

# SUIVI GEOMETRIQUE DE GALERIES D'ASSAINISSEMENT URBAIN VISITABLES

B. LEMOINE - Directeur de la Société GSIT - Paris

## I - Préambule :

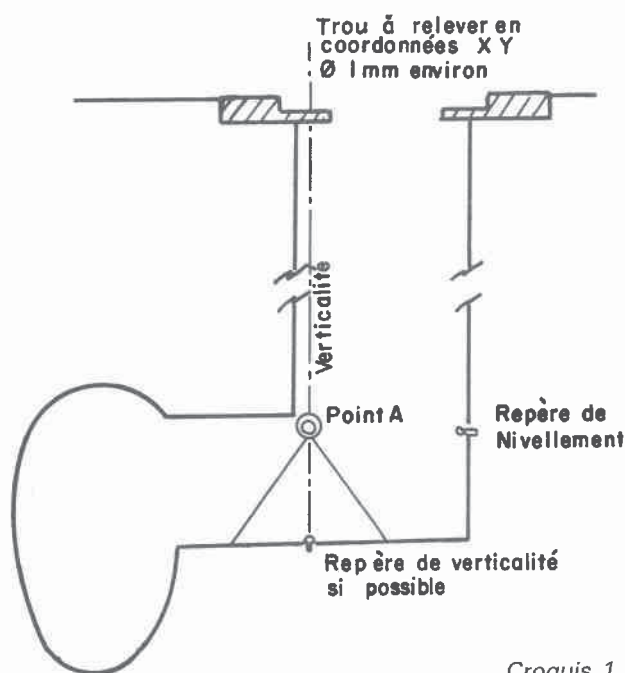
"Les égouts" sont les mal-aimés des municipalités et des budgets, du moins en ce qui concerne leur entretien.

Certains réseaux sont très anciens et présentent des dégradations importantes ; les conséquences d'une rupture d'un collecteur peuvent être dramatiques. (Pollution d'une nappe phréatique).

Il est bon de rappeler que c'est de loin le réseau le plus dense de "tunnels" sur notre territoire. A titre d'exemple dans la région parisienne presque tous les départements ont un réseau visitable avoisinant ou dépassant les 1 000 Km.

Aussi est-il en cours l'étude d'un système expert qui a pour objet de rationaliser, d'enrichir et d'optimiser l'exploitation et la gestion d'un réseau d'assainissement ainsi que la programmation des travaux d'entretien et de réparation.

Cette présentation ne fera l'objet que des moyens topographiques du suivi pathologique des ouvrages.



Croquis 1

## II - Relevés topométriques de surface

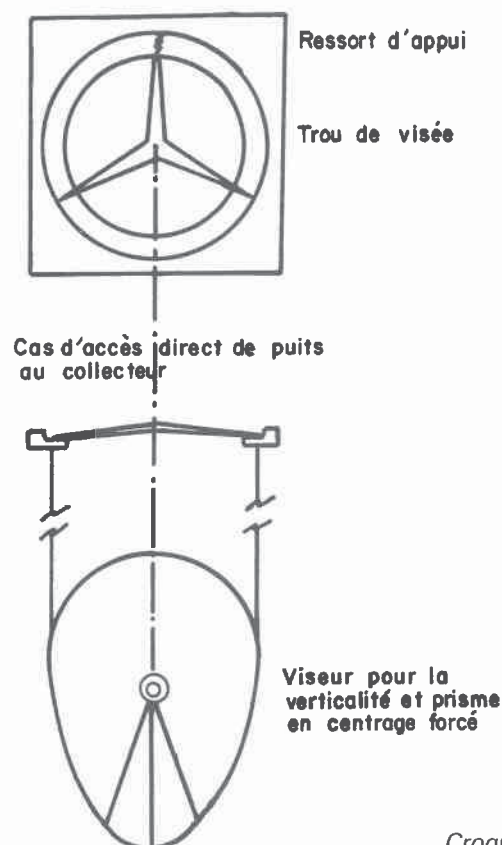
Il est nécessaire de procéder de prime abord à un levé de surface des tampons d'accès en coordonnées X Y Z si ce n'est pas déjà fait. L'on peut espérer, sans précautions particulières, localement, une précision de 2 à 3 cm.

## III - Transmission de la topométrie en sous-sol

D'une manière générale il convient de percer de part en part au plus petit diamètre possible un trou dans le bord interne des tampons de telle manière que l'on puisse poser un repère au sol (en bas) ou stationner sur pied juste à l'aplomb de ce trou (croquis n° 1).

Dans le cas où ce système n'est pas possible de part la configuration de l'accès, nous avons fabriqué un gabarit avec des rallonges, suivant le diamètre de l'ouverture, épaulé par 3 points sur le bord interne des tampons soulevés (croquis n° 2).

Le but essentiel de cette transmission des X Y est de mettre un prisme **précisément** ( $\pm 5/10^{\circ}$  de mm) sur le point relevé en surface.



Croquis 2

Nous employons à cet effet un viseur nadiro-zénithal. L'embase du nadiro-zénithal reste en place sur le pied après la mise en station nous substituons à l'appareil le prisme.

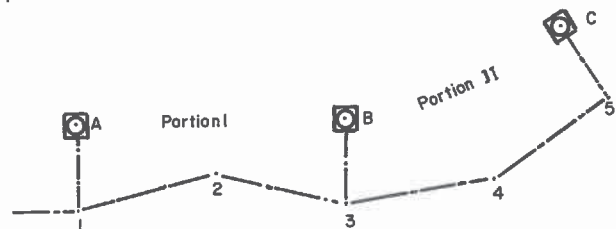
Quant aux Z ils sont transmis à l'aide d'une chaîne plombée.

Les points relevés en X Y Z translatés en sous-sol constitueront les points considérés comme fixes de l'auscultation prospective.

#### IV - Les auscultations prospectives

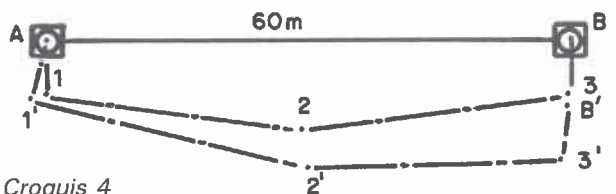
Elles sont destinées à rechercher, par un cheminement en X Y Z périodique, moyennant un pas fixé à 30 m environ les zones instables et ceci avec une précision inférieure ou égale au mm (croquis n° 3).

Les points de fermeture A B C étant à 2 cm près environ nous avons opté pour la compensation : autrement dit les calculs et compensations étant effectués suivant un modèle mathématique immuable, nous entachons certes un relevé très fin d'erreurs mais d'une manière systématique et comparative.



Croquis 3

De façon à se limiter à un seul passage, le nivellement est géodésique ; le déversement de l'ovoïde est relevé durant la même opération (croquis n° 5). Le croquis n° 4 montre que nous nous affranchissons de la transmission des gisements en prenant arbitrairement un gisement  $\overline{A1}$  ; le point B' étant calculé, nous effectuons un changement de base rotatif en A de façon à "fermer" sur B compensations y compris. Il est à noter que les points 1, 3, 5 auront des coordonnées différentes suivant les portions (croquis n° 3).



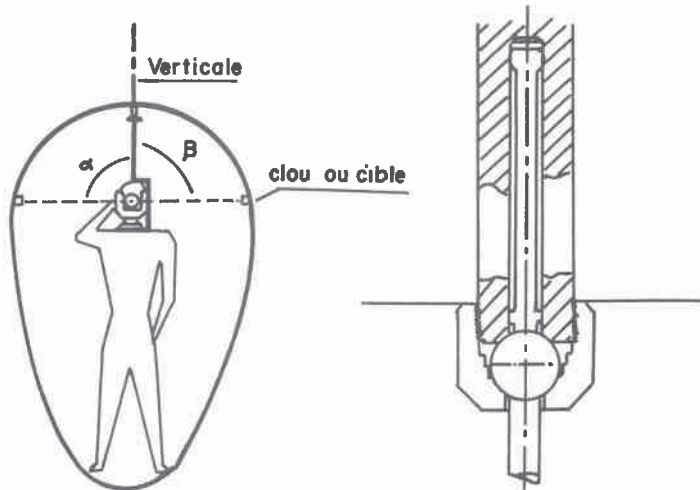
Croquis 4

#### V - Les repères et les appareils employés

Nous nous servons d'un T 2000 ou d'un T 2 complété par une DI 2000 dont nous avons étalonné au préalable les distances concernées sur une base d'interferométrie à laser. Il est possible de cette manière d'augmenter très fortement les précisions données par le constructeur.

Les repères scellés à la résine en voûte (croquis n° 6) reçoivent en centrage forcé une tige soutenant une nacelle (croquis n° 5) à laquelle est liée une embase avec une vis bloquée (le bullage se faisant sur les 2 autres vis calantes).

L'axe de la tige en centrage forcé est mécaniquement réglé sur le centre de l'embase du théodolite, des contrôles de ce réglage sont faits périodiquement.



Croquis 5

Croquis 6

A chaque point est affecté la même nacelle pour les opérations ultérieures (3 nacelles sont nécessaires).

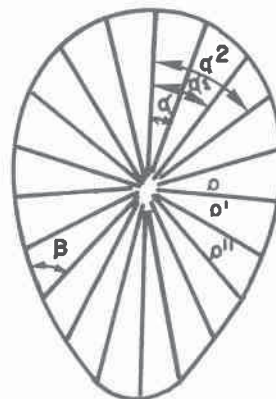
Il convient d'affiner par des relevés particuliers, certains désordres constatés par des relevés de profils et des auscultations fines de détail.

#### IV - Relevés de profil

Il a été testé deux méthodes :

a) Un profilomètre (DIOR) qui par angles et distances relève un profil point par point (croquis n° 7).

Il importe de se méfier des surfaces humides et boueuses, les mesures passent mal, mais par contre les données sont d'une exploitation aisée, peu onéreuse et peuvent être intégrées directement dans le système expert ; Le profilomètre Amberg devrait être plus adapté.



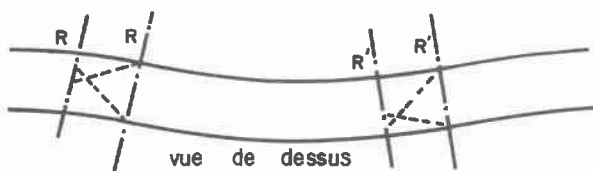
Croquis 7

b) Un appareil photoprofil à laser :

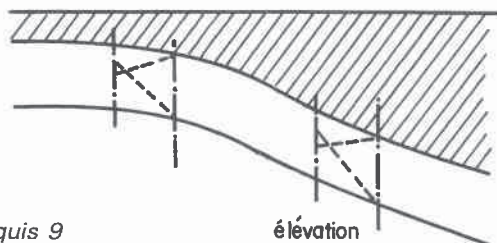
Un laser horizontal émet un faisceau de diamètre 10 mm qui repris par un prisme pentagonal le dévie à 90° par rapport à une bulle horizontale.

Le prisme entraîné par un micro-moteur fait décrire à l'impact du faisceau une section qui est photographiée sur un plan film de 18 x 24 cm.

Par combinaison de bulles et de viseurs, les profils sont verticaux et homothétiques (croquis n° 8 et 9). L'échelle des clichés est prédéterminée par une distance fixe entre le laser et la chambre photographique. (1/20° ou 1/10°).



Croquis 8



Croquis 9

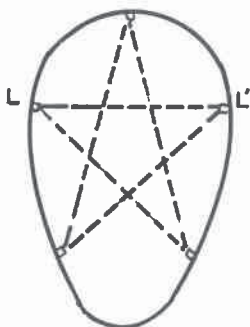
Le traitement des négatifs, si l'on désire les numériser, est effectué par balayage scanner.

Dans les deux options un gabarit type est superposé au profil relevé. La précision est de l'ordre de 5 mm. Croquis n° 14.

Les deux systèmes sont employés suivant le problème à traiter.

## VII - Les auscultations

a) Il a été étudié par le CETE de Lyon un système de mesures de convergences par piges micrométrées (croquis n° 10), qui présente pour nous l'énorme désavantage d'être effectué par des non topographes. Par contre il est précis (1/10° de mm), les données sont facilement intégrées sur ordinateur (sous réserve que les points L et L' soient relevés en X Z).



Croquis 10

Cette méthode est retenue dans le cadre d'un suivi fréquent.

b) Nous avons étudié une méthode plus topographique.

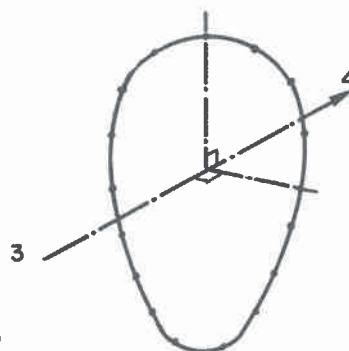
L'on détermine avec le laser photoprofil la section à ausculter perpendiculairement à l'axe 3-4 (croquis n° 11). L'on colle à la résine des petites cibles peu onéreuses le long de la trace du laser ou des clous pointés.



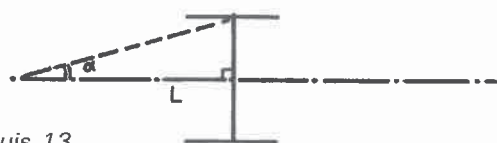
Croquis 11

L'avantage évident que fait ressortir le croquis n° 12 est que l'on peut multiplier les points à temps égal de mesures par systèmes à piges.

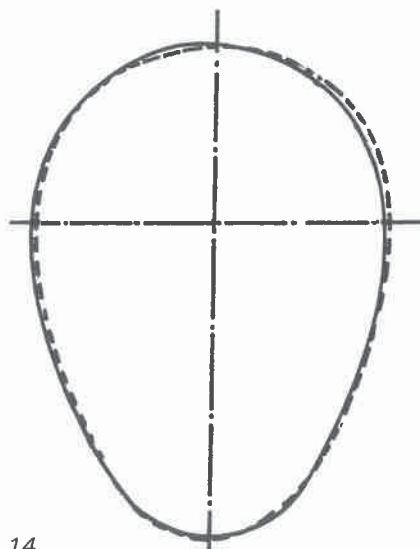
Le calcul X Y de chaque point est le suivant : (croquis n° 13).



Croquis 12



Croquis 13



Croquis 14

L'essentiel de la précision de ce procédé réside dans la haute détermination des angles  $\alpha$  azimutal et  $\beta$  angle zénithal car encore une fois il n'est pas nécessaire d'avoir les positions en X Y Z de chaque point en coordonnées réelles mais homogènes entre elles et avec une précision **comparative inférieure** au demi-millimètre.

De plus les mesures des angles sont enregistrées du moins avec un théodolite moderne (type T 2002 WILD) sur cassette et peuvent être traitées, calculées et facilement injectées dans le système expert.

Il pourra être employé également des appareils à enregistrement continu tels que : tassomètres, fissuromètres et autres.

## VIII - Conclusions

Avec une topométrie de surface approximative, nous avons déterminé les moyens géométriques à

mettre en œuvre pour ausculter, surveiller un réseau d'assainissement au mm près.

L'investigation géométrique pourra être alternativement cause ou effet. L'auscultation prospective déclenche un relevé visuel, technique et détaillé ou l'inverse.

Ces relevés seront intégrés dans l'ordinateur central qui à l'aide de clefs préalablement établies proposera une investigation complémentaire ou non et devra permettre une meilleure approche des analyses, des dégradations et des remèdes à y apporter.

Ces relevés devront être le point de départ de la topologie qui est l'étude des propriétés invariantes dans la déformation géométrique des objets et dans les transformations continues appliquées à des formes mathématiques.

# BORNES & BALISES

B. P. 14 - Zone Industrielle  
17290 AIGREFEUILLE d'AUNIS  
Tél. : (46) 35-54-00

## Une nouvelle technique révolutionnaire de bornage :

le système BISS de BORNES et BALISES, le complément indispensable d'un plan de récolement

Le système BISS de BORNES et BALISES est une technique révolutionnaire de matérialisation d'un point géométrique couplé à un mode de localisation permanent et précis au centimètre près.

### PRINCIPE

Il est composé de deux éléments : le premier, actif, est un émetteur récepteur radio calé sur deux fréquences prédéterminées — l'une, d'émission, l'autre de réception — (Sondeur 2B SENSOR) ; le deuxième, passif, dénommé "BORA" (borne radio).

Son principe correspond à une antenne qui renvoie sous un code précis le signal émis par l'émetteur 2B SENSOR.

### AVANTAGES

Depuis de nombreuses années, l'évolution des engins agricoles et de travaux publics ont rendu les bornes de plus en plus vulnérables. Grâce au système BISS, on peut raisonnablement concevoir aujourd'hui que chaque borne implantée permettra d'être conservée dans le temps et, par conséquent, amènera une économie importante dans la recherche de ces points.

En effet, par ses caractéristiques, le système BISS apporte les avantages suivants :

- durée de vie illimitée de la borne (élément passif sans énergie) ;
- pose et manutention ultra-rapides (poids de la borne : 50 g ; longueur : 11,5 cm ; diamètre : 2 cm) ;
- facilité de recherche du point grâce à sa personnalisation ;
- localisation unique sans interférence (aucun écran d'arrêt tel que béton armé, plaque de fer, pierres, eau, etc...) ;
- rétablissement du point avec une précision à la verticale d'environ 2 cm.



A gauche :  
Repère topographique de réseau.

A droite :  
Borne radio  
"BORA".

Au centre :  
Emetteur-récepteur  
"2B SENSOR".

### APPLICATIONS

Les performances de cette nouvelle technique de bornage ont amené la Société BORNES et BALISES à affecter des fréquences d'utilisation en accord avec les Administrations concernées :

- 25 KHz : IGN, Cadastres, bornes géodésiques, bornes de triangulation.
- 33 KHz : bornes foncières contrôlées par l'Ordre des Géomètres-Experts.
- 40 KHz : repère topographique affecté pour les repères de drainage, d'adduction d'eau et d'assainissement.

Le système BISS de BORNES et BALISES devient donc un outil indispensable dans le cadre des Banques de Données Urbaines et des nouvelles structures d'aménagement rural.



Détermination de verticalité  
d'un point avec émetteur-  
récepteur 2B SENSOR.

Tous les topographes savent que la réalisation d'un plan de récolement nécessite en complément un balisage des points singuliers définis par rapport à la topographie des lieux. Au fur et à mesure des années, cette topographie peut changer et il devient plus compliqué pour les utilisateurs qui recherchent ces points, de les redéfinir.

Grâce au système BISS, le gain de temps dans la recherche va donc être considérablement augmenté ou accru et il apportera une économie extrêmement intéressante, en particulier, dans le cadre de la recherche de réseaux.

L'ensemble des Administrations concernées a déjà implanté 10 000 points en FRANCE et les tests de recherche réalisés ont amené ces Administrations à homologuer définitivement ce système.