

SIÈGE SOCIAL

10 RUE MERCOEUR
75011 PARIS

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

paris@tge.fr

www.tge.fr

AUSCULTATION MANUELLE

Par station totale

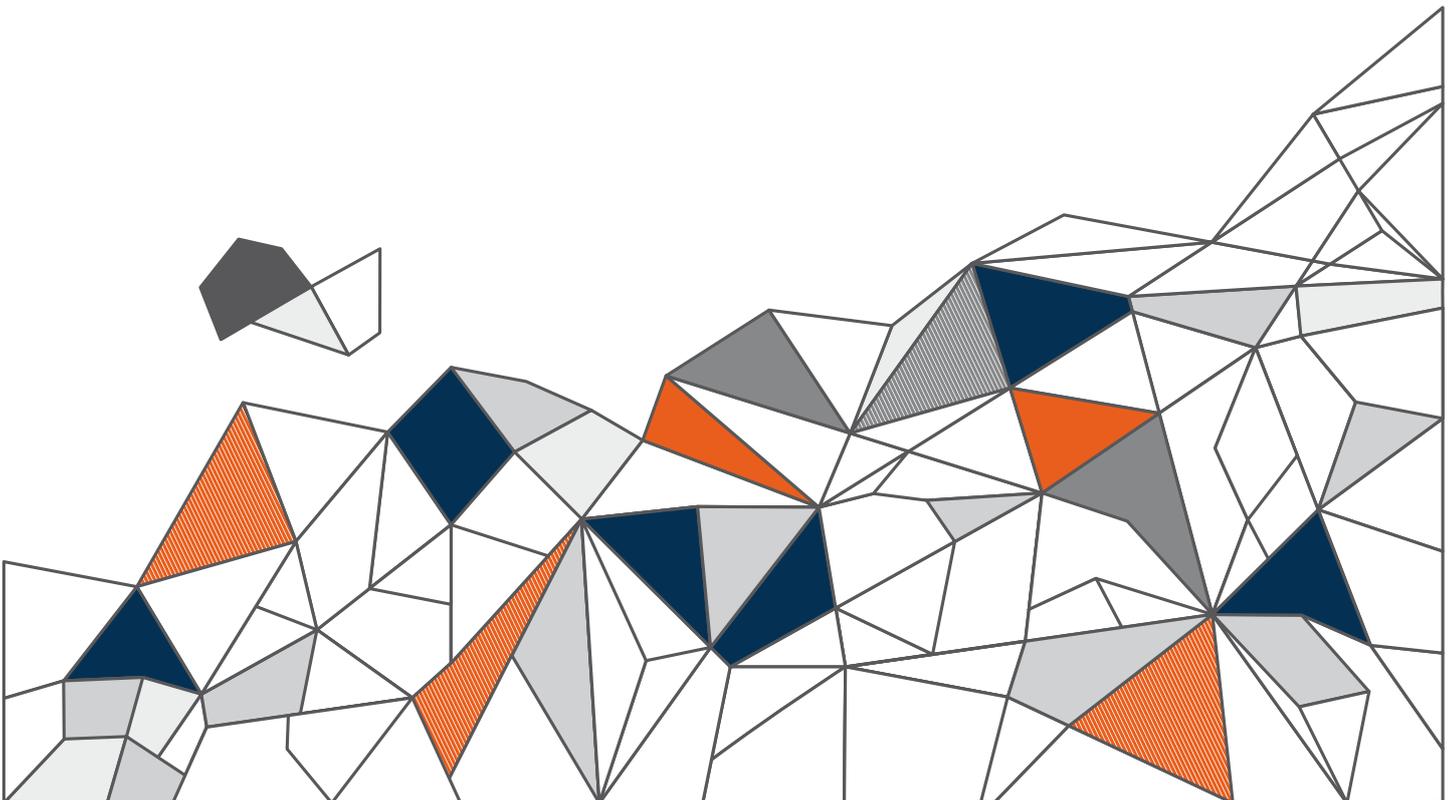
S.C.O.P. – S.A.

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

17 Février 2020 – A

26 Mai 2020 – D

04 Mai 2021 – E



SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. MATERIEL UTILISE	5
3. PROCESSUS	8
3.1. Mesures et calculs	8
3.2. Livrable	9



Figure 1 - Auscultation en milieu urbain

1. OBJET

Afin de suivre l'évolution de manière **périodique** 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 manuelle par station totale (théodolite) est souvent utilisée.

Ci-dessous quelques cas d'auscultations réalisées :

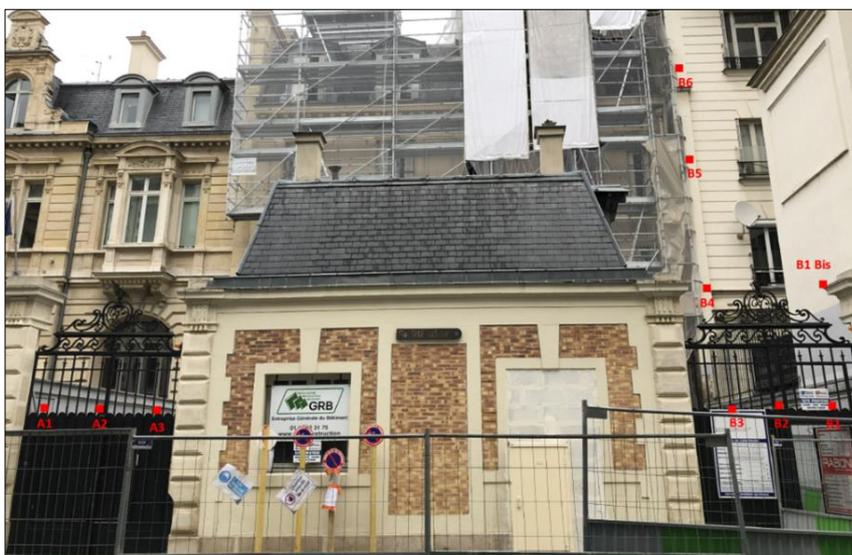


Figure 2: Auscultation manuelle des avoisinants – Rue Murillo Paris (2020)



Figure 3: Auscultation manuelle d'un bâtiment d'habitation – Vigneux sur Seine (2020)



Figure 4: Auscultation manuelle d'un d'une façade d'un collège – Orly (2021)

Cette méthode d'auscultation permet de quantifier les éventuels mouvements d'un ouvrage. La précision de mesure attendue est de l'ordre de $\pm 2\text{mm}$.

2. MATERIEL UTILISÉ

L'auscultation est réalisée à l'aide d'une station totale de grande précision (de type TM50, TM30 ou TS16)



Station totale Leica Viva TS16

MESURE D'ANGLE				
Précision ¹ Hz et V	Absolute, continue, diamétrale	1" (0,3 mgr), 2" (0,6 mgr), 3" (1 mgr), 5" (1,5 mgr)		
MESURE DE DISTANCE				
Portée ²	Avec prisme (GPR1, GPH1P) ³ Sans prisme / Toute surface ⁴	1,5 m à >3500m R500 : 1,5 m à > 500m R1000 : 1,5 m à >1000m		
Précision ⁵ / Durée de la mesure	Simple (prisme) ^{3,5} Simple (toute surface) ^{3,4,6,6}	1 mm + 1,5 ppm / habituellement 2,4 s 2 mm + 2 ppm / habituellement 3 s		
Taille du point laser	À 50 m	8mm x 20mm		
Technologie de mesure	Analyseur du système	Coaxial, laser rouge visible		
IMAGERIE				
Caméra de vue d'ensemble	Capteur Champ de vision Fréquence de trames	Capteur CMOS 5 mégapixels 19,4° Jusqu'à 20 images par seconde		
VISÉE AUTOMATIQUE : ATRplus				
Plage de visée de la cible ⁷ / Plage de verrouillage de la cible ⁸	Prisme circulaire (GPR1, GPH1P) Prisme 360° (GRZ4, GRZ122)	1500 m / 1000 m 1000 m / 1000 m		
Précision ^{1,2} / Durée de la mesure	Précision angulaire ATRplus Hz, V	1" (0,3 mgr), 2" (0,6 mgr), 3" (1 mgr), 5" (1,5 mgr) / habituellement 3 à 4 s		
POWERSEARCH				
Portée / Durée de la recherche	Prisme 360° (GRZ4, GRZ122)	300 m / habituellement 5 s		
AIDE À L'ALIGNEMENT (EGL)				
Plage de fonctionnement / Précision		5 à 150 m / habituellement 5 cm à 100 m		
GÉNÉRALITÉS				
Logiciel de terrain	Leica Captivate avec applis			
Affichage et clavier	Écran tactile couleur WVGA 5" (pouces), face I standard / face II en option	37 touches, éclairé		
Processeur	TI OMAP4430 1 GHz Dual-core ARM® Cortex™ A9 MPCore™	Système d'exploitation : Windows EC7		
Gestion de l'alimentation	Batterie Li-Ion interchangeable	Autonomie : 5 à 8 h		
Stockage de données	Mémoire interne Carte mémoire	2 Go Carte SD 1 Go ou 8 Go		
Interfaces	RS232, USB, Bluetooth®, WLAN			
Poids	Station totale batterie comprise	5,3 à 6 kg		
Spécifications environnementales	Plage de température de fonctionnement Poussière / Eau (IEC 60529) / Humidité	-20°C à +50°C IP55 / 95 %, sans condensation		
LEICA VIVA				
	TS16 M	TS16 A	TS16 P	TS16 I
Mesure d'angle	✓	✓	✓	✓
Plage de mesure de distance vers le prisme	✓	✓	✓	✓
Plage de mesure de distance vers toute surface	✓	✓	✓	✓
Visée automatique de la cible : ATRplus	✗	✓	✓	✓
PowerSearch (PS)	✗	✗	✓	✓
Caméra de vue d'ensemble	✗	✗	✗	✓
Aide à l'alignement (EGL)	✓	✓	✓	✓
<small> ¹ Écart-type ISO 17123-3 ² Temps couvert, sans brume, visibilité à environ 40 km, sans tremblement dû à la chaleur ³ 1,5 m à 2000m pour les prismes 360° (GRZ4, GRZ122) ⁴ Dû à un objet dans l'ombre, ciel couvert, charte de gris Kodak (90% de réflexion) ⁵ Écart-type ISO 17123-4 ⁶ Distance > 500 m : Précision 4 mm + 2 ppm, Durée de la mesure : habituellement 6 s ✓ = Standard ✗ = Non disponible </small>				

Figure 5 – Exemple d'une station totale (TS16)

Les observations sont effectuées sur un ensemble de repères généralement de type « cibles réfléchissantes »



Figure 6 – Ciblettes réfléchissantes Leica

Pour le suivi de points au sol, les repères utilisés sont de type « clous spits » enfoncés à l'aide d'une massette ou d'un outil adapté.



Figure 7 – Exemple de clou spit

Ces différents repères sont répartis en deux groupes :

- **Les repères d'auscultation** : répartis sur la structure à ausculter. Leurs positions sont déterminées périodiquement (mesures journalières, hebdomadaires, mensuelles etc) afin de déterminer les mouvements de la structure.
- **Les repères de référence** : situés dans une zone stable à l'extérieur de la zone à ausculter et sont donc considérés comme fixes. Ces repères permettent de calculer la position exacte et l'orientation de la station à chaque relevé (station libre) par triangulation.

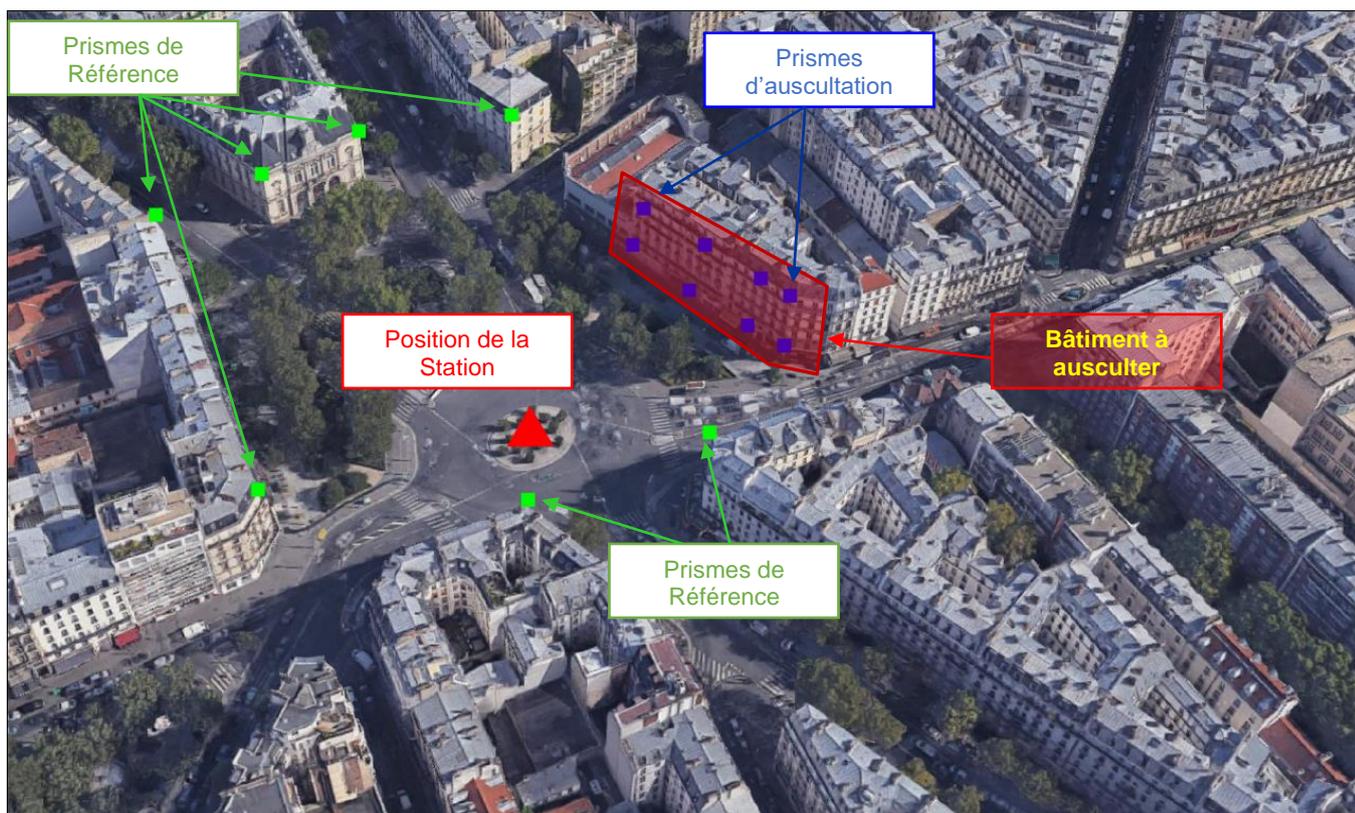


Figure 8 – Schéma global d'une auscultation par théodolite

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.

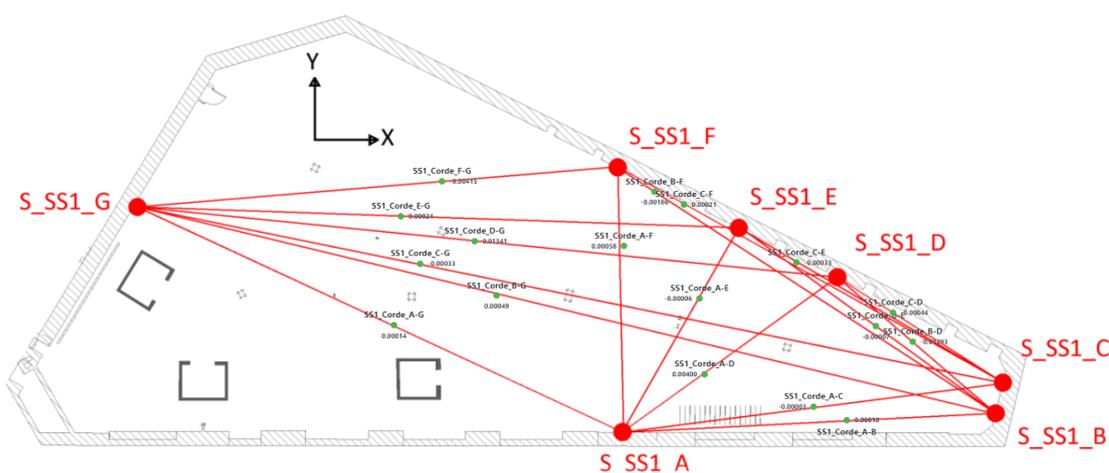


Figure 9 – Exemple de cordes entre les cibles d'auscultation

3. PROCESSUS

3.1. MESURES ET CALCULS

→ Les mesures terrain comprennent les étapes suivantes :

- Protocole de sécurisation et d'implantation de chantier.
- Mise en place des références extérieures au chantier d'après le repérage effectué.
- Mise en place des cibles réfléchissantes.
- Visées des repères de références.
- Visées des références et cibles en plusieurs séries de mesures (Double retournement et répétition des mesures angulaires et de distances).
- Observation systématique d'une référence angulaire à toutes les stations et vérification en cours de station et à la fin.
- Protocole de sécurisation et de fin de chantier.



Figure 10 – Relevé topographique lors d'une auscultation – Maison de la Batellerie (2020)

→ **Les calculs topométriques** comprennent les étapes suivantes :

- Calcul de la station libre par triangulation.
- Détermination des station secondaires (s'il y en a) par rayonnement et triangulation.
- Relevé des cibles par rayonnement et contrôle de la fermeture angulaire en fin de levé.

3.2. LIVRABLE

A l'issue d'une campagne de mesure, le livrable proposé est un tableau Excel comportant le matricule du point observé ainsi qu'un ensemble de valeurs (Coordonnée X, Y, Z, écart à l'état précédent) aux différentes dates de relevé.

Matricule	Etat 0 (31/01/2020)			Etat 1 (31/01/2020)			Ecart en mm		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
A1	984.832	4997.033	100.738	984.831	4997.033	100.738	-1	0	0
A2	981.074	4998.308	100.769	981.073	4998.31	100.768	-1	2	-1
A3	978.263	4999.273	100.723	978.261	4999.274	100.722	-2	1	-1
B1	989.947	5009.538	100.771	989.946	5009.541	100.77	-1	3	-1
B1BIS	990.008	5009.53	102.888	990.009	5009.53	102.889	1	0	1
B2	986.541	5010.714	100.767	986.542	5010.716	100.767	1	2	0
B3	983.039	5011.919	100.841	983.039	5011.921	100.841	0	2	0
B4	982.621	5012.468	104.499	982.621	5012.469	104.498	0	1	-1
B5	982.589	5012.382	108.46	982.589	5012.383	108.46	0	1	0
B6	982.51	5012.486	111.608	982.509	5012.487	111.608	-1	1	0

Figure 11 – Exemple de tableau Excel livré