



DIRECTION DES SERVICES À L'APPUI DES OPÉRATIONS
RAPPORT DU LABORATOIRE D'INGÉNIERIE

LP167/2013

Évaluation du site et calculs de la pente

Montreal, Maine & Atlantic Railway Train, MMA-002

Date de l'événement: 06-juillet-2013

À NOTER :

DROIT D'AUTEUR DE LA COURONNE. LE PRÉSENT RAPPORT EST DIFFUSÉ UNIQUEMENT À DES FINS DE SÉCURITÉ ET IL PEUT ÊTRE MODIFIÉ AVANT OU APRÈS LA DIFFUSION DU RAPPORT FINAL DU BST. LA REPRODUCTION DU PRÉSENT DOCUMENT, EN TOUT OU EN PARTIE, PEUT UNIQUEMENT ÊTRE AUTORISÉE À LA SUITE D'UNE DEMANDE AU BST. LA DIFFUSION À L'EXTÉRIEUR DU BST DOIT ÊTRE ÉVALUÉE PAR LE BUREAU DE L'ACCÈS À L'INFORMATION ET PROTECTION DES RENSEIGNEMENTS PERSONNELS

| NUMÉRO DE L'ÉVÉNEMENT | CLASSIFICATION DE L'ÉVÉNEMENT | NOMBRE DE PAGES | NOMBRE D'ANNEXES | LA PUBLICATION HORS DU BST REQUIERT LA RÉVISION DU (DE LA) COORDONNATEUR(TRICE) DE L'ACCÈS À L'INFORMATION. | OUI | NON |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|---|-------------------------------------|--------------------------|
| R13D0054 | 2 | 7 | 0 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

PRÉPARÉ PAR

Original en anglais

D. Gagné (Ingénieur spécialiste principal/Systèmes électriques)

APPROUVÉ PAR

Original en anglais

M.E. Givins, ing. (Gestionnaire, Enregistreurs et performance des véhicules)

DIFFUSÉ PAR

Original en anglais

L. Donati, Ph.D. (Directeur, Services à l'appui des opérations)

DIFFUSÉ LE

07 mars 2014

RÉVISION

Table des matières :

| | | |
|-----|-------------------------|---|
| 1.0 | INTRODUCTION | 1 |
| 2.0 | EXAMEN ET ANALYSE | 1 |
| 3.0 | CONCLUSION..... | 3 |

Liste des tableaux :

| | |
|--|---|
| Tableau 1 : Résumé des calculs de la pente | 2 |
|--|---|

Liste des figures :

| | |
|--|---|
| Figure 1 : Tracé des données relevées | 4 |
| Figure 2 : Graphique des données relevées pour l'élévation et la pente..... | 5 |
| Figure 3 : Pente moyenne sur la longueur du train | 6 |
| Figure 4 : Schéma de l'élévation et de la pente produit à l'intention de l'enquêteur désigné | 7 |

1.0 INTRODUCTION

- 1.1 Le 6 juillet 2013, peu avant 1 h, heure normale de l'Est, le train de marchandises numéro 2 vers l'est de la Montreal, Maine & Atlantic Railway, stationné pour la nuit à Nantes (Québec), part à la dérive. Le train parcourt une distance d'environ 7,2 milles et atteint une vitesse de 65 mi/h. Vers 1 h 15, à l'approche du centre-ville de Lac-Mégantic (Québec), 63 wagons-citernes chargés de pétrole brut UN 1267 et 2 wagons couverts dérailent. Le déraillement provoque le déversement de quelque 6 millions de litres de pétrole brut. Des feux et des explosions détruisent 40 bâtiments, 50 véhicules et les voies ferrées à l'extrémité ouest du triage de Mégantic. Quarante-sept personnes au total perdent la vie.
- 1.2 Le Laboratoire d'ingénierie du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a été demandé d'effectuer un levé sur le terrain et de calculer la pente de la voie.

2.0 EXAMEN ET ANALYSE

- 2.1 Un levé a donc été exécuté à l'aide d'une station totale semi-robotique Trimble S6 et d'un système mondial de localisation (GPS) différentiel Altus APS-3. Le levé comportait des points de données sur la voie, sur des routes sécantes et sur le terrain.
- 2.2 On a fait commencer les données de levé au point milliaire (P.M.) 8,40 de la subdivision de Sherbrooke à la hauteur du passage à niveau du rang Saint-Joseph à Nantes. La collecte de données s'est poursuivie tout juste jusqu'au-delà du passage à niveau de la rue Victoria dans Lac-Mégantic (QC), jusqu'au bord de ce qui a été défini comme étant la « zone rouge » au P.M. 0,41, zone située autour du site de l'événement où les conditions environnementales empêchaient d'apporter le matériel de levé. Ensuite, le levé s'est poursuivi depuis le bord opposé de la « zone rouge » à la hauteur de la rue de la Gare située au P.M. 117,11 de la subdivision de Moosehead, jusqu'à l'emplacement des locomotives, juste au-delà du passage à niveau de la rue Agnès au P.M. 116,40.
- 2.3 Les points de levé ont été saisis tous les 10 mètres et d'autres à des repères importants, tels que les points milliaires et les limites des passages à niveau. On a fait un post-traitement des données GPS BRUTES pour obtenir une meilleure précision absolue de la position des points GPS. Puis, à l'aide d'un logiciel de cartographie, on a fait passer une polyligne par tous les points de donnée et procédé sur cette ligne à une interpolation permettant de saisir des points tous les mètres.
- 2.4 Une société indépendante de géomètres a exécuté un levé GPS différentiel sur une distance d'environ 1,5 mille de voie, avec points saisis tous les 30 mètres; ces données correspondaient aux données de levé recueillies par le BST, à environ 4 cm près. La bonne corrélation entre les deux ensembles de données confirme la validité et la précision des données recueillies par le BST.
- 2.5 Les données de cartographie du modèle numérique d'élévation (MNE) ont servi à combler les données manquantes de la « zone rouge » entre les deux sections

- relevées. Ces données ne sont pas aussi précises que les données relevées, mais, sur la petite distance couverte et la variation minimale de l'élévation à l'intérieur de cette distance, les données du MNE possèdent une résolution suffisante¹ pour qu'on puisse les utiliser avec confiance avec le reste des données relevées.
- 2.6 On a superposé sur une carte (figure 1) le tracé des données de levé pour représenter les points relevés. La figure comprend les données relevées par le BST, celles de l'entrepreneur et les données du MNE. On y a identifié par des étiquettes les points milliaires, la position initiale du train et la position finale d'immobilisation du groupe de locomotives.
- 2.7 Ensuite, la pente a été calculée entre chacun des points de données relevés. Cette pente est montrée à la figure 2, c'est-à-dire la pente entre chaque point milliaire, calculée à partir des données relevées, la pente à partir du point milliaire 3,5 jusqu'au début de la « zone rouge » sur la subdivision de Sherbrooke, et la pente de la voie où s'est finalement immobilisé le train.
- 2.8 On a calculé aussi une pente moyenne sur des tronçons de voie de 10 mètres pour pouvoir utiliser cette donnée dans le rapport LP187/2013 aux fins de l'analyse de la force de freinage. L'enquêteur désigné a demandé à connaître la pente particulière sur diverses distances. Les pentes demandées allaient qu'au point milliaire 0, mais on en a calculé aussi jusqu'au point présentant la plus faible élévation; le point milliaire 0, en effet, était légèrement plus élevé que le point le plus bas, situé approximativement au point milliaire 0,11 de la subdivision de Sherbrooke. On a également demandé la pente depuis le début de l'endroit le plus éloigné où la locomotive s'est retrouvée sur la subdivision de Moosehead jusqu'au point le plus bas; les données relevées ont permis de situer l'endroit en question au point milliaire 116,41. La pente existant entre divers autres points a aussi été demandée. Toutes ces pentes sont résumées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Résumé des calculs de la pente

| Début² (point milliaire/subdivision) | Fin (point milliaire/subdivision) | Pente (%) |
|--|--|----------------------|
| 7,40 (S) | 0,00 (S) | -0,914 |
| 3,75 (S) | 0,00 (S) | -1,193 |
| 7,40 (S) | 0,11 (S) | -0,936 |
| 3,75 (S) | 0,11 (S) | -1,246 |
| 116,41 (M) | 0,00 (S) | -0,759 |
| 116,41 (M) | 0,11 (S) | -0,725 |
| 1,34 (S) | 0,41 (S) | -1,273 |
| 1,04 (S) | 0,11 (S) | -1,080 |

- 2.9 La pente sur laquelle le train était stationné à l'origine affichait -0,915 %, calculée à partir de l'arrière du train jusqu'à l'avant (en direction de Lac-Mégantic), sur la base d'une longueur de train de 1 440 mètres. La figure 3 représente, sur la

¹ Les précisions horizontale et verticale des données du MNE étaient respectivement de 4 et 4,7 m.

² Subdivision : Sherbrooke (S), Moosehead (M)

longueur du train, la pente moyenne depuis la position de départ jusqu'au début de la « zone rouge ».

- 2.10 Selon le graphique, on peut voir que le tronçon de voie le plus pentu se trouve dans les 3,5 derniers milles conduisant à la ville de Lac-Mégantic; la pente moyenne y est de 1,26 %. La pente maximale, dont on a fait la moyenne sur la longueur du train, était de 1,32 % et se situait au point milliaire 1,03 de la subdivision de Sherbrooke.
- 2.11 On a créé un autre graphique contenant des renseignements particuliers à l'intention de l'enquêteur désigné, telles des étiquettes et des pentes supplémentaires en des points particuliers. Ces données constituent la figure 4.

3.0 CONCLUSION

- 3.1 Un levé a été exécuté sur le site de l'événement de Lac-Mégantic pour y cartographier environ 9,2 milles de voie.
- 3.2 On a incorporé à l'ensemble des données de levé les données du MNE pour combler les valeurs manquantes là où il n'était pas possible d'utiliser le matériel de levé.
- 3.3 Les calculs de la pente ont été effectués aux fins de l'analyse par l'équipe d'enquête.
- 3.4 Le train s'est mis en marche sur une pente moyenne de -0,915 % avant sa dérive en direction de la ville de Lac-Mégantic.
- 3.5 La pente moyenne depuis le point de départ du train jusqu'à la ville de Lac-Mégantic était de -0,93 %.
- 3.6 Les 3,5 derniers milles conduisant à la ville de Lac-Mégantic avaient une pente moyenne de -1,26 %.
- 3.7 La pente maximale, dont on a fait la moyenne sur la longueur du train, était de 1,32 % et se situait au point milliaire 1,03 de la subdivision de Sherbrooke.

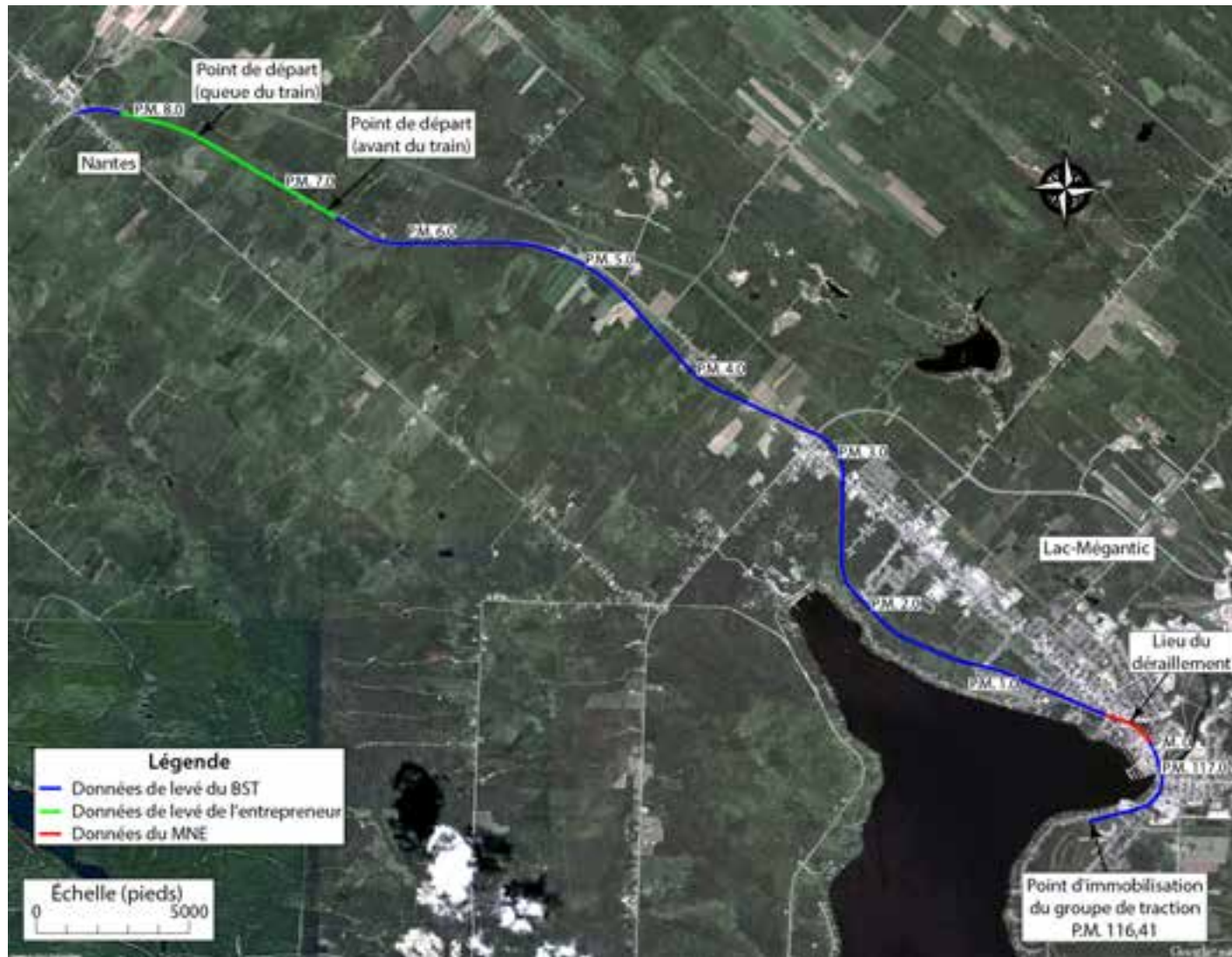


Figure 1 : Tracé des données de levé.

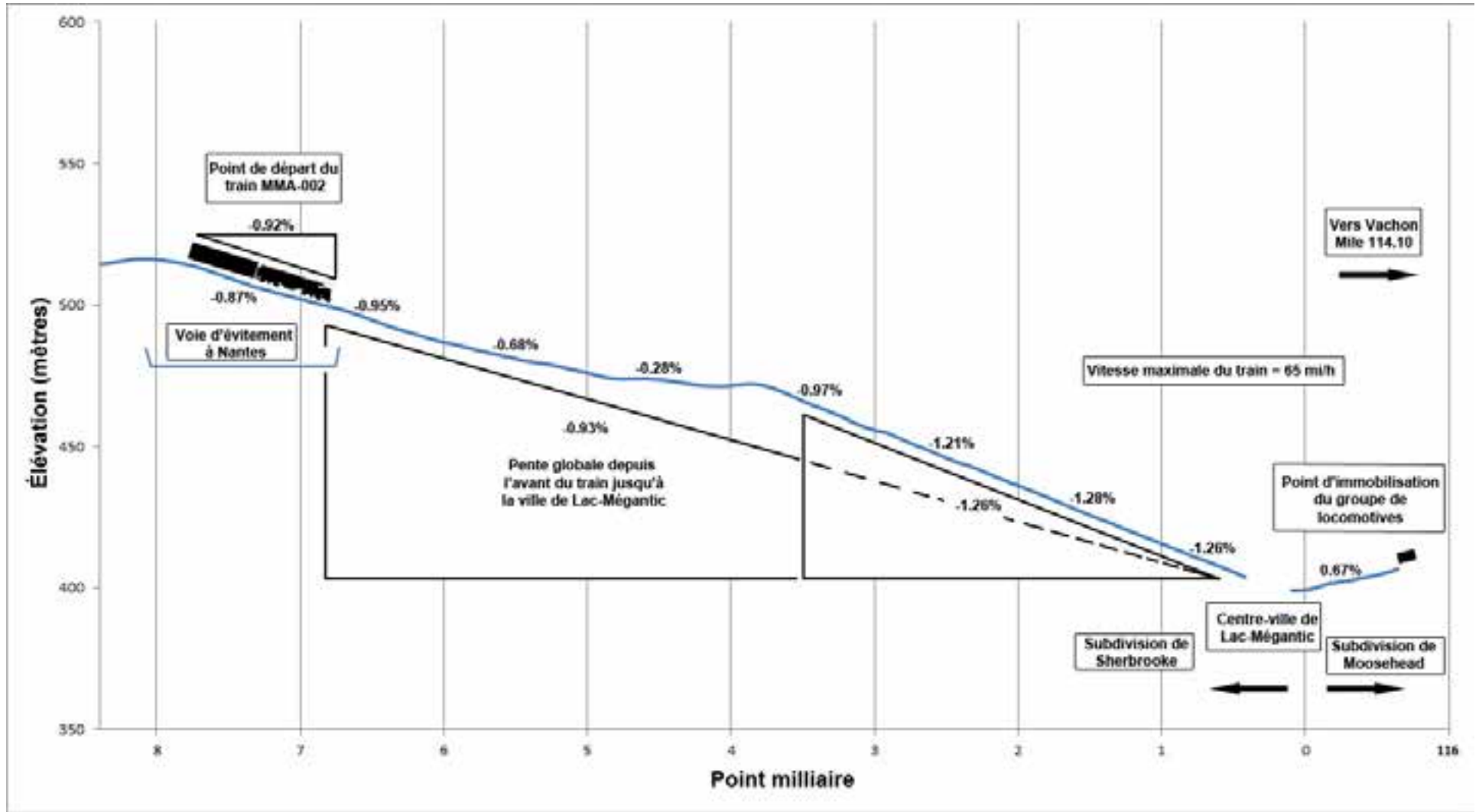


Figure 2 : Graphique des données relevées pour l'élévation et la pente

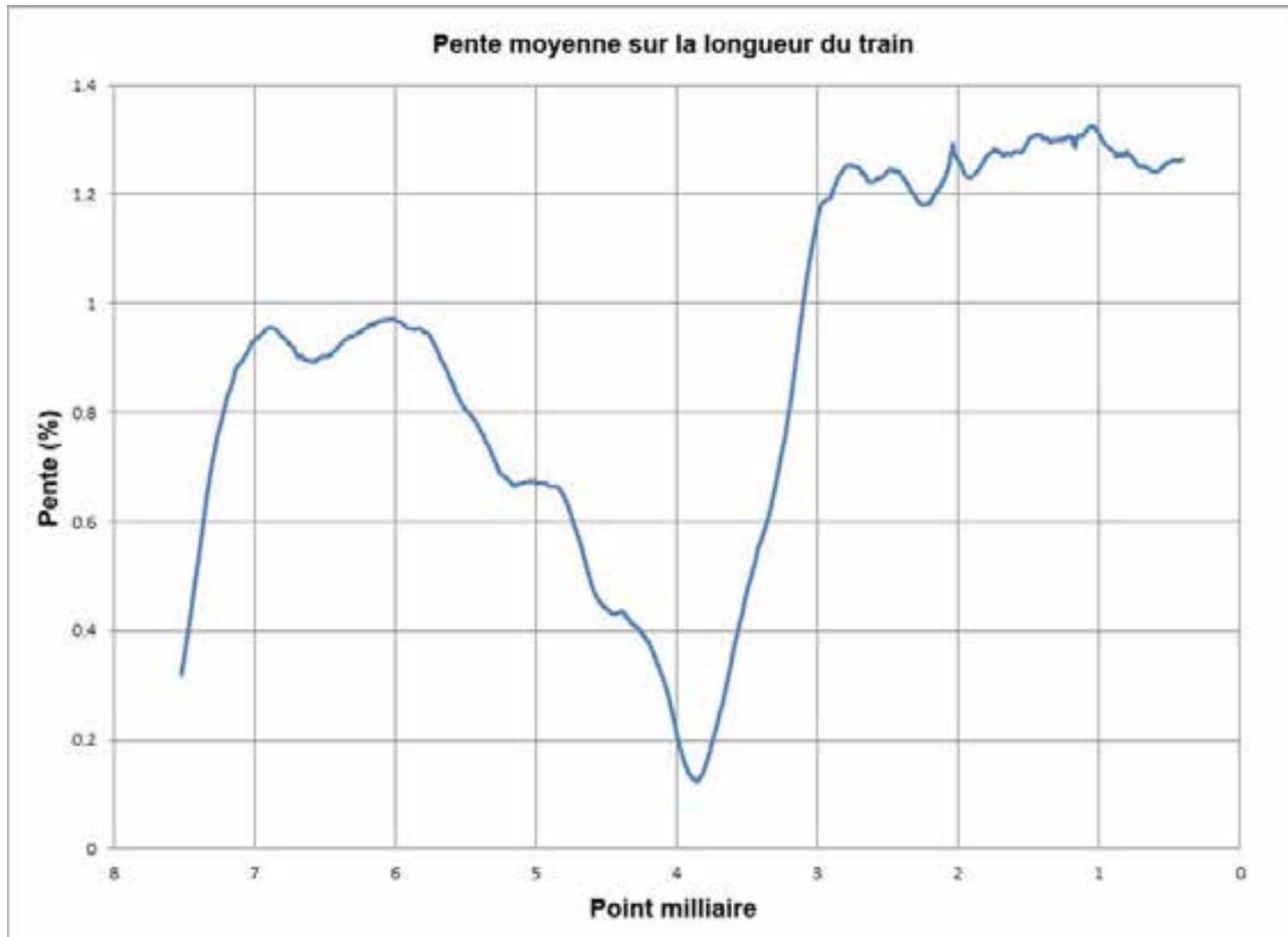


Figure 3 : Pente moyenne sur la longueur du train

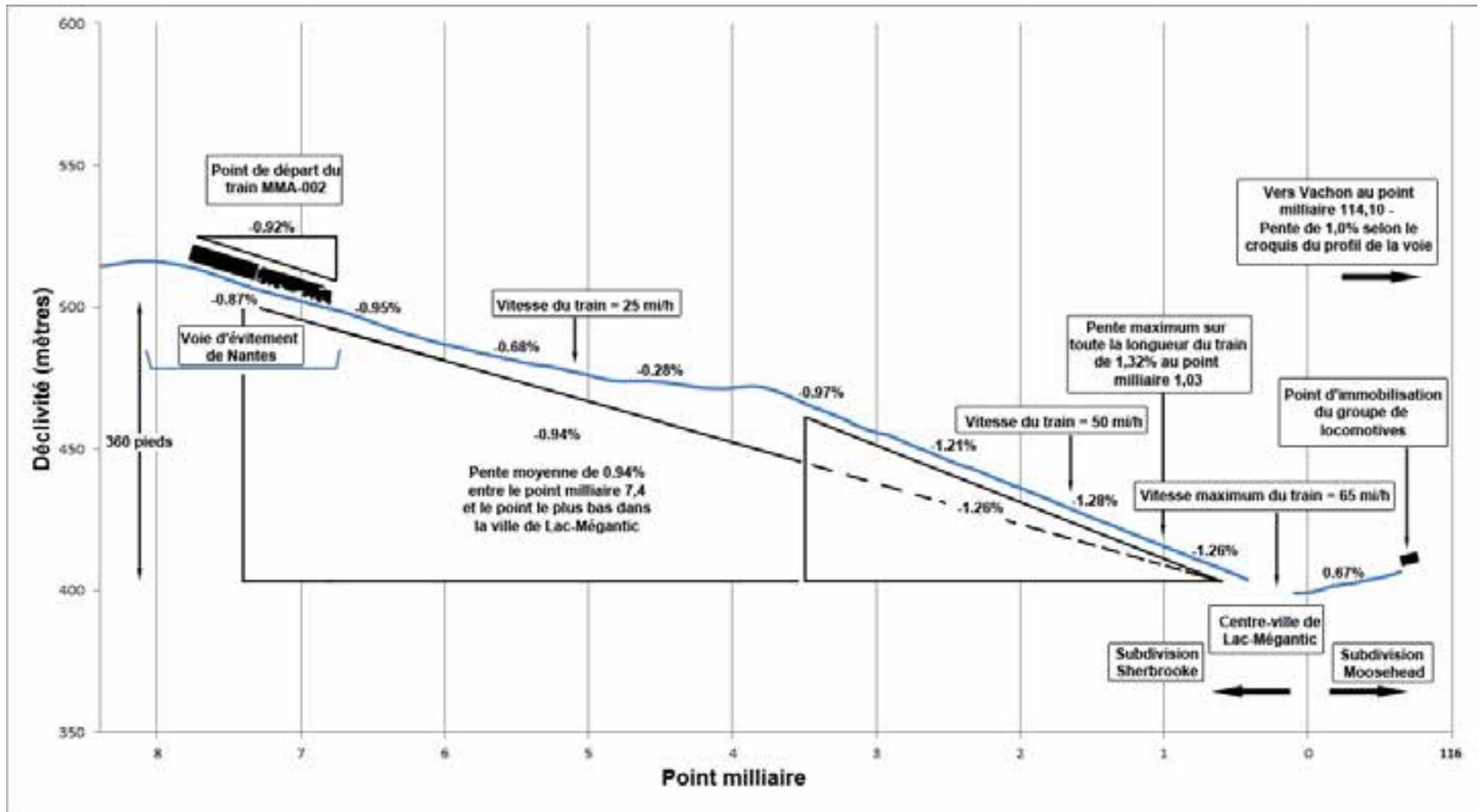


Figure 4 : Schéma de l'élévation et de la pente produit à l'intention de l'enquêteur désigné.