

Repérage topométrique

par G. COUSIN
Ingénieur ESGT

1) PRÉSENTATION DU PROBLÈME

De nombreuses activités humaines conduisent à repérer la position géographique de points caractéristiques d'éléments existants ou à créer.

Depuis que le problème existe, différentes solutions plus ou moins complètes et satisfaisantes ont été imaginées en fonction des éléments à repérer, des buts poursuivis, mais aussi et surtout des moyens techniques, financiers... disponibles :

- simple repérage en mode relatif, par croquis figuratif coté par exemple ;
- repérage en mode absolu dans un système de projection cartographique national.

Lorqu'on connaît les multiples avantages offerts par cette dernière méthode, on peut s'étonner qu'elle n'ait pas, jusqu'alors, connu un essor plus grand. Pour tenter de comprendre cette situation il faut :

- d'abord constater qu'un repérage nécessite, quelle que soit la manière de procéder, la réunion d'essentiellement trois types de moyens concernant,
 - 1° - les points servant d'appui aux mesures,
 - 2° - la réalisation de ces mesures, et enfin,
 - 3° - leur traitement, leur gestion, leur exploitation...
- ensuite examiner la situation passée et l'évolution dans ce domaine.

~ En simplifiant, on peut dire que la technique topométrique a longtemps été tributaire :

- d'appareils de mesures peu précis, pratiques et productifs, qui nécessitaient des interventions humaines aux divers stades du processus opératoire ;
- de moyens de calcul limités — en performances comme en nombre — qui les faisaient réserver prioritairement aux opérations principales telles que : triangulations, polygonations.

Le repérage en mode absolu apparaissait alors comme l'apanage de quelques spécialistes — principalement concernés par les grands programmes car-

tographiques — et les informations produites dans ce cadre étaient presque exclusivement gérées, sous forme graphique, sur support papier (cartes, plans).

Parallèlement, par manque de moyens matériels, de personnel qualifié, etc. de nombreux repérages étaient pratiqués par des méthodes plus sommaires que seuls rendaient supportables : un volume d'équipements, un rythme de travaux... sans commune mesure avec ce qu'ils sont devenus aujourd'hui. Les besoins en canevas d'appui, ne concernant qu'un nombre restreint de techniciens, étaient de ce fait assez peu ressentis.

L'évolution des techniques topométriques, en forte accélération depuis un peu plus d'une décennie, s'est principalement faite :

- **pour les mesures**, dans le sens,
 - d'une automatisation de leur réalisation (distances, angles...) accompagnée d'une intégration progressive, aux appareils, de moyens de calcul (mesures médiates, écarts de contrôle...) et,
 - d'une saisie — par encodage manuel ou automatique — sur des supports permettant une relecture directe en entrée de systèmes de traitement ;
- **pour le traitement, la gestion et l'exploitation des repérages**, dans le cadre de la révolution informatique dont les récents développements dans le domaine graphique (particulièrement motivés par une très forte demande industrielle : conception assistée par ordinateur...) permettent dès à présent de résoudre — dans des conditions de confort, de souplesse, de sécurité... jamais atteintes, et pourtant constamment améliorées — tous les problèmes de la profession.

Une des caractéristiques fondamentales de cette évolution est — pour ce qui concerne notre sujet — de permettre d'ôter au plan son rôle de support d'informations pour ne lui laisser que celui de moyen privilégié de visualisation, adaptable, par des procédures automatisées, aux besoins précis des différents utilisateurs.

Elle pose en contrepartie, avec plus d'accuité qu'autrefois, le besoin d'une définition des repérages dans un même système de coordonnées qui ne peut que favoriser la généralisation du rattachement à un canevas unique.

Dans le même temps, la densité croissante d'occupation du sol et du sous-sol due à l'urbanisation galopante, à l'évolution de la notion d'équipement ; l'aggravation des risques de dégâts aux ouvrages en place et de leurs conséquences ; le renchérissement des valeurs foncières... ont amené un besoin accru de repérages fiables qui s'avère de plus en plus difficile à satisfaire : rapidité des interventions, des modifications apportées à l'environnement visible, etc.

Le recours encore trop limité au repérage en mode absolu — alors que toutes les conditions de son développement semblent réunies — ne peut, dès lors, plus guère s'expliquer que par l'inadaptation des canevas d'appui (constituant un maillon indispensable de la chaîne d'informations localisées partant du terrain et permettant d'y retourner : recherches, implantations...) qui n'ont pas suivi l'évolution générale des matériels et techniques topométriques.

2) LES CANEVAS D'APPUI : MODES DE MATÉRIALISATION

La définition d'un point d'appui, dont seront déterminées les coordonnées, nécessite un support matériel pouvant, selon les cas :

- être choisi parmi les composants de notre environnement physique (détail d'architecture affleurant de réseau...) ou mis en place, et éventuellement fabriqué, spécialement (piquet, broche, clou, spit, borne, pilier d'observation à centrage forcé, repère sous bouche à clé, plaquette cible collée, goujon scellé, etc.) ;
- être situé au sol ou sur une superstructure (fixation en terrasse ou murale sur un immeuble, un ouvrage d'art...), le choix de l'emplacement résultant de considérations particulières à la détermination et à la conservation du point ou au contraire à son utilisation directe ultérieure ;
- autoriser le stationnement d'un appareil, la mise à l'aplomb d'un prisme rétrodirecteur... ou imposer leur excentrement (matérialisations murales) ;
- nécessiter pour sa recherche, son identification géométrique et matriculaires, une documentation plus ou moins élaborée comportant : croquis de repérage coté, fiche signalétique avec dessin en élévation ou photo du point, etc.

La valeur d'usage et les inconvénients d'une matérialisation s'apprécieront donc principalement en fonction :

- du degré de difficulté de mise en place et de détermination des points. D'établissement, de tenue à jour, de reproduction et de diffusion de la documentation ;
- de sa pérennité ; conception, matériau, implantation... définissant : la résistance aux agressions naturelles — l'exposition aux risques découlant des activités humaines (enlèvement, détérioration, recouvrement lors de travaux...) ;
- de sa stabilité spatiale résultant des conditions de

rattachement au sol : direct, dans des zones éventuellement sujettes à mouvements (ripages de chaussées provoqués par la circulation automobile...) — ou par l'intermédiaire de structures bien assises ;

— des besoins de surveillance et de maintenance suscités ou non par : les risques évoqués ci-dessus — les possibilités de contrôle offertes par cette matérialisation ou par la documentation afin de sécuriser l'utilisateur ;

— de sa simplicité, de sa rapidité et de son économie d'emploi (recherche et identification des points — accessibilité et visibilité — facilité de rattachement des mesures avec une précision suffisante...) : qui dépendront, outre ce qui précède, de la densité d'équipement du territoire, définie — en fonction de la durée d'amortissement technique plausible — comme un optimum entre l'investissement initial à consentir (*) et les économies de fonctionnement à en attendre (maintenance, rattachements, dégâts évités...).

(*) **Remarque** : cet investissement initial n'est pas directement proportionnel au nombre de points du canevas du fait de certains postes de dépenses peu influencés tels que polygonations, cheminements de nivellement...

Les matérialisations actuelles (cf. supra) ayant, à l'usage, montré leurs limites, nous présenterons maintenant une solution nouvelle étudiée en vue d'adapter les canevas à l'évolution générale des besoins et des techniques de repérage topométrique.

3) LE DISPOSITIF DE REPÉRAGE TOPOMÉTRIQUE ÉTUDIÉ

L'ensemble se compose d'un boîtier (d'aspect et de taille — 140 × 100 × 30 mm — semblables à ceux d'une plaque d'adressage postal : N° de voirie) se fixant par deux vis sur tout support sensiblement vertical (immeuble, ouvrage d'art...), auquel peuvent être adaptés, par l'intermédiaire d'un accessoire amovible — divers matériels complémentaires des instruments de mesures topométriques (prisme, mire...).

3.1 — Le boîtier. Il comprend principalement un couvercle et un socle, verrouillables par une fermeture rustique et sûre (charnière protégée et serrure ouvrant à clé), empêchant tout accès intempestif aux organes internes.

Le couvercle comporte :

- **sur sa face externe** : quatre marques discrètes identifiant le point déterminé planimétriquement et altimétriquement (canevas fusionnés), et ;
- un numéro d'immatriculation (externe), renseignant sur l'adresse de pose du boîtier (N° de voirie de l'immeuble support...), composé de un à quatre caractères rivetables en des positions prédéfinies assurant leur répartition harmonieuse (trous de fixation amorcés au dos du couvercle) ;
- **sur sa face interne** : des logements pour supports d'informations, type "badges embossables", renseignant sur : — le point repéré (extrait du répertoire), — des objets se rapportant au support (branchements d'immeuble) ou situés à proximité (organes de manœuvre de réseaux...) et repérés, en mode relatif, par rapport au boîtier et à son support.



Repère fermé

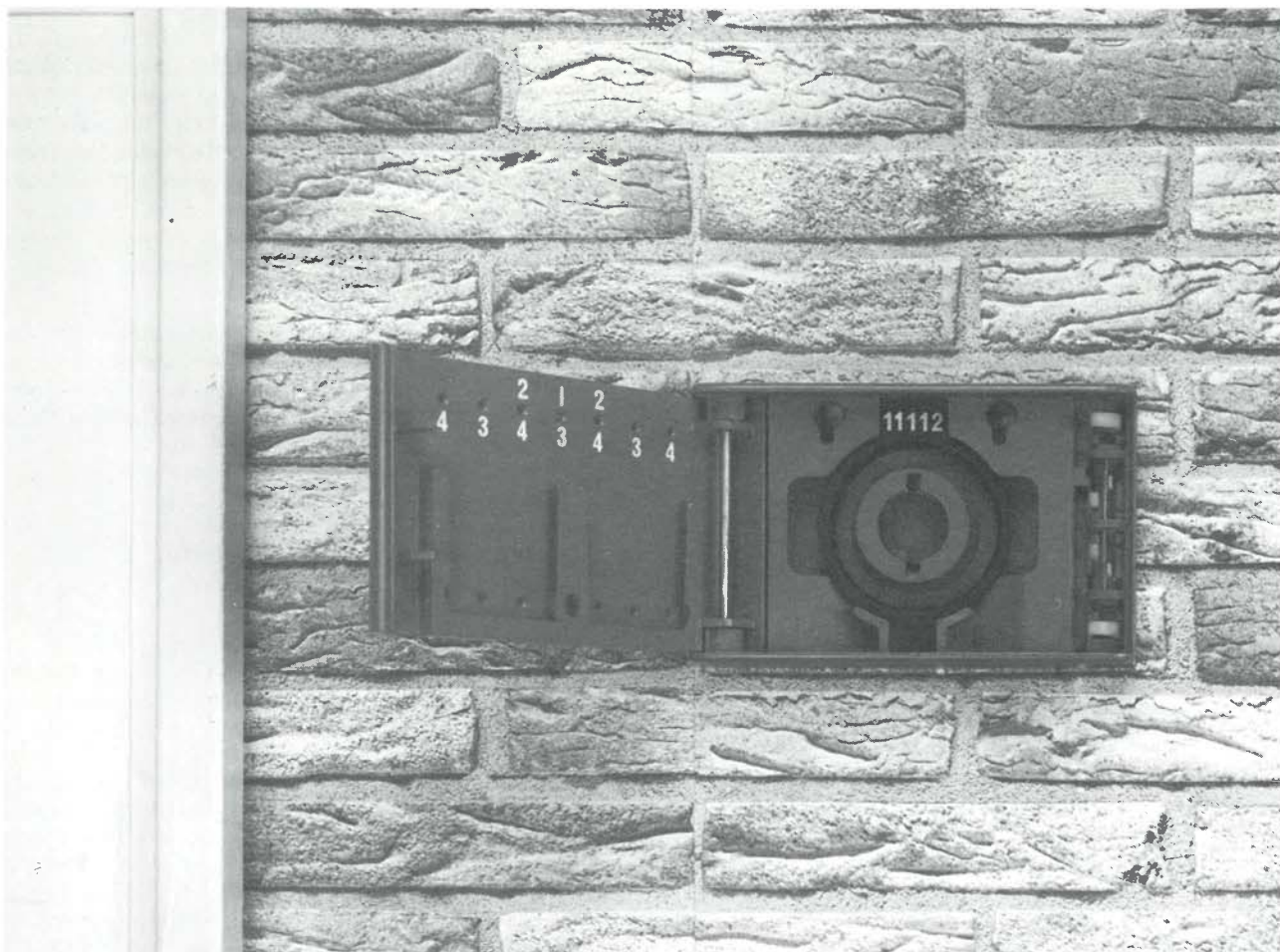
Le socle présente, boîtier ouvert (couvercle pivoté à 200 grades) :

- **une rondelle de contrôle** d'intégrité des fixations (cache-vis clipé irréversiblement au socle préalablement fixé) **portant un numéro de série** devant, après coup, le matricule interne du boîtier qui en est équipé et l'identifiant complètement parmi tous ceux que comporte le canevas ;
- **un double dispositif d'accrochage**, en position approchée, **puis le verrouillage à centrage forcé** de l'accessoire amovible.

3.2 — L'accessoire amovible, permettant l'adaptation de matériels complémentaires des instruments de mesures topométriques. Il comporte :

- **côté boîtier ; une interface standard** d'accrochage et de verrouillage à centrage forcé permettant (au moyen de deux vis de basculement dans deux directions orthogonales, respectivement parallèle et perpendiculaire au support, et d'une nivelle sphérique de contrôle) un réglage de verticalité (d'un axe assujéti à passer par le point repéré) destiné à s'affranchir des défauts de positionnement du boîtier lors de l'orientation des dispositifs visés (prisme, mire...) qui conserveront ainsi une altitude constante et déterminée par rapport au point repéré (pour les prismes employés en tachéométrie électro-optique, la constante altimétrique, dz, est nulle) ;

Repère ouvert





Opérateur effectuant l'orientation du prisme

— **côté matériels complémentaires des instruments de mesures topométriques ; une interface adaptable à chacun d'eux** (type, marque) permettant :

- **pour le nivellement direct** ; la simple orientation, à vue, de la mire en direction du niveau ;
- **pour la tachéométrie électro-optique** ; — le choix (au moyen d'un sélecteur à trois positions utiles) du type d'excentrement désiré (soit : point repéré situé — à une distance fixe du point mesuré, appelée constante d'excentrement, égale ici à 25 cm — dans le prolongement (type 2) ou dans une direction normale, au point mesuré, à la visée tachéométrique, à droite (type 3) ou à gauche (type 1) qui orientera simultanément le prisme et la lunette d'orientation (solidaires du même axe) par rapport au bras, — et enfin, l'orientation convenable de celui-ci (par une visée réciproque de la visée tachéométrique, faite au moyen de la lunette prévue à cet effet) qui matérialisera, par rapport à cette visée tachéométrique, la figure d'excentrement désirée et en permettra la résolution.

3.3 — Conditions d'emploi et avantages principaux du dispositifs

1. Champ d'application : il couvre tous les besoins d'adressage postal (sériel, métrique, quinaire) et d'immatriculation d'ouvrages (dans la limite de 4 caractères) ainsi que de repérage en mode

absolu (par rapport à un canevas unifié : planimétrique et altimétrique) ou relatif.

2. Mise en place des boîtiers : ils sont conçus pour être fixés sans outillage spécial ni précaution particulière, à une hauteur de 1,80 m, sur tout support bien assis et approximativement vertical. Leur aspect extérieur doit permettre leur fréquente substitution à la plaque d'adressage postal (numéro de voirie).

3. Pérennité, stabilité et besoins de surveillance et de maintenance :

- **les caractéristiques des boîtiers** : nombre limité des composants, injectés (pour les plus exposés ou sollicités : chiffres, couvercles, socle...) en matériau antivandalisme inaltérable ; épaisseurs largement dimensionnées pour leur taille ; etc.

- **les conditions de leur mise en place** : stabilité du support ; rigidité des fixations par vis et chevilles ; hauteur...

- **ainsi que leur aspect et certaines de leurs fonctions** : (adressage ou immatriculation ; repérage en mode relatif de branchements...) susceptibles par les services rendus, de limiter les réactions parfois négatives du propriétaires, de l'occupant ou du gestionnaire du support (immeuble, pont...) ; doivent leur assurer une pérennité et une stabilité excellentes, qui, conjuguées aux possibilités de contrôle offertes aux utilisateurs (fixations rendues inaccessibles sans détérioration préalable — visible — de la rondelle portant le matricule interne) réduiront consi-

dérablement les besoins de surveillance et de maintenance.

4. Documentation. Les boîtiers (standardisés et implantés visiblement) seront recherchés : — soit dans le voisinage des éléments à rattacher (leviers...) à l'aide éventuellement d'un simple schéma d'implantation des points (secteurs difficiles tels que corps de rue mal délimités...) ; — soit en connaissant leur adresse (points à employer "désignés" : implantations...). Une identification complète par le matricule interne évitera toute erreur provenant d'anomalies locales des découpages administratifs : commune, rue. Elle offrira un contrôle supplémentaire d'appariement (constaté sur place et fourni par le répertoire ou l'extrait relatif au point conservé — sous forme de badge embossé — dans le boîtier) avec le "numéro-matricule externe".

La documentation (productible automatiquement — sur traceur, imprimante, et embosseuse — par exploitation du fichier "points calculés") pourra donc être réduite à : — un schéma d'implantation des boîtiers figurés (par un symbole identifiant l'ouvrage porteur : immeuble, pont...) sur un support transparent superposable à un fond de carte existant ; — un répertoire à double entrée (adresse/matricule interne) comportant toutes les informations utiles : X, Y, Z... — des badges, cf. supra.

5. Conditions de détermination (conseillées) des boîtiers : les déterminations (éventuellement redondantes pour contrôle) seront faites sur des accessoires (prisme, mire) rigoureusement adaptés aux boîtiers ; — en planimétrie, par rayonnement depuis les stations de polygonation (à l'issue de leur observation) ;

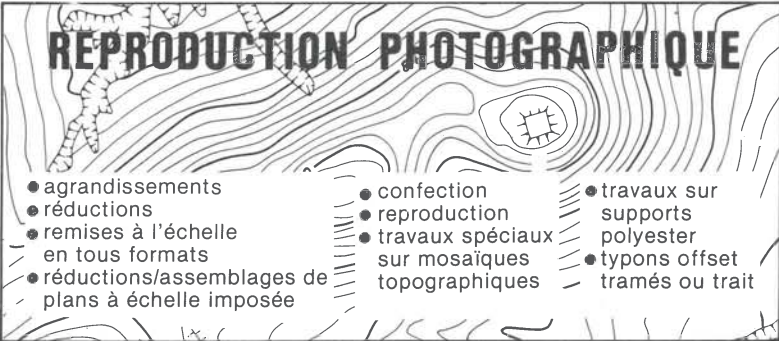
— **en altimétrie**, par nivellement direct. Des simplifications opératoires sont réalisables par une utilisation judicieuses des boîtiers : — pour transmettre les dz entre stations arrière et avant (nivellement

direct) ; — pour déterminer l'altitude des stations de polygonation (par nivellement trigonométrique inverse sur boîtiers préalablement nivelés), etc. Ces déterminations pourront être préalables, ou — pour satisfaire divers impératifs d'urgence — concomitantes ou postérieures aux premières utilisations réalisables, du fait de la pérennité, de la stabilité... des boîtiers (cf. supra), dès leur pose.

6. Utilisation des boîtiers (repérage en mode absolu) : en fonction de leur finalité déterminations précises, contrôles grossiers...) les mesures sur boîtiers pourront être faites sur accessoires rigoureusement adaptés ou simplement sur le point identifié sur la face avant du couvercle.

Les mesures de repérage peuvent en outre être rapportées directement aux boîtiers (intersections linéaires) ou à un référentiel intermédiaire (base de lever par abscisses et ordonnées, station tachéométrique...) : — choisi au mieux des contraintes momentanées du terrain et des déterminations ; — matérialisé ou éphémère ; — et lui-même rattaché au canevas général par la détermination d'un nombre suffisant de boîtiers pour calculer, et éventuellement contrôler, la transformation le liant à ce canevas (ex : calculs par la méthode de HELMERT avec diagnostic global de la précision des mesures et de la qualité du canevas : stabilité...).

Selon la nature des **mesures rapportées à un tel référentiel, la connaissance préalable de son rattachement au canevas général sera ; — facultative (lever : contrôle en temps réel ou différé, lors de son exploitation au bureau) ; — ou obligatoire (implantation : paramètres à calculer...)**. Les calculs correspondants sont aujourd'hui facilement réalisables sur le terrain (calculatrices portables ou intégrées à certains matériels) ce qui évite plusieurs interventions.



REPRODUCTION PHOTOGRAPHIQUE

- agrandissements
- réductions
- remises à l'échelle en tous formats
- réductions/assemblages de plans à échelle imposée
- confection
- reproduction
- travaux spéciaux sur mosaïques topographiques
- travaux sur supports polyester
- typons offset
- tramés ou trait

HAUTE PRECISION





PHOTO-REPROGRAPHIE PHOTO-CARTOGRAPHIE

LES APPLICATIONS DE LA REPRODUCTION TECHNIQUE

5, rue de la Véga
75012 PARIS

 **347.15.92**