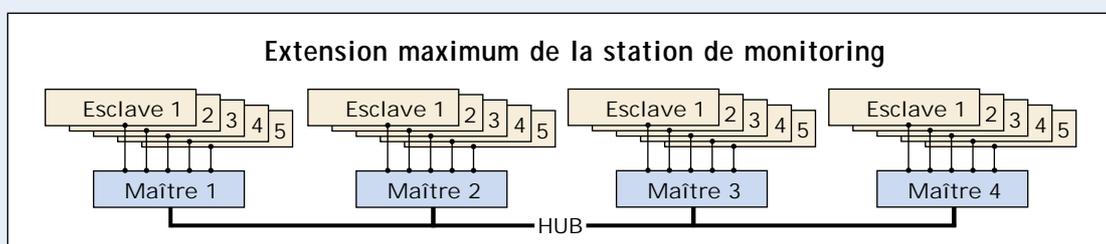
Station de monitoring, câblée.

## Applications

### Configuration minimum de la station de monitoring



### Extension maximum de la station de monitoring



# Caractéristiques techniques

## Maître et esclave

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Température ambiante:    | entre -40 °C et +60 °C  |
| Durée de vie:            | > 10 ans  |
| Alimentation de secours: | 24 V, 1,6 A avec contrôle de chargement pour batterie externe |
| Spécification:           | EN61010   |
| Armoire coffret:         | insert 19", en hauteur  |

## Maître

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Tension de service:   | 100 V à 260 V CA ou 24 V DC, puissance absorbée 30 W  |
| Sorties:              | 24 V, 1,6 A pour un esclave<br>interface Ethernet 10/100 Base T<br>interface série RS 232<br>modem analogique<br>2 relais, inverseur 24 V, 0,1 A  |
| Traitement de signal: | connexion de 5 esclaves max.<br>moyennes dynamiques, intervalle 10 ms à 1 s, configurable<br>mémoire annulaire 300 moyennes dynamiques, 3 s à 300 s<br>moyennes statiques 100 s à 86 400 s (1 jour), configurable |
| Alarmes:              | dynamique, statique avec 4 seuils, configurables<br>information locale par relais ou externe par e-mail, SMS, fax, traps SNMP, configurable   |
| Enregistrement:       | moyennes dynamiques ponctuelles ou dépassement de seuils<br>moyennes statiques comme standards  |
| Représentation:       | tableau de bord, graphe X-Y, polaire, tableau   |
| Communication:        | avec jusqu'à 3 maîtres supplémentaires, avec jusqu'à 5 esclaves<br>http, telnet, SNMP, SMTP, FTP, TCP/IP, PPP, SMS, fax   |
| Capacité mémoire:     | 40 Go<br>- pour mesure dynamique + extension maximale du maître suffisante pour 20 jours.<br>- pour mesure statique (1 valeur / heure) + extension maximale du maître suffisante pour 9 500 ans.                  |

## Esclave

|                     |  |
|---------------------|--|
| Tension de service: | 24 V DC, 1,6 A   |
| Entrées:            | 4 capteurs optiques, 2 à 39 dB, 25 dB dynamique, résolution 0,001 dB, précision 0,005 dB, fréquence de balayage 100 Hz<br>4 sondes de température Pt1000, résolution 0,1 °C, précision $\Delta T$ 0,1 °C, absolu 0,5 °C, fréquence de balayage 10 Hz<br>4 entrées de tension pour capteurs supplémentaires 0 V à 10 V CC, résolution 16 bits, fréquence de balayage 100 Hz |
| Sorties:            | interface RS 485, 2 relais, inverseur 24 V, 0,1 A  |

## Commande

A remplir. Parmi les options, marquer dans la case correspondante les caractéristiques ou les chiffres concernés.

|  |                                  |  |                                  |
|--|----------------------------------|--|----------------------------------|
| Quantité: <input type="text"/>           | Exemple: <input type="text"/>    | Quantité: <input type="text"/>           | Exemple: <input type="text"/>    |
| Type: <input type="checkbox"/> M Maître  | Quantité: <input type="text"/> 1 | Type: <input type="checkbox"/> E Esclave | Quantité: <input type="text"/> 1 |
| <input type="checkbox"/> avec Relais     | Type: <input type="checkbox"/> M | <input type="checkbox"/> avec Relais     | Type: <input type="checkbox"/> E |
| <input type="checkbox"/> sans Relais (Ø) | <input type="checkbox"/> R       | <input type="checkbox"/> sans Relais (Ø) | <input type="checkbox"/> R       |



# Calibration ST-1118

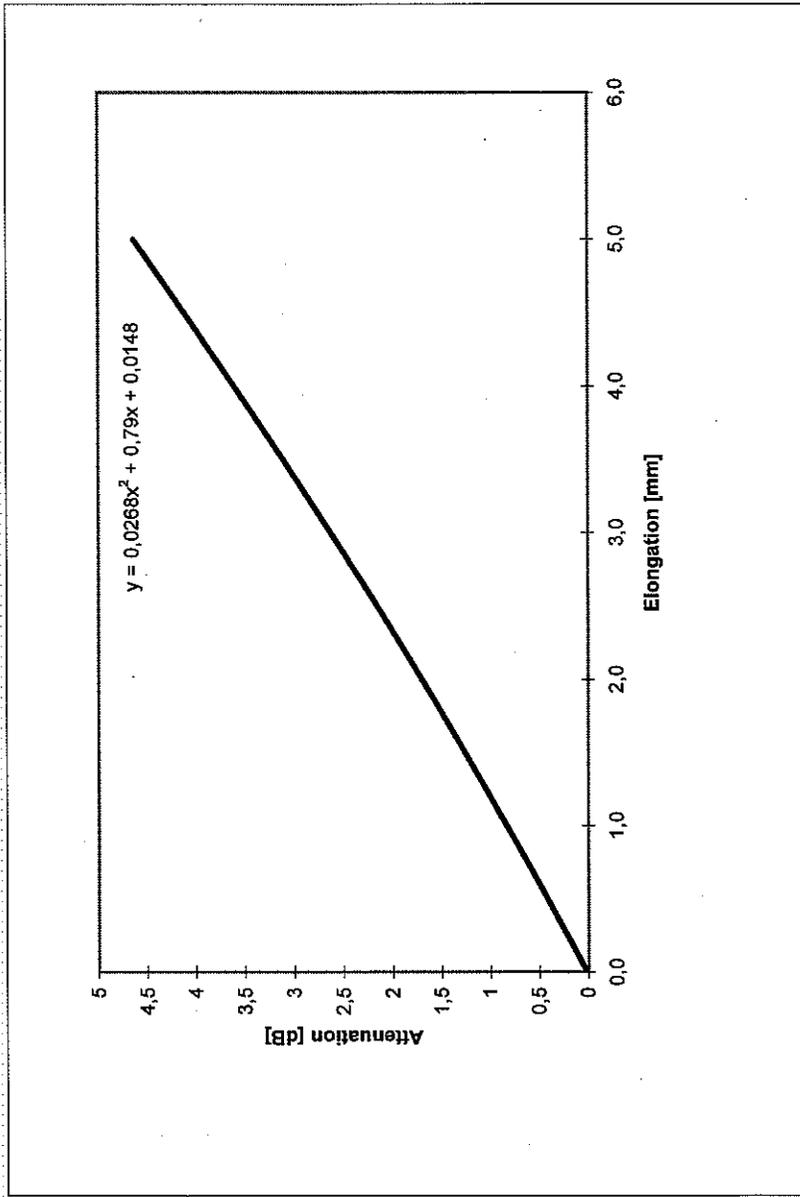
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0268 |
| b= | 0,7900 |
| c= | 0,0148 |

Working Point: **2,157 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,015            |
| 0,5             | 0,417            |
| 1,0             | 0,832            |
| 1,5             | 1,260            |
| 2,0             | 1,702            |
| 2,5             | 2,157            |
| 3,0             | 2,626            |
| 3,5             | 3,108            |
| 4,0             | 3,604            |
| 4,5             | 4,113            |
| 5,0             | 4,635            |

Project: Promotion Tour Eiffel    Sensor Length : 1 m

Info: Length of link cable: 40 m    pre-Pretension: 0,050 dB



Signature: *[Signature]*  
Date: 13.06.2009



# Calibration ST-1121

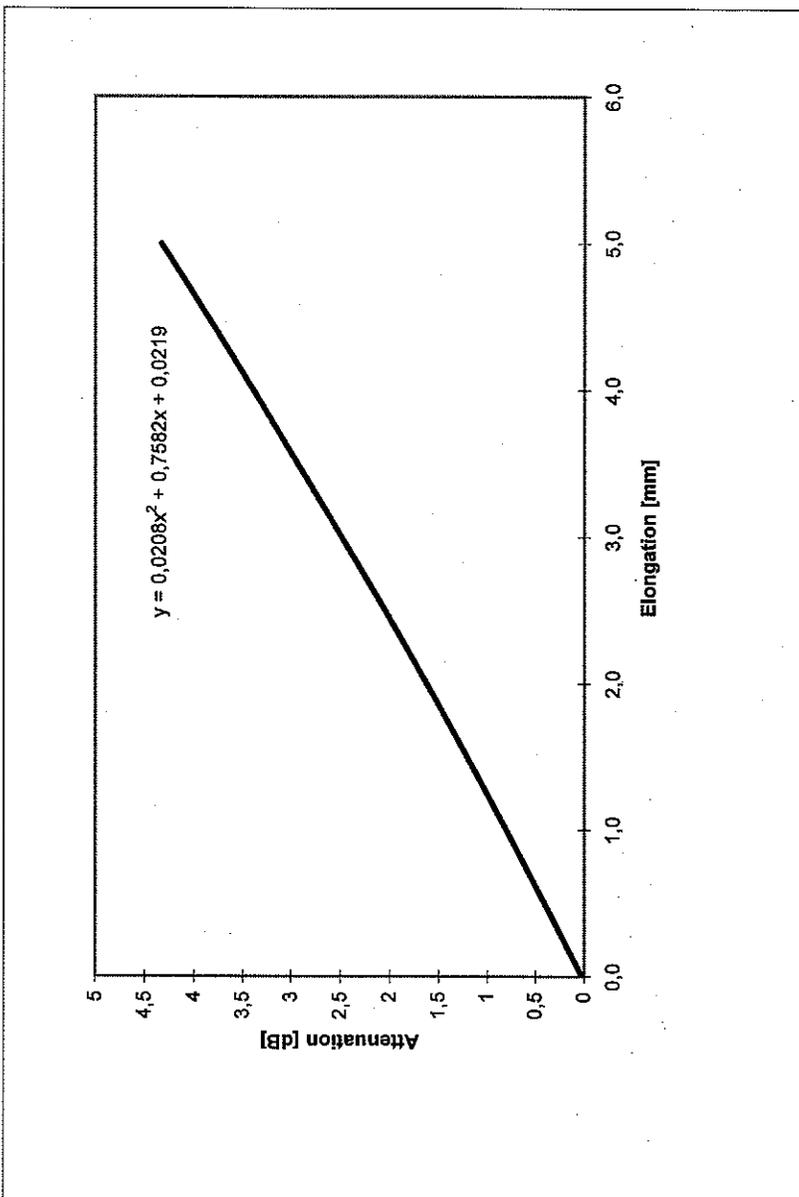
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0208 |
| b= | 0,7582 |
| c= | 0,0219 |

Working Point: **2,047 dB**

Project: Promotion Tour Eiffel    Sensor Length : 1 m

Info: Length of link cable: 40 m    pre-Pretension: 0,050 dB

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,022            |
| 0,5             | 0,406            |
| 1,0             | 0,801            |
| 1,5             | 1,206            |
| 2,0             | 1,621            |
| 2,5             | 2,047            |
| 3,0             | 2,484            |
| 3,5             | 2,930            |
| 4,0             | 3,387            |
| 4,5             | 3,855            |
| 5,0             | 4,333            |



Signature: *[Signature]*  
Date: 12.06.2009



# Calibration

## ST-1140

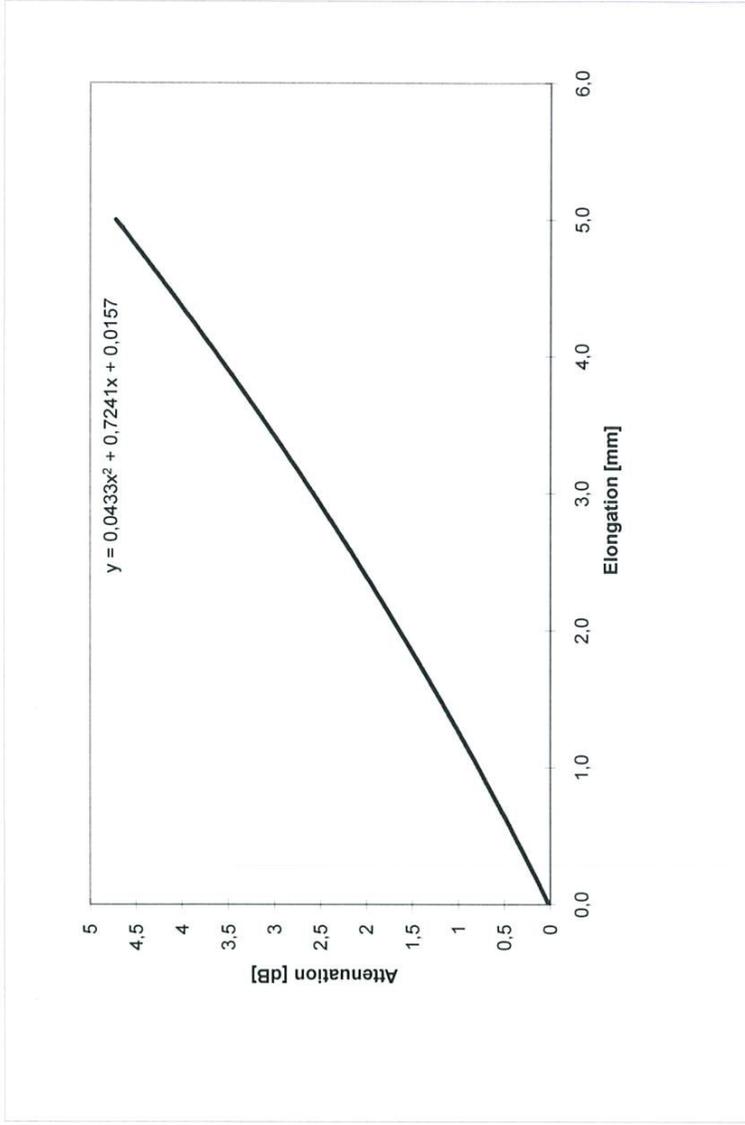
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0433 |
| b= | 0,7241 |
| c= | 0,0157 |

Working Point: **2,097 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,016            |
| 0,5             | 0,389            |
| 1,0             | 0,783            |
| 1,5             | 1,199            |
| 2,0             | 1,637            |
| 2,5             | 2,097            |
| 3,0             | 2,578            |
| 3,5             | 3,080            |
| 4,0             | 3,605            |
| 4,5             | 4,151            |
| 5,0             | 4,719            |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 30 m    pre-Pretension: 0,100 dB



Signature   
 Date 09/11/2009



# Calibration ST-1141

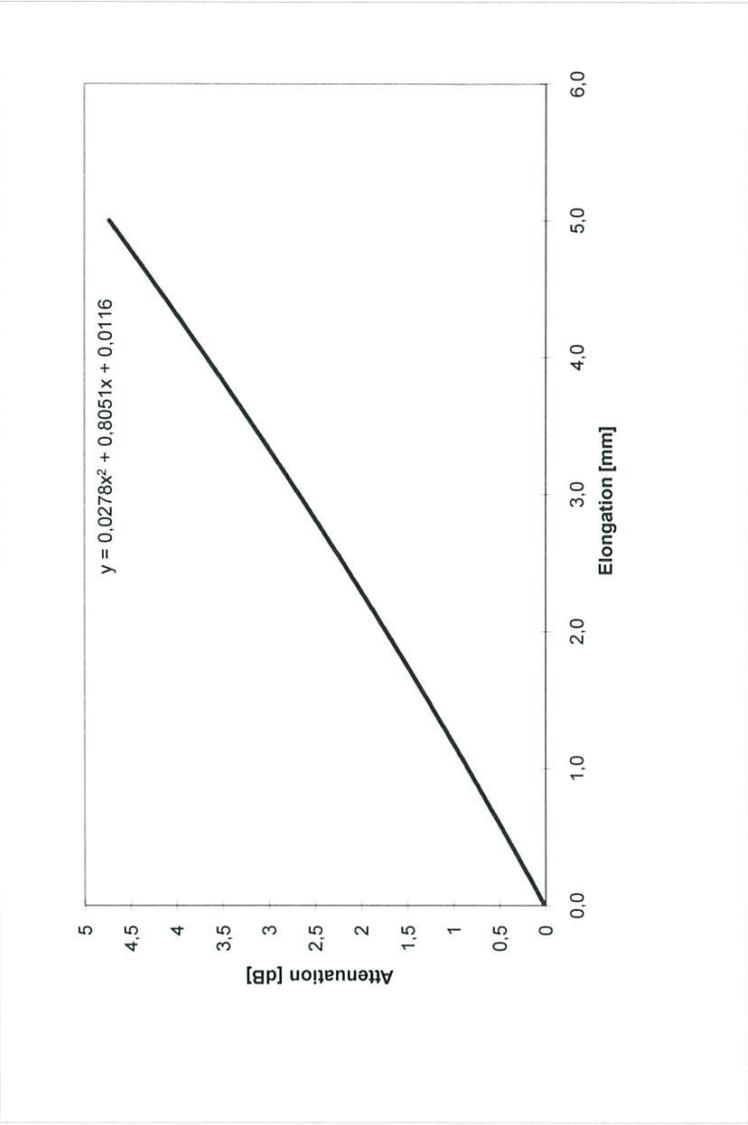
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0278 |
| b= | 0,8051 |
| c= | 0,0116 |

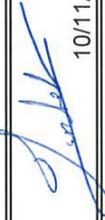
Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 30 m    pre-Pretension: 0,100 dB

Working Point: **2,198 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,012            |
| 0,5             | 0,421            |
| 1,0             | 0,845            |
| 1,5             | 1,282            |
| 2,0             | 1,733            |
| 2,5             | 2,198            |
| 3,0             | 2,677            |
| 3,5             | 3,170            |
| 4,0             | 3,677            |
| 4,5             | 4,198            |
| 5,0             | 4,732            |



Signature   
 Date 10/11/2009



# Calibration ST-1142

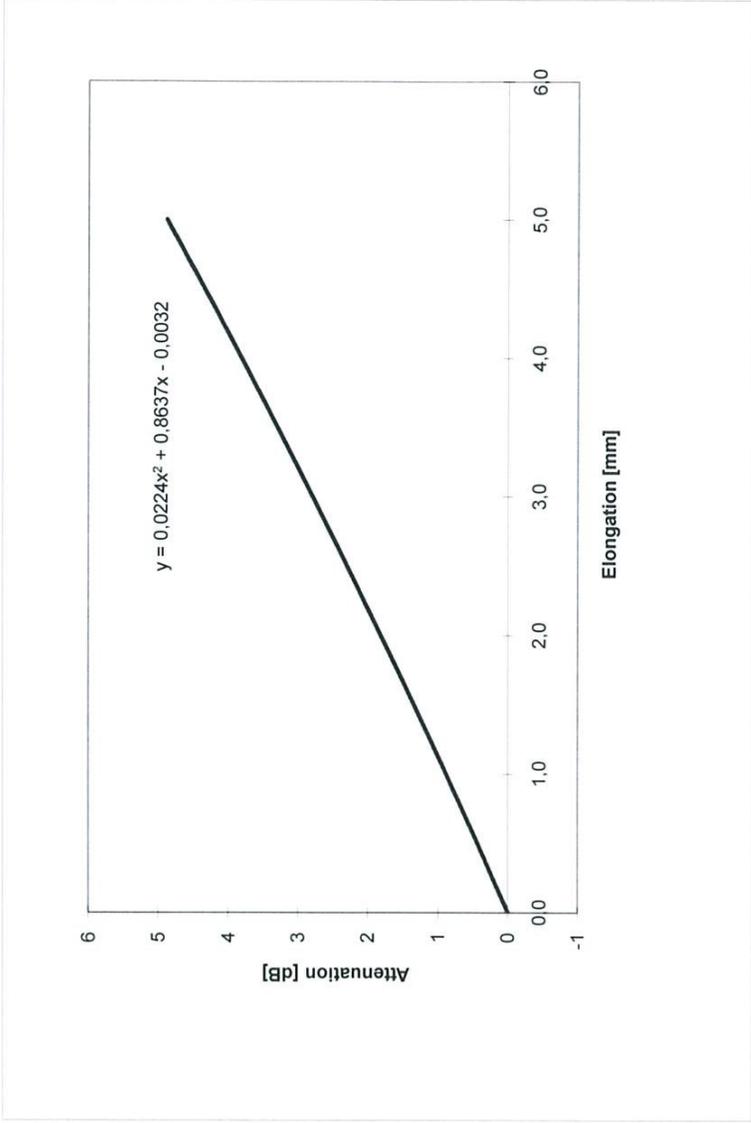
|    |         |
|----|---------|
| a= | 0,0224  |
| b= | 0,8637  |
| c= | -0,0032 |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 30 m    pre-Pretension: 0,100 dB

Working Point: **2,296 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | -0,003           |
| 0,5             | 0,434            |
| 1,0             | 0,883            |
| 1,5             | 1,343            |
| 2,0             | 1,814            |
| 2,5             | 2,296            |
| 3,0             | 2,789            |
| 3,5             | 3,294            |
| 4,0             | 3,810            |
| 4,5             | 4,337            |
| 5,0             | 4,875            |



Signature    Date 10/11/2009



# Calibration ST-1145

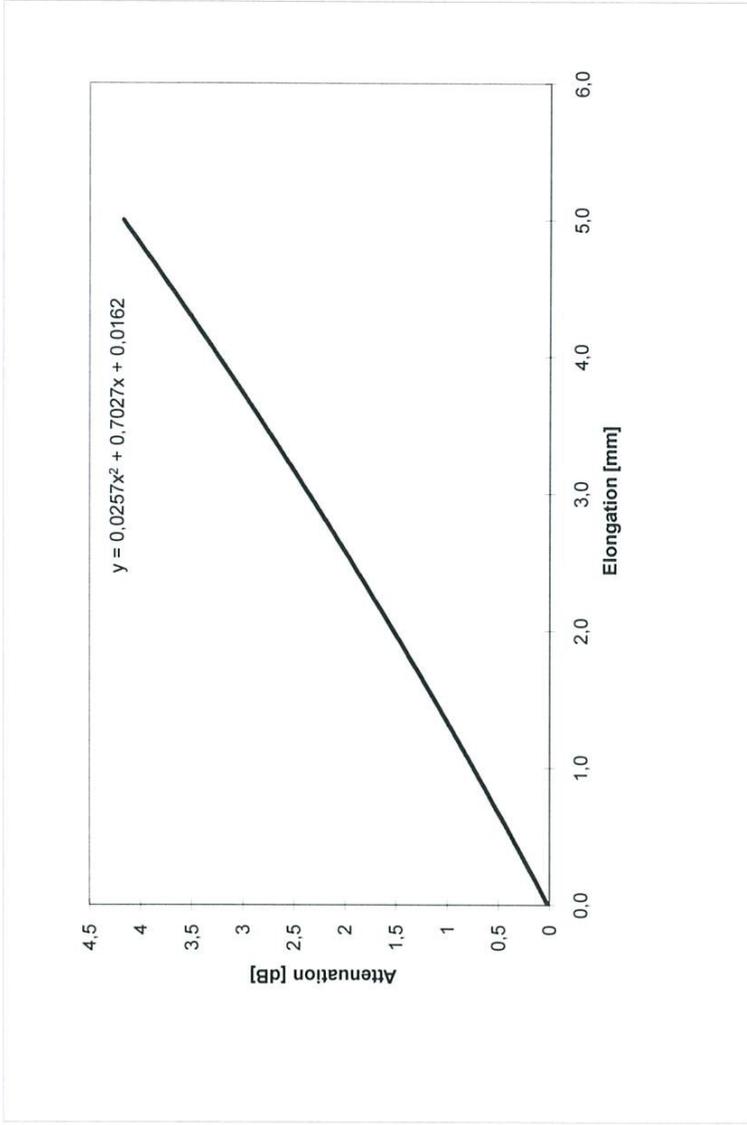
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0257 |
| b= | 0,7027 |
| c= | 0,0162 |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 35 m    pre-Pretension: 0,100 dB

Working Point: **1,934 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,016            |
| 0,5             | 0,374            |
| 1,0             | 0,745            |
| 1,5             | 1,128            |
| 2,0             | 1,524            |
| 2,5             | 1,934            |
| 3,0             | 2,356            |
| 3,5             | 2,790            |
| 4,0             | 3,238            |
| 4,5             | 3,699            |
| 5,0             | 4,172            |



Signature   
 Date 10/11/2009



# Calibration ST-1146

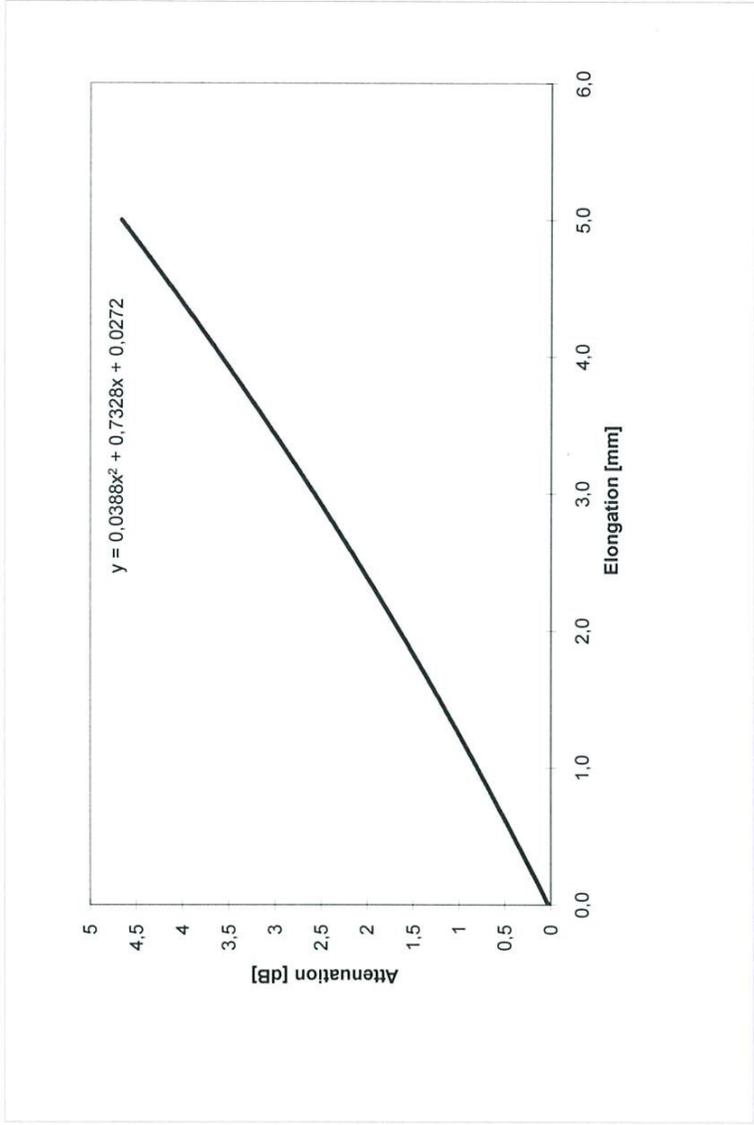
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0388 |
| b= | 0,7328 |
| c= | 0,0272 |

Working Point: **2,102 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,027            |
| 0,5             | 0,403            |
| 1,0             | 0,799            |
| 1,5             | 1,214            |
| 2,0             | 1,648            |
| 2,5             | 2,102            |
| 3,0             | 2,575            |
| 3,5             | 3,067            |
| 4,0             | 3,579            |
| 4,5             | 4,111            |
| 5,0             | 4,661            |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 35 m    pre-Pretension: 0,100 dB



Signature

Date 10/11/2009



# Calibration

ST-1147

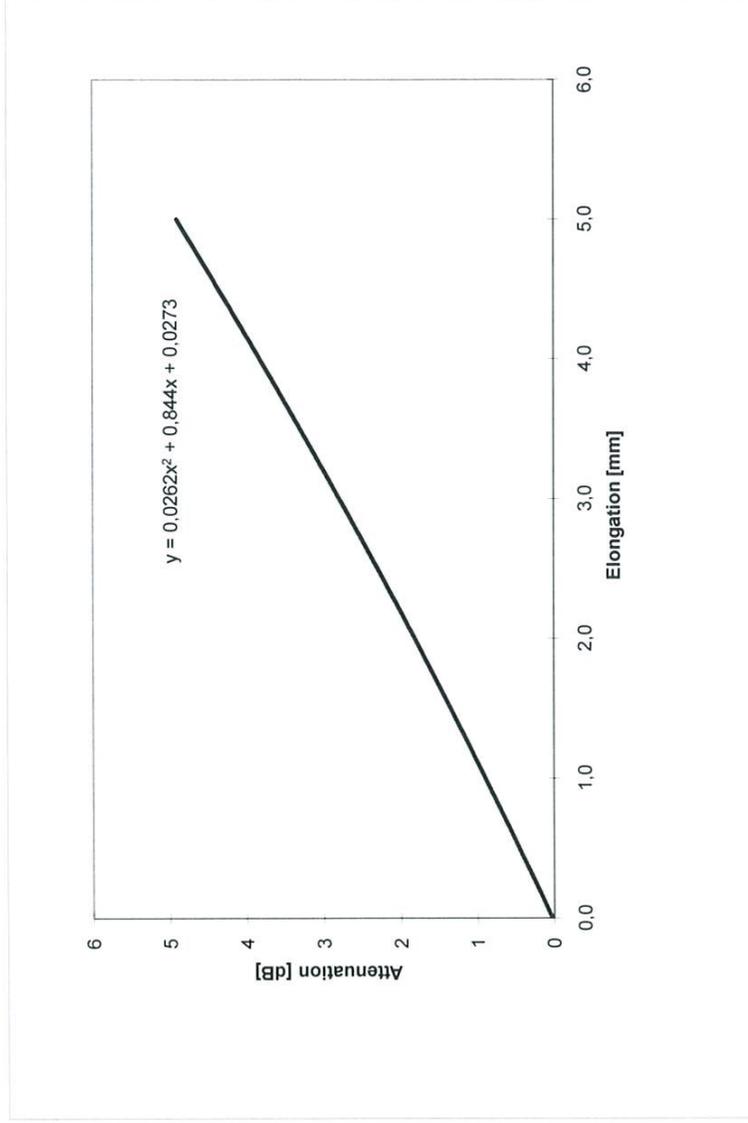
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0262 |
| b= | 0,8440 |
| c= | 0,0273 |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 35 m    pre-Pretension: 0,100 dB

Working Point: 2,301 dB

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,027            |
| 0,5             | 0,456            |
| 1,0             | 0,897            |
| 1,5             | 1,352            |
| 2,0             | 1,820            |
| 2,5             | 2,301            |
| 3,0             | 2,795            |
| 3,5             | 3,302            |
| 4,0             | 3,822            |
| 4,5             | 4,356            |
| 5,0             | 4,902            |



Signature   
 Date 10/11/2009



# Calibration ST-1148

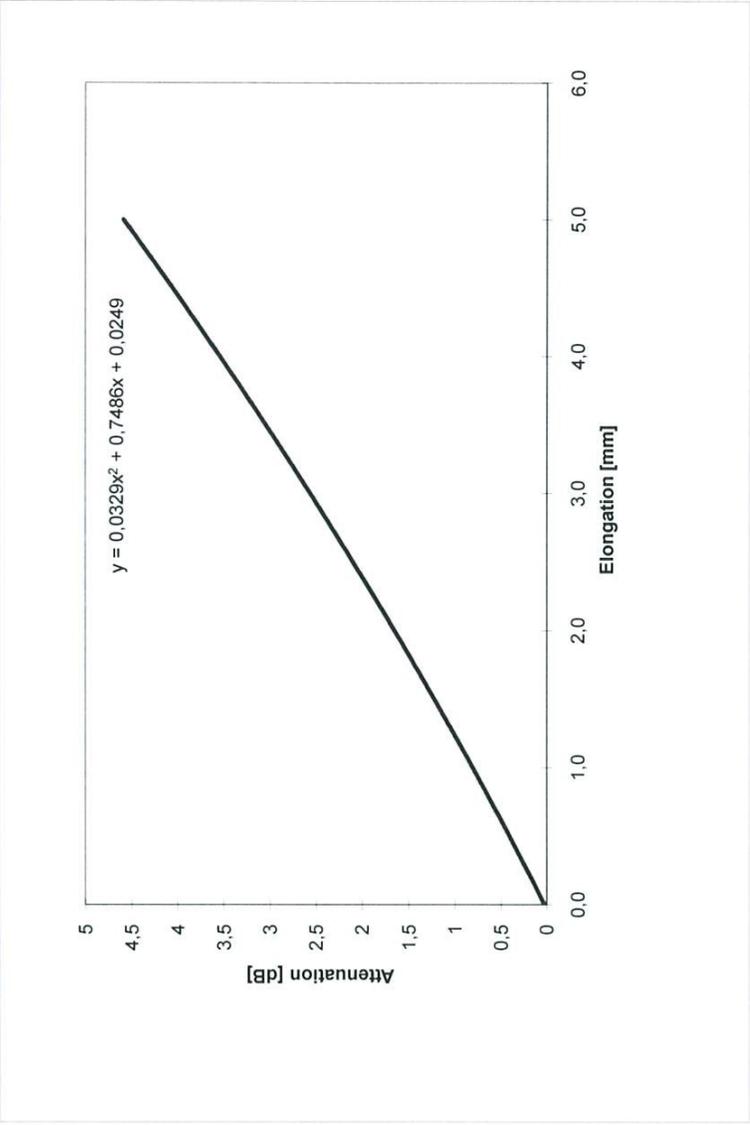
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0329 |
| b= | 0,7486 |
| c= | 0,0249 |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 35 m    pre-Pretension: 0,100 dB

Working Point: **2,102 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,025            |
| 0,5             | 0,407            |
| 1,0             | 0,806            |
| 1,5             | 1,222            |
| 2,0             | 1,654            |
| 2,5             | 2,102            |
| 3,0             | 2,567            |
| 3,5             | 3,048            |
| 4,0             | 3,546            |
| 4,5             | 4,060            |
| 5,0             | 4,590            |



Signature    Date 10/11/2009



# Calibration ST-1149

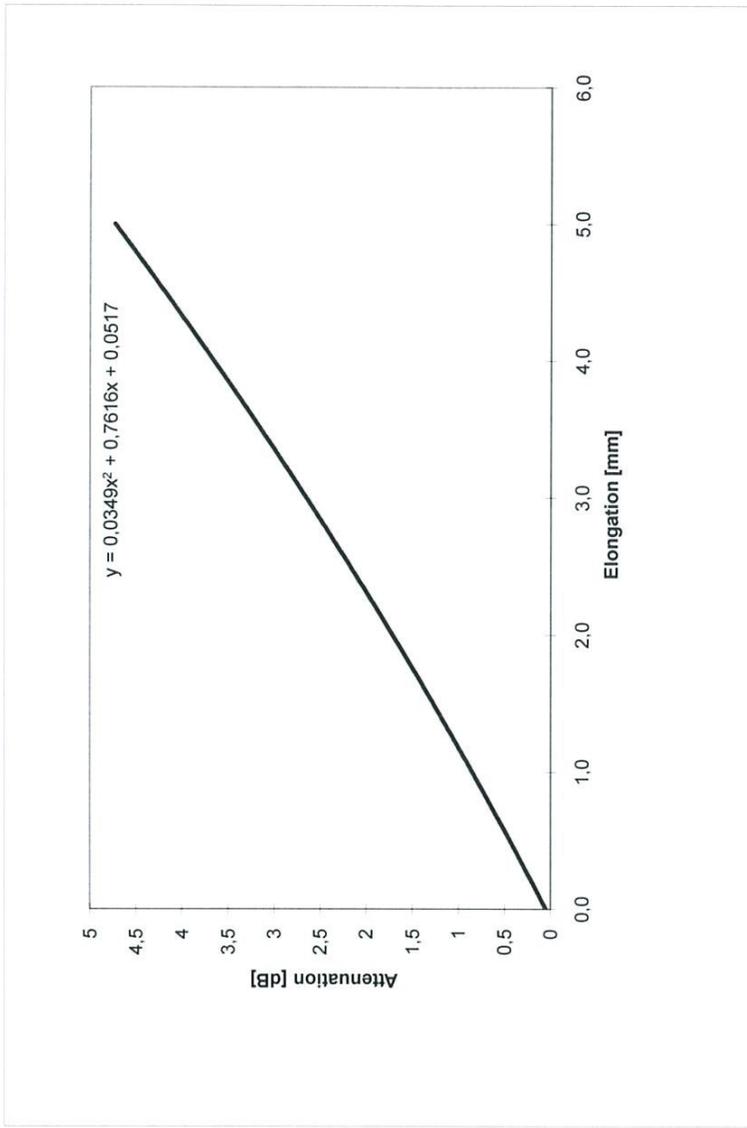
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0349 |
| b= | 0,7616 |
| c= | 0,0517 |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 35 m    pre-Pretension: 0,100 dB

Working Point: **2,174 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0,0             | 0,052            |
| 0,5             | 0,441            |
| 1,0             | 0,848            |
| 1,5             | 1,273            |
| 2,0             | 1,715            |
| 2,5             | 2,174            |
| 3,0             | 2,651            |
| 3,5             | 3,145            |
| 4,0             | 3,657            |
| 4,5             | 4,186            |
| 5,0             | 4,732            |



Signature   
 Date 10/11/2009



# Calibration ST-1150

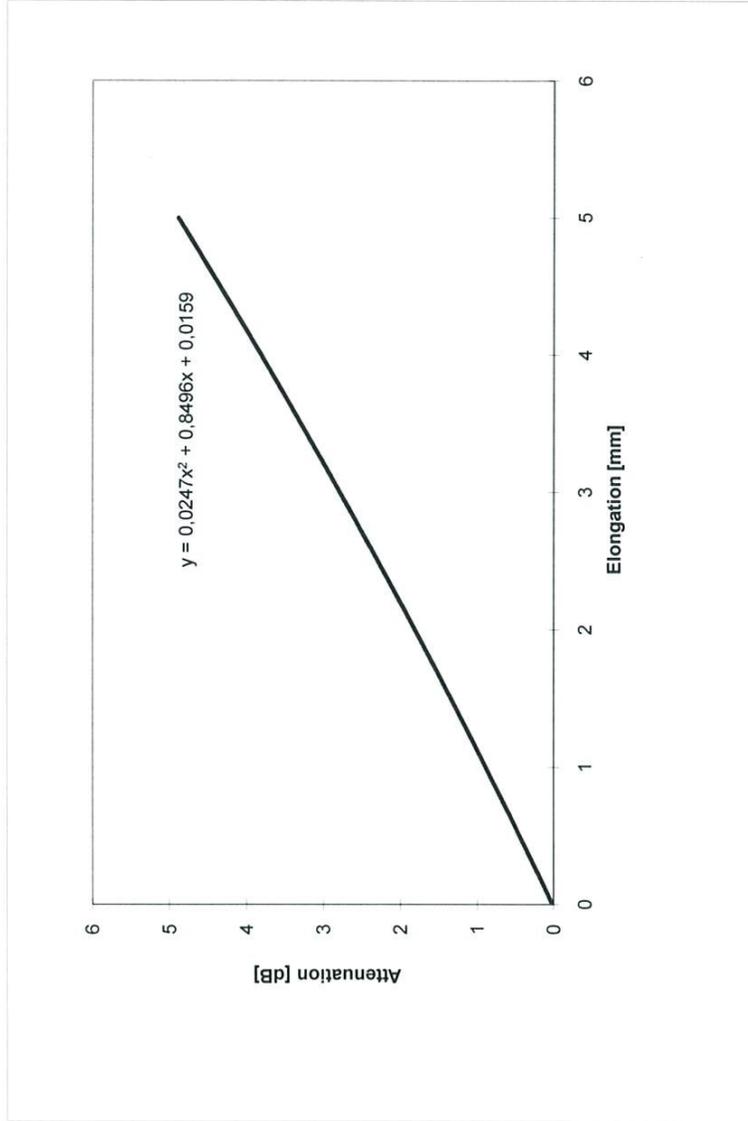
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0247 |
| b= | 0,8496 |
| c= | 0,0159 |

Working Point: **2,294**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0               | 0,016            |
| 0,5             | 0,447            |
| 1               | 0,890            |
| 1,5             | 1,346            |
| 2               | 1,814            |
| 2,5             | 2,294            |
| 3               | 2,787            |
| 3,5             | 3,292            |
| 4               | 3,810            |
| 4,5             | 4,339            |
| 5               | 4,881            |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 30 m    pre-Pretension: 0,100



Signature:   
 Date: 17/11/2009



# Calibration ST-1151

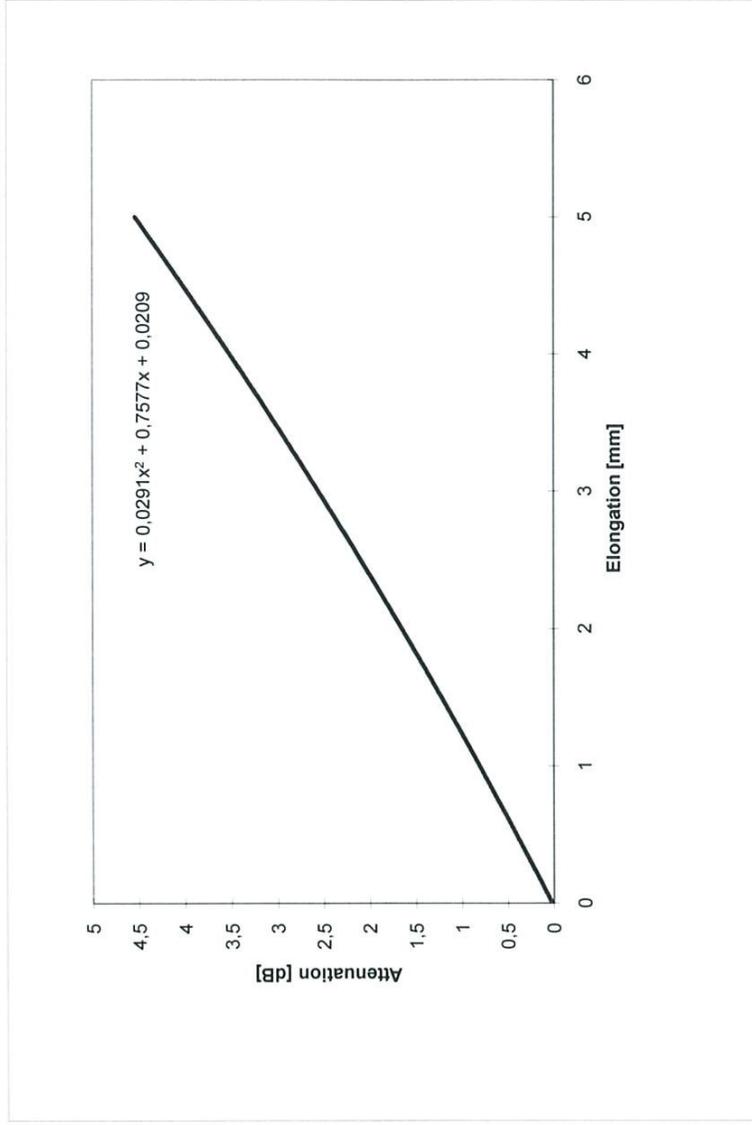
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0291 |
| b= | 0,7577 |
| c= | 0,0209 |

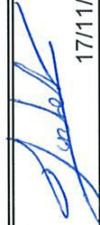
Working Point: **2,097**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0               | 0,021            |
| 0,5             | 0,407            |
| 1               | 0,808            |
| 1,5             | 1,223            |
| 2               | 1,653            |
| 2,5             | 2,097            |
| 3               | 2,556            |
| 3,5             | 3,029            |
| 4               | 3,517            |
| 4,5             | 4,020            |
| 5               | 4,537            |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 30 m    pre-Pretension: 0,100



Signature   
 Date 17/11/2009



# Calibration ST-1152

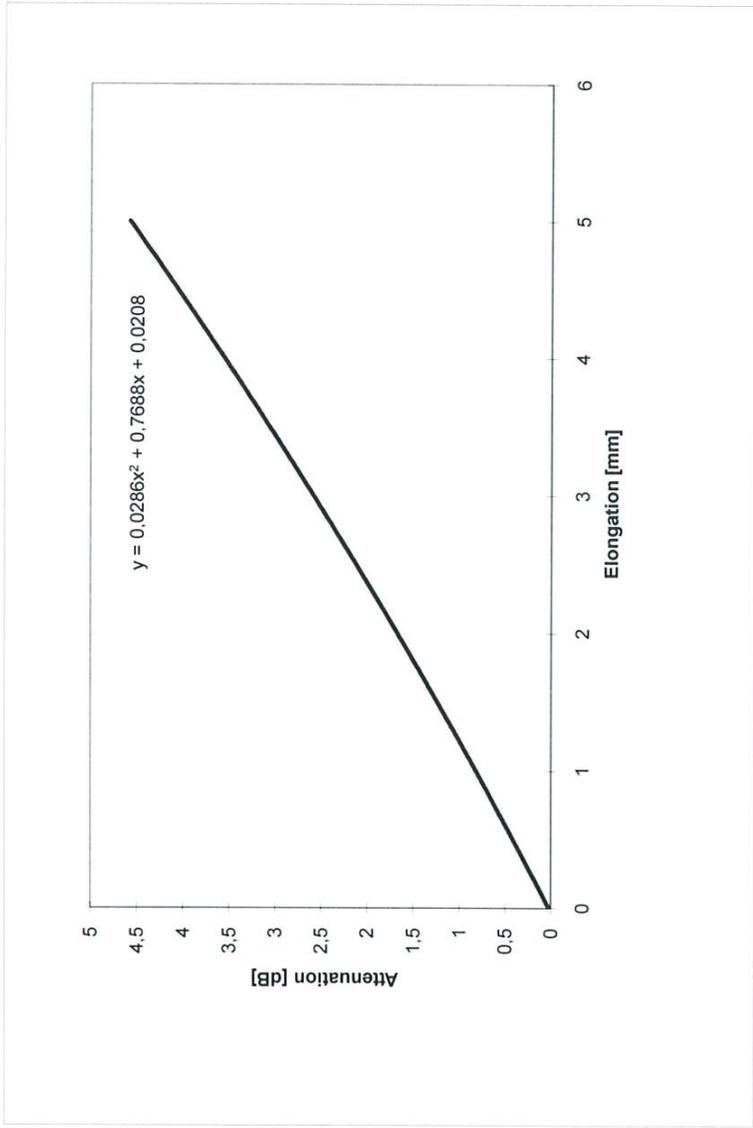
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0286 |
| b= | 0,7688 |
| c= | 0,0208 |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 35 m    pre-Pretension: 0,100

Working Point: **2,122**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0               | 0,021            |
| 0,5             | 0,412            |
| 1               | 0,818            |
| 1,5             | 1,238            |
| 2               | 1,673            |
| 2,5             | 2,122            |
| 3               | 2,585            |
| 3,5             | 3,062            |
| 4               | 3,554            |
| 4,5             | 4,060            |
| 5               | 4,580            |



Signature   
 Date 17/11/2009



# Calibration ST-1153

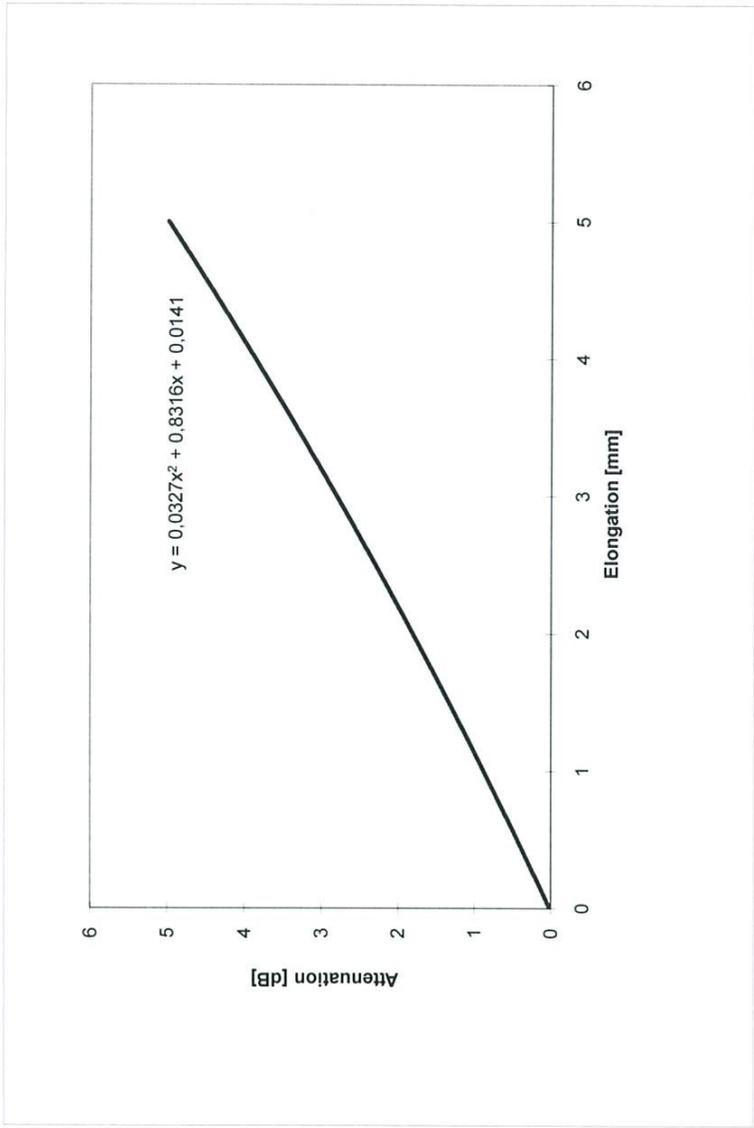
|    |        |
|----|--------|
| a= | 0,0327 |
| b= | 0,8316 |
| c= | 0,0141 |

Project: Stock Osmos Canada    Sensor Length : 1 m

Info    Length of link cable: 35 m    pre-Pretension: 0,100

Working Point: **2,297**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0               | 0,014            |
| 0,5             | 0,438            |
| 1               | 0,878            |
| 1,5             | 1,335            |
| 2               | 1,808            |
| 2,5             | 2,297            |
| 3               | 2,803            |
| 3,5             | 3,325            |
| 4               | 3,864            |
| 4,5             | 4,418            |
| 5               | 4,990            |



Signature   
 Date 17/11/2009



# Calibration EX-807

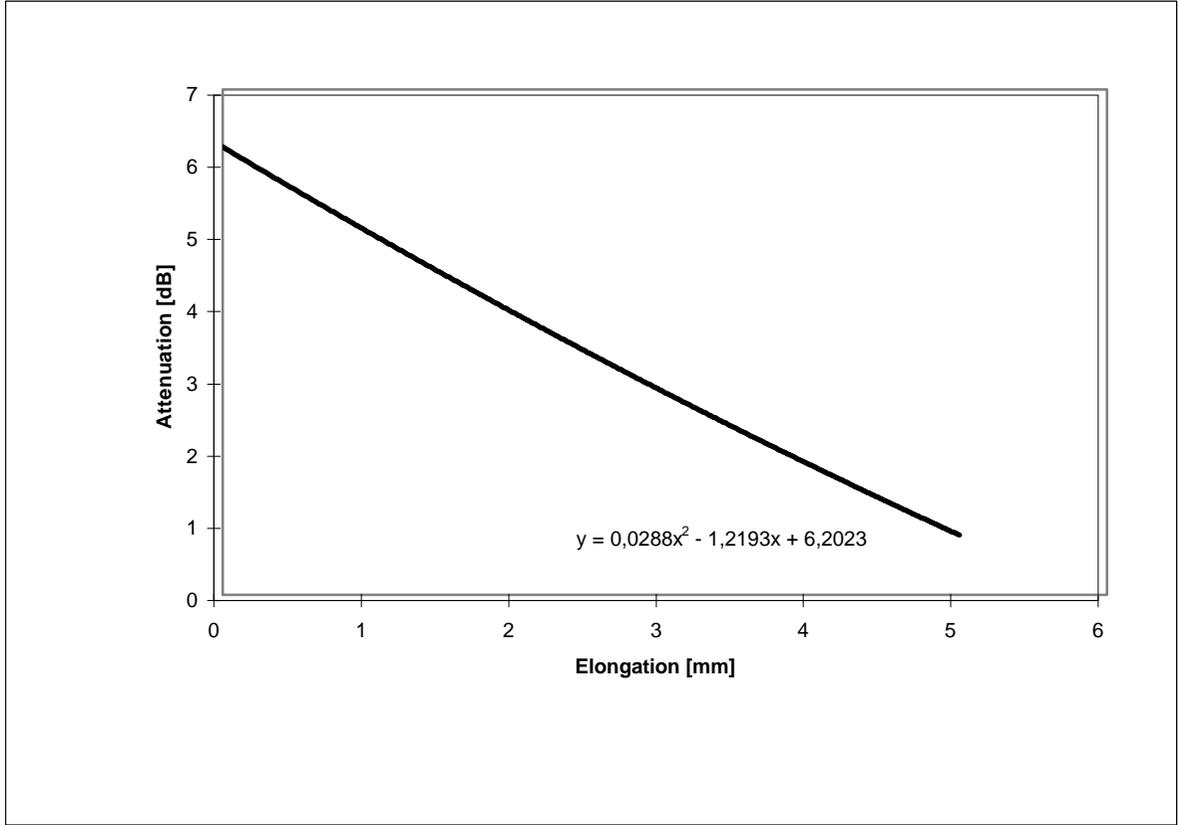
Project: Station de Metro Berri-UQUA

|    |         |
|----|---------|
| a= | 0,0288  |
| b= | -1,2193 |
| c= | 6,2023  |

Info    Length of link cable:    30 m    pre-Pretension:    0,20 dB

Working Point:    **3,33 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0               | 6,202            |
| 0,5             | 5,600            |
| 1               | 5,012            |
| 1,5             | 4,438            |
| 2               | 3,879            |
| 2,5             | 3,334            |
| 3               | 2,804            |
| 3,5             | 2,288            |
| 4               | 1,786            |
| 4,5             | 1,299            |
| 5               | 0,826            |



Signature \_\_\_\_\_  
Date 26.03.2009



# Calibration EX-810

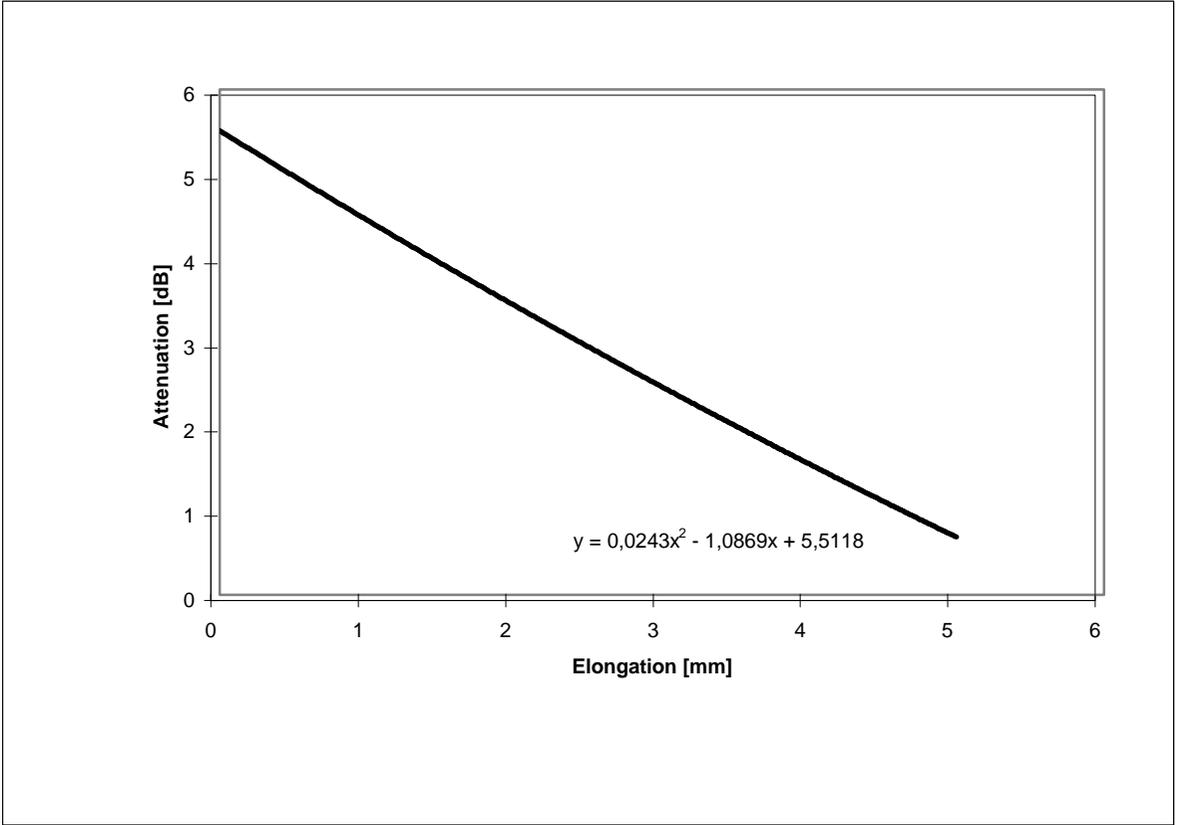
Project: Station de Metro Berri-UQUA

|    |         |
|----|---------|
| a= | 0,0243  |
| b= | -1,0869 |
| c= | 5,5118  |

Info    Length of link cable:    30 m    pre-Pretension:    0,20 dB

Working Point:    **2,95 dB**

| Elongation [mm] | Attenuation [dB] |
|-----------------|------------------|
| 0               | 5,512            |
| 0,5             | 4,974            |
| 1               | 4,449            |
| 1,5             | 3,936            |
| 2               | 3,435            |
| 2,5             | 2,946            |
| 3               | 2,470            |
| 3,5             | 2,005            |
| 4               | 1,553            |
| 4,5             | 1,113            |
| 5               | 0,685            |



Signature \_\_\_\_\_  
Date 27.03.2009



Accelerometers of high overload resistance with integrated electronics for dynamic measurement of vibration and acceleration in the frequency range 1Hz to several kHz

## Features

- very high overload resistance
- insensitive to interference by magnetic and electric fields
- multiple housing options
- light weight
- linear frequency response with little or no resonant peak at upper cut-off frequency
- low non-linearity
- small lower cut-off frequency
- high signal-to-noise ratio
- hermetically sealed
- low transverse sensitivity
- high long-term stability
- integrated sensor electronics
- low output impedance
- long connection lines possible

## Description

The dynamic accelerometers BDK3, BDK10, and BDK100 are capacitive spring-mass accelerometers with integrated sensor electronics. Resonant peaks are minimized by dynamic gas damping in the primary transformer.

The sensor electronics require only minimal power and are in conjunction with the capacitive primary transformer characterized by low error and high long-term stability.

## Application

The accelerometers BDK3, BDK10 and BDK100 are used for applications requiring high overload resistance, high long-term stability, small lower cut-off frequency, light weight and low power consumption. Typical applications include:

- measurements on vehicles, machinery, buildings and plants for process control and error diagnosis
- seismic measurements
- vibration measurements
- safety engineering
- dynamic measurement of position and velocity

## Technical Specifications

| Type                                  | BDK3   | BDK10                           | BDK100                            |
|---------------------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------------|
| Measuring range                       | ±3g (ca.±30m/s <sup>2</sup> )                    | ±10g (ca.±100m/s <sup>2</sup> ) | ±100g (ca.±1000m/s <sup>2</sup> ) |
| Resolution                            | <10 <sup>-3</sup> g                              | <5·10 <sup>-3</sup> g           | <5·10 <sup>-2</sup> g             |
| Frequency range                       | 1....300Hz                                       | 1....800Hz                      | 1....1500Hz                       |
| Sensitivity at U <sub>b</sub> = 5Volt | appr.150mV/g                                     | appr.60mV/g                     | appr.15mV/g                       |
| Temperature drift of sensitivity      | <+6·10 <sup>-2</sup> % / K                       |                                 |                                   |
| Temperature drift of zero point       | <0.1mV/K   |                                 |                                   |
| Zero offset                           | (2.5±0.1)Volt - generally: 0.5U <sub>b</sub> ±4% |                                 |                                   |
| Output impedance                      | approx. 100 Ohm                                  |                                 |                                   |
| Linearity deviation                   | <1%  |                                 |                                   |

SEIKA Mikrosystemtechnik GmbH - Eilharter Str.10 - D-87435 Kempten - Tel: 0831-25532 Fax: 0831-25534

Internet: <http://www.seika.de> - <http://www.seika.net> - Email: [seika@seika.de](mailto:seika@seika.de)

|  |  |
|--|--|
| Transverse sensitivity   | <1%  |
| Mechanical overload resistance in direction of measurement               | approx.10 000g (appr.100 000m/s <sup>2</sup> ) !   |
| Nominal supply voltage (regulated)                                       | U <sub>bN</sub> = 5Volt  |
| Permissible supply voltage range   | U <sub>bz</sub> = 2V ... 16V   |
| Current drawn at U <sub>b</sub> = 5V                                     | approx. 2mA  |
| Degree of protection   | IP65   |
| Operating temperature  | -40°C ... +85°C  |
| Storage temperature  | -45°C ... +90°C  |
| Weight in stainless steel housing with thread without cable              | approx. 17Gramm  |
| Weight in small housing without cable                                    | approx. 7Gramm   |
| Standard electrical connection   | 3 highly flexible, color-coded wires ø1mm length approx.18 cm (special lengths on request)   |
| Alternative electrical connection for sensors in stainless steel housing | 0.5m strong, flexible, shielded cable, 2 wires + shield, ø2.1mm (special lengths on request) |

on request: Special design for very low power consumption up to 30µA

### Dimensions (in mm) and Connections

**Housing type 1**

Cable connections:  
red: U<sub>b</sub>:+5V (stable)  
blue: output signal  
shield: GND, (-U<sub>b</sub>)  
Housing isolated from electronics  
Cable or 3 wire connection

3 wire connections:  
red: U<sub>b</sub>:+5V (stable)  
white: output signal  
blue: GND, (-U<sub>b</sub>)  
Housing isolated from electronics

**Housing type 2**

3 wire connections:  
red: U<sub>b</sub>:+5V (stable)  
white: output signal  
blue: GND, (-U<sub>b</sub>), housing

**Caution! Do not reverse operating voltage polarity!**

## CALIBRATION SHEET

Sensortyp: Accelerometer  BDK3 ( $\pm 3g$ ),  BDK10 ( $\pm 10g$ ),  BDK100 ( $\pm 100g$ ):

|                      |            |      |
|----------------------|------------|------|
| Series-No.:          | 8512       |      |
| Offset Voltage:      | 2,489      | Volt |
| Sensitivity:         | 157        | mV/g |
| With power supply:   | 5          | Volt |
| Measuring frequency: | 80         | Hz   |
| Measuring direction: | horizontal |      |

### Connections

|                 |        |                 |
|-----------------|--------|-----------------|
| <b>3 wires:</b> | Red    | +4 ... +16 Volt |
|                 | White  | Signal output   |
|                 | Blue   | GND             |
| <b>Cable:</b>   | Red    | +4 ... +16 Volt |
|                 | Blue   | Signal output   |
|                 | Shield | GND             |

Datum: 03.11.2009 Signatur:



## CALIBRATION SHEET

Sensortyp: Accelerometer  BDK3 ( $\pm 3g$ ),  BDK10 ( $\pm 10g$ ),  BDK100 ( $\pm 100g$ ):

|                      |                   |      |
|----------------------|-------------------|------|
| Series-No.:          | 8510              |      |
| Offset Voltage:      | 2,495             | Volt |
| Sensitivity:         | 146               | mV/g |
| With power supply:   | 5                 | Volt |
| Measuring frequency: | 80                | Hz   |
| Measuring direction: | <i>horizontal</i> |      |

### Connections

|                 |        |                 |
|-----------------|--------|-----------------|
| <b>3 wires:</b> | Red    | +4 ... +16 Volt |
|                 | White  | Signal output   |
|                 | Blue   | GND             |
| <b>Cable:</b>   | Red    | +4 ... +16 Volt |
|                 | Blue   | Signal output   |
|                 | Shield | GND             |

Datum: 03.11.2009    Signatur: 

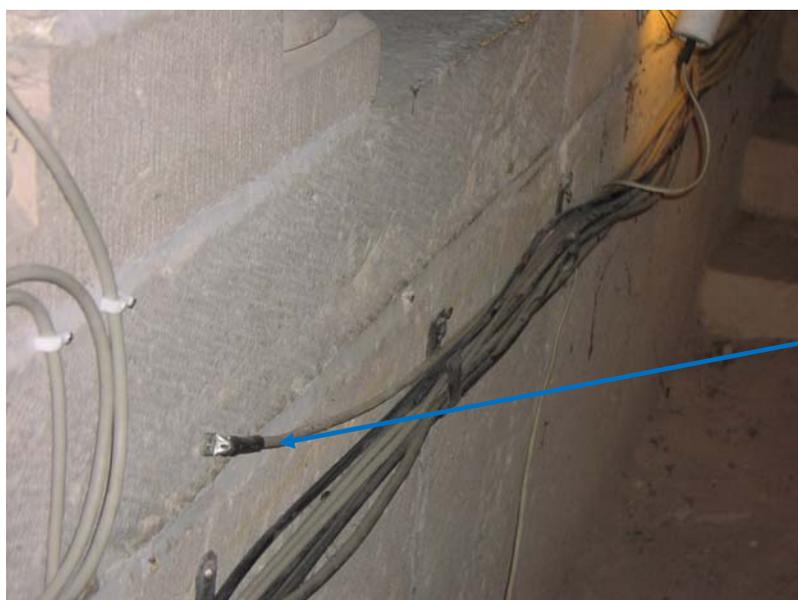
## SONDE DE TEMPERATURE OSMOS

TYPE : PT-1000

### Caractéristiques :

|  |   |
|--|---|
| Spécification                              | DIN EN 60751  |
| Plage de mesure                            | -50 °C à +150 °C  |
| Coefficient de température                 | 3850 ppm/K  |
| Stabilité à Long terme                     | Dérive maximale de 0,06 % sur 1000 heures à +150 °C<br>Dérive maximale de 0,04 % sur 1000 heures à -55 °C |
| Réchauffement interne                      | 0,2 K/mW  |
| Temps de réponse                           | Ambiante à vitesse de l'air à 2 m/s :<br>$t_{0,5} = 8$ sec  |
| Inflammabilité                             | UL94-V0   |
| Spécifications de la résistance de contact | 20 °C : $5 \times 10^{16} \Omega \text{ cm}$<br>150 °C : $5 \times 10^{13} \Omega \text{ cm}$             |

2 Types : Sonde Ambiante ou Sonde Vissée.



*Ci-contre : Exemple de sonde de température vissée sur maçonnerie*

|   |                  |                      |                               |
|---|------------------|----------------------|-------------------------------|
| <br>La sécurité des structures | Version 1.0      | SONDE DE TEMPERATURE | Destinataire :<br>Affiliés    |
|   | Réd : Dpt. Prod. |                      |                               |
|   | Mars 2010        |                      | © OSMOS / Loi du 11 Mars 1957 |

**DELMHORST MOISTURE TRANSMITTERS**  
**MODELS MTC-60 AND MTV-60 FOR WOOD**

The Delmhorst moisture transmitters measure moisture in wood or other hygroscopic materials (in conjunction with any Delmhorst electrode) and generate either a current (MTC-60) or voltage output (MTV-60). The transmitters do not have a display. They use a 4-wire transmission method (i.e., DC voltage is brought in to power the unit by a separate wire from the wire used to carry the voltage or current output.)

The transmitters are ideally suited for applications requiring continuous monitoring of moisture in hygroscopic materials and interfacing the sensor to a data logger. The transmitters are housed in an ABS wall-mounted case for easy mounting near the sensor or in a control room.

**SPECIFICATIONS: MTC-60**

---

|                    |  |
|--------------------|--|
| MOISTURE RANGE:    | 6% - 60% Wood (DOUGLAS FIR @ 70°F)   |
| NO. OF INPUTS:     | ONE  |
| OUTPUTS:           | D.C. CURRENT 4 to 20 mA<br>(Non-linear, inversely proportional) or,<br>VOLTAGE 1-5 VDC, or 0-2 VDC                                 |
| POWER REQUIREMENT: | D.C. VOLTAGE between 15 to 30 volts  |
| SUPPLY CURRENT:    | Minimum 50 mA  |
| CASE SIZE:         | 3.5" x 1.75" x 2.5"; mounting base 3.53" x 2.28"   |
| TERMINALS:         | A 2.5 mm (Center Positive) POWER JACK for<br>POWER INPUT, TERMINAL STRIP and UHF<br>connector for MOISTURE INPUT                   |
| PRICE:             | <b>\$250, F.O.B. TOWACO, NJ</b><br>INCLUDES: MTC-60 or MTV-60, 15V POWER<br>ADAPTER NO.219ADA-0011, OUTPUT PLUG NO.<br>216CAB-0023 |

**SPECIFICATIONS: MTV-60**

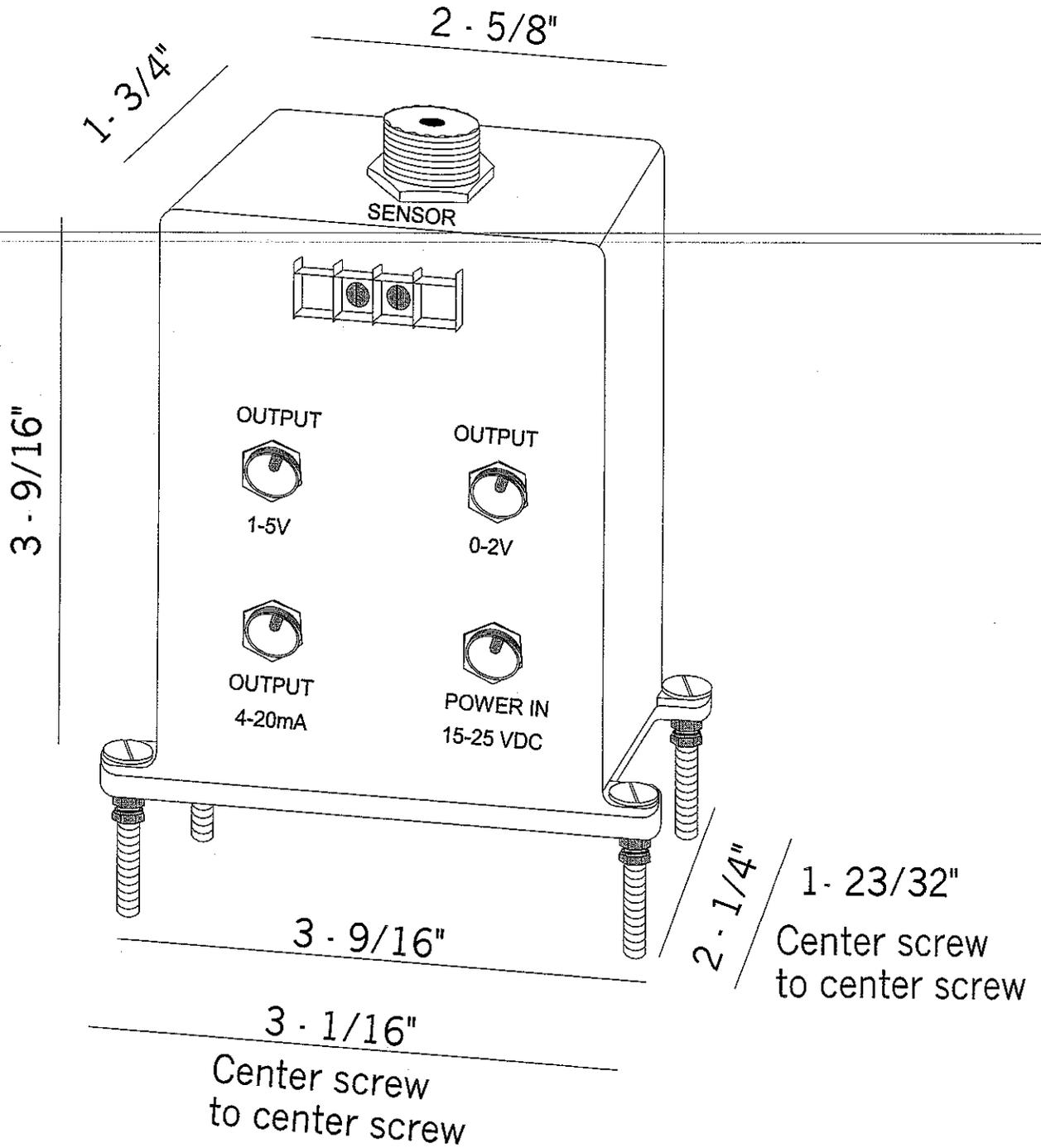
OUTPUT: 0-10 VDC only

All other specs are the same as MTC-60.

DELMHORST INSTRUMENT CO.  
51 INDIAN LANE EAST  
TOWACO, NJ  
TEL: (973) 334-2557  
(800) 222-0638  
FAX: (973) 334-2657

Rev. 05/2003  
03/2000

# MODEL MTC-60



## OUTPUT CHART (TYPICAL)

| MTC-60                  |                      |      |      | MTV-60 |
|-------------------------|----------------------|------|------|--------|
| SPF MOISTURE<br>READING | 4-20 mA<br>(typical) | 0-2V | 1-5V | 0-10V  |
| 7.4                     | 20.1                 | 2    | 4.9  | 10     |
| 8.5                     | 19.5                 | 1.9  | 4.7  | 9.5    |
| 9.7                     | 18.8                 | 1.8  | 4.5  | 9      |
| 10.8                    | 18.1                 | 1.7  | 4.4  | 8.7    |
| 11.9                    | 17.6                 | 1.7  | 4.2  | 8.3    |
| 14.1                    | 16.5                 | 1.6  | 3.9  | 7.7    |
| 16.3                    | 15.7                 | 1.5  | 3.7  | 7.2    |
| 18.6                    | 15                   | 1.4  | 3.6  | 6.7    |
| 20.8                    | 14.4                 | 1.4  | 3.4  | 6.4    |
| 23                      | 13.8                 | 1.3  | 3.3  | 6.1    |
| 25.2                    | 13.3                 | 1.3  | 3.2  | 5.8    |
| 27.5                    | 12.8                 | 1.2  | 3    | 5.5    |
| 29.7                    | 12.2                 | 1.2  | 2.9  | 5.1    |
| 31.9                    | 11.6                 | 1.1  | 2.8  | 4.7    |
| 34.1                    | 11.1                 | 1.1  | 2.6  | 4.4    |
| 36.4                    | 10.6                 | 1    | 2.6  | 4.1    |
| 38.6                    | 10.2                 | 1    | 2.4  | 3.9    |
| 40.8                    | 9.7                  | 0.9  | 2.3  | 3.5    |
| 43                      | 9.1                  | 0.9  | 2.2  | 3.2    |
| 45.3                    | 8.6                  | 0.8  | 2.1  | 2.9    |
| 50.8                    | 7.1                  | 0.7  | 1.7  | 2      |
| 56.4                    | 5.8                  | 0.5  | 1.4  | 1.2    |
| 62                      | 4.8                  | 0.4  | 1.2  | 0.6    |
| 67.5                    | 4                    | 0.4  | 1    | 0      |

DELMHORST INSTRUMENT CO.  
 51 INDIAN LANE EAST  
 TOWACO, NJ 07082  
 Tel: (973) 332-2557  
 (800) 222-0638  
 Fax: (973) 334-2657  
[www.delmhorst.com](http://www.delmhorst.com)

03/2000

## Specifications

# General Purpose Digital Contact Sensor (GT2 series) Sensor Head Specifications

Sensor head for 32 mm 1.26"/50 mm 1.97" range (Standard/Low stress (L) type)

| Model                    |                     | GT2-H32   | GT2-H32L  | GT2-H50   |
|--------------------------|---------------------|---|---|---|
| Appearance               |                     |              |  |  |
| Detection system         |                     | Quartz glass scale, CMOS image sensor projection system, Absolute type (without tracking error) |   |   |
| Measuring range          |                     | 32 mm 1.26"   |   | 50 mm 1.97"   |
| Resolution               |                     | 0.5 μm 0.02 Mil   |   |   |
| Accuracy (20°C (68°F))   |                     | 3 μm 0.12 Mil (p-p)   |   | 3.5 μm 0.14 Mil (p-p)   |
| Measuring force (1)      | Downward mounting   | 2.1 N   | 1.2 N   | 3.2 N   |
|                          | Side mounting       | 1.8 N   | 0.9 N   | 2.8 N   |
|                          | Upward mounting     | 1.5 N   | 0.6 N   | 2.4 N   |
| Mechanical response      |                     | 6 Hz  | 5 Hz  | 7 Hz  |
| Probe                    |                     | Steel ball ø3   |   |   |
| Operation indicator      |                     | 2-color LED (red, green)  |   |   |
| Environmental resistance | Enclosure rating    | IP67  | -   | IP67  |
|                          | Ambient temperature | -10 to +55°C (14 to 131°F)  |   |   |
|                          | Relative humidity   | 35 to 85% RH (No condensation)  |   |   |
| Vibration                |                     | 10 to 55 Hz, 1.5 mm 0.06" double amplitude, 2 hours in each of X, Y, and Z directions           |   |   |
| Sensor head cable        |                     | Optional (M8 connector)   |   |   |
| Materials                | Main body           | Main body cast: Zinc die-casting, Indicator: Polyarylate, Dust boot: NBR (2)                    |   |   |
|                          | Contact             | TYPE304, 440C Stainless steel   |   |   |
| Weight (excluding cable) |                     | Approx. 270 g   |   | Approx. 320 g   |
| Accessories              |                     | Refer to the instruction manual.  |   |   |

## ANNEXE C

### POSITION DES CAMIONS

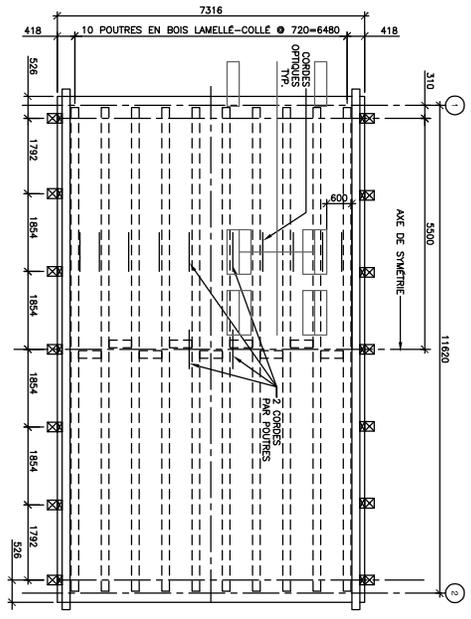
OSMOS Canada  
 1001, boul. de Maisonneuve Ouest  
 Bureau 800 B  
 Montréal (Québec) H3A3C8  
 Tel : 514 788-2075  
 Telec : 514 798-0557  
 www.osmos-canada.com

**OSMOS Canada**  
 La sécurité des structures

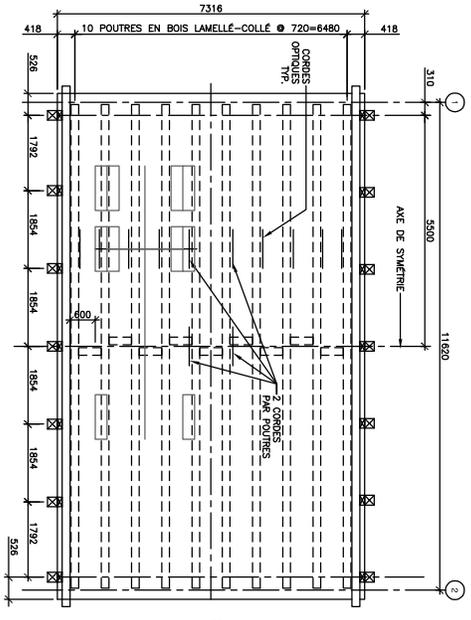
|                        |  |   |  |
|------------------------|--|---|--|
| Projet :               |  | PONT EN BOIS LAMELLÉ-COLLÉ DE TYPE NORDIC LAM |  |
| Titre :                |  | ESSAI DE CHARGEMENT                           |  |
| Approuvé par :         |  | C. Kassem, ing.                               |  |
| Dessiné par :          |  | N. BOUCHARD                                   |  |
| Dossier no. :          |  | MTGG-002                                      |  |
| Fichier électronique : |  | MTGG-002-S01-02-JLC.dwg                       |  |
| Date :                 |  | 2009-01-13                                    |  |
| Echelle :              |  | AUCUNE  |  |
| Plan :                 |  | S-05  |  |
| Feuille no. :          |  | 3   |  |
| Révision :             |  | 3   |  |

**POSITIONNEMENT DES CAMIONS POUR LES ESSAIS DE CHARGEMENT STATIQUE**

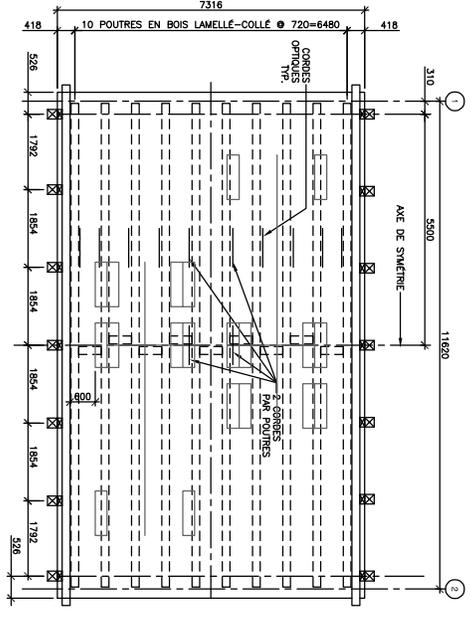
POSITION A2



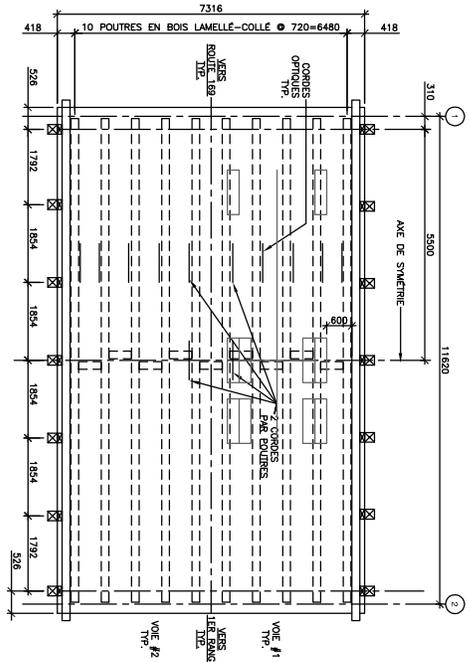
POSITION B2



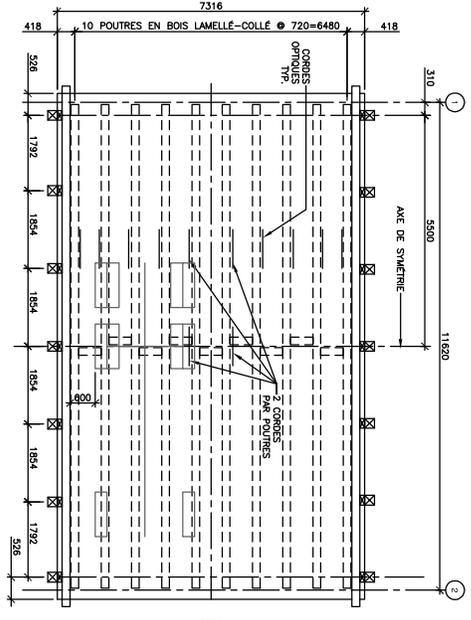
POSITION A1-B1



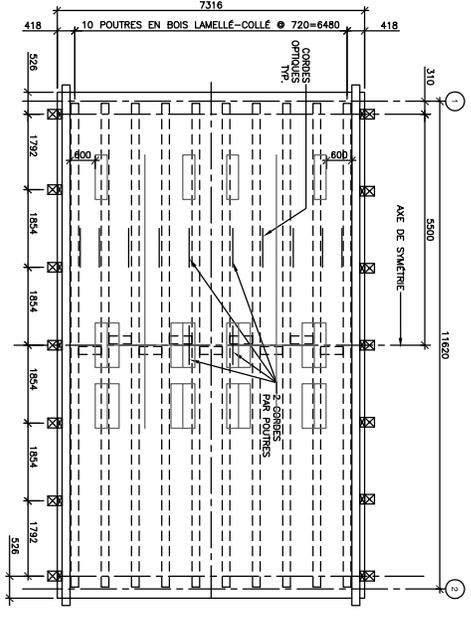
POSITION A1

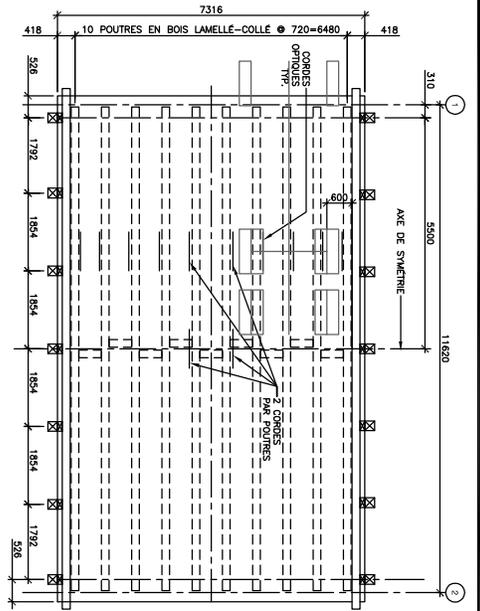


POSITION B1

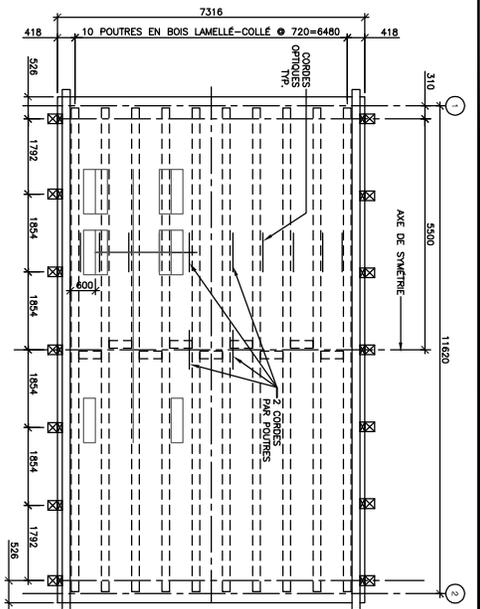


POSITION D1





**POSITION A2'**



**POSITION B2'**

N.B. LES POSITIONS A2' ET B2' SONT LES MEMES QUE LES POSITIONS A2 ET B2 AVEC UNE DIFFERENCE DANS LA DISTANCE ENTRE LE CHASSE ROUE ET LES ROUES DU CAMION  
 POSITIONS A2 ET B2 A 600 MM PAR RAPPORT A LA FACE EXTERIEURE DES ROUES  
 POSITIONS A2' ET B2' A 600 MM PAR RAPPORT A L'AXE DES DEUX ROUES

**OSMOS Canada**

**La sécurité des structures**

Osmos Canada  
 1001, boul. de Maisonneuve Ouest  
 Bureau 800 B  
 Montréal (Québec) H3A3C8  
 Tel. : 514 788-2075  
 Telec. : 514 798-0557  
 www.osmos-canada.com

Projet : **PONT EN BOIS LAMELLE-COLLÉ DE TYPE NORDIC LAM  
 PERFORMANCE IN SITU - INSTRUMENTATION DU PONT**

Titre : **ESSAI DE CHARGEMENT**

**POSITIONNEMENT DES CAMIONS POUR LES ESSAIS DE CHARGEMENT STATIQUE**

|                                   |   |                      |                                  |
|-----------------------------------|---|----------------------|----------------------------------|
| Approuvé par :<br>C. Kassem, ing. | Dossier no. :<br>MTGG-002                         | Date :<br>2010-01-14 | Plan :<br>S-05'                  |
| Dessiné par :<br>A. POUILLIOT     | Fichier électronique :<br>MTGG-002-S01-02-JLC.dwg | Echelle :<br>AUCUNE  | Feuille no. :<br>Révision :<br>0 |

## ANNEXE D

### TABLEAUX DES RÉSULTATS DES ESSAIS DE CHARGEMENT

## RÉSULTATS DES ESSAIS STATIQUES Pont Albanel-25-11-2009

Camion rouge C1 25750 kg  
Camion bleu C2 24850 kg

### Capteurs au 1/3 de la portée

| Position | Camion | Voie                     | Heure | ST-1148 - P1 | ST-1146 - P2 | ST-1145 - P3 | ST-1149 - P4 | ST-1121 - P5 | ST-1118 - P6 | ST-1147 - P7 | ST-1142 - P8 | ST-1141 - P9 | ST-1140 - P10 | Facteur d'essieu |
|----------|--------|--------------------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------------------|
|          |        |                          |       | mm/m          |                  |
| A1       | C2     | voie 1 vers 1er rang     | 11h00 | 0,200        | 0,133        | 0,131        | 0,109        | 0,091        | 0,094        | 0,075        | 0,051        | 0,021        | -0,015        | 0,225            |
| B1       | C2     | voie 2 vers Albanel      | 11h31 | -0,011       | 0,024        | 0,045        | 0,066        | 0,097        | 0,108        | 0,135        | 0,173        | 0,177        | 0,214         | 0,208            |
| B2       | C2     | voie 2 vers Albanel      | 11h45 | -0,014       | 0,021        | 0,047        | 0,073        | 0,119        | 0,139        | 0,177        | 0,198        | 0,195        | 0,215         | 0,184            |
| B2'      | C2     | voie 2 vers Albanel      | 12h02 | -0,022       | 0,010        | 0,033        | 0,058        | 0,103        | 0,127        | 0,178        | 0,208        | 0,217        | 0,277         | 0,233            |
| A2       | C2     | voie 1 vers 1er rang     | 13h41 | 0,200        | 0,195        | 0,181        | 0,148        | 0,128        | 0,111        | 0,075        | 0,043        | 0,019        | -0,018        | 0,185            |
| A2'      | C2     | voie 1 vers 1er rang     | 13h49 | 0,258        | 0,212        | 0,181        | 0,145        | 0,110        | 0,094        | 0,062        | 0,040        | 0,008        | -0,026        | 0,238            |
| A1-B1    | C1+ C2 | voie 1 et voie 2         | 14h32 | 0,229        | 0,203        | 0,181        | 0,146        | 0,119        | 0,103        | 0,069        | 0,042        | 0,014        | -0,022        | 0,211            |
| D1       | C1+ C2 | voie 1 et voie 2 inverse | 15h10 | 0,188        | 0,172        | 0,187        | 0,179        | 0,186        | 0,196        | 0,192        | 0,213        | 0,169        | 0,182         | 0,114            |

### Capteurs au 1/2 de la portée

| Position | Camion | Voie                     | Heure | ST-1152 - P6-haut | ST-1153 - P6-bas | ST-1151 - P5-haut | ST-1150 - P5-bas | EX-810 Plattelage V |
|----------|--------|--------------------------|-------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|---------------------|
|          |        |                          |       | mm/m              | mm/m             | mm/m              | mm/m             | mm                  |
| A1       | C2     | voie 1 vers 1er rang     | 11h00 | -0,089            | 0,111            | -0,124            | 0,191            | 0,057               |
| B1       | C2     | voie 2 vers Albanel      | 11h31 | -0,126            | 0,185            | -0,082            | 0,118            | 0,222               |
| B2       | C2     | voie 2 vers Albanel      | 11h45 | -0,088            | 0,135            | -0,063            | 0,095            | -0,017              |
| B2'      | C2     | voie 2 vers Albanel      | 12h02 | -0,095            | 0,146            | -0,067            | 0,086            | -0,017              |
| A2       | C2     | voie 1 vers 1er rang     | 13h41 | -0,065            | 0,089            | -0,101            | 0,133            | 0,061               |
| A2'      | C2     | voie 1 vers 1er rang     | 13h49 | -0,064            | 0,073            | -0,087            | 0,126            | 0,030               |
| A1-B1    | C1+ C2 | voie 1 et voie 2         | 14h32 | -0,229            | 0,304            | -0,218            | 0,325            | 0,031               |
| D1       | C1+ C2 | voie 1 et voie 2 inverse | 15h10 | -0,227            | 0,312            | -0,228            | 0,328            | 0,141               |

### Position de l'axe neutre

| Position | Camion | Voie                     | Heure | Poutre P6   | Poutre P5   | Poutre P6 | Poutre P5 |
|----------|--------|--------------------------|-------|-------------|-------------|-----------|-----------|
|          |        |                          |       | c/H capteur | c/H capteur | c (mm)    | c (mm)    |
| A1       | C2     | voie 1 vers 1er rang     | 11h00 | 0,44        | 0,39        | 332,76    | 305,61    |
| B1       | C2     | voie 2 vers Albanel      | 11h31 | 0,41        | 0,41        | 312,10    | 314,19    |
| B2       | C2     | voie 2 vers Albanel      | 11h45 | 0,39        | 0,40        | 306,04    | 307,88    |
| B2'      | C2     | voie 2 vers Albanel      | 12h02 | 0,39        | 0,44        | 305,56    | 329,77    |
| A2       | C2     | voie 1 vers 1er rang     | 13h41 | 0,42        | 0,43        | 322,60    | 326,11    |
| A2'      | C2     | voie 1 vers 1er rang     | 13h49 | 0,47        | 0,41        | 345,65    | 313,73    |
| A1-B1    | C1+ C2 | voie 1 et voie 2         | 14h32 | 0,43        | 0,40        | 325,62    | 310,33    |
| D1       | C1+ C2 | voie 1 et voie 2 inverse | 15h10 | 0,42        | 0,41        | 320,78    | 314,76    |

## RÉSULTATS DES ESSAIS QUASI-STATIQUES Pont Albanel-25-11-2009

Camion rouge C1 25750 kg  
Camion bleu C2 24850 kg

### Capteurs au 1/3 de la portée

| Camion  | Vitesse | Voie                            | Heure | ST-1148 - P1 | ST-1146 - P2 | ST-1145 - P3 | ST-1149 - P4 | ST-1121 - P5 | ST-1118 - P6 | ST-1147 - P7 | ST-1142 - P8 | ST-1141 - P9 | ST-1140 - P10 | facteur d'essieu |
|---------|---------|---------------------------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------------------|
|         | km/h    |                                 |       | mm/m          |                  |
| C2      | 5       | recule voie 1 vers 1er rang     | 15h19 | 0,171        | 0,167        | 0,162        | 0,128        | 0,112        | 0,101        | 0,072        | 0,049        | 0,023        | -0,009        | 0,175            |
| C2      | 5       | voie 1 vers 1er rang            | 15h20 | 0,175        | 0,169        | 0,167        | 0,134        | 0,119        | 0,110        | 0,074        | 0,051        | 0,024        | -0,009        | 0,173            |
| C1      | 5       | voie 2 vers 1er rang            | 15h21 | -0,016       | 0,019        | 0,040        | 0,060        | 0,093        | 0,115        | 0,149        | 0,177        | 0,172        | 0,203         | 0,200            |
| C1      | 5       | recule sur voie 2 vers 1er rang | 15h23 | -0,015       | 0,021        | 0,043        | 0,061        | 0,093        | 0,114        | 0,145        | 0,169        | 0,162        | 0,182         | 0,187            |
| C1      | 5       | voie 2 vers 1er rang            | 15h24 | -0,016       | 0,019        | 0,040        | 0,061        | 0,095        | 0,118        | 0,151        | 0,177        | 0,171        | 0,201         | 0,198            |
| C1 + C2 | 5       | voie 1 et voie 2 vers 1er rang  | 15h26 | 0,146        | 0,180        | 0,205        | 0,199        | 0,215        | 0,230        | 0,227        | 0,234        | 0,204        | 0,220         | 0,107            |

### Capteurs au 1/2 de la portée

| Camion  | Vitesse | Voie                            | Heure | ST-1152 - P6-haut | ST-1153 - P6-bas | ST-1151 - P5-haut | ST-1150 - P5-bas | EX-810 Plattelage V |
|---------|---------|---------------------------------|-------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|---------------------|
|         | km/h    |                                 |       | mm/m              | mm/m             | mm/m              | mm/m             | mm                  |
| C2      | 5       | recule voie 1 vers 1er rang     | 15h19 | -0,081            | 0,109            | -0,114            | 0,182            | 0,243               |
| C2      | 5       | voie 1 vers 1er rang            | 15h20 | -0,081            | 0,114            | -0,120            | 0,186            | 0,241               |
| C1      | 5       | voie 2 vers 1er rang            | 15h21 | -0,114            | 0,169            | -0,072            | 0,106            | 0,143               |
| C1      | 5       | recule sur voie 2 vers 1er rang | 15h23 | -0,111            | 0,166            | -0,073            | 0,111            | 0,192               |
| C1      | 5       | voie 2 vers 1er rang            | 15h24 | -0,116            | 0,169            | -0,069            | 0,108            | 0,160               |
| C1 + C2 | 5       | voie 1 et voie 2 vers 1er rang  | 15h26 | -0,201            | 0,278            | -0,193            | 0,281            | 0,311               |

### Position de l'axe neutre

| Position | Camion | Voie                            | Heure | Poutre P6<br>c/H capteur | Poutre P5<br>c/H capteur | Poutre P6<br>c (mm) | Poutre P5<br>c (mm) |
|----------|--------|---------------------------------|-------|--------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| C2       | 5      | recule voie 1 vers 1er rang     | 15h19 | 0,43                     | 0,38                     | 323,49              | 300,56              |
| C2       | 5      | voie 1 vers 1er rang            | 15h20 | 0,42                     | 0,39                     | 318,47              | 304,82              |
| C1       | 5      | voie 2 vers 1er rang            | 15h21 | 0,40                     | 0,41                     | 310,86              | 312,59              |
| C1       | 5      | recule sur voie 2 vers 1er rang | 15h23 | 0,40                     | 0,39                     | 309,24              | 306,16              |
| C1       | 5      | voie 2 vers 1er rang            | 15h24 | 0,41                     | 0,39                     | 312,87              | 303,52              |
| C1 + C2  | 5      | voie 1 et voie 2 vers 1er rang  | 15h26 | 0,42                     | 0,41                     | 320,09              | 313,30              |

## RÉSULTATS DES ESSAIS DYNAMIQUES Pont Albanel-25-11-2009

Camion rouge C1 25750 kg  
Camion bleu C2 24850 kg

### Capteurs au 1/3 de la portée

| Camion | Vitesse | Voie                                 | Heure | ST-1148 - P1 | ST-1146 - P2 | ST-1145 - P3 | ST-1149 - P4 | ST-1121 - P5 | ST-1118 - P6 | ST-1147 - P7 | ST-1142 - P8 | ST-1141 - P9 | ST-1140 - P10 | Facteur d'essieu |
|--------|---------|--------------------------------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------------------|
|        | km/h    |                                      |       | mm/m          |                  |
| C1     | 30      | centre du pont vers Albanel voie 2   | 15h35 | 0,057        | 0,087        | 0,126        | 0,135        | 0,149        | 0,156        | 0,147        | 0,131        | 0,079        | 0,051         | 0,140            |
| C1     | 30      | centre du pont vers 1er Rang voie 1  | 15h37 | 0,105        | 0,114        | 0,147        | 0,131        | 0,136        | 0,137        | 0,107        | 0,083        | 0,050        | 0,023         | 0,143            |
| C1     | 30      | centre du pont vers 1er Rang voie 1  | 15h42 | 0,108        | 0,118        | 0,151        | 0,131        | 0,133        | 0,138        | 0,104        | 0,084        | 0,047        | 0,022         | 0,146            |
| C1     | 30      | à 600mm du bord vers Albanel voie 2  | 15h40 | -0,008       | 0,028        | 0,056        | 0,074        | 0,114        | 0,137        | 0,160        | 0,191        | 0,172        | 0,190         | 0,171            |
| C1     | 48      | à 600mm du bord vers Albanel voie 2  | 15h51 | -0,007       | 0,026        | 0,062        | 0,090        | 0,134        | 0,155        | 0,175        | 0,212        | 0,190        | 0,193         | 0,173            |
| C1     | 29      | à 600mm du bord vers Albanel voie 1  | 15h45 | 0,247        | 0,207        | 0,196        | 0,155        | 0,125        | 0,115        | 0,077        | 0,049        | 0,020        | -0,020        | 0,211            |
| C1     | 45      | à 600mm du bord vers 1er Rang voie 1 | 15h47 | 0,160        | 0,151        | 0,154        | 0,125        | 0,114        | 0,108        | 0,078        | 0,055        | 0,027        | -0,008        | 0,166            |
| C1     | 47      | à 600mm du bord vers 1er Rang voie 1 | 15h53 | 0,177        | 0,149        | 0,149        | 0,122        | 0,108        | 0,103        | 0,071        | 0,051        | 0,024        | -0,011        | 0,187            |

### Capteurs au 1/2 de la portée

| Camion | Vitesse | Voie                                 | Heure | ST-1152 - P6-haut | ST-1153 - P6-bas | ST-1151 - P5-haut | ST-1150 - P5-bas | EX-810 Plattelage V |
|--------|---------|--------------------------------------|-------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|---------------------|
|        | km/h    |                                      |       | mm/m              | mm/m             | mm/m              | mm/m             | mm                  |
| C1     | 30      | centre du pont vers Albanel voie 2   | 15h35 | -0,112            | 0,157            | -0,117            | 0,179            | 0,174               |
| C1     | 30      | centre du pont vers 1er Rang voie 1  | 15h37 | -0,096            | 0,136            | -0,113            | 0,178            | 0,184               |
| C1     | 30      | centre du pont vers 1er Rang voie 1  | 15h42 | -0,091            | 0,128            | -0,108            | 0,170            | 0,140               |
| C1     | 30      | à 600mm du bord vers Albanel voie 2  | 15h40 | -0,110            | 0,161            | -0,074            | 0,118            | 0,197               |
| C1     | 48      | à 600mm du bord vers Albanel voie 2  | 15h51 | -0,110            | 0,179            | -0,075            | 0,134            | 0,147               |
| C1     | 29      | à 600mm du bord vers Albanel voie 1  | 15h45 | -0,075            | 0,101            | -0,114            | 0,178            | 0,105               |
| C1     | 45      | à 600mm du bord vers 1er Rang voie 1 | 15h47 | -0,074            | 0,110            | -0,109            | 0,171            | 0,146               |
| C1     | 47      | à 600mm du bord vers 1er Rang voie 1 | 15h53 | -0,070            | 0,106            | -0,111            | 0,174            | 0,122               |

### Position de l'axe neutre

| Camion | Vitesse | Voie                                 | Heure | Poutre P6   | Poutre P5   | Poutre P6 | Poutre P5 |
|--------|---------|--------------------------------------|-------|-------------|-------------|-----------|-----------|
|        |         |                                      |       | c/H capteur | c/H capteur | c (mm)    | c (mm)    |
| C1     | 30      | centre du pont vers Albanel voie 2   | 15h35 | 0,42        | 0,39        | 318,98    | 306,19    |
| C1     | 30      | centre du pont vers 1er Rang voie 1  | 15h37 | 0,41        | 0,39        | 317,23    | 303,00    |
| C1     | 30      | centre du pont vers 1er Rang voie 1  | 15h42 | 0,42        | 0,39        | 318,52    | 303,12    |
| C1     | 30      | à 600mm du bord vers Albanel voie 2  | 15h40 | 0,41        | 0,38        | 313,21    | 300,75    |
| C1     | 48      | à 600mm du bord vers Albanel voie 2  | 15h51 | 0,38        | 0,36        | 298,48    | 287,70    |
| C1     | 29      | à 600mm du bord vers Albanel voie 1  | 15h45 | 0,42        | 0,39        | 322,49    | 304,31    |
| C1     | 45      | à 600mm du bord vers 1er Rang voie 1 | 15h47 | 0,40        | 0,39        | 309,86    | 303,21    |
| C1     | 47      | à 600mm du bord vers 1er Rang voie 1 | 15h53 | 0,40        | 0,39        | 308,58    | 303,13    |

### Facteur d'amplification dynamique

| Voie                                      | ST-1152 - P6-haut | ST-1153 - P6-bas | ST-1151 - P5-haut | ST-1150 - P5-bas |
|---|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| à 600mm du bord vers Albanel voie 2 / B1  | 0,88              | 0,97             | 0,92              | 1,13             |
| à 600mm du bord vers 1er Rang voie 1 / A1 | 0,84              | 0,98             | 0,92              | 0,93             |

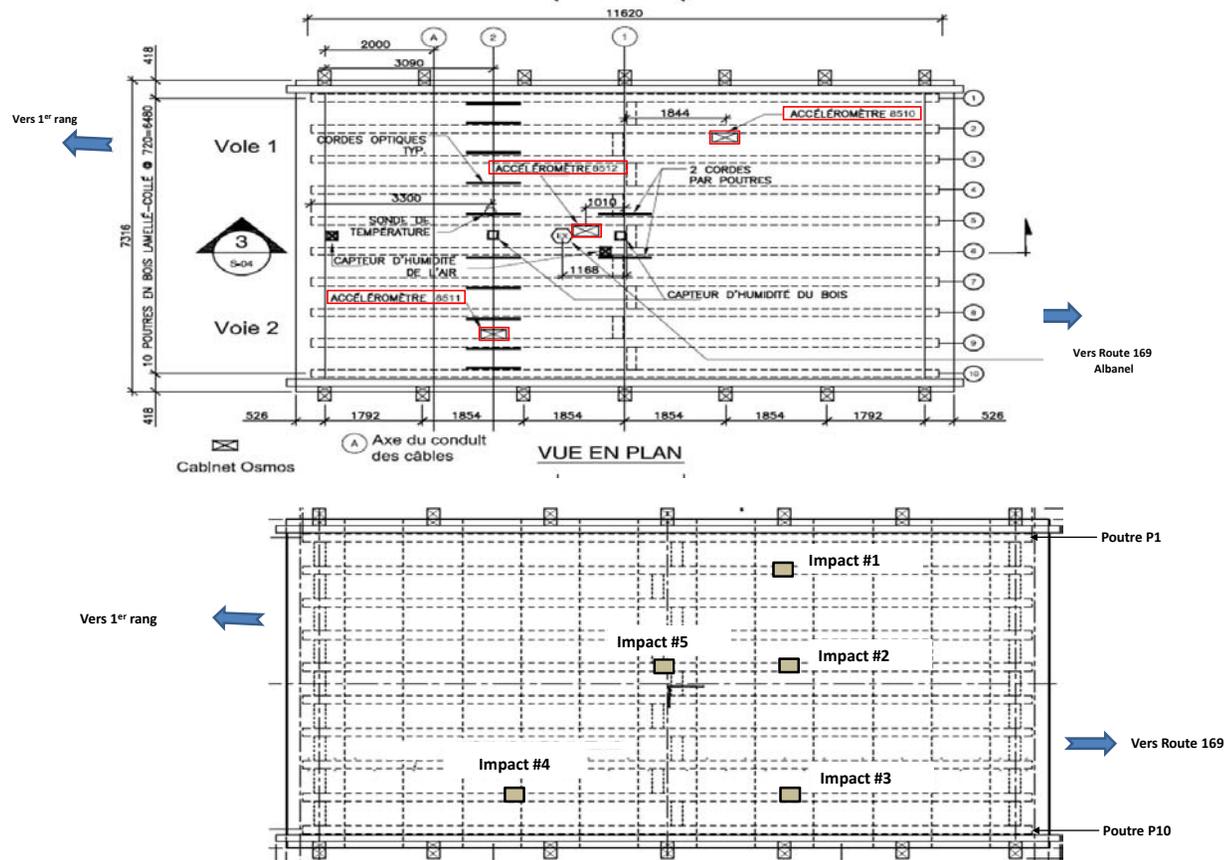
### Remarque

Le facteur d'impact est évalué à partir des mesures de déformations au centre du pont (poutres 5 et 6) à 1/2 Portée

## Évaluation de la fréquence fondamentale de vibration du pont Albanel 25-11-2009

Résultats des essais d'impact avec poteau en bois

| Position       | Fréquence de vibration fondamentale (Hz) |                              |                              |
|----------------|--|------------------------------|------------------------------|
|                | accéléromètre BDK3/8510//P-2             | accéléromètre BDK3/8512//P-5 | accéléromètre BDK3/8511//P-9 |
| impact 1       | 8,50                                     | 8,33                         | 8,25                         |
| impact 2       | 8,33                                     | 8,25                         | 8,50                         |
| impact 3       | 8,50                                     | 8,33                         | 8,33                         |
| impact 4       | 8,33                                     | 8,25                         | 8,25                         |
| impact 5       | 8,50                                     | 8,33                         | 8,50                         |
| <b>moyenne</b> | <b>8,43</b>                              | <b>8,30</b>                  | <b>8,37</b>                  |

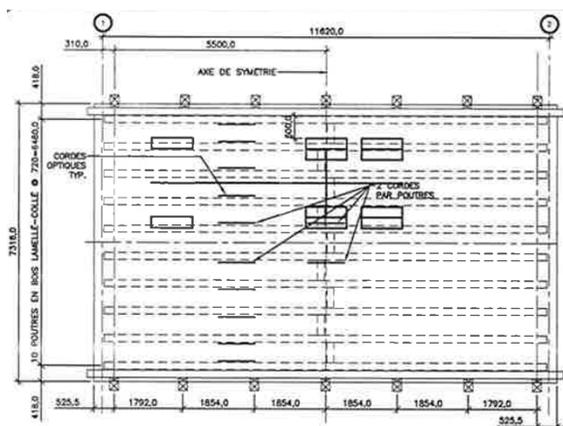


Élévation de ST-101 : 149,916 m  
Élévation réelle du niveau électronique : 147,424 m

| Cas de chargement : Sans charges (Début) |             |                      |
|--|-------------|----------------------|
| Points                                   | Visée avant | Élévation réelle (m) |
| 1/2 1                                    | 0,1478      | 147,5718             |
| 1/2 2                                    | 0,1516      | 147,5756             |
| 1/2 3                                    | 0,1446      | 147,5686             |
| 1/2 4                                    | 0,1447      | 147,5687             |
| 1/2 5                                    | 0,1445      | 147,5685             |
| 1/2 6                                    | 0,1436      | 147,5676             |
| 1/2 7                                    | 0,1424      | 147,5664             |
| 1/2 8                                    | 0,1415      | 147,5655             |
| 1/2 9                                    | 0,1456      | 147,5696             |
| 1/2 10                                   | 0,1457      | 147,5697             |
| 1/3 1                                    | 0,1490      | 147,5730             |
| 1/3 2                                    | 0,1515      | 147,5755             |
| 1/3 3                                    | 0,1449      | 147,5689             |
| 1/3 4                                    | 0,1432      | 147,5672             |
| 1/3 5                                    | 0,1416      | 147,5656             |
| 1/3 6                                    | 0,1389      | 147,5629             |
| 1/3 7                                    | 0,1366      | 147,5606             |
| 1/3 8                                    | 0,1337      | 147,5577             |
| 1/3 9                                    | 0,1361      | 147,5601             |
| 1/3 10                                   | 0,1340      | 147,5580             |
| N 10                                     | -0,4956     | 146,9284             |
| N 6 PK                                   | -0,4741     | 146,9499             |
| N 5 PK                                   | -0,4738     | 146,9502             |
| N 6                                      | 0,1233      | 147,5473             |
| N 5                                      | 0,1267      | 147,5507             |
| N 1                                      | -0,4645     | 146,9595             |
| S 1                                      | -0,4658     | 146,9582             |
| S 6                                      | -0,4675     | 146,9565             |
| S 10                                     | -0,4409     | 146,9831             |

| Cas de chargement : Position A1 (Prise 1) |             |                      |                    |
|---|-------------|----------------------|--------------------|
| Points                                    | Visée avant | Élévation réelle (m) | Flèche réelle (mm) |
| 1/2 1                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 2                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 3                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 4                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 5                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 6                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 7                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 8                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 9                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 10                                    | —           | —                    | —                  |
| 1/3 1                                     | 0,1379      | 147,5619             | 11,1000            |
| 1/3 2                                     | 0,1412      | 147,5652             | 10,3000            |
| 1/3 3                                     | 0,1354      | 147,5594             | 9,5000             |
| 1/3 4                                     | 0,1349      | 147,5589             | 8,3000             |
| 1/3 5                                     | 0,1340      | 147,5580             | 7,6000             |
| 1/3 6                                     | 0,1340      | 147,5580             | 4,9000             |
| 1/3 7                                     | 0,1335      | 147,5575             | 3,1000             |
| 1/3 8                                     | 0,1326      | 147,5566             | 1,1000             |
| 1/3 9                                     | 0,1364      | 147,5604             | -0,3000            |
| 1/3 10                                    | 0,1345      | 147,5585             | -0,5000            |
| N 10                                      | —           | —                    | —                  |
| N 6 PK                                    | —           | —                    | —                  |
| N 5 PK                                    | —           | —                    | —                  |
| N 6                                       | —           | —                    | —                  |
| N 5                                       | —           | —                    | —                  |
| N 1                                       | —           | —                    | —                  |
| S 1                                       | —           | —                    | —                  |
| S 6                                       | —           | —                    | —                  |
| S 10                                      | —           | —                    | —                  |

\*Légende : - Les nombres rouges indiquent que ces valeurs ont été prises sur le terrain.  
- Les autres valeurs ont été obtenues par calcul.



**POSITION A1**

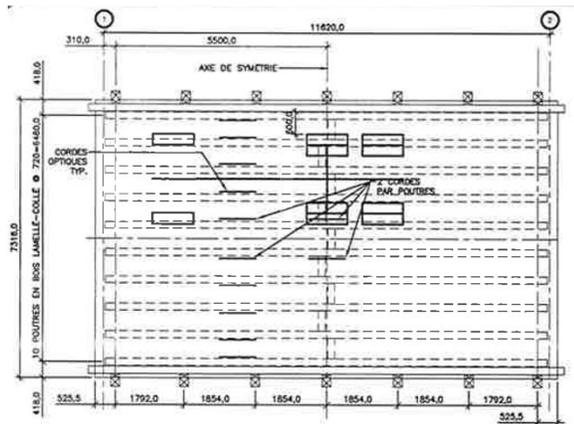


**Projet :** Pont de bois - Albanel  
**No projet :** 3298  
**Sujet :** Mesures des déflexions  
**Date:** 2009-11-25

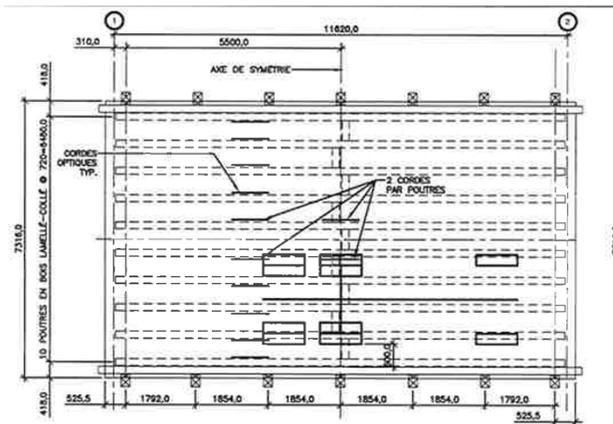
Élévation de ST-101 : 149,916 m  
 Élévation réelle du niveau électronique : 146,4709 m

| Cas de chargement : Position A1 (Prise 3) |             |                      |                    |
|---|-------------|----------------------|--------------------|
| Points                                    | Visée avant | Élévation réelle (m) | Flèche réelle (mm) |
| 1/2 1                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 2                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 3                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 4                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 5                                     | 0,1351      | 147,5591             | 9,4                |
| 1/2 6                                     | 0,1364      | 147,5604             | 7,2                |
| 1/2 7                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 8                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 9                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 10                                    | —           | —                    | —                  |
| 1/3 1                                     | 0,1370      | 147,5610             | 12                 |
| 1/3 2                                     | 0,1405      | 147,5645             | 11                 |
| 1/3 3                                     | 0,1350      | 147,5590             | 9,9                |
| 1/3 4                                     | 0,1340      | 147,5580             | 9,2                |
| 1/3 5                                     | 0,1337      | 147,5577             | 7,9                |
| 1/3 6                                     | 0,1330      | 147,5570             | 5,9                |
| 1/3 7                                     | 0,1325      | 147,5565             | 4,1                |
| 1/3 8                                     | 0,1309      | 147,5549             | 2,8                |
| 1/3 9                                     | 0,1346      | 147,5586             | 1,5                |
| 1/3 10                                    | 0,1340      | 147,5580             | 0                  |
| N 10                                      | —           | —                    | —                  |
| N 6 PK                                    | —           | —                    | —                  |
| N 5 PK                                    | —           | —                    | —                  |
| N 6                                       | 0,1211      | 147,5451             | 2,2                |
| N 5                                       | 0,1233      | 147,5473             | 3,4                |
| N 1                                       | —           | —                    | —                  |
| S 1                                       | —           | —                    | —                  |
| S 6                                       | —           | —                    | —                  |
| S 10                                      | —           | —                    | —                  |

| Cas de chargement : Position B1 (Prise 1) |             |                      |                    |
|---|-------------|----------------------|--------------------|
| Points                                    | Visée avant | Élévation réelle (m) | Flèche réelle (mm) |
| 1/2 1                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 2                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 3                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 4                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 5                                     | 0,1365      | 147,5605             | 8                  |
| 1/2 6                                     | 0,1343      | 147,5583             | 9,3                |
| 1/2 7                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 8                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 9                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 10                                    | —           | —                    | —                  |
| 1/3 1                                     | 0,1471      | 147,5711             | 1,9                |
| 1/3 2                                     | 0,1485      | 147,5725             | 3                  |
| 1/3 3                                     | 0,1409      | 147,5649             | 4                  |
| 1/3 4                                     | 0,1378      | 147,5618             | 5,4                |
| 1/3 5                                     | 0,1348      | 147,5588             | 6,8                |
| 1/3 6                                     | 0,1312      | 147,5552             | 7,7                |
| 1/3 7                                     | 0,1276      | 147,5516             | 9                  |
| 1/3 8                                     | 0,1237      | 147,5477             | 10                 |
| 1/3 9                                     | 0,1247      | 147,5487             | 11,4               |
| 1/3 10                                    | 0,1222      | 147,5462             | 11,8               |
| N 10                                      | —           | —                    | —                  |
| N 6 PK                                    | —           | —                    | —                  |
| N 5 PK                                    | —           | —                    | —                  |
| N 6                                       | 0,1207      | 147,5447             | 2,6                |
| N 5                                       | 0,1243      | 147,5483             | 2,4                |
| N 1                                       | —           | —                    | —                  |
| S 1                                       | —           | —                    | —                  |
| S 6                                       | —           | —                    | —                  |
| S 10                                      | —           | —                    | —                  |



**POSITION A1**

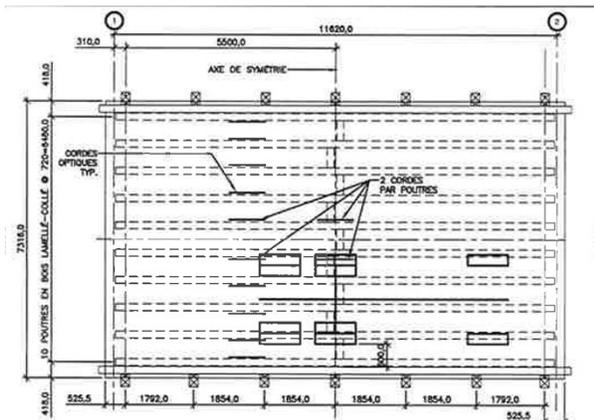


**POSITION B1**

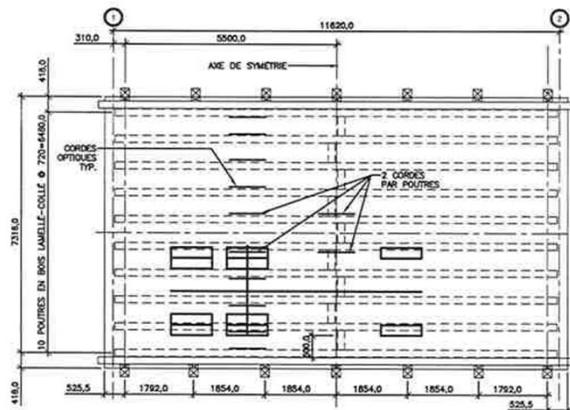
Élévation de ST-101 : 149,916 m  
Élévation réelle du niveau électronique : 146,4709 m

| Cas de chargement : Position B1 (Prise 3) |             |                      |                    |
|---|-------------|----------------------|--------------------|
| Points                                    | Visée avant | Élévation réelle (m) | Flèche réelle (mm) |
| 1/2 1                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 2                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 3                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 4                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 5                                     | 0,1363      | 147,5603             | 8,2                |
| 1/2 6                                     | 0,134       | 147,5580             | 9,6                |
| 1/2 7                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 8                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 9                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 10                                    | —           | —                    | —                  |
| 1/3 1                                     | 0,1472      | 147,5712             | 1,8                |
| 1/3 2                                     | 0,1487      | 147,5727             | 2,8                |
| 1/3 3                                     | 0,1413      | 147,5653             | 3,6                |
| 1/3 4                                     | 0,1378      | 147,5618             | 5,4                |
| 1/3 5                                     | 0,1350      | 147,5590             | 6,6                |
| 1/3 6                                     | 0,1311      | 147,5551             | 7,8                |
| 1/3 7                                     | 0,1275      | 147,5515             | 9,1                |
| 1/3 8                                     | 0,1237      | 147,5477             | 10,0               |
| 1/3 9                                     | 0,1246      | 147,5486             | 11,5               |
| 1/3 10                                    | 0,1222      | 147,5462             | 11,8               |
| N 10                                      | —           | —                    | —                  |
| N 6 PK                                    | —           | —                    | —                  |
| N 5 PK                                    | —           | —                    | —                  |
| N 6                                       | 0,1205      | 147,5445             | 2,8                |
| N 5                                       | 0,1241      | 147,5481             | 2,6                |
| N 1                                       | —           | —                    | —                  |
| S 1                                       | —           | —                    | —                  |
| S 6                                       | —           | —                    | —                  |
| S 10                                      | —           | —                    | —                  |

| Cas de chargement : Position B2 (Prise 1) |             |                      |                    |
|---|-------------|----------------------|--------------------|
| Points                                    | Visée avant | Élévation réelle (m) | Flèche réelle (mm) |
| 1/2 1                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 2                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 3                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 4                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 5                                     | 0,1369      | 147,5609             | 7,6                |
| 1/2 6                                     | 0,1345      | 147,5585             | 9,1                |
| 1/2 7                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 8                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 9                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 10                                    | —           | —                    | —                  |
| 1/3 1                                     | 0,1477      | 147,5717             | 1,3                |
| 1/3 2                                     | 0,1489      | 147,5729             | 2,6                |
| 1/3 3                                     | 0,1413      | 147,5653             | 3,6                |
| 1/3 4                                     | 0,1381      | 147,5621             | 5,1                |
| 1/3 5                                     | 0,1345      | 147,5585             | 7,1                |
| 1/3 6                                     | 0,1307      | 147,5547             | 8,2                |
| 1/3 7                                     | 0,1270      | 147,5510             | 9,6                |
| 1/3 8                                     | 0,1228      | 147,5468             | 10,9               |
| 1/3 9                                     | 0,1238      | 147,5478             | 12,3               |
| 1/3 10                                    | 0,1214      | 147,5454             | 12,6               |
| N 10                                      | —           | —                    | —                  |
| N 6 PK                                    | —           | —                    | —                  |
| N 5 PK                                    | —           | —                    | —                  |
| N 6                                       | 0,1199      | 147,5439             | 3,4                |
| N 5                                       | 0,1237      | 147,5477             | 3                  |
| N 1                                       | —           | —                    | —                  |
| S 1                                       | —           | —                    | —                  |
| S 6                                       | —           | —                    | —                  |
| S 10                                      | —           | —                    | —                  |



**POSITION B1**



**POSITION B2**



RIGUEUR ET AUDACE  
EN INGENIERIE

Projet : Pont de bois - Albanel  
No projet : 3298  
Sujet : Mesures des déflexions des poutres du pont de bois  
Date : 2009-11-25

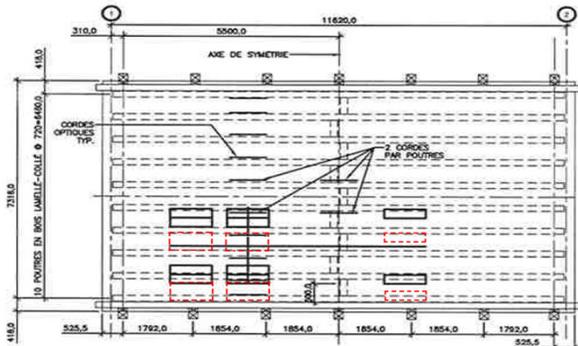
Élévation de ST-101 : 149,916 m  
Élévation réelle du niveau électronique : 146,4709 m

| *Cas de chargement : Position B2 (Prise 3) |             |                      |                    |
|--|-------------|----------------------|--------------------|
| Points                                     | Visée avant | Élévation réelle (m) | Flèche réelle (mm) |
| 1/2 1                                      | —           | —                    | —                  |
| 1/2 2                                      | —           | —                    | —                  |
| 1/2 3                                      | —           | —                    | —                  |
| 1/2 4                                      | —           | —                    | —                  |
| 1/2 5                                      | 0,1373      | 147,5613             | 7,2                |
| 1/2 6                                      | 0,1346      | 147,5586             | 9                  |
| 1/2 7                                      | —           | —                    | —                  |
| 1/2 8                                      | —           | —                    | —                  |
| 1/2 9                                      | —           | —                    | —                  |
| 1/2 10                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/3 1                                      | 0,1480      | 147,5720             | 1                  |
| 1/3 2                                      | 0,1494      | 147,5734             | 2,1                |
| 1/3 3                                      | 0,1417      | 147,5657             | 3,2                |
| 1/3 4                                      | 0,1384      | 147,5624             | 4,8                |
| 1/3 5                                      | 0,1348      | 147,5588             | 6,8                |
| 1/3 6                                      | 0,1307      | 147,5547             | 8,2                |
| 1/3 7                                      | 0,1265      | 147,5505             | 10,1               |
| 1/3 8                                      | 0,1218      | 147,5458             | 11,9               |
| 1/3 9                                      | 0,1222      | 147,5462             | 13,9               |
| 1/3 10                                     | 0,1185      | 147,5425             | 15,5               |
| N 10                                       | -0,4974     | 146,9266             | 1,8                |
| N 6 PK                                     | -0,4763     | 146,9477             | 2,2                |
| N 5 PK                                     | -0,4750     | 146,9490             | 1,2                |
| N 6  | 0,1197      | 147,5437             | 3,6                |
| N 5  | 0,1236      | 147,5476             | 3,1                |
| N 1  | -0,4655     | 146,9585             | 1                  |
| S 1  | -0,4669     | 146,9571             | 1,1                |
| S 6  | -0,4681     | 146,9559             | 0,6                |
| S 10                                       | -0,4416     | 146,9824             | 0,7                |

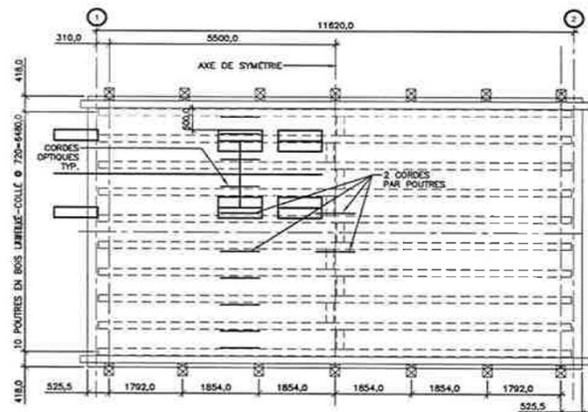
| Cas de chargement : Position A2 (Prise 1) |             |                      |                    |
|---|-------------|----------------------|--------------------|
| Points                                    | Visée avant | Élévation réelle (m) | Flèche réelle (mm) |
| 1/2 1                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 2                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 3                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 4                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 5                                     | 0,1360      | 147,5600             | 8,5                |
| 1/2 6                                     | 0,1366      | 147,5606             | 7                  |
| 1/2 7                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 8                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 9                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 10                                    | —           | —                    | —                  |
| 1/3 1                                     | 0,1387      | 147,5627             | 10,3               |
| 1/3 2                                     | 0,1414      | 147,5654             | 10,1               |
| 1/3 3                                     | 0,1360      | 147,5600             | 8,9                |
| 1/3 4                                     | 0,1342      | 147,5582             | 9                  |
| 1/3 5                                     | 0,1336      | 147,5576             | 8                  |
| 1/3 6                                     | 0,1326      | 147,5566             | 6,3                |
| 1/3 7                                     | 0,1317      | 147,5557             | 4,9                |
| 1/3 8                                     | 0,1296      | 147,5536             | 4,1                |
| 1/3 9                                     | 0,1323      | 147,5563             | 3,8                |
| 1/3 10                                    | 0,1314      | 147,5554             | 2,6                |
| N 10                                      | —           | —                    | —                  |
| N 6 PK                                    | —           | —                    | —                  |
| N 5 PK                                    | —           | —                    | —                  |
| N 6                                       | 0,1205      | 147,5445             | 2,8                |
| N 5                                       | 0,1235      | 147,5475             | 3,2                |
| N 1                                       | —           | —                    | —                  |
| S 1                                       | —           | —                    | —                  |
| S 6                                       | —           | —                    | —                  |
| S 10                                      | —           | —                    | —                  |

\*Position transformée :

Le camion était plus près du chasse-roue que sa position initiale prévue lors de cet essai.



**POSITION B2**



**POSITION A2**

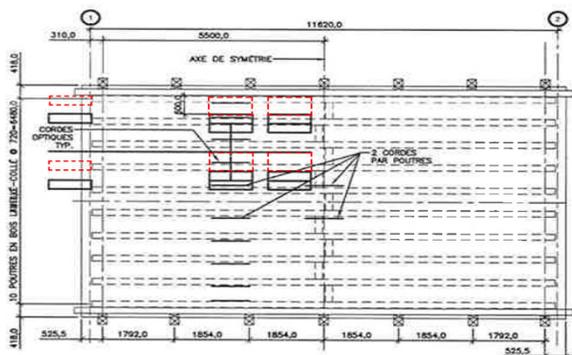
Élévation de ST-101 : 149,916 m  
Élévation réelle du niveau électronique : 146,4709 m

| *Cas de chargement : Position A2 (Prise 3) |             |                      |                    |
|--|-------------|----------------------|--------------------|
| Points                                     | Visée avant | Élévation réelle (m) | Flèche réelle (mm) |
| 1/2 1                                      | —           | —                    | —                  |
| 1/2 2                                      | —           | —                    | —                  |
| 1/2 3                                      | —           | —                    | —                  |
| 1/2 4                                      | —           | —                    | —                  |
| 1/2 5                                      | 0,1365      | 147,5605             | 8                  |
| 1/2 6                                      | 0,1369      | 147,5609             | 6,7                |
| 1/2 7                                      | —           | —                    | —                  |
| 1/2 8                                      | —           | —                    | —                  |
| 1/2 9                                      | —           | —                    | —                  |
| 1/2 10                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/3 1                                      | 0,1371      | 147,5611             | 11,9               |
| 1/3 2                                      | 0,1405      | 147,5645             | 11                 |
| 1/3 3                                      | 0,1351      | 147,5591             | 9,8                |
| 1/3 4                                      | 0,1341      | 147,5581             | 9,1                |
| 1/3 5                                      | 0,1338      | 147,5578             | 7,8                |
| 1/3 6                                      | 0,1331      | 147,5571             | 5,8                |
| 1/3 7                                      | 0,1322      | 147,5562             | 4,4                |
| 1/3 8                                      | 0,1302      | 147,5542             | 3,5                |
| 1/3 9                                      | 0,1331      | 147,5571             | 3                  |
| 1/3 10                                     | 0,1319      | 147,5559             | 2,1                |
| N 10                                       | —           | —                    | —                  |
| N 6 PK                                     | —           | —                    | —                  |
| N 5 PK                                     | —           | —                    | —                  |
| N 6  | 0,1207      | 147,5447             | 2,6                |
| N 5  | 0,1235      | 147,5475             | 3,2                |
| N 1  | —           | —                    | —                  |
| S 1  | —           | —                    | —                  |
| S 6  | —           | —                    | —                  |
| S 10                                       | —           | —                    | —                  |

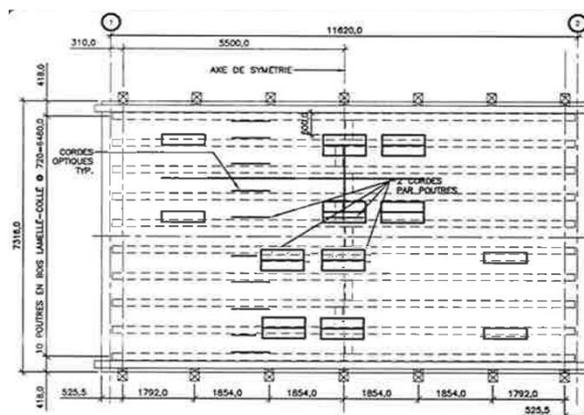
| Cas de chargement : Position A1 + B1 (Prise 1) |             |                      |                    |
|--|-------------|----------------------|--------------------|
| Points   | Visée avant | Élévation réelle (m) | Flèche réelle (mm) |
| 1/2 1  | —           | —                    | —                  |
| 1/2 2  | —           | —                    | —                  |
| 1/2 3  | —           | —                    | —                  |
| 1/2 4  | —           | —                    | —                  |
| 1/2 5  | 0,1267      | 147,5507             | 17,8               |
| 1/2 6  | 0,1259      | 147,5499             | 17,7               |
| 1/2 7  | —           | —                    | —                  |
| 1/2 8  | —           | —                    | —                  |
| 1/2 9  | —           | —                    | —                  |
| 1/2 10   | —           | —                    | —                  |
| 1/3 1  | 0,1364      | 147,5604             | 12,6               |
| 1/3 2  | 0,1387      | 147,5627             | 12,8               |
| 1/3 3  | 0,1315      | 147,5555             | 13,4               |
| 1/3 4  | 0,1286      | 147,5526             | 14,6               |
| 1/3 5  | 0,1267      | 147,5507             | 14,9               |
| 1/3 6  | 0,1243      | 147,5483             | 14,6               |
| 1/3 7  | 0,1221      | 147,5461             | 14,5               |
| 1/3 8  | 0,1196      | 147,5436             | 14,1               |
| 1/3 9  | 0,1224      | 147,5464             | 13,7               |
| 1/3 10   | 0,1211      | 147,5451             | 12,9               |
| N 10   | -0,4976     | 146,9264             | 2                  |
| N 6 PK   | -0,4766     | 146,9474             | 2,5                |
| N 5 PK   | -0,4762     | 146,9478             | 2,4                |
| N 6  | 0,1173      | 147,5413             | 6                  |
| N 5  | 0,1202      | 147,5442             | 6,5                |
| N 1  | -0,4665     | 146,9575             | 2                  |
| S 1  | -0,4677     | 146,9563             | 1,9                |
| S 6  | -0,4700     | 146,9540             | 2,5                |
| S 10   | -0,4423     | 146,9817             | 1,4                |

\*Position transformée:

Le camion était plus près du chasse-roue que sa position initiale prévue lors de cet essai.



**POSITION A2**



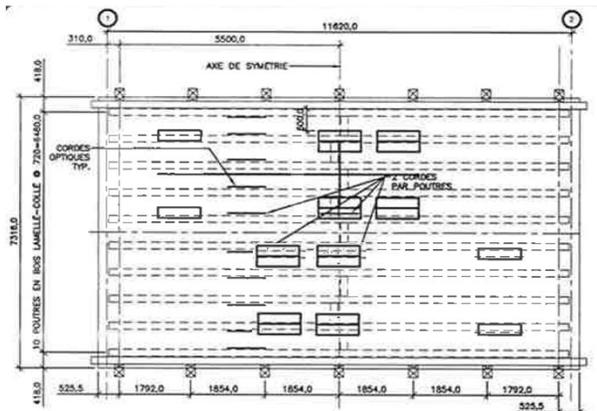
**POSITION A1-B1**

Élévation de ST-101 : 149,916 m  
Élévation réelle du niveau électronique : 146,4709 m

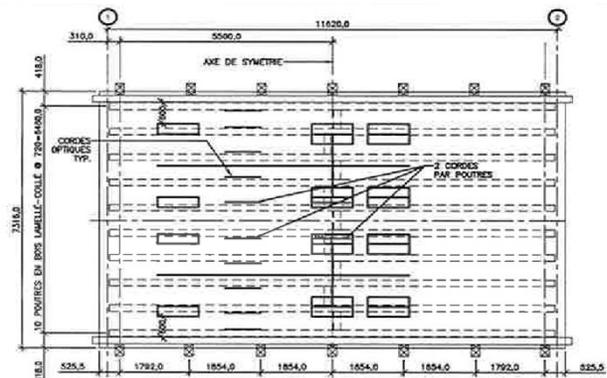
| Cas de chargement : Position A1 + B1 (Prise 3) |             |                      |                    |
|--|-------------|----------------------|--------------------|
| Points   | Visée avant | Élévation réelle (m) | Flèche réelle (mm) |
| 1/2 1  | —           | —                    | —                  |
| 1/2 2  | —           | —                    | —                  |
| 1/2 3  | —           | —                    | —                  |
| 1/2 4  | —           | —                    | —                  |
| 1/2 5  | 0,1269      | 147,5509             | 17,6               |
| 1/2 6  | 0,1263      | 147,5503             | 17,3               |
| 1/2 7  | —           | —                    | —                  |
| 1/2 8  | —           | —                    | —                  |
| 1/2 9  | —           | —                    | —                  |
| 1/2 10   | —           | —                    | —                  |
| 1/3 1  | 0,1362      | 147,5602             | 12,8               |
| 1/3 2  | 0,1380      | 147,5620             | 13,5               |
| 1/3 3  | 0,1307      | 147,5547             | 14,2               |
| 1/3 4  | 0,1283      | 147,5523             | 14,9               |
| 1/3 5  | 0,1261      | 147,5501             | 15,5               |
| 1/3 6  | 0,1237      | 147,5477             | 15,2               |
| 1/3 7  | 0,1215      | 147,5455             | 15,1               |
| 1/3 8  | 0,1191      | 147,5431             | 14,6               |
| 1/3 9  | 0,1217      | 147,5457             | 14,4               |
| 1/3 10   | 0,1208      | 147,5448             | 13,2               |
| N 10   | -0,4975     | 146,9265             | 1,9                |
| N 6 PK   | -0,4772     | 146,9468             | 3,1                |
| N 5 PK   | -0,4767     | 146,9473             | 2,9                |
| N 6  | 0,1163      | 147,5403             | 7                  |
| N 5  | 0,1197      | 147,5437             | 7                  |
| N 1  | -0,4667     | 146,9573             | 2,2                |
| S 1  | -0,4676     | 146,9564             | 1,8                |
| S 6  | -0,4696     | 146,9544             | 2,1                |
| S 10   | -0,4422     | 146,9818             | 1,3                |

| Cas de chargement : Position D1 (Prise 1) |             |                      |                    |
|---|-------------|----------------------|--------------------|
| Points                                    | Visée avant | Élévation réelle (m) | Flèche réelle (mm) |
| 1/2 1                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 2                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 3                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 4                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 5                                     | 0,1262      | 147,5502             | 18,3               |
| 1/2 6                                     | 0,1252      | 147,5492             | 18,4               |
| 1/2 7                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 8                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 9                                     | —           | —                    | —                  |
| 1/2 10                                    | —           | —                    | —                  |
| 1/3 1                                     | 0,1358      | 147,5598             | 13,2               |
| 1/3 2                                     | 0,1379      | 147,5619             | 13,6               |
| 1/3 3                                     | 0,1306      | 147,5546             | 14,3               |
| 1/3 4                                     | 0,1280      | 147,5520             | 15,2               |
| 1/3 5                                     | 0,1258      | 147,5498             | 15,8               |
| 1/3 6                                     | 0,1236      | 147,5476             | 15,3               |
| 1/3 7                                     | 0,1215      | 147,5455             | 15,1               |
| 1/3 8                                     | 0,1192      | 147,5432             | 14,5               |
| 1/3 9                                     | 0,1214      | 147,5454             | 14,7               |
| 1/3 10                                    | 0,1200      | 147,5440             | 14                 |
| N 10                                      | -0,4975     | 146,9265             | 1,9                |
| N 6 PK                                    | -0,4773     | 146,9467             | 3,2                |
| N 5 PK                                    | -0,4769     | 146,9471             | 3,1                |
| N 6                                       | 0,1163      | 147,5403             | 7                  |
| N 5                                       | 0,1197      | 147,5437             | 7                  |
| N 1                                       | -0,4668     | 146,9572             | 2,3                |
| S 1                                       | —           | —                    | —                  |
| S 6                                       | —           | —                    | —                  |
| S 10                                      | —           | —                    | —                  |

Valeur maximale : 18,4 mm



**POSITION A1-B1**



**POSITION D1**



**Projet :** Pont de bois - Albanel  
**No projet :** 3298  
**Sujet :** Mesures des déflexions des poutres du pont de bois  
**Date:** 2009-11-25

Élévation de ST-101 : 149,916 m  
 Élévation réelle du niveau électronique : 146,4709 m

| Cas de chargement : Sans charges (Fin) |             |                      |                    |
|--|-------------|----------------------|--------------------|
| Points                                 | Visée avant | Élévation réelle (m) | Flèche réelle (mm) |
| 1/2 1                                  | 0,1441      | 147,5681             | 3,7                |
| 1/2 2                                  | 0,1480      | 147,5720             | 3,6                |
| 1/2 3                                  | 0,1412      | 147,5652             | 3,4                |
| 1/2 4                                  | 0,1418      | 147,5658             | 2,9                |
| 1/2 5                                  | 0,1412      | 147,5652             | 3,3                |
| 1/2 6                                  | 0,1402      | 147,5642             | 3,4                |
| 1/2 7                                  | 0,1391      | 147,5631             | 3,3                |
| 1/2 8                                  | 0,1371      | 147,5611             | 4,4                |
| 1/2 9                                  | 0,1415      | 147,5655             | 4,1                |
| 1/2 10                                 | 0,1406      | 147,5646             | 5,1                |
| 1/3 1                                  | 0,1460      | 147,5700             | 3,0                |
| 1/3 2                                  | 0,1484      | 147,5724             | 3,1                |
| 1/3 3                                  | 0,1419      | 147,5659             | 3,0                |
| 1/3 4                                  | 0,1399      | 147,5639             | 3,3                |
| 1/3 5                                  | 0,1380      | 147,5620             | 3,6                |
| 1/3 6                                  | 0,1358      | 147,5598             | 3,1                |
| 1/3 7                                  | 0,1335      | 147,5575             | 3,1                |
| 1/3 8                                  | 0,1306      | 147,5546             | 3,1                |
| 1/3 9                                  | 0,1322      | 147,5562             | 3,9                |
| 1/3 10                                 | 0,1305      | 147,5545             | 3,5                |
| N 10                                   | -0,4969     | 146,9271             | 1,3                |
| N 6 PK                                 | -0,4763     | 146,9477             | 2,2                |
| N 5 PK                                 | -0,4758     | 146,9482             | 2,0                |
| N 6                                    | 0,1212      | 147,5452             | 2,1                |
| N 5                                    | 0,1244      | 147,5484             | 2,3                |
| N 1                                    | -0,4580     | 146,9660             | -6,5               |
| S 1                                    | -0,4678     | 146,9562             | 2,0                |
| S 6                                    | -0,4692     | 146,9548             | 1,7                |
| S 10                                   | -0,4422     | 146,9818             | 1,3                |

### Vue en plan du pont d'Albanel

