

AUSCULTATION DU PERIPHERIQUE PARISIEN AU NIVEAU DE LA PORTE D'ORLEANS : CHOIX, MISE EN PLACE ET SUIVI D'UN SYSTEME D'AUSCULTATION AUTOMATIQUE PENDANT LES TRAVAUX D'EXTENSION DE LA LIGNE 4 DE LA RATP

Société d'accueil : MIRE S.A.S

PFE présenté par : **Vivien DUFOUR**

Directeur du PFE : Pierre GUSMANO (Directeur Général de MIRE S.A.S)

Correcteurs : Jacques LEDIG et Tania LANDES



Vue du boulevard périphérique parisien au niveau de la porte d'Orléans

Introduction

M.I.R.E SAS est une entreprise de topographie spécialisée dans les travaux ferroviaires faisant partie du groupe TSO. Elle est composée d'une trentaine d'employés répartis sur l'ensemble de la France. J'ai pour ma part effectué mon Projet de Fin d'Etude au bureau principal de Rueil-Malmaison (92). Actuellement, une importante politique d'amélioration et d'extension des transports franciliens est en cours, et le prolongement de la ligne 4 du métropolitain en fait partie. L'extension de la ligne 4 du métropolitain devrait à terme se poursuivre jusqu'à Bagneux (92). La première étape est de relier Montrouge (92), seule ville limitrophe de Paris à ne pas être reliée par le métropolitain au centre de Paris. La création du nouveau tronçon reliant la Porte d'Orléans à la Mairie de Montrouge nécessite la réalisation d'un tunnel de 1470 m de long au départ du terminus actuel de la ligne 4. Soit 680 m de tunnel de circulation pour l'exploitation commerciale du prolongement, suivis de 90 m pour la station et de 700 m destinés aux installations d'arrière-station à Mairie de Montrouge. Pour la traversée du périphérique, la méthode par pré-découpage mécanique ou méthode « Perforex » est utilisée. Cette méthode a été choisie car le tunnel passera sous le périphérique à moins de 15 mètres de la surface du sol ; de plus, dans cette zone, de nombreuses carrières sont à combler durant les travaux pour permettre la construction du tunnel

Dans le cadre de l'extension de la ligne 4 du métropolitain de Paris, l'entreprise MIRE a été chargée de différents travaux de topographie. Ainsi, notamment, la mise en place et du suivi d'un système d'auscultation automatique au niveau de la Porte d'Orléans lui a été confiée.

Mon étude a donc consisté à effectuer la comparaison des matériels et logiciels existants dans ce domaine, la mise en place du système d'auscultation automatique, l'analyse des résultats, et enfin de faire des améliorations au système existant.

1. Système d'auscultation installé

Notre système d'auscultation automatique est composé de ces différents éléments :

- Les repères (prismes GMP 104)
- L'instrument de mesure (TCRA 1102+ de LEICA Geosystems)
- Le système de transmission des mesures (radio SATEL 2ASxE)
- L'ordinateur comportant le logiciel DPS Auscultation et recueillant les données mesurées

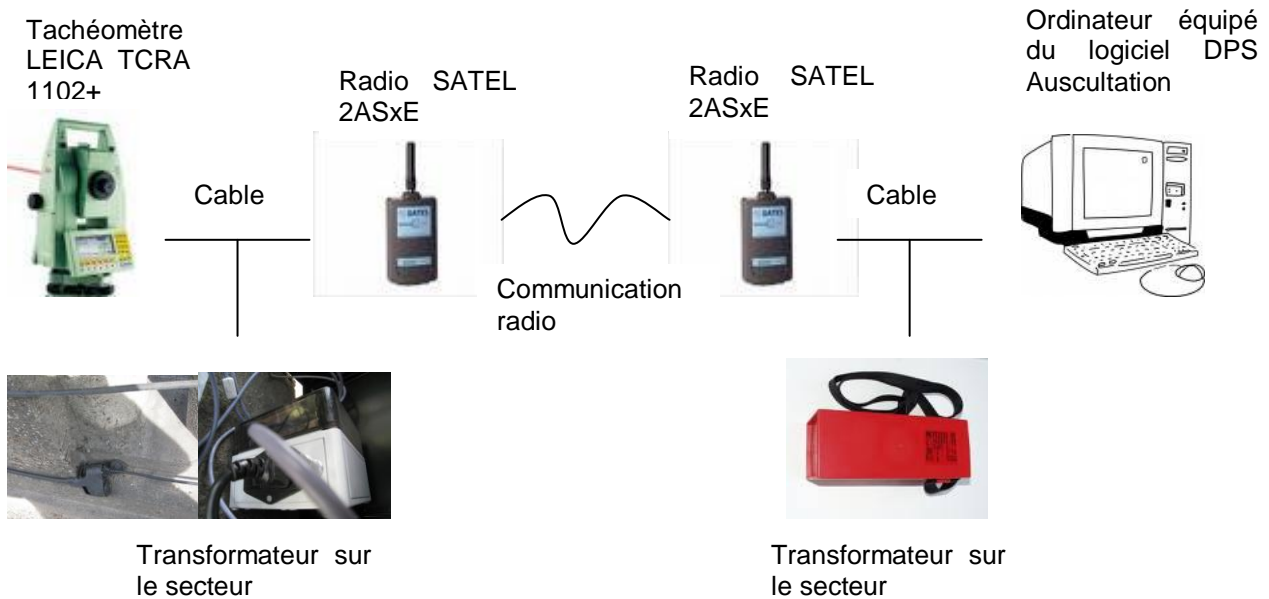


Schéma montrant la connexion réalisée entre le tachéomètre et l'ordinateur portant le logiciel DPS Auscultation [DPS modifié]

2. Présentation du logiciel d'auscultation « DPS Auscultation »

Le progiciel DPS Auscultation fait parti d'une gamme de logiciels utilisés pour les chantiers de Travaux Public

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| - DPS Bulldozer | - DPS Nivelieuse |
| - DPS Finisseur | - DPS Slipform/Autograd |
| - DPS Attaque ponctuelle | - DPS Tunnelier |
| - DPS Pelle | - DPS Grue |
| - DPS Route | - DPS Profil |
| - DPS Projet | - DPS Bathy |
| - DPS Gravière | - DPS Rail |

DPS Auscultation permet de réaliser des procédures d'auscultation dynamique des mouvements d'un prisme. Il ne permet de commander qu'une seule station automatique de marque LEICA et appartenant soit à la série 1000, 1100 ou 1800.

3. Réglage des paramètres

Le boulevard périphérique est un lieu très particulier, ainsi, la phase de réglage des paramètres du système a été une étape cruciale du travail réalisé, car un mauvais réglage peut entraîner des mesures fausses, de moindre qualité, ou inexistantes. Ainsi, les principaux paramètres qu'il est nécessaire de régler dans le progiciel utilisé sont :

- pointé 2 faces
- nombre de pointés
- tolérances Hz et V
- activation du compensateur deux axes
- mode de mesure (rapide, normal, de précision)
- unités d'affichage
- horloge de planification des mesures

mais d'autres paramètres peuvent également être réglés.

Concernant le tachéomètre, il est également nécessaire d'effectuer des réglages afin que l'ordinateur puisse le commander au travers du progiciel :

- Mettre le tachéomètre en mode de communication .gsi
- Le mode télécommandé doit être désactivé

Les paramètres de communication doivent être conformes à ceux requis pour l'utilisation des radios SATEL 2ASxE:

- vitesse de transmission : 9600 bits par seconde
- protocole de communication : GSI,
- Parité Aucune
- Caractère de Fin CR LF
- bits données : 8
- bit stop : 1
- masque d'affichage et d'enregistrement en GSI 8 caractères

4. Sécurité

Pour installer notre système sur le périphérique, il a été nécessaire d'être très attentif concernant les conditions de sécurité. Ainsi, les interventions sur le système ne se font que lors de coupures de la circulation qui sont planifiées environ tous les quinze jours sur chaque tronçon par la direction de la voirie et des déplacements de Paris.

Concernant les prismes, ils ont été équipés de cônes les signalant. Le tachéomètre a lui été enfermé dans une « cage » le protégeant. Mais il a fallu veiller à ce que cette « cage » permette la prise de mesures.

5. Essais à blanc

Ils consistent à réaliser les mesures sans que le percement du tunnel sous le périphérique n'ait commencé dans les conditions dans lesquelles elles seront réalisées lors du percement du tunnel sous le périphérique, c'est-à-dire, une mesure sur chaque point toutes les deux heures (voir moins en cas de dépassement de seuil), 7 jours sur 7, 24 heures sur 24 avec alerte sonore et visuelle en cas de dépassement de seuil. Ces essais doivent débuter quand le front de percement est à 50 mètres de la zone concernée par l'auscultation automatique, soit environ quinze jours avant la date d'arrivée de la machine effectuant le percement sous le périphérique. Suite à ces essais, le bruit moyen sur les mesures a été évalué et a permis de définir les seuils de tolérance.

6. Définition des seuils

Ils sont de trois ordres :

- Vigilance ordinaire : les mesures sont conformes aux valeurs données par la note de calcul selon les phases d'exécution. Les travaux sont poursuivis
- Vigilance accrue : les mesures sont supérieures aux valeurs prévues par les notes de calcul mais restent inférieures à 150 % de dépassement. Au premier dépassement, les topographes doivent vérifier les valeurs et contrôler les points de références. Si le dépassement est avéré, la fréquence de mesure est augmentée. Une adaptation des méthodes est proposée et mise en œuvre.

- Alerte : la situation d'alerte est mise en place lorsque les biens et personnes sont mis en péril et/ou que les paramètres enregistrés dépassent 150% des valeurs prévues par les notes de calcul. Cela entraîne l'arrêt de l'avancement des travaux et une mise en sécurité immédiate de l'ouvrage

7. Analyse des premières mesures

Différents types d'écarts sont définis :

- Ecart théorique : écart qu'il est possible d'attendre d'après la position du point en prenant en compte les données du constructeur du tachéomètre et les autres facteurs quantifiables.
- Ecart global : les écarts entre la valeur de chaque mesure et la valeur la plus probable.
- Ecart partiel : les écarts entre la valeur de chaque mesure et la valeur précédente.

8. Etude des manques du système actuel et améliorations apportées au système

En mettant en place et en utilisant ce système, nous avons constaté certains manques dont les plus marquants sont :

- Pas de protection des données enregistrées
- Pas d'exportation possible des graphiques présentant les écarts
- Pas de fichier de sortie présentant les écarts calculés
- Pas de détection des mesures fausses
- Format du fichier contenant les données brutes peu lisible pour un néophyte
- Difficulté pour connaître la raison du dysfonctionnement du système (messages d'erreurs peu explicite)
- Impossibilité de contrôler à distance le logiciel

Bien entendu cette liste n'est pas exhaustive.

Du fait des demandes du client et de nos constatations concernant les manques du système actuel, nous avons décidé d'effectuer quelques améliorations :

- Création d'un logiciel d'envoi de courriels en cas d'alerte
- Copie, classement et sauvegarde des données d'auscultation au moyen d'un serveur FTP
- Calcul d'écarts et traitement des données au moyen d'un tableur en temps quasi-réel

Conclusion

A la fin de mon étude, les objectifs principaux m'ayant été assignés ont été atteints, la mise en place et en fonctionnement d'un système d'auscultation automatique fiable. De nombreuses améliorations ont pu être apportées notamment en ce qui concerne le traitement des données (calcul d'écarts, réalisation de graphiques, détection des fautes), le système d'alerte (alerte en cas de dépassement de seuil, alerte en cas d'absence de mesures) et la sécurité des données (classement et copie des données).