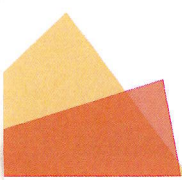


CHAPITRE 14

LE LEVER DE DÉTAILS



Hormis l'emploi exclusif du GPS, la confection des canevas n'a qu'un but : le lever des détails ou l'implantation de projets (chapitre 15). Dans une lettre de commande, le client impose en principe les détails planimétriques et altimétriques à lever ; c'est bien le cahier des charges qui conditionne le choix des détails à lever, selon plusieurs critères que l'on développera plus loin. Le géomètre doit se poser trois questions :

- Quels détails lever ?
- Avec quelle précision ?
- Comment contrôler les mesures ?

I. LES DÉTAILS À LEVER

A. Choix des détails à lever

Plusieurs critères président au choix des détails à lever : le type de plan à réaliser, la précision du modèle numérique souhaité, la valeur du terrain mesuré, la nature des détails rencontrés.

1. Type de plan à réaliser

Un plan de propriété insistera davantage sur les limites juridiques alors qu'un plan topographique décrira davantage le relief et l'état actuel des lieux ! Il n'est pas question de lever tous les objets du terrain sous prétexte de ne rien omettre : pourquoi lever des plaques d'égout pour un plan foncier ? Pourquoi niveler des points cotés pour un plan cadastral ? etc.



Le type de plan dicte le choix des détails.

2. Précision du modèle numérique

L'échelle du plan n'est plus le critère de choix de la précision des mesures des détails : depuis l'essor de l'informatique et l'apparition des MNT (Modèles Numériques de Terrain), la précision est imposée par le cahier des charges sous forme de « **classe de précision** ». On peut donc exiger une précision planimétrique de 2 cm alors que le plan fourni sera à l'échelle du 1/1000 ! Graphiquement, la précision représentable sur un plan au 1/1000 n'est que de 10 cm ; mais rien n'empêche de vouloir calculer des cotes à 2 cm près d'après les coordonnées des points du fichier !



L'échelle du plan ne limite pas la précision des mesures.

On rappelle le principe fondamental du respect de la tolérance **T** : le géomètre est tenu de s'imposer une précision de travail σ telle que $\sigma = \frac{T}{2,58}$.

Ce n'est qu'à cette condition que, statistiquement, il ne dépassera pas la tolérance **T** imposée. Cela se traduit aussi par l'obligation de réaliser un canevas de précision **au moins égale** à celle exigée des détails :

$$\text{Précision des mesures} = \frac{\text{Tolérance}}{2,58}$$

3. Valeur des terrains

On sera plus rigoureux sur la détermination des limites d'un terrain situé sur les Champs-Élysées à Paris que pour celles d'une parcelle rurale... La valeur du m² d'un terrain conditionne forcément la rigueur du lever.

4. Nature des détails

La limite d'un mur ou d'une clôture en ville n'a pas la même valeur que la limite d'un ruisseau en pleine campagne ! Tous les objets « certains » tels que murs, clôtures, bâtiments, mobilier urbain, bordures, poteaux, plaques... sont considérés comme **points « durs »**, par opposition à des points moins tangibles comme les plantations, les bords de cours d'eau, les points cotés pris dans les champs.

Priorité de précision sera donnée aux points durs.

B. Nature des détails

Il faudrait des pages pour dresser une liste exhaustive de tous les objets géographiques susceptibles d'être levés. On peut cependant discerner les objets naturels des objets artificiels, et distinguer leur représentation graphique finale, planimétrique ou altimétrique.

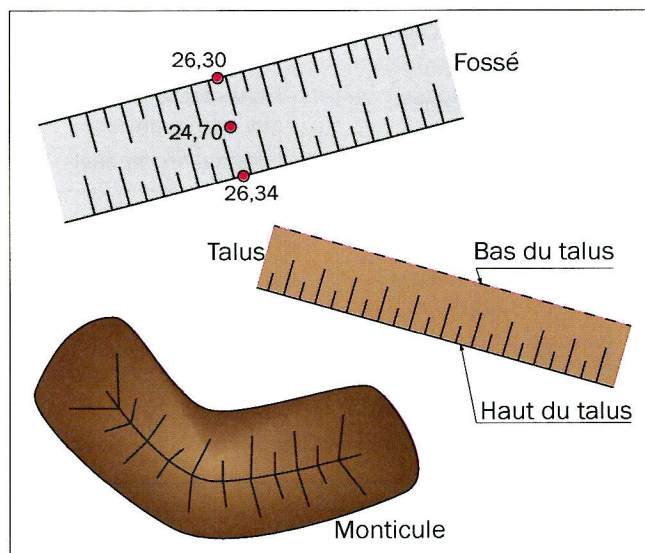
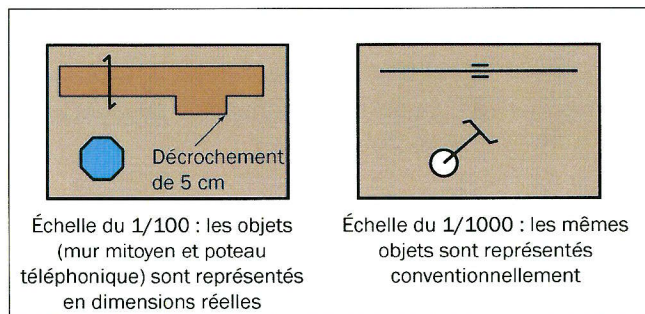
1. Détails naturels ou artificiels

Les détails rencontrés sur le terrain sont naturels ou artificiels s'ils sont confectionnés par l'homme. Selon les cas, ils sont plus ou moins stables et précis :

- **Détails naturels** : points cotés du terrain, arbres et arbustes, haies, tertres, mares, étangs, cours d'eau, falaises, escarpements rocheux...
- **Détails artificiels** : canaux, fossés, talus ou merlons, clôtures diverses, bâtiments, chemins, sentiers, routes, rails, parkings, bordures de toutes sortes, poteaux, pylônes, plaques, bouches à clé, avaloirs, mobilier urbain, réseaux aériens et souterrains, bornes, piquets... Les points qui définissent ces objets sont appelés « points durs ».

2. Représentation graphique

La représentation graphique **planimétrique** des détails ne pose pas de difficulté particulière ; tous les détails levés sont projetés sur un plan horizontal et représentés soit à l'échelle (plan régulier) soit par un signe conventionnel. En fonction de l'échelle ou du cahier des charges, l'objet est représenté complètement, par son axe ou son centre, par un symbole normalisé ou sinon précisé par une légende.

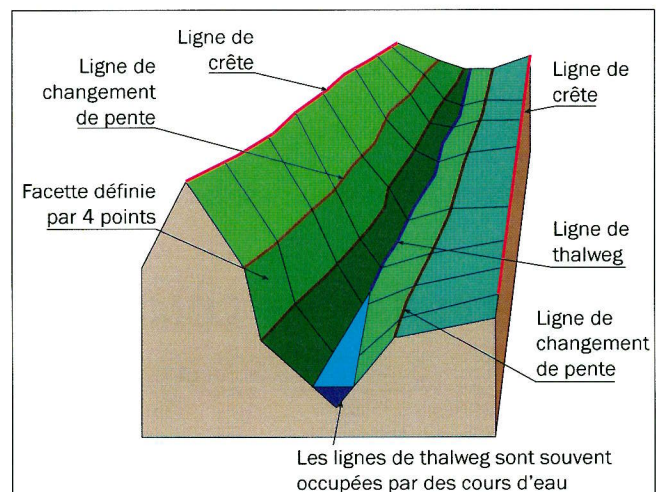


Mises à part les représentations en relief ou en perspective rendues possibles par les logiciels de dessin, la représentation en plan du relief se fait généralement par courbes de niveau, par profils ou par signes conventionnels.

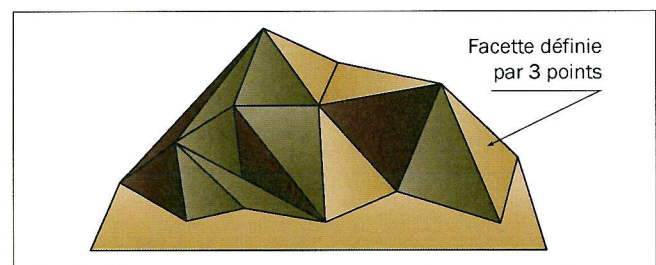
► Courbes de niveau

L'équidistance imposée conditionne la densité des points cotés à lever sur le terrain, à rechercher les lignes caractéristiques que sont les lignes de crête, de thalweg et de changement de pentes. L'équidistance dépend de l'échelle du plan et de la pente moyenne du terrain : une équidistance de 10 cm pour un plan au 1/2000 le rend illisible et tout noir ! Une équidistance de 2 m pour un terrain plat : il n'y aura aucune courbe sur le plan !

La règle veut que les courbes ne soient jamais espacées de plus de **2 cm** sur le plan, sauf cas particulier. Ce n'est qu'à ce prix que le relief se ressent correctement.



Le relief est décomposé en facettes quadrangulaires (ci-dessus) ou triangulaires (ci-dessous) dont les sommets sont les points levés. Le porte-prisme s'attachera à repérer les lignes caractéristiques qui encadrent ces facettes et faciliteront l'interpolation des courbes de niveau par le logiciel.



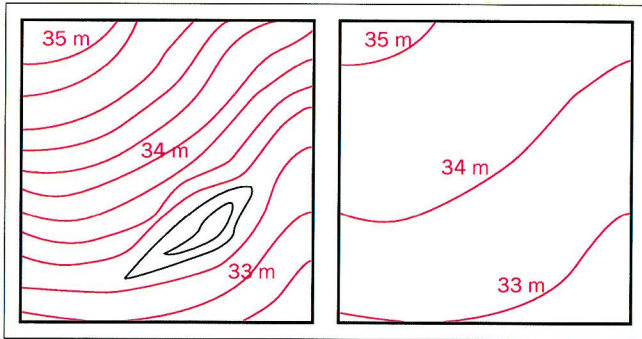


Figure 411. © ECS

Le relief est plus marqué sur la figure de gauche où l'équidistance est plus faible : $E = 20$ m au lieu de $E = 1$ m. On remarquera aussi le manque d'information lié à une équidistance trop forte (à droite) !

► Profils

Les travaux en longueur tels que projets routiers, lignes électriques, canaux, pistes, oléoducs... nécessitent une représentation en profil en long et en travers pour une meilleure exploitation du relief. Le cahier des charges impose la fréquence des profils en travers (tous les 20 m par exemple) et leur amplitude en largeur. Cela ne dispense pas de lever des profils aux points caractéristiques

que sont les changements de pentes très marqués, les carrefours, les passages de lignes à haute tension, la présence d'un cours d'eau...

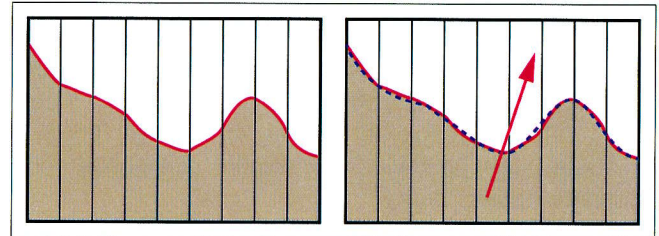


Figure 412. © ECS

Le profil de gauche a tenu compte des changements marqués du relief ; celui de droite est le résultat d'un lever par profil tous les 20 m !



La fidélité du relief dépend de la densité des points levés.

► Signes conventionnels

Réservés si possible aux objets difficilement représentables par courbes de niveau : fossés, talus, monticules, tertres, terrils, escarpement rocheux, falaises, ravins...

On s'évertuera à bien délimiter leurs bords ou leurs axes (voir Figure 408, page 205).

II. ORGANIGRAMME COMPLET D'UN LEVER

	Tâches possibles		Moyens disponibles	
Travaux préalables	<ul style="list-style-type: none"> - Lecture de la lettre de commande - Lecture du cahier des charges - Recherche des informations au bureau - Reconnaissance du site 	<ul style="list-style-type: none"> - Choix du personnel - Choix des instruments - Choix des méthodes - Choix de la période - Organisation du lever - Temps passé et devis... 	<ul style="list-style-type: none"> - Cadastre - POS ou PLU - Plans d'alignement - Cartes IGN - Photos aériennes - Plans des voisins - Archives 	<ul style="list-style-type: none"> - AURIGE, Géofoncier - Fichiers - Répertoire IGN ou Internet - Fiches techniques des instruments - Location de matériel...
Lever	<ul style="list-style-type: none"> - Mesure des canevas - Mesure des détails - Contrôles - Recherche d'informations - Consultation du cadastre 	<ul style="list-style-type: none"> - Consultation des concessionnaires - Rencontre des voisins, de témoins, du notaire... - Recherche de bornes... 	<ul style="list-style-type: none"> - Personnel - Véhicules - Instruments divers - Autorisations spéciales - Matériel de sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> - Bornes et piquets - Titres de propriété - Cadastre - Plans des voisins...
Exploitation des mesures	<ul style="list-style-type: none"> - Calculs divers - Report - Vérification des tolérances - Récolement des plans 	<ul style="list-style-type: none"> - Reprise éventuelle de mesures - Expéditions - Facturation - Archivage - AURIGE, Géofoncier 	<ul style="list-style-type: none"> - Textes législatifs - Logiciels de calculs - Logiciels de CAO-DAO - Matériel informatique et manuel 	<ul style="list-style-type: none"> - Tables de tolérances - Matériel de reproduction - Logiciels d'archivage...

Tableau 62

Remarques :

- Certains travaux topographiques exigent de pénétrer dans les propriétés privées. Il faut alors être muni d'une autorisation préfectorale et d'une carte d'identité. Tout refus de laisser entrer peut se solder par l'intervention des gendarmes !
- Les propriétaires sur la propriété desquels sont situés des repères géodésiques ou de nivellement de l'IGN sont tenus de laisser le libre accès pour l'emploi de ces repères.
- Les travaux topographiques effectués sur les voies publiques ou à proximité de ces voies, sur des chantiers de BTP, impliquent le respect de la réglementation de la sécurité : port du casque, emploi de panneaux et de cônes de protection, port de baudriers ou de gilets fluorescents... (voir en annexes).



Figure 414. Porte-prisme aux commandes © Geodimeter

III. PROCÉDÉS DE LEVER PLANIMÉTRIQUE

A. Rayonnement

C'est aujourd'hui le procédé le plus répandu, qui consiste à stationner avec un tachéomètre pour « rayonner » les points de détails, après avoir orienté le cercle des angles horizontaux. Il est adapté à toutes les précisions (jusqu'au dmgn en angle et au mm en distance).

Les stations totales apportent rapidité, précision, sécurité d'enregistrement, codification, motorisation, automatisation... L'emploi d'un tachéomètre motorisé et téléguidé offre maintenant la possibilité d'économiser un opérateur et de travailler seul sur le terrain, ce qui n'est pas toujours l'idéal !

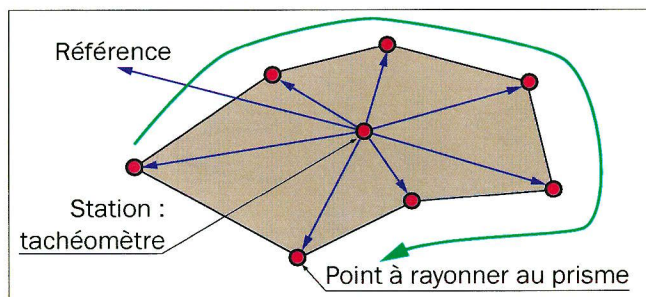


Figure 413. © ECS

B. Antenne GNSS

L'antenne GNSS est davantage un outil d'établissement de canevas ou d'implantation. Mais elle peut s'avérer très efficace pour les levés topographiques, en terrain bien dégagé et dépourvu de points non stationnables comme les coins de bâtiments. Le levé GNSS se codifie de la même manière qu'avec un tachéomètre !

Le lever ci-dessus peut très bien être réalisé au moyen d'une antenne GNSS en mode RTK (temps réel cinématique), en plaçant le pivot sur un des sommets, ou bien en mode RTK.



Figure 415. © Leica

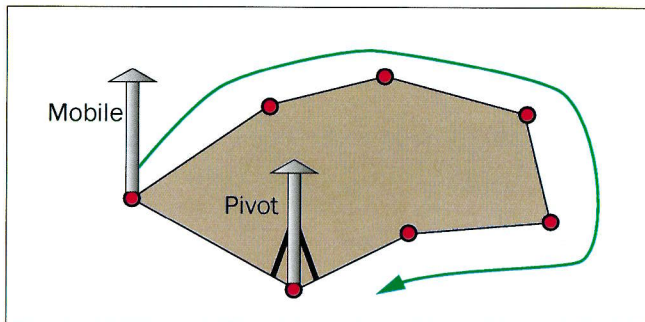


Figure 416. © ECS

Tous les points à lever sont stationnés quelques secondes en RTK ou NRTK.

L'avantage considérable du GNSS est qu'il nous dispense de tout canevas !

C. Bilatération

C'est le procédé plutôt réservé aux levés d'intérieurs : on utilise un ruban ou un distancemètre manuel, qui permet de mesurer vite et précisément les deux cotes nécessaires à la détermination de chaque point. À noter que certains distancemètres manuels enregistrent les cotes.

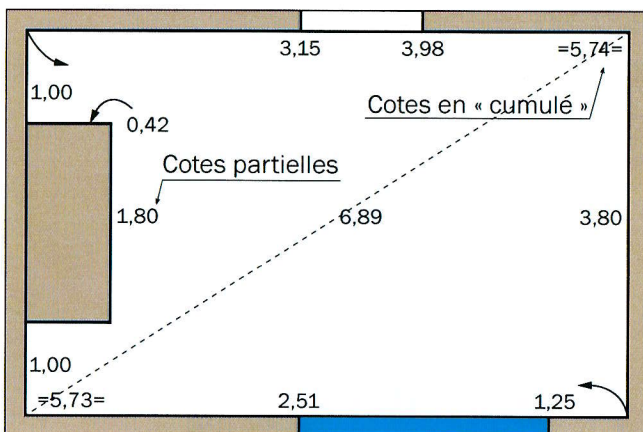


Figure 417. © ECS

On mesure les cotes partielles ou en cumulé en tournant dans le sens horaire.

On mesure une ou plusieurs diagonales pour contrôler l'équerrage des pièces.

Les cotes sont contrôlées sur place, tout comme la surface s'il s'agit d'une surface privative (loi Carrez).

En lever d'intérieur, les cotes se mesurent en principe à 1,30 m du plancher. Ce qui n'empêche pas la représentation de fenêtres situées plus haut !

Le disto permet aussi bien de mesurer en perpendiculaire qu'en diagonale.

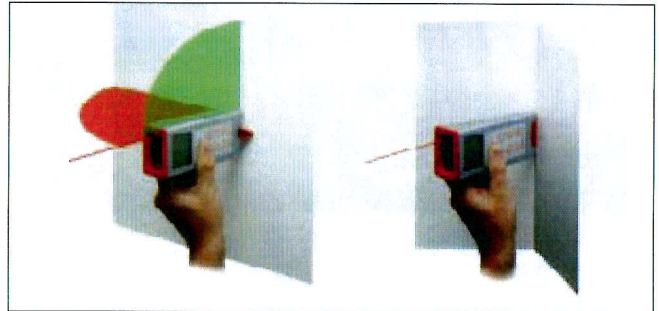


Figure 418. © Leica

D. Intersection

Procédé qui consiste à déterminer un point levé par intersection de deux directions angulaires (deux gisements). C'est un procédé d'exception utilisé dans deux cas particuliers :

- détermination d'un point **inaccessible**, quand l'emploi d'un distancemètre sans réflecteur s'avère impuissant ;
- détermination d'un point en **métrologie** : l'intersection spatiale permet des précisions avoisinant le mm.

Principe de l'intersection spatiale et matériel de haute précision (TC3000) : les théodolites sont reliés à l'ordinateur pour la détermination de coordonnées en temps réel.

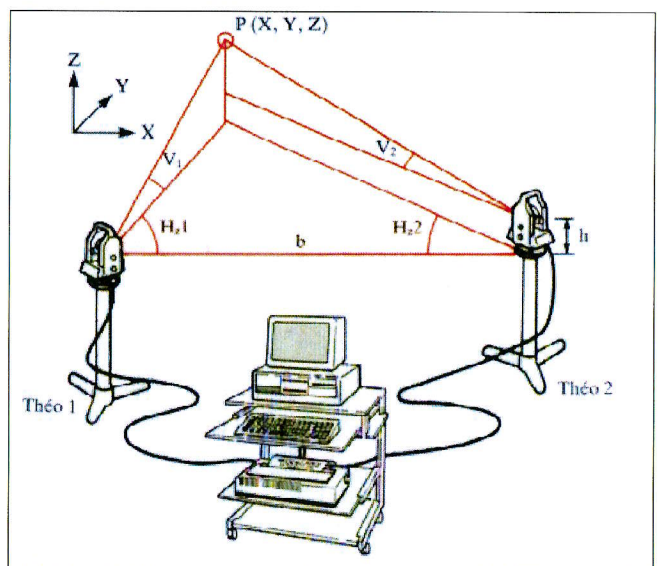


Figure 419. © Leica



Figure 420. © Leica

E. Par abscisses et ordonnées

Procédé obsolète qui consiste à déterminer directement sur le terrain les abscisses et ordonnées des détails au moyen d'un petit instrument d'optique appelé « équerrette ». Instrument peu coûteux (100 €) et peu encombrant, il permet une détermination assez précise (2 à 3 cm) lorsque les détails sont à proximité de visée (environ 30 m maximum). Adapté pour des levés ruraux s'il n'y a pas trop de chaînages difficiles !

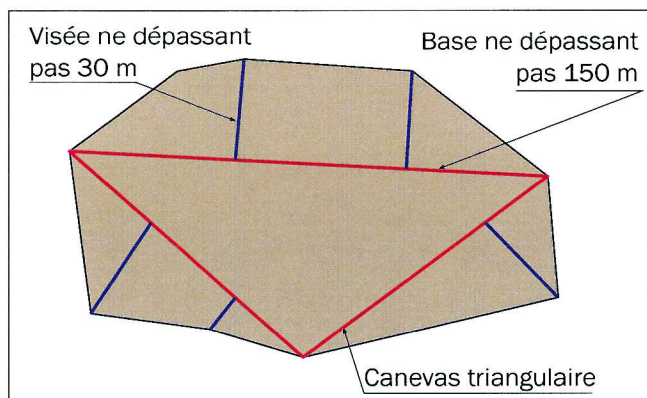


Figure 421. © Leica

Dans l'exemple précédent, le géomètre a vite fait de mesurer le triangle qui compose les trois bases d'équerrette. Le triangle est une figure indéformable qui joint déjà trois sommets du périmètre ! Sur ces trois bases ainsi définies, il lève à l'équerrette les cinq sommets restants. Un calcul rapide donnera toutes les coordonnées des points dans un même système.

F. Alignement et prolongement

C'est un procédé « complémentaire » qui permet de lever certains points cachés par alignement et/ou prolongement, effectué à l'œil. D'où la nécessité de ne pas dépasser une distance trop longue afin de ne pas perdre de précision !

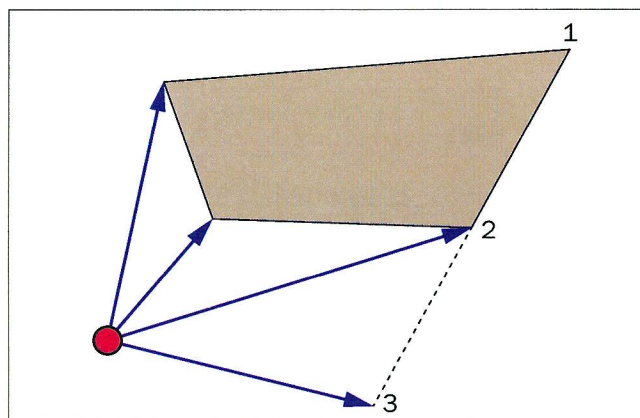


Figure 422. Prisme placé à l'œil, avec côté 3-2 \geq 2-1 © ECS

Le point 1 n'est pas visible de la station.

On prolonge donc le côté 1-2 au point 3 et on rayonne le point 3.

On mesure la distance 2-1.

Le point 1 se calcule comme aligné sur 3-2.

IV. PROCÉDÉS ALTIMÉTRIQUES

On retrouve les trois procédés courants de la planimétrie :

- le rayonnement pour le nivellement direct ou indirect ;
- le GNSS ;
- l'intersection pour la métrologie ou les points inaccessibles.

A. Rayonnement

Le rayonnement se confond souvent avec le procédé tachéométrique, utilisé de différentes manières selon le relief du terrain ; quadrillage, semis de points, profils et filage de courbes.

On se servira de niveaux pour des précisions millimétriques, et de tachéomètres pour des précisions plutôt centimétriques.

1. Levé topographique par quadrillage

Ce procédé est **réservé** au levé topographique de terrains peu accidentés voire presque uniformes. On met en place, au moyen du ruban et de jalons, un quadrillage de dimension voulue (5 m × 5 m par exemple...) que parcourra le porte-prisme de façon systématique et ordonnée.

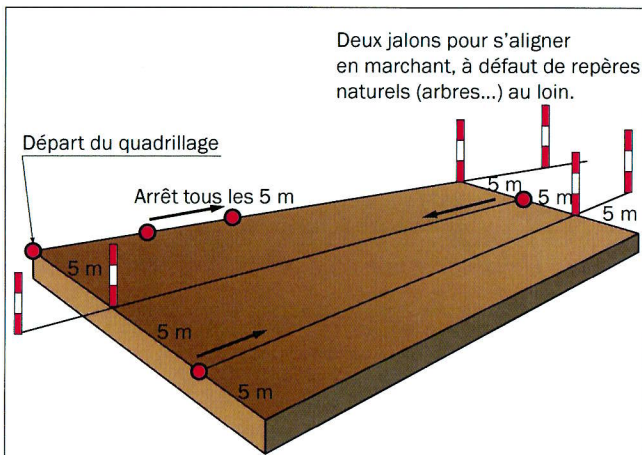


Figure 423. © ECS

Par sécurité, il est conseillé de diviser une grande surface en plusieurs zones à balayer pour éviter tout oubli ou tout doublon. À noter que des logiciels permettent aujourd'hui de se positionner au moyen d'un tachéomètre avec accrochage au prisme ou d'un GPS avant de lever le point. Ce procédé ne doit pas laisser de côté les détails qui se trouvent hors quadrillage, tels les fossés ou talus.

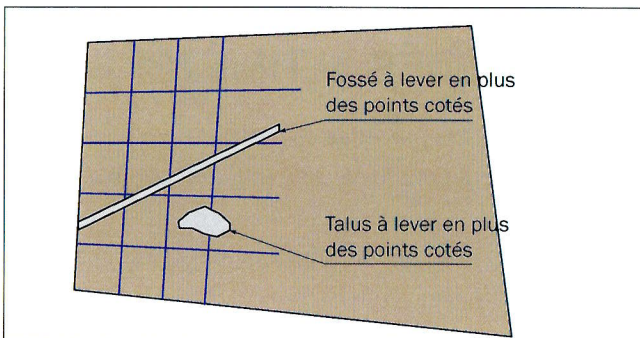



Figure 424. © ECS

Le quadrillage ne doit pas être rigoureux : la précision métrique est bien suffisante pour la bonne détermination des courbes de niveau.

 Un quadrillage au mètre près suffit !

2. Lever topographique par semis de points

C'est le procédé le plus efficace pour lever un terrain accidenté : le porte-prisme décompose celui-ci en multiples facettes, quadrangulaires ou triangulaires, en repérant bien les lignes caractéristiques énoncées plus avant. La densité des points conditionnera la fidélité du MNT au terrain réel : elle peut varier de 100 à 1000 points l'hectare. Pour faciliter la détermination des courbes de niveau par logiciel, on évitera les grandes portions de terrains sans points, même si elles sont planes.

 Éviter de trop grandes distances entre points.

Pour faciliter le lever, on divise le terrain en **plusieurs bandes** au moyen de jalons (d'une trentaine de mètres de large au maximum) et on procède par **balayage**. Lorsque la densité de points à lever est très forte, on peut s'appuyer sur plusieurs porte-prisme !

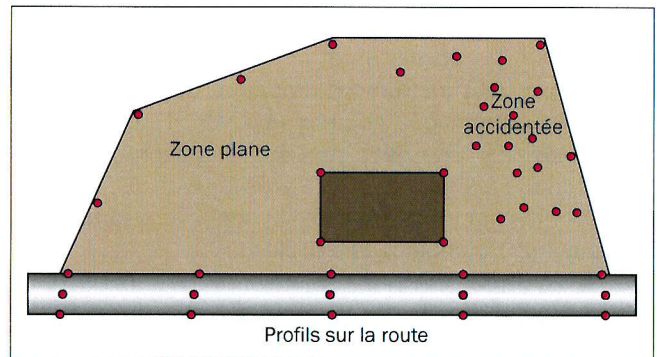


Figure 425. © ECS

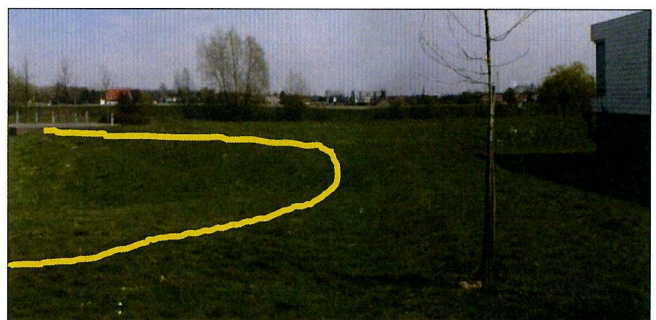


Figure 426. © Desmedt

Lignes caractéristiques sur le terrain sur cette photo : on aperçoit la ligne de crête en trait continu, que l'on retrouve en rouge sur le plan ci-après.

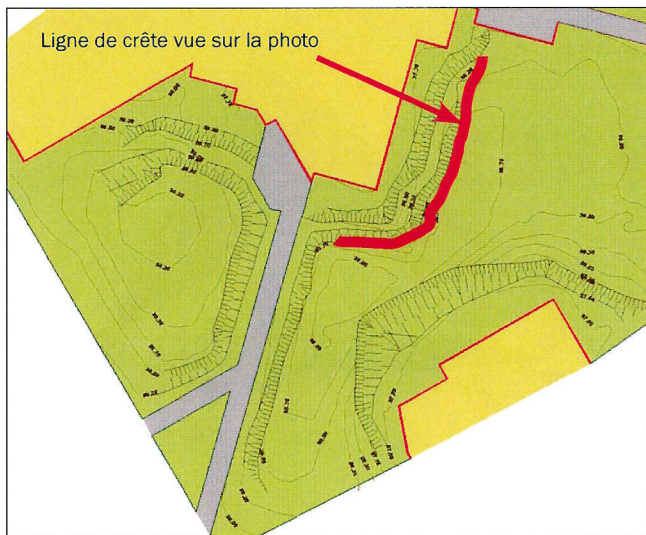


Figure 427. Plan de courbes de niveau avec dessin des talus © Desmedt



Figure 428. Plan du semis des points cotés qui ont servi à l'interpolation des courbes © Desmedt

3. Lever par profils

Procédé parfaitement adapté aux levés tout en longueur : cours d'eau, routes, pistes, voies ferrées, canaux... Ce qui n'empêche pas de le remplacer par un semis de points enrichi, confiné dans une bande de lever de largeur imposée.

Une fois le profil en long implanté, le porte-prisme fait lever les points situés sur la perpendiculaire de part et d'autre de celui-ci, et sur une distance convenue par le cahier des charges.

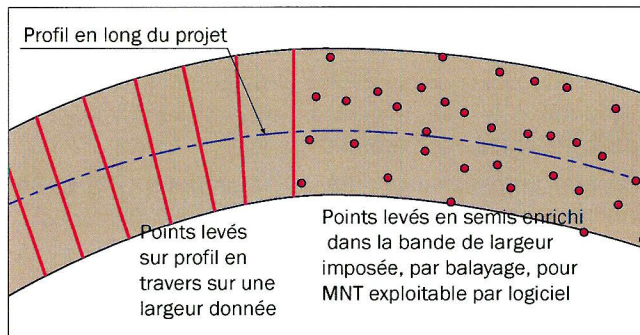


Figure 429. © ECS

La fréquence des profils en travers est imposée par le cahier des charges : il s'agit bien d'une distance maximum, étant entendu qu'il faut lever un profil à tous les points intéressant le projet : fossé, cours d'eau, ligne à haute tension, chemin, route, changement brutal de pente...

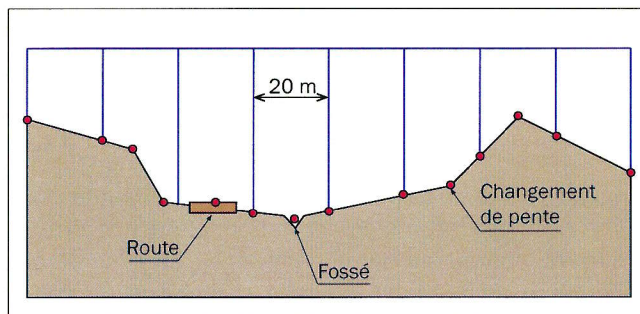


Figure 430. Un profil en travers est imposé tous les 20 m, ce qui oblige à lever des profils intermédiaires qui intéressent le projet (route, fossé, changement de pente...) © ECS

Le gros inconvénient du procédé réside dans le décalage du porte-prisme par rapport à la perpendiculaire au profil en long, ce qui génère par la suite des erreurs importantes quand le terrain est fort pentu.

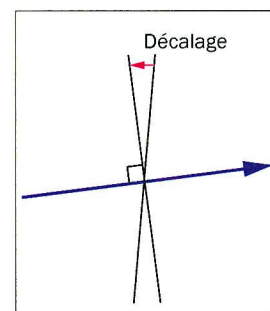


Figure 431. Vue de dessus © ECS

Pour pallier ce défaut, des logiciels calculent en permanence la position du porte-prisme (d'après le fichier de points du projet) et lui indiquent le décalage à rattraper : le prisme se trouve parfaitement sur la perpendiculaire quand le décalage est égal à zéro.

4. Lever des courbes par filage

Ce procédé, qui consiste à lever directement la courbe de niveau sur le terrain, revient en force grâce aux moyens modernes de positionnement :

- on peut imposer une altitude à l'antenne GPS et se déplacer sur le terrain jusqu'à l'obtention à l'affichage ;
- on peut accrocher le prisme à 360° et déplacer le prisme jusqu'à l'affichage d'une altitude donnée.

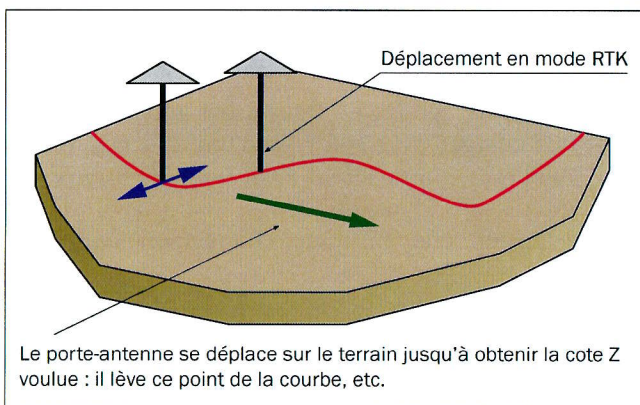


Figure 432. © ECS

Pratique quand le terrain n'est pas trop chahuté : la courbe dessinée est forcément la bonne. Aucune erreur d'interprétation du logiciel ni de lissage ! En général, on se contente de lever les courbes maîtresses de cette façon ; un léger semis de points permet ensuite l'interpolation des courbes intermédiaires.

B. Intersection

1. Intersection spatiale

Procédé utilisé pour déterminer l'altitude des points inaccessibles ou de points de métrologie, en haute précision.

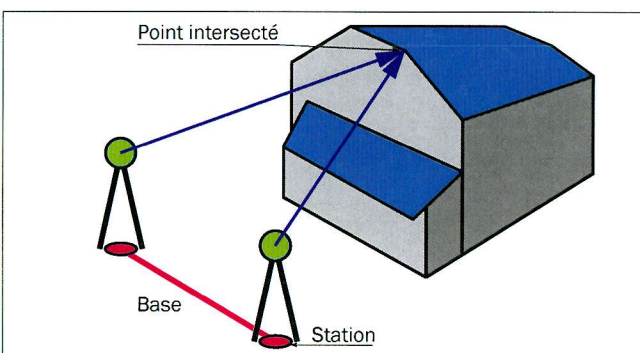


Figure 433. © ECS

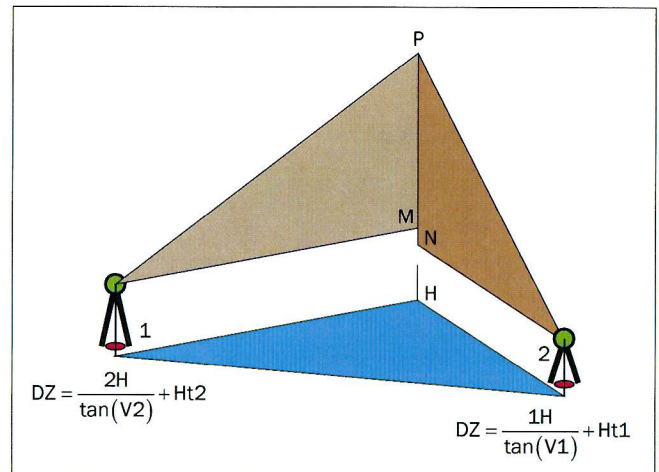


Figure 434. © ECS

On mesure en station 1 les angles AZ1-V1 et AZ1-Ht1.

On mesure en station 2 les angles AZ2-V2 et AZ2-Ht2.

On mesure enfin la distance Dh 1-2.

La résolution du triangle horizontal 12H fournit les distances horizontales 1H et 2H.

On peut calculer les deux dénivelées :

$$Dni = \frac{Dh}{\tan(V)}$$

D'où contrôle !

Les stations 1 et 2 sont d'abord déterminées en altitude, en système local ou en NGF.

2. Intersection d'un plan

Si les points à déterminer en altitude sont considérés appartenir à un plan vertical, une seule station suffit alors à cette détermination, dès lors que ce plan est parfaitement défini en X,Y...

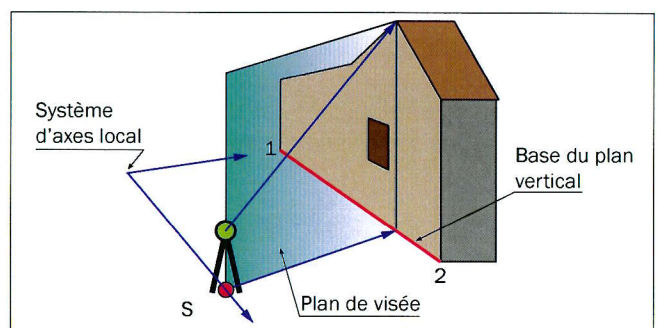


Figure 435. © ECS

La visée SP donne le gisement SP dans le système local.

X,Y de P sont calculés par intersection de SP et 1-2.

On peut calculer la distance horizontale SP qui, associée à l'angle vertical, donne le Z de P.

Pratique pour un lever de façade !

Les points 1 et 2 sont d'abord rayonnés depuis la station S pour former la « base » du plan vertical, dans un système local.

Remarque : les tachéomètres sans réflecteur permettent aujourd'hui de rayonner ces points inaccessibles et d'en déterminer les coordonnées X,Y,Z sans intersection : leur portée est cependant limitée, surtout quand la visée est très inclinée !

C. Antenne GNSS

On retrouve l'emploi du GNSS en mode RTK qui assure pratiquement la précision centimétrique des altitudes des points de détail dès lors que le pivot n'est pas trop éloigné !

V. QUELQUES SITUATIONS PARTICULIÈRES

A. Lever de corps de rue

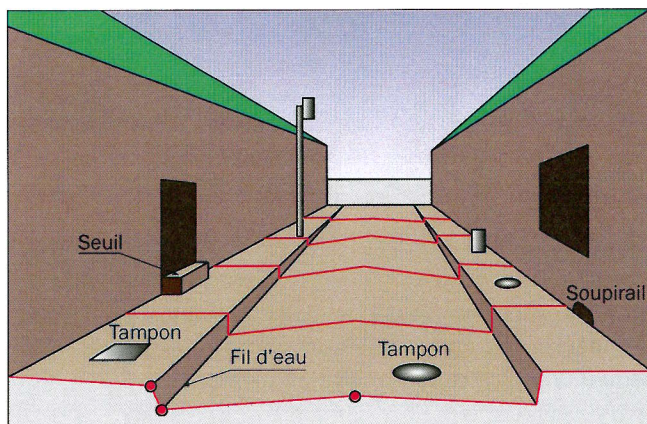


Figure 436. © ECS

Le lever de corps de rue consiste à lever tous les détails d'une voie. L'altimétrie est déterminée par profils en travers selon une fréquence imposée par le cahier des charges : tous les 10 m en général. En plus des profils, sont nivelés les tampons (voir ci-après pour le radier), les seuils de portes et les soupiraux : toute modification de l'altimétrie due à la réfection de la chaussée doit prendre en compte ces éléments.

L'altimétrie est assurée de deux façons :

- **En temps réel par tachéométrie, simultanément au lever planimétrique :**

Les précisions des tachéomètres électroniques sont largement suffisantes pour éviter l'emploi d'un niveau (quelques mm). Procédé qui se généralise avec la codification.

- **En temps différé :**

La voie est levée en planimétrie. Le report effectué, le géomètre revient sur le site avec un niveau et positionne ses profils à l'aide du plan. Procédé en voie de perdition, sauf pour mise à jour !

B. Relevé d'un radier

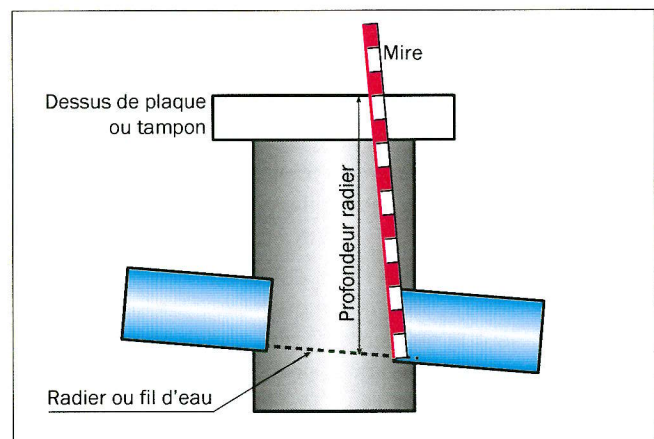


Figure 437. © ECS

Pour le relevé des réseaux d'assainissement, il faut connaître :

- la profondeur du radier ;
- le diamètre des tuyaux ;
- le sens d'écoulement.

Ne pas confondre radier et fond de puisart !

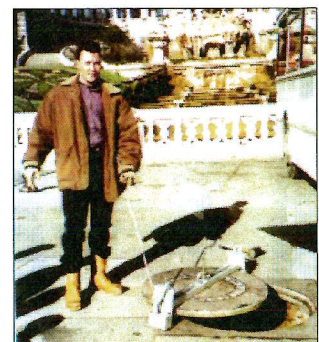


Figure 460. © DR

C. Accrochage au prisme

Les tachéomètres motorisés augmentent la productivité du lever des détails. Le suivi automatique du prisme à 360° par le tachéomètre améliore encore le rendement puisqu'il dispense l'opérateur du fastidieux pointé sur le prisme.

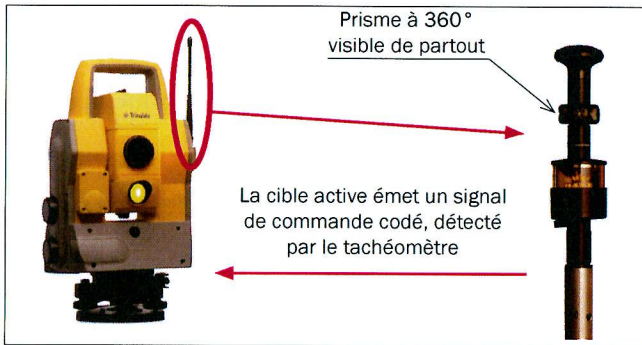


Figure 438. © Trimble

Si le porte-prisme passe derrière un arbre, le tachéomètre continue d'accrocher le prisme dans son « élan ». En cas de perte de signal, le porte-prisme, s'il est tout seul, active une procédure de recherche rapide (Power Search chez Leica).

D. Points cachés

Il arrive que certains points ne soient pas visibles de la station. Dans certains domaines où la précision requise ne permet pas de subterfuges tels que les décalages pas toujours rigoureux, on peut utiliser la règle de « points cachés ».

Principe : la pointe de la règle est positionnée contre le point à lever, de façon quelconque. L'opérateur rayonne alors deux prismes de la règle. Une codification particulière appelle à calculer les coordonnées X,Y,Z du point levé comme point aligné dans le prolongement des deux précédents. Une précaution : le porte-prisme ne doit surtout pas bouger la règle pendant le rayonnement des deux prismes.

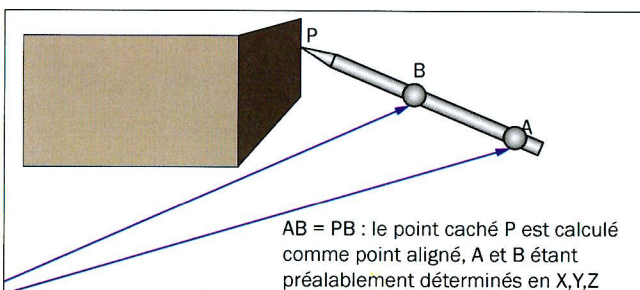


Figure 439. © ECS

E. Lever d'un objet cylindrique

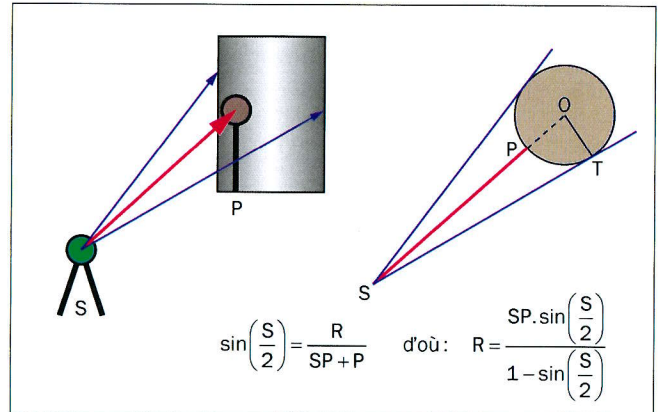


Figure 440. © ECS

L'opérateur tangente successivement le bord de gauche puis le bord de droite : il en déduit la valeur de l'angle azimutal S. **Sur la bissectrice** de cet angle, il mesure la distance horizontale SP, avec un prisme ou sans réflecteur. On en déduit le rayon du cercle R et les X,Y du centre O. On peut aussi définir le cercle en y rayonnant trois points du périmètre : c'est plus délicat !

F. Sortie de mitoyenneté

Une sortie de mitoyenneté en façade est nécessaire en lever de plan d'alignement, de corps de rue ou de délimitation. Elle s'accompagne d'une recherche d'épaisseur de mur mitoyen.

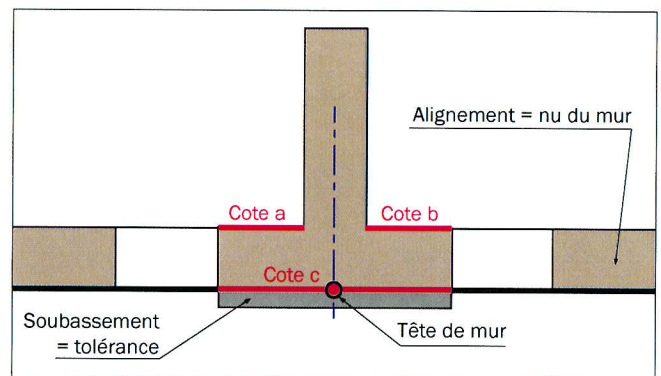


Figure 441. © ECS

Quand le mur est perpendiculaire à la façade, il suffit de mesurer les cotes intérieures a et b, depuis le mur jusqu'à une ouverture (fenêtre ou porte).

Épaisseur du mur :

$$e = c - (a + b)$$

La tête de mur (mitoyenneté) se trouve à la cote $\left(a + \frac{e}{2}\right)$ du bord gauche.

Attention : la tête de mur est sur l'**alignement**, c'est-à-dire sur le « nu » du mur. Certaines surépaisseurs ne sont que **tolérances de dépassement** et non la limite de propriété !

Ce procédé simple n'est plus valable si le mur mitoyen est incliné par rapport à la façade. Il faut connaître d'une manière ou d'une autre l'inclinaison de ce mur, c'est-à-dire l'angle S sur la Figure 442, soit par un triangle de direction mesuré à l'intérieur, soit par différences de glissements si les murs ont été levés.

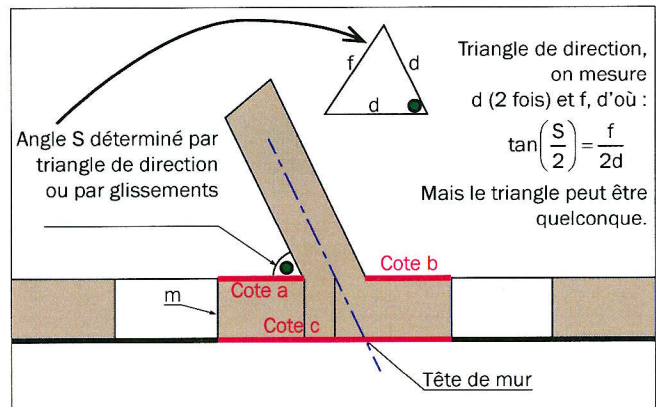


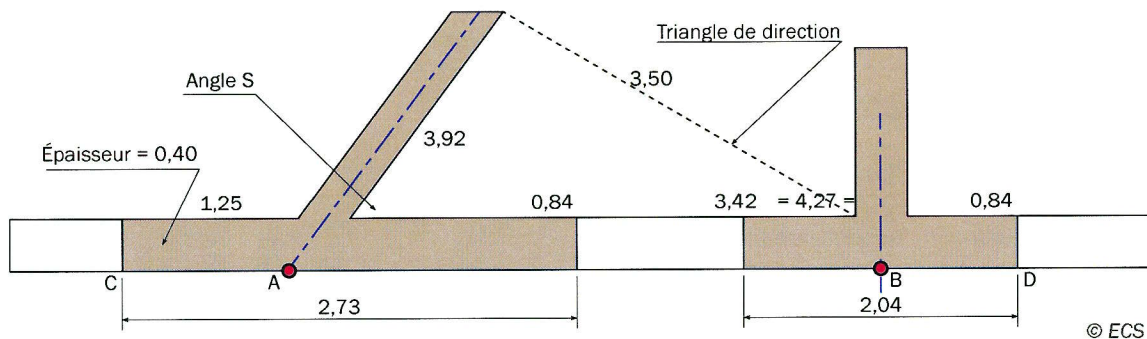
Figure 442. Vue de dessus © ECS

! Épaisseur $e = (c - a - b) \cdot \sin(S)$

La tête de mur se trouve à la distance

$$\left[a + \frac{c - a - b}{2} + \frac{m}{\tan(S)} \right] \text{ du bord gauche !}$$

Application numérique



© ECS

Pour sortir les têtes de mur A et B, le géomètre a mesuré les cotes internes et externes depuis des ouvertures. Il a aussi mesuré un triangle de direction puisque le mur de gauche est fortement incliné sur la façade.

Le triangle de direction résolu donne un angle S de 56 gon environ.

Épaisseur du mur de gauche : $(2,73 - 1,25 - 0,84) \cdot \sin(S) = 0,64 \cdot \sin(56) = 0,49 \text{ m}$

Épaisseur du mur de droite : $(2,04 - 0,85 - 0,84) = 0,35 \text{ m}$

Distance AC : $AC = \left[1,25 + \frac{0,64}{2} - \frac{0,40}{\tan(S)} \right] = 1,24 \text{ m}$

Distance BD : $BD = 0,84 + \left(\frac{0,35}{2} \right) = 1,02 \text{ m}$

Distance AB : $AB = 7,35 - 1,24 - 1,02 = 5,09 \text{ m}$

G. Bords de cours d'eau

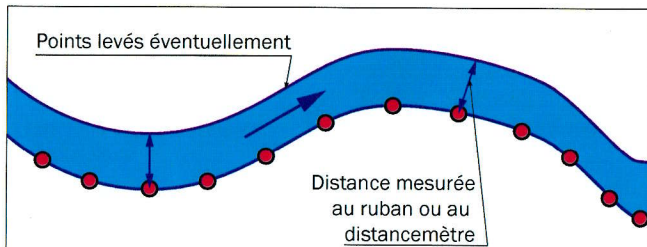


Figure 443. © ECS

Les limites de cours d'eau sont fluctuantes dans le temps : inutile de rechercher la précision dans la détermination de ses bords ! On se contente généralement de lever quelques points d'un des deux bords et quelques largeurs correspondantes. Le lissage arrondira les angles au report !

On rappelle que l'axe d'un cours d'eau non classé fait limite de propriété, bien que le cadastre l'ignore ! D'où la nécessité de prendre assez correctement les largeurs. On peut utiliser dans ce cas un distancemètre à main ou demander au porte-prisme de montrer les points de l'autre bord quand c'est possible.

H. Alignements de fait

En matière de délimitation, la fixation de l'alignement, séparation du domaine public et du domaine privé, est du ressort de l'Administration. En l'absence de plan d'alignement approuvé et publié, l'alignement de **fait** s'applique d'office.

Quelques cas concrets d'alignements de fait :

- En l'absence de plan d'alignement, il faut adopter les pieds de clôture ou de muret comme alignement de fait.

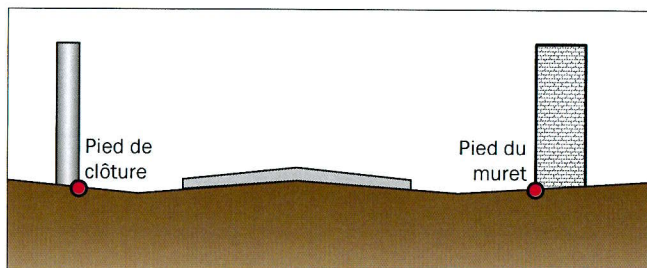


Figure 444. © ECS

- En l'absence de plan d'alignement, il faut adopter une limite à 50 cm du pied de haie, ou au « nu » du mur, le soubassement faisant partie des tolérances de dépassement !

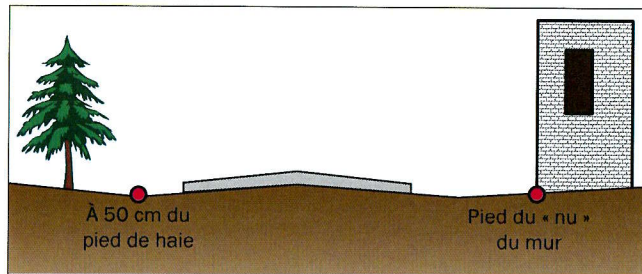


Figure 445. © ECS

- En l'absence de plan d'alignement, fixer la limite de fait à 50 cm du fossé (généralement du DP) et au pied d'un mur de soutènement. Si le fossé est mitoyen, la limite passe au milieu du fossé !

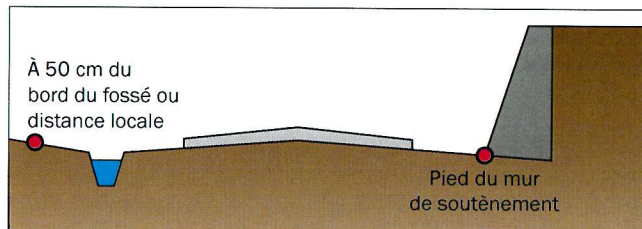


Figure 446. © ECS

Remarque : on rappelle qu'en matière de délimitation, il faut demander l'**arrêté individuel d'alignement** pour connaître avec certitude l'emplacement de l'alignement. En l'absence de plan d'alignement publié, l'administration a le devoir d'admettre l'alignement de fait, c'est-à-dire de constater ce qui existe sur le terrain depuis longtemps. Pas question d'imposer une emprise (10 m par exemple) ou encore moins le cadastre. C'est donc au géomètre de proposer une limite de fait, et de veiller à ne pas subir un **abus de pouvoir** !

I. Marques de non mitoyenneté à remarquer

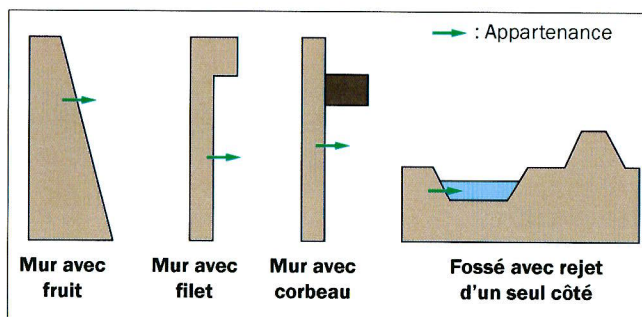


Figure 447. © ECS

J. Héberges et mitoyenneté

L'héberge est la limite de mitoyenneté de deux bâtiments contigus. Les murs clôtures sont présumés mitoyens s'il n'y a pas de titres ou marques contraires (cas précédents).

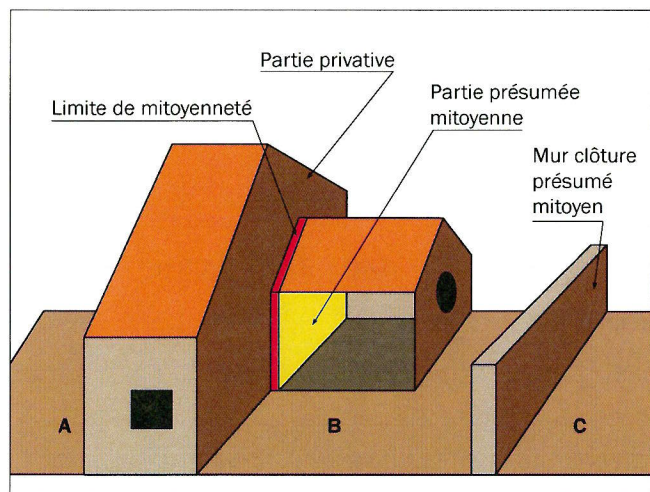


Figure 448. © ECS

K. Bathymétrie

La bathymétrie consiste à mesurer les profondeurs subaquatiques. S'agissant de profils de cours d'eau, il est impératif de noter la date exacte du lever (jour et heure) pour justifier le niveau d'eau à ce moment précis. S'agissant de mesures en mer, il faut se rattacher aux repères de nivellement portuaires, différents du NGF. On peut se renseigner auprès du SHOM (Service Hydrographique et Océanique de la Marine) pour connaître certains repères.

! Noter l'heure du lever et éviter le NGF en mer.

1. Méthode archaïque de lever à la mire

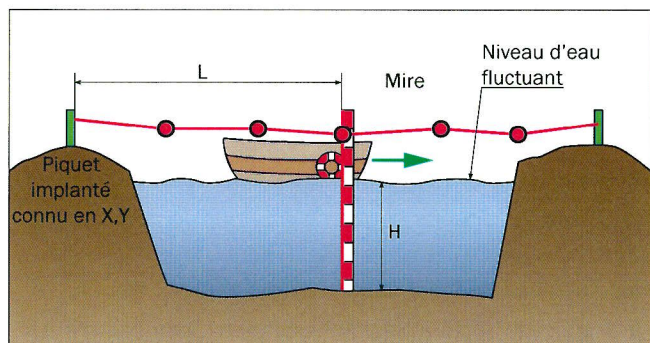


Figure 449. © ECS

Les piquets du bord de berge sont levés préalablement au tachéomètre. En chaque profil, une corde graduée (nœuds) est tendue : en chaque nœud, une profondeur est mesurée et notée. La corde est momentanément détendue en cas de passage de bateau.

2. Méthode moderne de lever : au GNSS ou avec accrochage au prisme

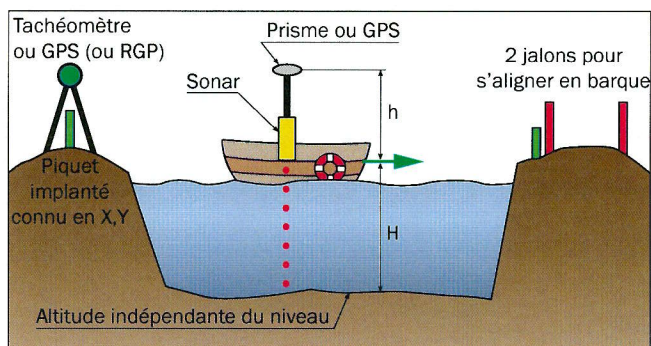


Figure 450. © ECS

La méthode la plus efficace est celle qui utilise le GNSS (avec pivot ou RGP) pour le positionnement en planimétrie car elle dispense d'établir une polygonale, obligatoire pour l'emploi d'un tachéomètre. Le prisme à 360° dispense d'un pointé constant et fastidieux. Le déclenchement du Sonar provoque l'enregistrement du Z et des coordonnées X,Y dans le tachéomètre ou le récepteur GNSS, grâce à un système de synchronisation.

Positionnement des jalons pour façonner l'itinéraire de la barque :

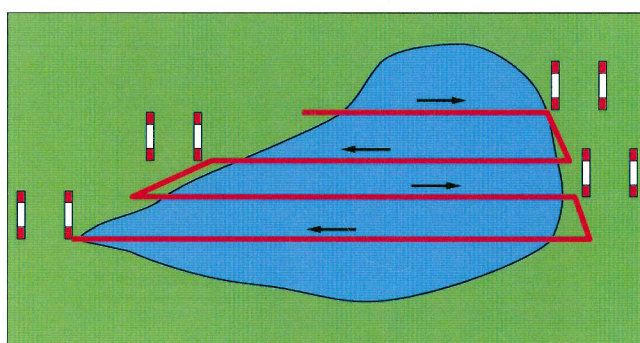


Figure 451. Organisation du lever d'un étang © ECS

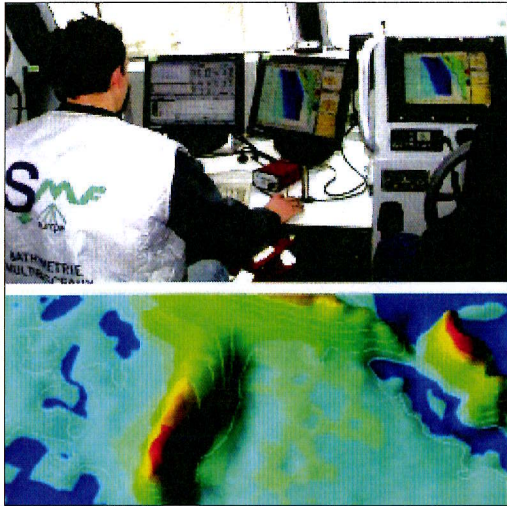


Figure 452. Unité mobile de bathymétrie multifaisceaux pour suivi de chenaux, inspections d'ouvrages, profils de plage, cartographie des voies navigables... © Mesuris

L. Loi Carrez (surface privative)

1. Lever d'une pièce

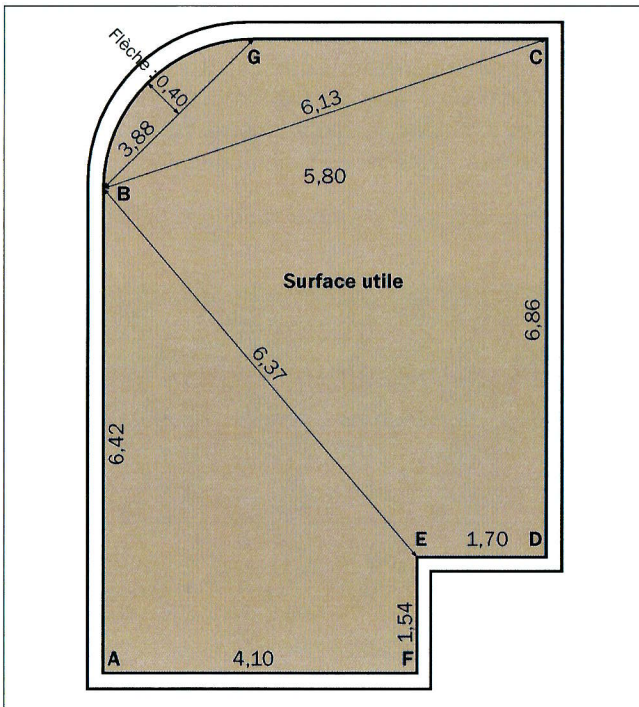


Figure 453. Exemple de lever de pièce © ECS

On suppose que les angles sont pratiquement droits, ce qui est facile à voir sur place. Le contrôle de la cote $BC = 6,13$ cm le confirmera :

$$BC^2 = 1,98^2 + 5,80^2 = 6,13^2$$

La cote de 5,80 m correspond bien à la somme des deux cotes du bas du schéma.

La cote $BE = 6,37$ confirme le positionnement du point B.

Superficie de ABCDEF :

$$S_{ABCDEF} = \text{trapèze} - \text{rectangle} = 42,98 - 2,62 = 40,36 \text{ m}^2$$

Superficie du triangle BGC :

$$S_{BGC} = 6,96 \text{ m}^2$$

Superficie du segment circulaire :

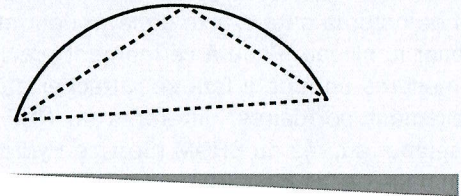
$$S_{\text{seg}} = \frac{2}{3} \times 0,40 \times 3,88 = 1,03 \text{ m}^2$$

Au final :

$$\text{Surface Carrez} = 48 \text{ m}^2$$

Remarque : on peut adopter la formule du segment parabolique $s = \frac{2}{3}(\text{corde} \times \text{flèche})$ si la flèche est

inférieure au 1/10 de la corde. Si cela n'est vraiment pas le cas il faut rediviser à nouveau : cette opération génère un nouveau triangle à résoudre et deux nouveaux segments paraboliques.



2. Surface d'un appartement

Il est conseillé de lever pièce par pièce, de contrôler sur place les mesures et de calculer sur place chaque surface. L'avantage de mesurer pièce par pièce est que la surface mesurée est une surface utile puisque les murs, cloisons, embrasures des portes et fenêtres sont exclues d'office !

Autres surfaces à ne pas prendre en compte :

- les surfaces situées sous une hauteur de plafond inférieure à 1,80 m ;
- les surfaces non closes (terrasses, loggias, balcons...) ;
- les gaines techniques (cheminées, gaines d'aération...) ;
- les marches d'escalier et trémies d'escalier.

M. Hauteur d'un bâtiment

On peut aisément déduire la hauteur d'un bâtiment si on peut mesurer la distance depuis le tachéomètre à l'aplomb du sommet :

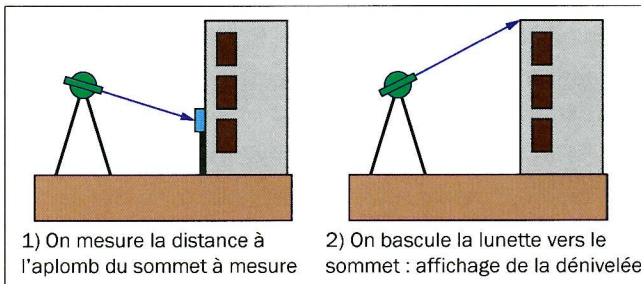


Figure 454. © ECS

N. Lever pour cubature simple

Si le site à évaluer est peu accidenté et de forme régulière (proche du rectangle), on peut se passer du tachéomètre en se servant d'un niveau, pour déterminer les altitudes des sommets d'un quadrillage mis en place sur le terrain.

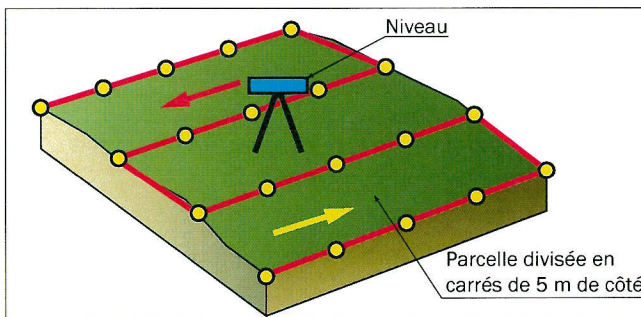


Figure 455. © ECS

► Calcul de cubature

Soit H_i la différence de hauteur entre le terrain naturel et le projet, on a :

$$V = \frac{1}{4} \cdot S \cdot (\sum H_1 + \sum 2.H_2 + \sum 3.H_3 + \sum 4.H_4)$$

avec : S = surface d'un carré

H_1 = hauteur aux points isolés (coins)

H_2 = hauteur aux points communs à 2 carrés (périmètre)

H_3 = hauteur aux points communs à 3 carrés (rare)

H_4 = hauteur aux points communs à 4 carrés (intérieur)

VI. CONTRÔLES DU LEVER

Les contrôles du lever sont multiples : autocontrôle des mesures sur le terrain, vérification des plans élaborés, contrôle de qualité exigée par le client. Ne pas oublier le contrôle des instruments : **réglages et étalonnages** !



Il convient d'utiliser des instruments réglés et étalonnés.

A. Autocontrôles

Contrôles des mesures et productivité sont antinomiques ! Sur le terrain, il faut faire vite, et la vitesse d'exécution se fait bien souvent au détriment des contrôles. Cependant, il semble nécessaire d'effectuer un minimum de contrôles pour assurer la qualité du lever : fermeture des cheminements, écarts supportables entre points doubles, entre Go sur plusieurs références, entre les façades mesurées et calculées, confirmation de rectitude, de direction, erreur moyenne quadratique satisfaisante...



La qualité des mesures est mieux évaluée par redondance ou réoccupation.

Il faut contrôler :

- **Fermeture des cheminements** : voir chapitre 13.
- **Points doubles** : c'est actuellement le moyen le plus rapide et le plus efficace de vérifier à la fois la planimétrie et l'altimétrie d'un point levé.
- **Mesure de façade** : très fastidieux et long à mettre en œuvre. Indispensable pour la délimitation.
- **Réoccupation** : c'est refaire deux fois le travail ! Incontournable dans certaines vérifications de métrologie. Fréquent en GNSS.
- **Go moyen** : facile à vérifier quand on dispose d'une multitude de visées de références.
- **Rectitude** : consiste à rayonner un point intermédiaire d'une longue ligne droite afin de vérifier son alignement.
- **Direction** : on vise un point déjà rayonné et on compare le gisement calculé et le gisement observé. L'écart linéaire se déduit de l'écart angulaire et de la distance de la visée ($D \cdot \tan(DG)$).
- **Erreur moyenne quadratique** : elle rassure sur la précision globale du travail effectué. Mais elle peut aussi noyer le poisson, diluer une grosse faute dans la moyenne des écarts !

- **Homothétie** : le passage d'un système local vers un géoréférencement RGF93 – Lambert CC corrige les distances d'un facteur d'échelle connu, composé de la réduction à l'ellipsoïde et la projection Lambert.

! Le contrôle permanent du matériel est un facteur de qualité !

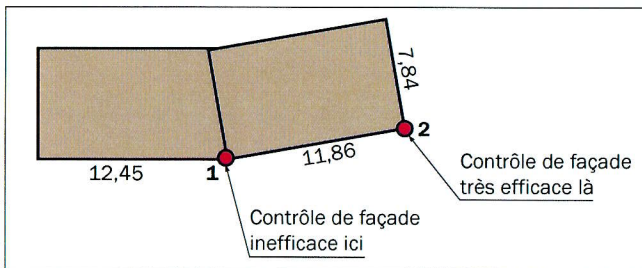


Figure 456. © ECS

Si le point 1 est faux en Y, la faute ne sera pas décelée par la mesure des façades : une erreur de 50 cm sur l'Y provoquerait une erreur de 1 cm sur les façades ! Par contre, la faute est bien décelée dès que les façades sont perpendiculaires !

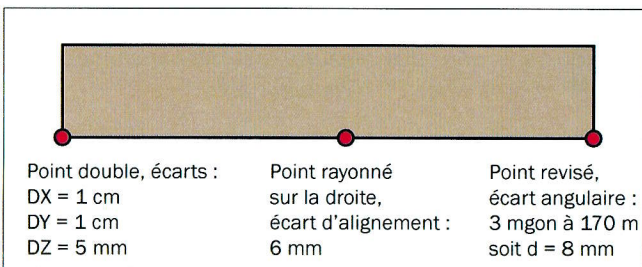


Figure 457. © ECS

! Le point double offre rapidement le meilleur contrôle !

B. Relecture du plan

C'est le MNT (fichier de points connus en E,N,H) qui intéresse le client. Bien qu'il ne soit qu'une image de ce modèle numérique de terrain, le plan reste indispensable pour la bonne compréhension du terrain.

Sa présentation justifie à elle seule psychologiquement la facture. Le géomètre veillera bien à ce qu'il soit complet et qu'il ne comporte pas d'anomalies.

C'est le récolement du plan qui vaut bien qu'on lui consacre une demi-heure de relecture !

1. Indications indispensables

C'est l'arrêté de 1980 qui fixe les indications qui doivent figurer au minimum sur les plans à grande échelle :

- l'échelle : 1/500 (préférable à 0,002 m pour mètre) ;
- le type de plan (plan de délimitation, plan d'alignement, plan parcellaire...) ;
- la nature du plan (graphique, numérique, numérisé, orthophotoplan...) ;
- le mode d'établissement (terrestre, photogrammétrique) ;
- l'année d'établissement, et, éventuellement, d'actualisation, ou date de prise de vue ;
- date de rattachement aux réseaux nationaux (RGF93 ou NGF) ;
- désignation du maître d'ouvrage et/ou du maître d'œuvre ;
- classe de précision labellisée par le cadastre.

2. Fautes fréquentes à éviter

Des fautes grossières sont souvent négligées et risquent de porter préjudice au géomètre :

- mauvaise orientation de la flèche Nord, ou son oubli ;
- erreur de numérotation du quadrillage (inversion, décalage...) ;
- erreur de rattachement : Lambert NTF au lieu de RGF – Lambert 93 ou Lambert CC ;
- erreur d'échelle ou oubli ;
- erreur de dénomination de plan : plan de bornage au lieu de piquetage, etc. ;
- oubli de la date d'élaboration ;
- anomalies de mesures : cotes fausses, altitudes fausses, surfaces fausses, etc. ;
- fautes d'orthographe ou de toponymie, d'adresse, de noms de voisins, etc.

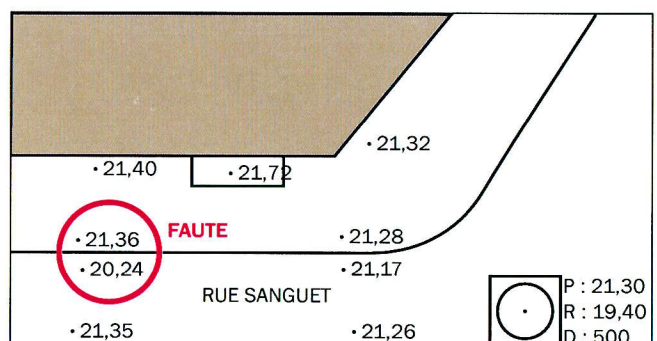


Figure 458. Exemple de faute grossière détectée sur le plan définitif © ECS



La relecture du plan s'impose avant sa livraison !

C. Contrôle de qualité

La vérification d'un plan, effectuée par le service du cadastre, donne lieu à l'attribution d'un Label qui mentionne sur le plan la classe de précision à laquelle il appartient. Cette vérification est obligatoire pour les plans réalisés pour le compte de l'administration.

Cette opération est contradictoire : la présence du géomètre est indispensable sur le terrain. On procède par sondages : des mesures sont effectuées entre points stables, bien identifiés et précis, avec un **instrument** au moins deux fois plus précis que celui exigé pour le travail, et comparées avec celles des valeurs homologues issues des coordonnées du fichier MNT ou tout simplement du plan ! On retournera au paragraphe D du chapitre 5 pour calculer les écarts à respecter pour obtenir ce label.

1. Contrôle planimétrique

On peut mettre en œuvre un simple ruban ou mieux, un tachéomètre capable de calculer la façade entre deux points.

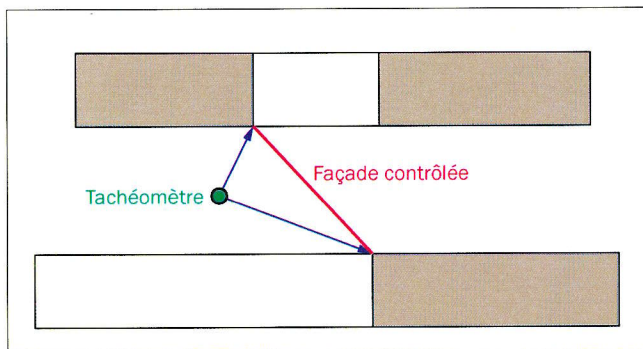


Figure 459. © ECS

2. Contrôle altimétrique

Il se fait au moyen d'un niveau, ou d'un tachéomètre si sa précision est suffisante. On détermine sur le terrain la dénivelée entre deux points choisis que l'on compare avec la dénivelée obtenue par les altitudes indiquées sur le plan ou au fichier.

VII. RENSEIGNEMENTS ANNEXES

Le lever ne se résume pas aux mesures sur le terrain. Une foule de renseignements techniques ou juridiques ont dû être requis auprès des voisins, des témoins, des services administratifs pour respecter le cahier des charges. Voici une liste non exhaustive d'informations à requérir auprès d'autrui :

- adresse ou lieu-dit de l'immeuble ;
- noms et qualités des voisins ;
- références cadastrales des parcelles concernées ;
- contenances des parcelles ;
- servitudes foncières attachées à l'immeuble ;
- arrêtés d'alignement et classement des cours d'eau ;
- règles d'urbanisme en vigueur (RNU, POS ou PLU, Carte communale) ;
- règlements locaux, us et coutumes ;
- servitudes administratives ;
- réseaux d'assainissement, d'eau, d'électricité, de gaz, de téléphone... ;
- mitoyenneté des clôtures, des fossés, des talus... ;
- qualité du sol et du sous-sol ;
- envergure, essence, hauteur, âge des arbres... ;
- état et estimation des immeubles ;
- orientation des vents dominants, du soleil... ;
- tarifs de location de matériel ;
- itinéraires pour se rendre sur le site...

Remarque : les informations foncières relatives aux immeubles (propriétaires, usufruitiers, servitudes...) peuvent s'obtenir auprès de la Conservation des Hypothèques, moyennant finances. C'est le service administratif habilité à gérer le parc immobilier français. Les informations délivrées par le Cadastre sont plus rapides mais moins fiables !



Renseignements foncières = Conservation des hypothèques

VIII. SÉCURITÉ ET FIABILITÉ DES RÉSEAUX ENTERRÉS

La France compte environ 2700000 km de réseaux enterrés et subaquatiques. L'ouverture d'une tranchée sur la voie publique n'est pas sans risques ! Suite à de nombreux et graves accidents, le MEDDE (Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie) a décidé une réforme de grande ampleur. Cette réforme peut se résumer en cinq points détaillés ci-après :

1. Création d'un guichet unique dont l'objectif sera de recenser tous les gestionnaires de réseaux et les zones d'implantation.
2. Les déclarations de projet de travaux (DT) et les déclarations d'intention de commencer les travaux (DICT) seront refondues et soumises à la consultation du guichet unique.
3. Tous les nouveaux réseaux seront géoréférencés et soumis à 3 classes de précision (arrêté du 5 octobre 2011) :
 - Classe A : un ouvrage ou tronçon d'ouvrage est rangé dans la classe A si l'incertitude maximale de localisation indiquée par son exploitant est inférieure ou égale à 40 cm s'il est rigide, à 50 cm s'il est flexible. L'incertitude maximale est portée à 80 cm pour les ouvrages souterrains de génie civil attachés aux installations destinées à la circulation de véhicules de transport ferroviaire ou guidé lorsque ces ouvrages ont été construits antérieurement au 1^{er} janvier 2011.
 - Classe B : un ouvrage ou un tronçon d'ouvrage est rangé dans la classe B si l'incertitude maximale de localisation indiquée par son exploitant est supérieure à celle relative à la classe A et inférieure ou égale à 1,5 m.
 - Classe C : un ouvrage ou un tronçon d'ouvrage est rangé dans la classe C si l'incertitude maximale de localisation indiquée par son exploitant est supérieure à 1,5 m ou si son exploitant n'est pas en mesure de fournir la localisation correspondante.

4. Le géoréférencement obligera les acteurs à certification ; seuls les géomètres-experts en seront exonérés. Les obligations de qualification entreront en vigueur le 1^{er} janvier 2017 pour laisser le temps de finaliser les outils de formation et d'examen.
5. Objectif : parvenir en 2019 à connaître avec certitude tout ce qui court en sous-sol et obligation en 2026 de répondre aux DT et DICT au moyen de plans géoréférencés.

Selon les textes réglementaires, l'ensemble du tracé des réseaux doit être matérialisé sur le site pendant l'intégralité des travaux.

Ce qui signifie que des opérations de marquage et de piquetage vont parfois durer des années... Des rues pourront ainsi se chamarrer durant tout ce temps aux différentes couleurs de marquage (rouge pour l'électricité, jaune pour le gaz...).



Résumé du chapitre 14

Le choix des détails à lever et leur représentation graphique est tributaire du type de plan à réaliser, de la précision exigée, de la valeur du terrain et de la nature des détails, selon qu'ils sont naturels ou artificiels.

Le lever exige des travaux préalables : recherche d'informations diverses, reconnaissance sur le terrain, choix des instruments, des méthodes, du personnel, de la période de lever, organisation et planification, prévision des règles de sécurité...

Procédés de lever

Les différents procédés planimétriques de lever sont :

- par rayonnement, au tachéomètre ou au GPS : le plus courant actuellement ;
- par bilatération, réservée plutôt aux levés d'intérieurs (emploi du disto) ;
- par intersection, réservée aux points inaccessibles ou à la métrologie ;
- par abscisses et ordonnées (équerrette) : obsolète ;
- par alignement et prolongement : pour lever certains points cachés.

Les différents procédés altimétriques sont :

- par rayonnement, au tachéomètre, GPS ou niveau : lever par quadrillage, par semis de points (le plus courant), par profils (en long et en travers) pour les levés topographiques linéaires (projets de route...) ;
- par intersection : pour les points inaccessibles ou la métrologie.

Contrôles

Les points levés sont contrôlés :

- par double détermination (point double ou réoccupation) ;
- par mesure de façade (long) ;
- par vérification de rectitude (plusieurs points sur une ligne droite) ;
- par visée azimutale d'une autre station ;
- par fermeture des cheminements et points nodaux ;
- par écart du Go moyen ;
- par relecture du plan (récolement).

Le contrôle de qualité obéit à la nouvelle loi de 2003, qui remplace l'arrêté de 1980. Un sondage aléatoire permet de comparer des mesures issues du fichier avec celles du terrain. 3 critères président désormais à la qualité des mesures :

- l'emp (écart moyen de positionnement) doit être inférieur à une valeur V1 ;
- un certain nombre d'écarts n' peut être supérieur à une valeur V2 ;
- aucun écart ne peut être supérieur à une valeur V3.

Ces valeurs sont calculées d'après la classe de précision requise (voir formules page 77 et suivantes).

A large rectangular area of light brown paper with horizontal dashed lines for writing. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. The paper has a slightly textured appearance.