

SIÈGE SOCIAL

10 RUE MERCOEUR
75011 PARIS

TÉL. 01 42 06 03 85
FAX 01 42 06 88 30

paris@ttge.fr

www.ttge.fr

S.C.O.P. – S.A.

TECHNIQUES TOPO
RCS PARIS 642 019 038
SIREN 642 019 038
APE 7112 A
N° TVA Intracommunautaire
FR 03 64 201 19 038

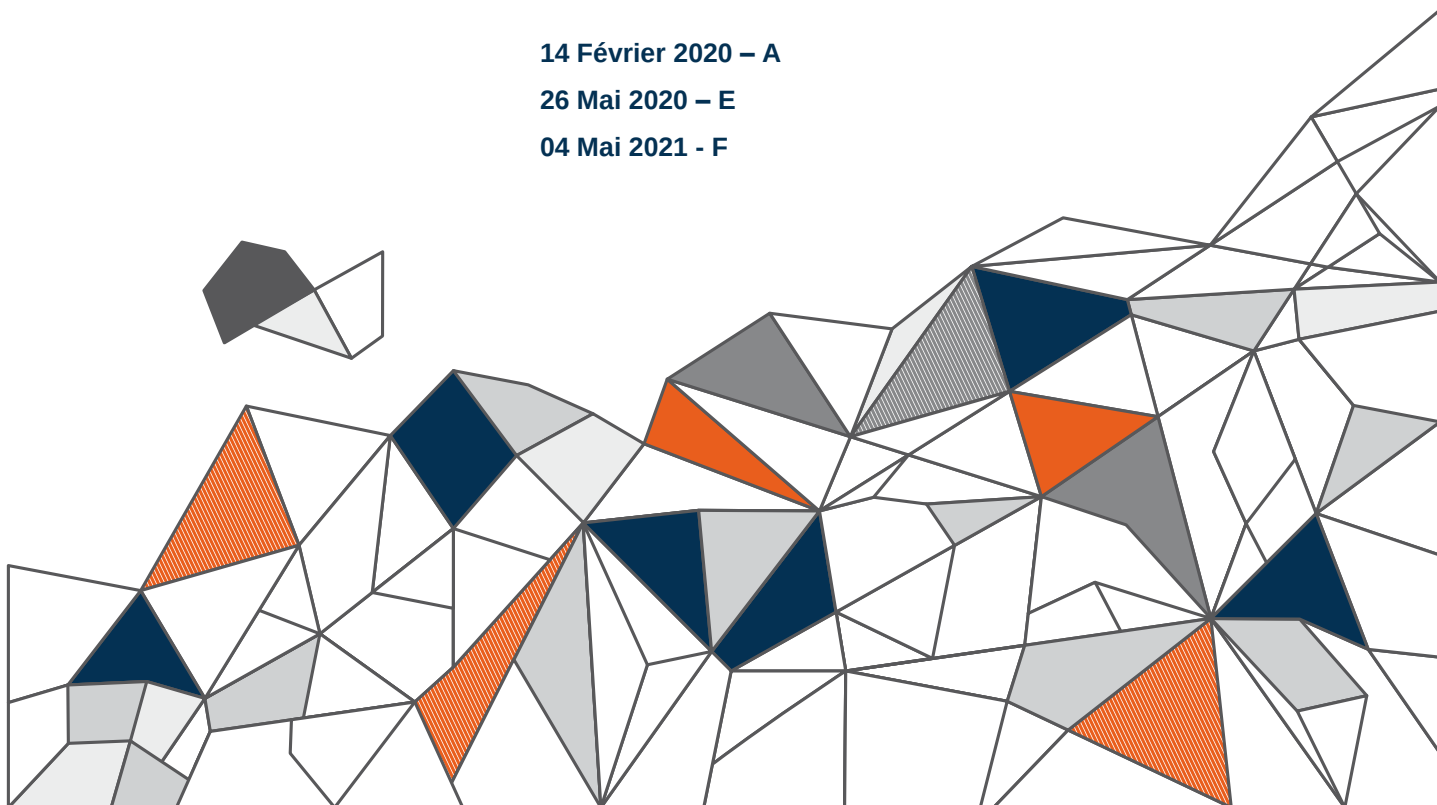
AUSCULTATION AUTOMATIQUE

Par station totale

14 Février 2020 – A

26 Mai 2020 – E

04 Mai 2021 - F



SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. COMPOSANTS DU SYSTEME D'AUSCULTATION	6
3. INSTALLATION DU SYSTEME	10
4. APPRENTISSAGE ET TRAITEMENT	12
5. RESULTATS DE MESURES	13

1. OBJET

Afin de suivre l'évolution de manière continue d'un ouvrage (bâtiment, tunnel, voies ferrées, ponts etc.) lorsque celui-ci est en interaction avec des travaux à proximité ou lorsqu'il connaît des désordres lors de son usage standard, la méthode d'auscultation automatique par station totale (théodolite) est souvent utilisée.

Ce système autonome peut être mis en place dans de nombreux environnements : milieu confiné, domaine ferroviaire, zone industrielle, zone résidentielle, domaine public...

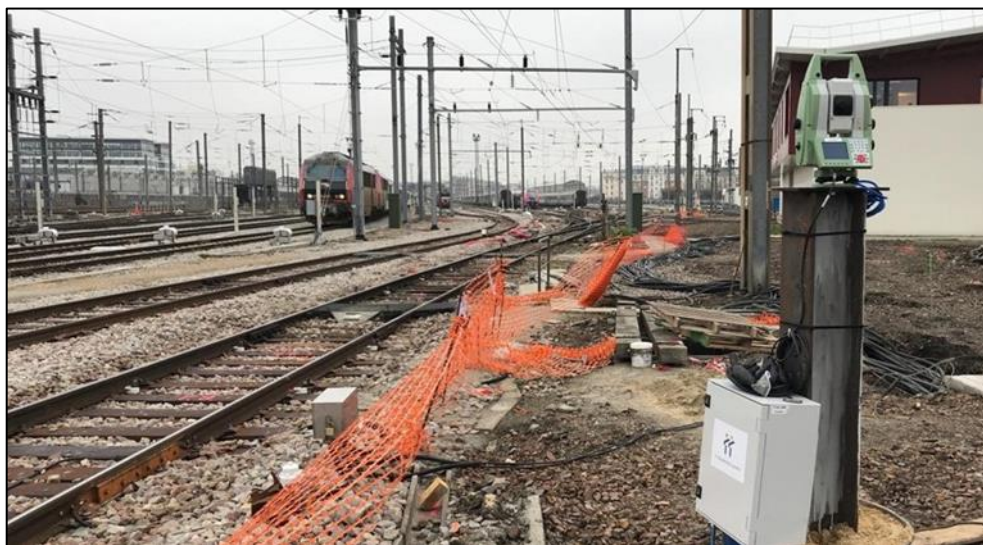


Figure 1: Auscultation automatique d'une voie SNCF et bâtiments adjacents – Clichy La Garenne (2018)



Figure 2: Auscultation automatique d'un pont rail SNCF – St Ouen (2018)



Figure 3 : Auscultation automatique du tunnel RATP – Noisy Le Grand (2019/2020)



Figure 4 – Auscultation d'un bâtiment industriel – Rantigny (2019)



Figure 5 – Auscultation de façades de bâtiments avoisinant un chantier de construction – Paris (2021)

En effet, cette méthode d'auscultation très précise (de l'ordre du mm) permet le suivi de l'ouvrage, de déterminer les éventuels déplacements et alerter en temps réel les différents intervenants par sms ou mail lorsqu'un seuil prédéfini est atteint.

2. COMPOSANTS DU SYSTEME D'AUSCULTATION

L'auscultation automatique est réalisée grâce à une station totale motorisée de grande précision aussi appelé théodolite (de type Leica TM50, TM30, TCA1800).



Figure 6 – Exemple d'une station totale motorisée (TM30)

La station totale effectue les observations sur un ensemble de prismes de type Leica GMP104.

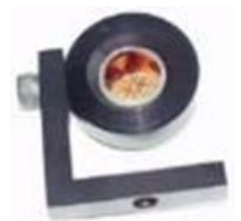


Figure 7 – Prisme Leica GMP 104

Ces prismes sont répartis en deux groupes :

- **Les prismes d'auscultation** : répartis sur l'ouvrage à ausculter. Leurs positions sont déterminées en temps réel par la station totale et permettent de vérifier les mouvements.
- **Les prismes de référence** : situés dans une zone stable à l'extérieur de la zone à ausculter et sont donc considérés comme fixes. Ces prismes permettent à l'appareil de s'orienter et de corriger sa position exacte à chaque série de mesures.

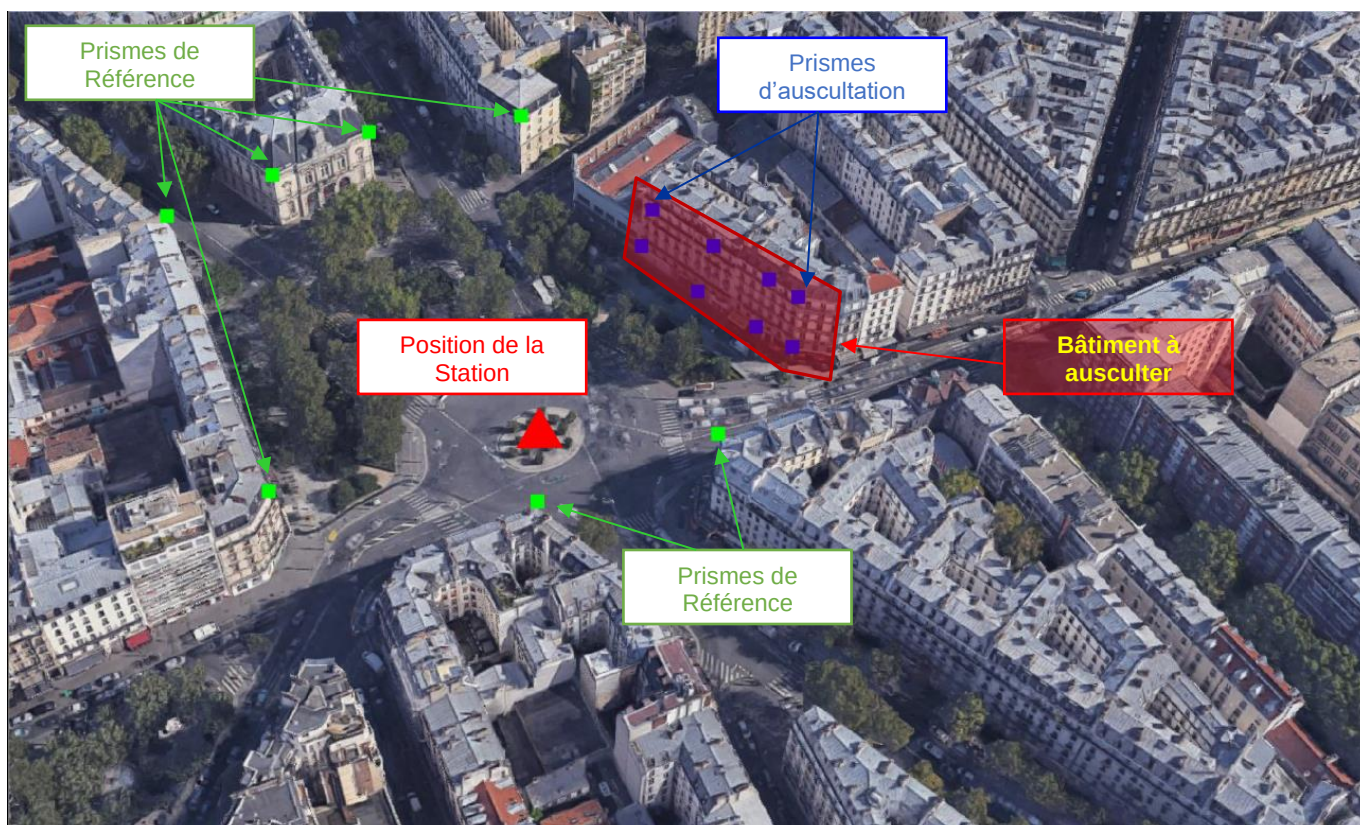


Figure 8 – Exemple d'une auscultation par station totale et les différents prismes

Dans certains cas où il est impossible d'avoir des références en dehors de la zone d'influence du chantier (zone close, sous-sol, etc.), des calculs entre les cibles d'auscultation seront réalisés en local afin de déterminer leurs mouvements relatifs. Ces calculs peuvent être des distances (cordes), des tassements différentiels ou encore des inclinaisons.

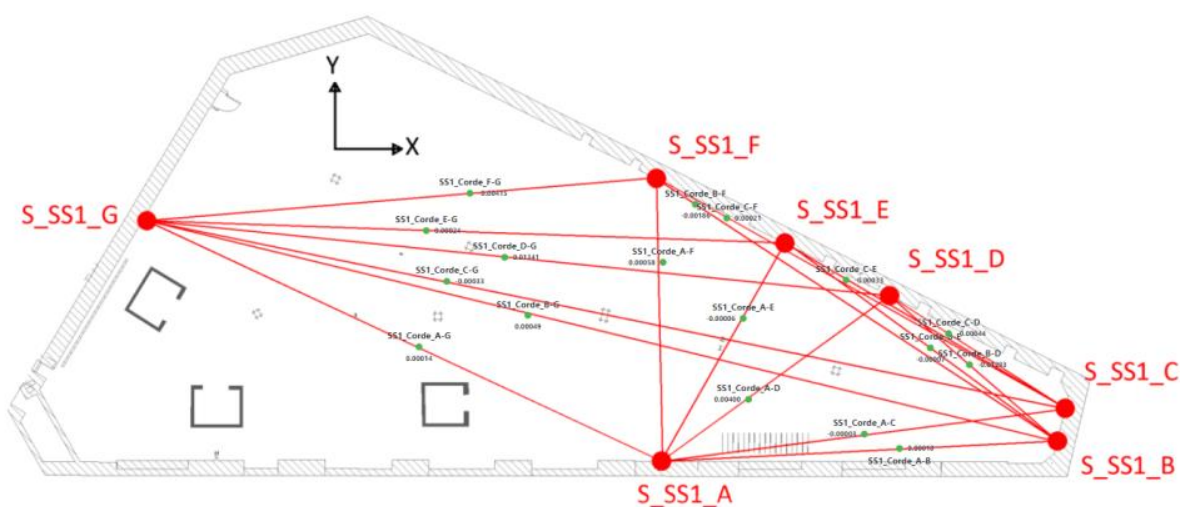


Figure 9 – Exemple de calcul de cordes entre cibles d'auscultation

L'appareil effectue des séries de mesures sur les prismes dont la fréquence est paramétrable. La durée d'un cycle est proportionnelle au nombre de prismes mesurés.

Pour assurer la communication et l'échange des données, un boîtier de communication GSM installé à proximité de la station totale, ainsi qu'un serveur dans nos locaux complètent le système qui est commandé par le logiciel de pilotage. Ce dernier permet de paramétrer les mesures, les calculs, les seuils définis, ainsi que les actions d'alarme (sms ou mails).



Figure 10 – Stations totales et boîtiers de communication

Le boîtier de communication doit être branché à une source d'alimentation classique de 220 Volts afin d'alimenter l'ensemble du système en permanence. Une batterie de secours 12 volts est présente dans le boîtier d'acquisition en cas de coupure momentanée d'alimentation (24H d'autonomie environ).

Pour des sites isolés, il existe des solutions d'alimentation autonome comme les panneaux solaires ou les piles à combustible.

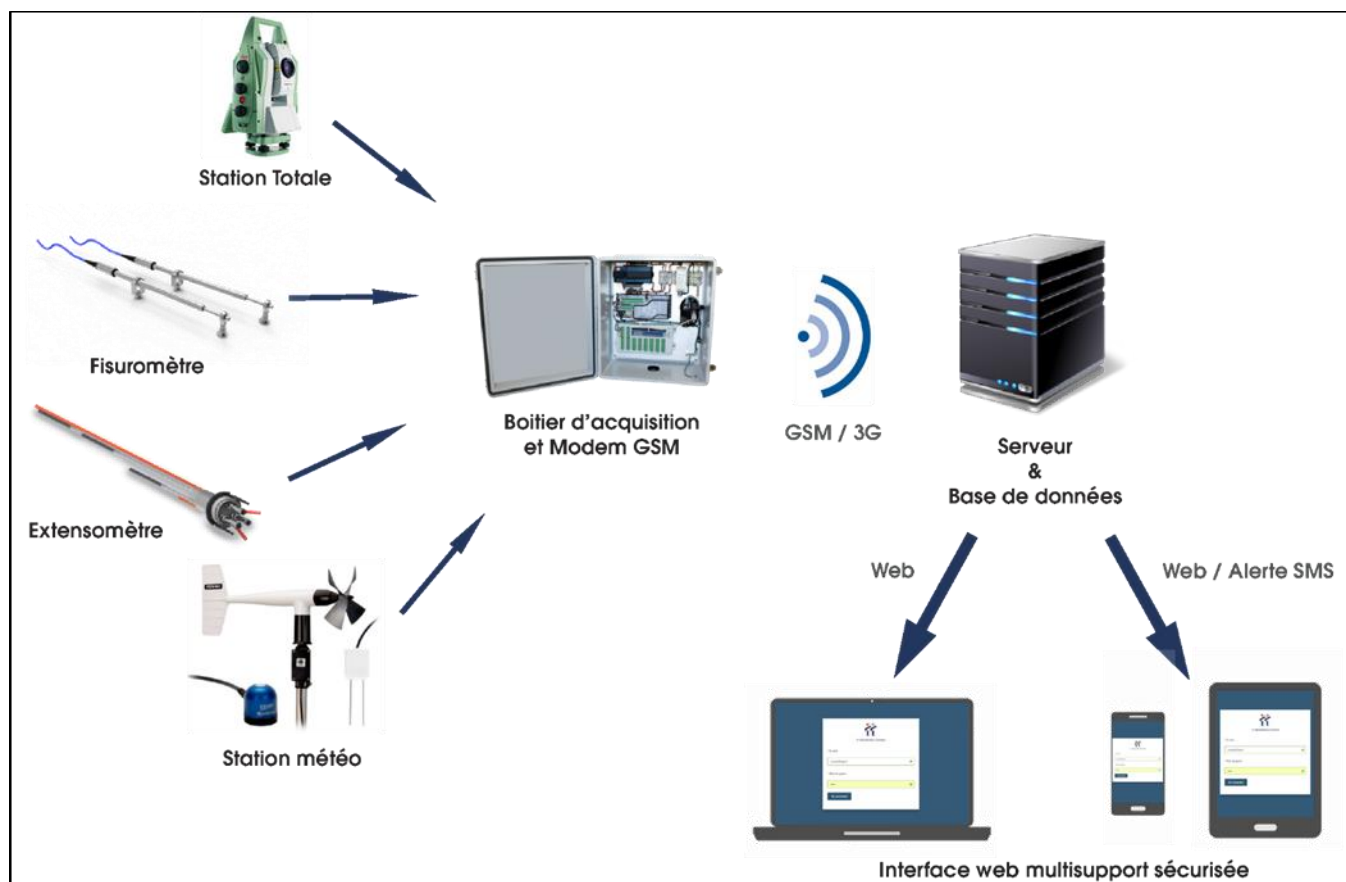


Figure 11 – Chaîne d'acquisition automatique

3. INSTALLATION DU SYSTEME

L'installation du système constitue la première étape du déploiement d'une auscultation automatique. La station totale est d'abord fixée sur un support dont la nature et la position ont été définis lors d'une visite préalable.

Différents types de support peuvent être utilisés selon la configuration chantier.

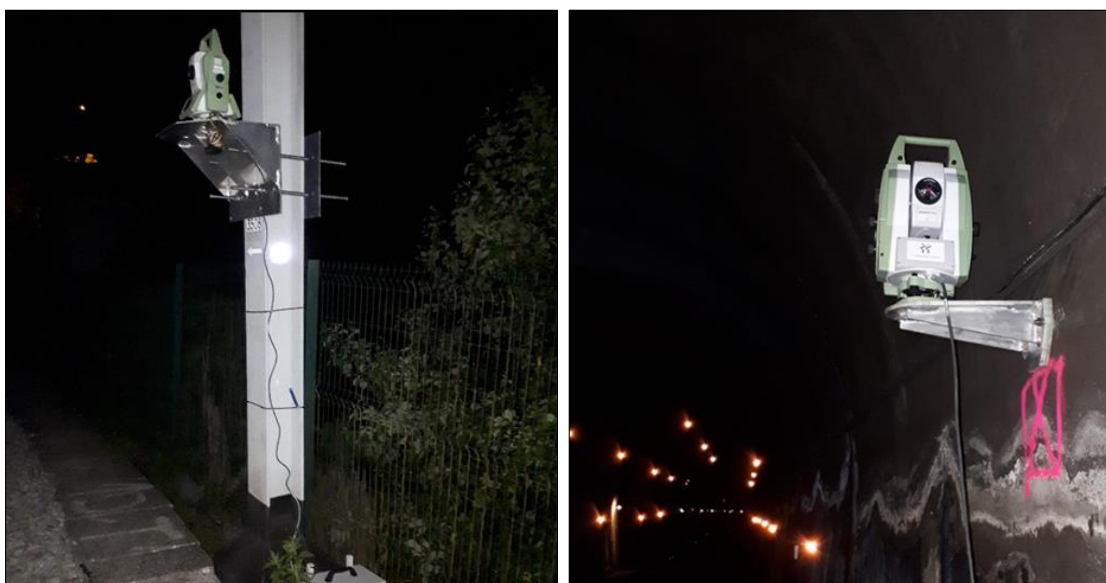


Figure 12 – Support sur poteau caténaire et sur console murale



Figure 13 – Support en voute et sur mât

Après avoir mis en place la station totale, les différents prismes (référence et auscultation) sont installés.

Les cibles sont généralement installées par montage cheville/vis. Au niveau des rails, elles sont fixées à l'aide des mors spécialement conçus.



Figure 14 – Exemples de prismes installés

D'autres types de prisme peuvent également être utilisés pour l'auscultation selon les contraintes liées au chantier (voirie, passage d'engins, etc.).



Figure 15 – Exemples de prismes complémentaires

4. APPRENTISSAGE ET TRAITEMENT

Après installation du système sur site, un apprentissage des différentes cibles est effectué. Les points sont alors visés manuellement et leurs positions enregistrées dans la mémoire interne de la station totale.

Ces données sont par la suite transmises au logiciel de pilotage qui commande la station totale et traite les données à distance. La fréquence de mesure, les différents niveaux de seuils ainsi que le paramétrage des alertes sont gérés par ce logiciel.

En fonction du type d'ouvrage à surveiller, des calculs complémentaires pourront être réalisés (cordes pour les tunnels, dévers pour les voies ferrées, tassements différentiels pour les murs...) afin de faire une analyse plus poussée des déformations.

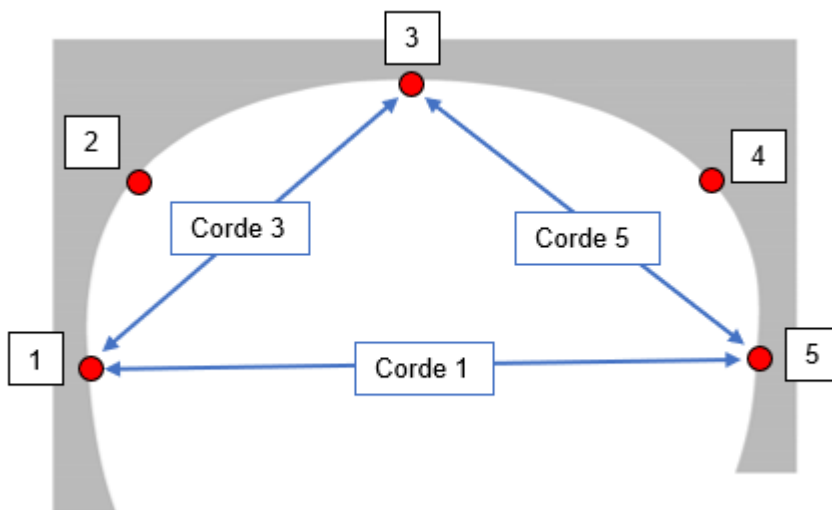


Figure 16 – Exemple de calcul des cordes pour un tunnel

5. RESULTATS DE MESURES

Les résultats de mesure sont ensuite disponibles sur l'interface Web TT Géomètres Experts sous forme de graphiques, de tableaux de valeurs exportables et de cartes instantanées :

- Graphiques représentant les déplacements dans le temps : les courbes synthétisant les données par périodes (moyenne/médiane par semaine/mois) présentent alors un historique des déformations. Les seuils limites de déformation sont également visibles au niveau des graphes.



Figure 17 – Déformations Vs temps

- Tableaux de valeurs regroupant les données des différents points sélectionnés par date : il est possible d'exporter les observations selon un intervalle de temps défini. Celles-ci seront alors disponibles en format .csv pour être traité par ailleurs.
- Les cartes en temps réel montrent une représentation globale des observations. Les points en alarme y sont visibles en instantané.

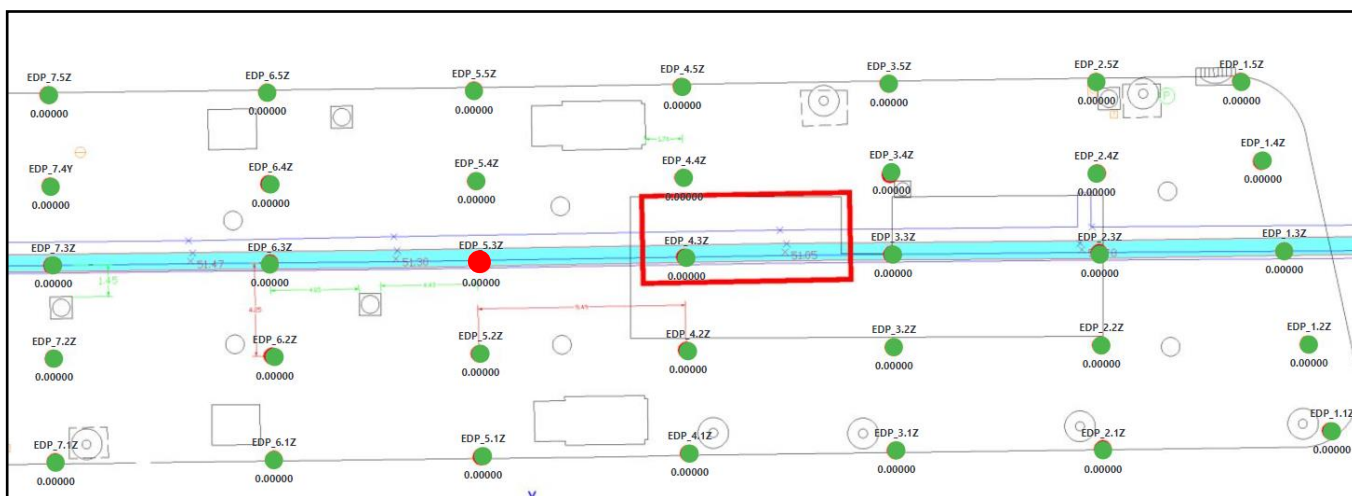


Figure 18 – Carte en temps réel avec alarme en direct (point en rouge)