

DÉPARTEMENT DU DÉVELOPPEMENT
TERRITORIAL ET DE L'ENVIRONNEMENT
SERVICE DE LA GÉOMATIQUE ET
DU REGISTRE FONCIER

DETERMINATION DES POINTS FIXES

1. ASPECTS GÉNÉRAUX	2
1.1 Introduction.....	2
1.2 Exigences de précision et fiabilité.....	2
1.3 Références planimétrique et altimétrique	2
1.4 Hypothèses de travail concernant les points fixes	2
2. NOUVEAUX RESEAUX DE POINTS FIXES DANS LE CADRE DU RENOUVELLEMENT DU CADASTRE.....	3
2.1 Considérations générales	3
2.2 Déroulement des travaux.....	3
2.3 Avant-projet au bureau.....	4
2.4 Reconnaissance	4
2.4.1 Reconnaissance des points de rattachement	4
2.4.2 Critères applicables aux points nouveaux	5
2.5 Projet de canevas	5
2.5.1 Réseau planimétrique	5
2.5.2 Réseau altimétrique	8
2.6 Matérialisation des points fixes	8
2.6.1 Considérations générales.....	8
2.6.2 Compétence	8
2.6.3 Documentation	9
2.6.4 Protection.....	9
2.6.5 Entretien et mise à jour périodique	9
2.7 Mesures	9
2.7.1 Signalisation et stationnement.....	9
2.7.2 Tenue de protocole	9
2.7.3 Tachéomètre	10
2.7.4 GNSS	10
2.8 Calculs	10
2.8.1 Considérations générales.....	10
LTOP Fichier des coordonnées.....	11
LTOP Fichier de mesures	11
2.8.2 Modèle stochastique	12
2.9 Documentation.....	12
3. NOUVEAUX RESEAUX DE POINTS FIXES DE FAIBLES IMPORTANCES DANS LE CADRE DE LA MISE A JOUR PERMANENTE.....	13
4. CONTRÔLES DES PFP	14
4.1 Redétermination de PFP transformé (=sans altitude) avec GNSS ou terrestre	14
4.2 Changement de coordonnées d'un PFP existant (GNSS ou terrestre)	14

ANNEXE 1 Exemple de projet de canevas

1. ASPECTS GENERAUX

1.1 Introduction

La présente directive est basée sur l'ordonnance sur la mensuration officielle (OMO) du 18 novembre 1992, son ordonnance technique (OTEMO) du 10 juin 1994 et les directives pour la détermination des points fixes de la mensuration officielle de novembre 2005.

Cette directive porte sur la détermination des PFP3 et des PFP auxiliaires. Les informations concernant les points limites et les points de situation se trouvent à la norme 3050. Le détail concernant la matérialisation se trouve à la norme 2010.

Pour la mise à jour des PFP1, 2 et PFA1 on se référera aux directives fédérales de la D+M.

Le réseau de PFA2 du canton n'est plus entretenu et l'altitude n'est plus garantie. Par contre, la plupart des PFP3 ont des altitudes. La précision de la détermination de ceux-ci est suffisante pour la majorité des applications.

Considérant les différentes normes déjà existantes, cette norme est un complément. Des évolutions par rapport aux méthodes de travail auront lieu ces prochaines années liées à l'introduction du cadre de référence MN95 et les expériences y relatives.

Pour toutes les informations concernant l'utilisation de méthode photogrammétrique, nous faisons référence à la directive fédérale concernant l'utilisation de la photogrammétrie en mensuration parcellaire du 11 septembre 1984.

1.2 Exigences de précision et fiabilité

Les exigences de précision et de fiabilité posées sont indépendantes des méthodes utilisées. Elles sont définies dans l'OTEMO ainsi que dans la norme 5020.

1.3 Références planimétrique et altimétrique

Le système de référence planimétrique officielle CH1903+ avec le cadre de référence planimétrique MN95 est utilisé au niveau du canton.

La référence altimétrique officielle fondée sur le nivellement fédéral de 1902 (NF02) est appliquée au niveau du canton. Les PFA2 ne sont plus utilisés.

1.4 Hypothèses de travail concernant les points fixes

Les hypothèses de travail suivantes concernant les réseaux de points fixes sont à appliquer:

- Les tensions liées au cadre de référence sont négligeables sur l'ensemble du territoire cantonal.
- Un réseau de points fixes reste nécessaire, même avec l'amélioration des systèmes GNSS.
- La Confédération continue à garantir la mensuration nationale géodésique.
- La densité des points fixes matérialisés de manière durable est fonction des besoins et de l'efficacité de la mise à jour de la mensuration officielle.
- La détermination des réseaux se fait par des méthodes terrestres et GNSS.
- Les points fixes sont toujours calculés par les moindres carrés.

2. NOUVEAUX RESEAUX DE POINTS FIXES DANS LE CADRE DU RENOUELEMENT DU CADASTRE

2.1 Considérations générales

Avec l'évolution des techniques, la tendance est de fortement diminuer la densité des points fixes matérialisés de manière durable. Il est possible d'utiliser des points fixes auxiliaires (station libre, station excentrique, point lancé) pour le levé de détail.

Il faut veiller à ce qu'une densité suffisante existe dans les secteurs sans couverture de GNSS et swipos (surtout en forêt) en prévoyant des groupes de 3 points matérialisés d'une manière durable et repartis régulièrement. La densité dans les zones bâties doit permettre une mise à jour permanente efficace.

2.2 Déroulement des travaux

L'établissement et la détermination des réseaux de points fixes se déroulent de la même manière, quelle que soit la méthode de mesure choisie, indépendamment de la hiérarchie des PFP.

Les principales étapes du déroulement des travaux sont résumées ci-après.

Etapes	Description
Avant-projet au bureau	Analyse des points fixes existants dans le périmètre de travail et son voisinage. Esquisse au bureau de la disposition des mesures (réseau idéal) sur la base de critères applicables à la structure du réseau.
Reconnaissance	Mise en œuvre du projet de bureau sur le terrain, définition de la matérialisation des points et visite des points de rattachement.
Projet de canevas	Disposition définitive des mesures selon les résultats de la reconnaissance. Elle est représentée sur le projet de canevas.
Contrôle du SGRF	Approbation du projet de canevas et de la matérialisation proposée des points.
Matérialisation des points	Matérialisation des points nouveaux et amélioration éventuelle de la matérialisation des points existants dans le périmètre de travail conformément au projet de canevas approuvé.
Mesure	Programme de mesures conformément au projet de canevas approuvé.
Calcul	Transformation des mesures en coordonnées planimétriques et altimétriques compensées sur les points fixes à l'aide d'algorithmes de calcul adéquats. Calculs libre (ou libre ajusté), rattaché et analyse des résultats par l'adjudicataire.
Contrôle du SGRF	Contrôle de la qualité du réseau, des mesures et du choix des points de rattachement. Le calcul devient définitif après l'approbation du SGRF.
Documentation	Etablissement de la documentation définitive.
Vérification finale du SGRF	Vérification de l'ensemble des travaux.

2.3 Avant-projet au bureau

Une analyse des points fixes existants dans le périmètre de travail et son voisinage doit être effectuée.

Un réseau idéal est esquissé au bureau de telle sorte que les exigences de qualité soient satisfaites et que chaque mesure soit contrôlée par une surabondance suffisante.

Il est nécessaire de respecter le principe de voisinage et de veiller à ne pas multiplier les mesures qui n'améliorent pas la fiabilité du réseau de manière significative.

La géométrie du réseau et le nombre d'éléments de détermination influencent la fiabilité des points. Par élément de détermination, on entend toute mesure entre deux points (direction ou distance intérieure ou extérieure). Selon ce décompte, les mesures d'un cheminement polygonal classique autour d'un point comptent pour 8 éléments de détermination planimétrique et 4 éléments de détermination altimétrique. Un relevé par mesure GNSS vaut 2 éléments de détermination en planimétrie et 1 élément en altimétrie.

Des contraintes peuvent se produire dans le réseau suivant la qualité des points de rattachement. Aussi est-il conseillé de structurer ce dernier de façon à ce que les tiraillements puissent être décelés.

Au moins 4 PAT1/2 uniformément repartis couvrant le périmètre de travail doivent être utilisés en tant que rattachement. Tous les autres points connus en MN95 doivent être remesurés et utilisés en tant que rattachement dans une deuxième phase de calcul.

Si des PFP avec des coordonnées MN03 existent dans le secteur, il faut les redéterminer en MN95. La numérotation des PFP doit être récupérée.

Dans la mesure du possible, le réseau de points fixes est rattaché au réseau de PFA1, dans NF02.

La numérotation des points fixes est définie dans la norme 5020 "Points fixes et points de détail".

2.4 Reconnaissance

Les buts de la reconnaissance consistent, à partir du projet de bureau, à:

- reconnaître sur le terrain les points de rattachement prévus;
- améliorer éventuellement la matérialisation des points déjà existants (par ex. scellement de chevilles);
- choisir les emplacements des points nouveaux en tenant compte du projet de bureau;
- organiser la matérialisation des points nouveaux;
- documenter les visées possibles (visibilité terrestre, GNSS).

Le nombre et la répartition des points à matérialiser doivent être adaptés aux méthodes de mesures modernes. Il n'est pas nécessaire de matérialiser durablement chaque station pour les levés de détail, mais plutôt d'utiliser des points fixes auxiliaires (voir paragraphe 2.1).

Les densités fixées par l'OTEMO doivent au moins être respectées, dans la mesure du possible. Dans les localités, on constate avec la pratique que les densités sont plus élevées que celles fixées par l'OTEMO. Le nombre de points indiqué dans les contrats avec un adjudicataire tient déjà compte de cette densité supérieure.

2.4.1 Reconnaissance des points de rattachement

On entend par point de rattachement tous les points connus en MN95 ainsi que les PFA1. Ces coordonnées et altitudes sont considérées comme définitives sous réserve de contraintes trop importantes qui apparaîtraient au moment du calcul libre ou calcul libre ajusté.

La vérification des PFP2 est assumée par le SGRF. Le cas échéant, ils sont:

- **recentrés** si leur matérialisation est susceptible d'avoir bougée ou s'ils doivent être redéterminés;
- **déplacés** si leur emplacement ne convient plus;
- **déclassés** en PFP3 si la densité de PFP2 est forte et que leur emplacement est peu favorable;
- **supprimés** s'ils ont disparu et qu'ils sont devenus inutiles.

L'adjudicataire signalera au SGRF tous défauts de la matérialisation et des fiches signalétiques des PFP1, 2 et des PFA1.

Le long des voies CFF, il existe de nombreux points fixes. Ces points fixes des CFF ne sont pas incorporés aux données de la mensuration officielle.

2.4.2 Critères applicables aux points nouveaux

L'emplacement des points est choisi en fonction de divers critères:

- adaptation à ses fonctions (levé et mise à jour);
- protection suffisante de la matérialisation du point;
- bonne visibilité GNSS;
- visées et orientations suffisantes;
- bonne accessibilité et mise en station aisée;
- sécurité de stationnement;
- situation, si possible, sur un domaine public.

2.5 Projet de canevas

Sur la base des résultats de la reconnaissance effectuée et des critères applicables à la conception du réseau, on arrête la disposition définitive des mesures et on la représente graphiquement pour le réseau planimétrique selon le modèle en annexe 1. Concernant l'altimétrie (points de rattachement, mesures trigonométriques, nivellements géométriques, etc.), l'adjudicataire proposera un mode de représentation selon les cas, généralement basé sur le canevas planimétrique.

Les projets de canevas planimétrique et altimétrique, utilisant généralement comme support le plan d'ensemble, figurent la matérialisation des PFP nouveaux, les mesures envisagées et les points de rattachement considérés. Les orientations de directions systématiques vers un point éloigné et/ou élevé ne doivent pas forcément être indiquées sur le projet de canevas.

Le plan des mesures indique en fonction du mode de mesure choisi (statique, statique rapide, Stop and Go, RTK) comment les mesures effectuées par GNSS sont saisies ou calculées.

Les longs cheminements polygonaux purs (sans mesures d'amélioration telles que définies ci-dessous) sont prohibés, car ils ne permettent pas d'obtenir la fiabilité nécessaire. La quantité de station intermédiaire est dépendante du niveau de tolérance. Des mesures d'amélioration complémentaires (relevé par GNSS, traverses, chevauchements, liaisons angulaires, etc.) permettent d'atteindre la fiabilité.

La longueur des côtés doit être relativement homogène. Des côtés plus courts sont admissibles si la topographie ou la couverture du sol l'exigent. On complètera les cheminements à côtés courts par des chevauchements ou autres mesures pour améliorer les réseaux décrits ci-dessous.

Une page titre est réalisée au format A4. Cette dernière mentionne: le nom du canton, de la commune, du cadastre, du lot, l'échelle et les inscriptions "*PROJET DE CANEVAS*" et "*Approuvé le*". Des repères de coupe et de pliage sont dessinés. Dès le deuxième format, les plis sont prévus tous les 19 cm afin de ne pas trouser le canevas lors du classement du projet de canevas. Enfin une légende des différents symboles et types de traits est figurée.

En plus, une statistique sur la matérialisation projetée des PFP est à communiquer au SGRF.

Les projets de canevas planimétrique et altimétrique sont soumis, en deux exemplaires, à l'approbation du SGRF.

2.5.1 Réseau planimétrique

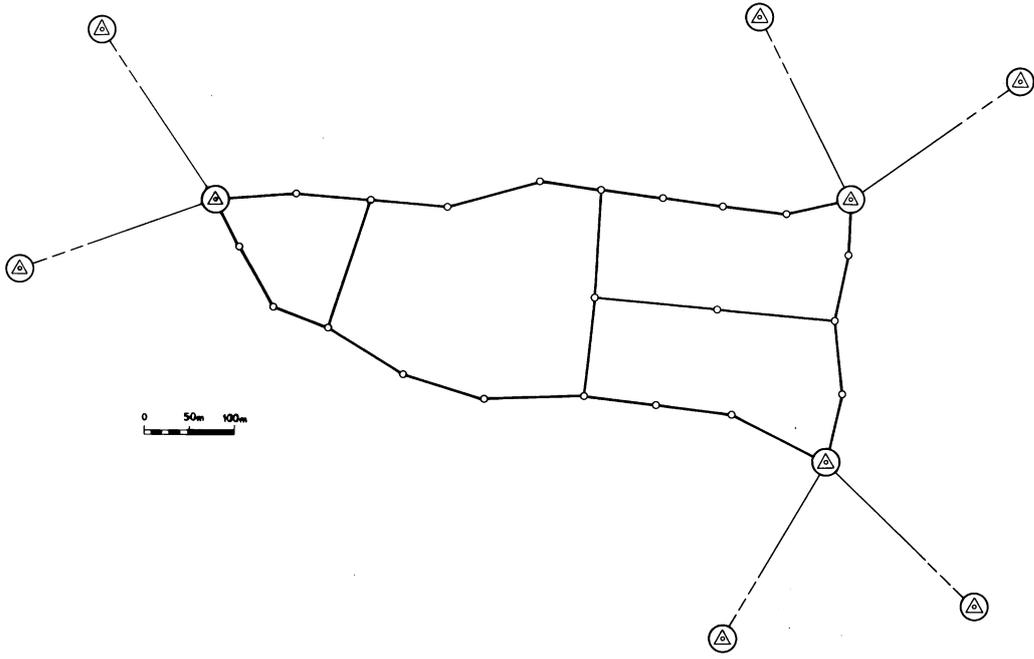
Il faut par ailleurs veiller, du fait de la détermination de l'échelle du réseau, à ce que les points de rattachement du réseau soient reliés entre eux de la façon la plus contiguë et continue possible par des mesures de distances.

En règle générale, un point doit être déterminé au minimum par 8 éléments de mesures topométriques ou 4 éléments de mesures GNSS. Dans tous les cas, les critères de précision et de fiabilité fixés dans l'OTEMO devront être respectés.

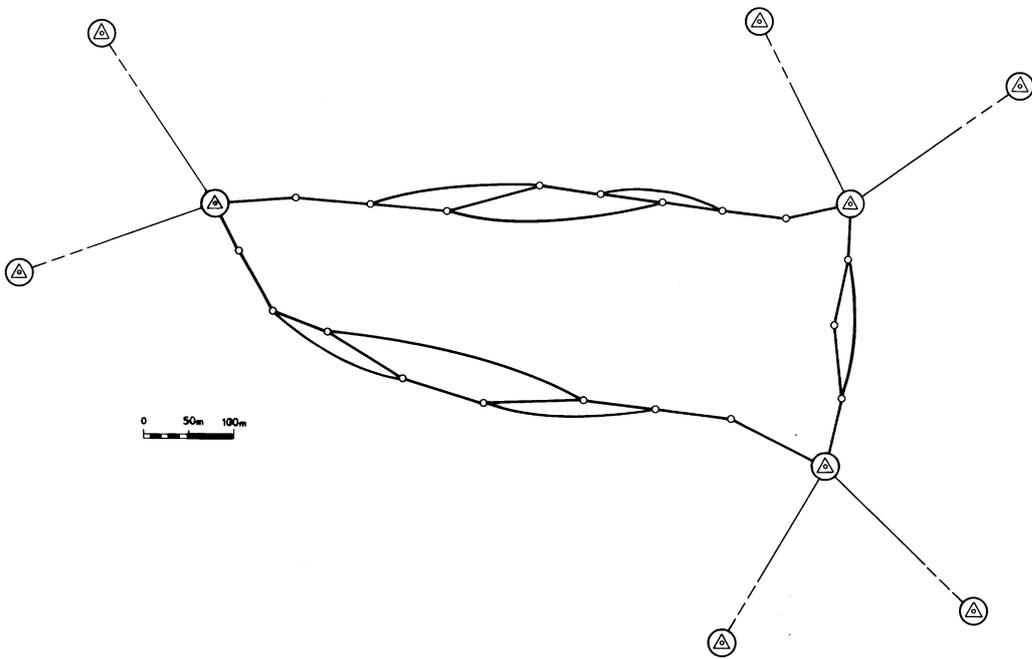
L'intercalation de déterminations GNSS simples dans un réseau topométrique permet de le segmenter et d'améliorer considérablement la fiabilité de celui-ci. Les autres mesures topométriques, ci-après, permettent d'assurer une fiabilité suffisante du nouveau réseau et doivent être appliquées dans un ordre de priorité décroissant en fonction des possibilités de visibilité entre les points fixes.

Les traverses doivent être utilisées en priorité pour satisfaire le principe de voisinage, même si au point de vue des indicateurs de fiabilité les modes de surdétermination sont équivalents. Généralement, une combinaison de ces modes de surdétermination sera nécessaire.

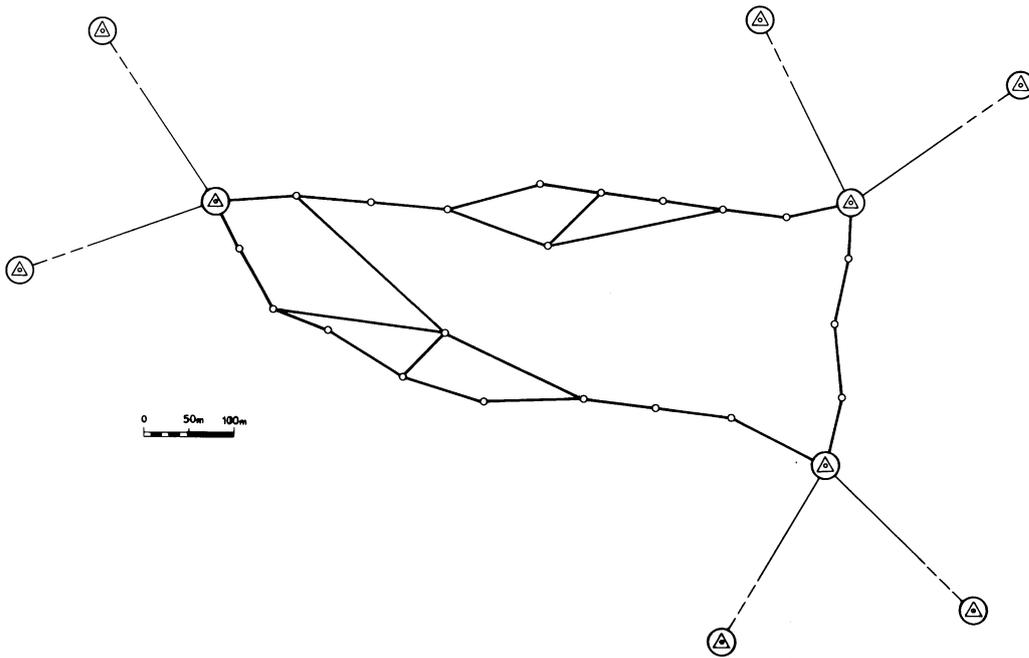
Traverses



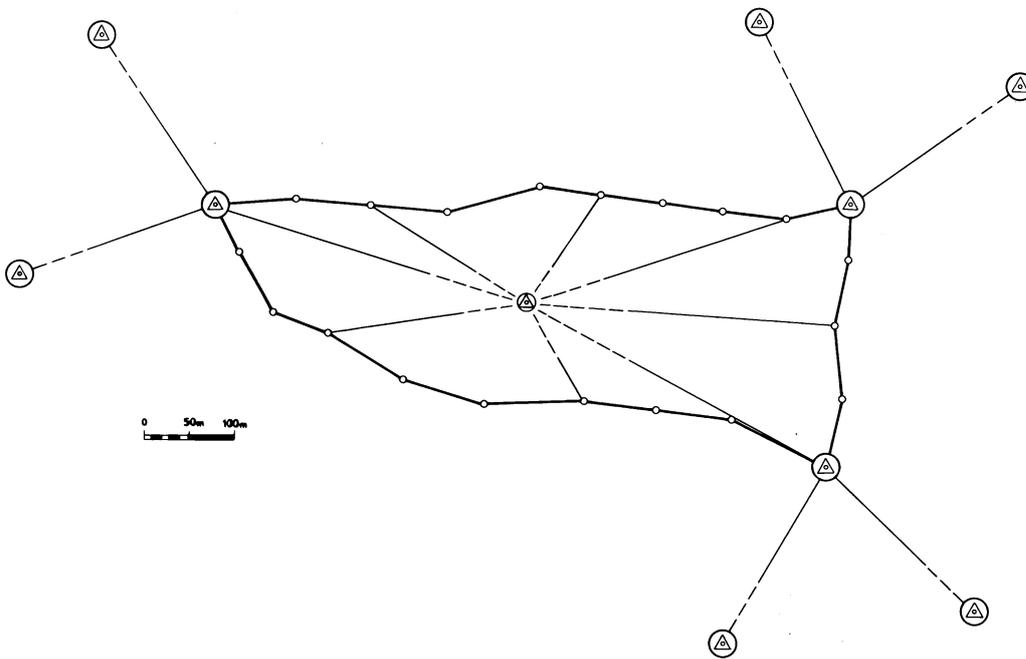
Chevauchements



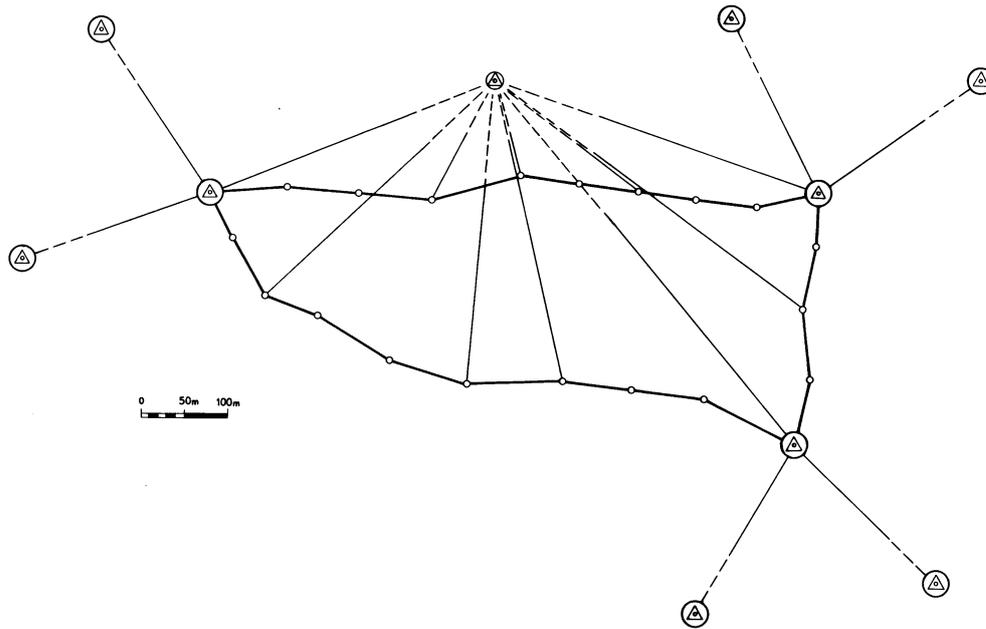
Points auxiliaires



Orientations systématiques vers un point central



Orientations systématiques vers un point extérieur au réseau



2.5.2 Réseau altimétrique

Le réseau altimétrique se compose de dénivelées déterminées trigonométriquement, par nivellement géométrique ou par méthode GNSS.

Les PFP qui se trouvent au voisinage de PFA1, compte tenu du cheminement, doivent être déterminés par un nivellement géométrique ou trigonométrique contrôlé. Les PFA1 doivent être contrôlés dans leur groupe de points.

On ne mesurera qu'à titre exceptionnel des angles de hauteur sur des points à plus de 2 km.

2.6 Matérialisation des points fixes

2.6.1 Considérations générales

La matérialisation des PFP3 et des PFP auxiliaires est effectuée conformément aux art. 46 et 47 OTEMO avant les mesures. Les points doivent pouvoir être utilisés à long terme pour tous les travaux ultérieurs de mensuration. Aussi doivent-ils d'abord être placés dans un sous-sol stable ou sur des objets durables. Plus de détail par rapport aux types de matérialisation sont donnés à la norme 2010.

Les points fixes auxiliaires sont matérialisés selon les besoins lors des travaux de la détermination du réseau ou le levé des autres objets avec une matérialisation légère.

Pour les PFP2, les repères primaires servent à matérialiser les points de façon univoque. Quant aux repères secondaires, ils permettent de reconstituer les repères primaires avec la précision voulue en cas de destruction ou d'endommagement de ces derniers. La pose se fait en respect des directives fédérales.

Des mesures de protection complémentaires (regard, socle en béton, repère primaire enterré) doivent réduire le danger menaçant les points.

Les PFP3 n'ont pas de repères secondaires spécifiques, car on considère que les PFP3 avoisinants remplissent ce rôle.

2.6.2 Compétence

La matérialisation des PFP2 est assurée par le SGRF. Celles des PFP3 et des PFP auxiliaires sont exécutées par le bureau adjudicataire.

Une lettre d'information sera envoyée préalablement à la matérialisation des PFP3 par le bureau adjudicataire aux propriétaires du bien-fonds ou d'ouvrages privés situés sur le domaine public dans lesquels des PFP3 seront posés. Généralement le SGRF peut fournir la liste des propriétaires et leurs adresses.

2.6.3 Documentation

Les fiches signalétiques des PFP2 sont établies selon les directives fédérales D+M. Elles sont accessible depuis le géoportail cantonal, depuis FPDS ou sur demande auprès du SGRF.

Il n'est pas établi de fiches signalétiques pour les PFP3 ou PFP auxiliaires.

2.6.4 Protection

La matérialisation d'un PFP1 et PFP2 fait l'objet d'une mention au registre foncier.

Le bureau adjudicataire doit obtenir l'accord du propriétaire foncier avant de matérialiser un PFP3, mais pas pour un PFP auxiliaire.

2.6.5 Entretien et mise à jour périodique

L'entretien et la mise à jour des PFP2 et PFP3 sont assurés par le SGRF conformément à la législation en vigueur.

Les PFP3 qui disparaissent en cours des travaux de mensuration officielle sont remplacés lorsque ces points sont encore nécessaires pour lesdits travaux ou s'il s'agit de points particulièrement importants, notamment pour la mise à jour future.

2.7 Mesures

Les mesures ne peuvent se faire qu'après la matérialisation des points. Si possible, elles doivent respecter le projet de canevas approuvé.

La détermination des points fixes s'effectue principalement par des méthodes combinées.

Le réseau doit intégrer tous les points de rattachement existants dans le périmètre de travail et son voisinage.

2.7.1 Signalisation et stationnement

Le centrage et la stabilité de la station ainsi que la signalisation revêtent une grande importance. Il ne faut pas dépasser une précision moyenne de 3 à 5 mm pour le centrage. Des centrages indépendants sont souhaitables et on évitera les centrages forcés.

La mesure des hauteurs d'appareils et de signaux doit être indépendante des mesures (détermination à l'aide d'un double mètre, ruban, niveau, etc.), avec une précision moyenne de 3 à 5 mm pour des points signalisés au sol. On s'en assurera après la mesure. **La référence pour la prise de la hauteur est le dessus des signes de démarcation (bornes, chevilles, etc.) et non le fond du trou.**

2.7.2 Tenue de protocole

Chaque mesure ou lecture doit être consignée dans un protocole qui puisse être imprimé en langage clair. Toutefois, la liste des mesures qui apparaît généralement dans les listages des programmes de traitement remplace le protocole des mesures brutes et doit être livrée sous forme numérique au SGRF.

2.7.3 Tachéomètre

En priorité, nous faisons référence aux indications données dans les directives pour la détermination des points fixes de la mensuration officielle de novembre 2005.

Dans la règle, les exigences de qualité préconisées par l'OTEMO sont respectées en recourant aux instruments suivants:

Instruments	Ecart-type selon fabricants	
	PFP2	PFP3
Direction	5 ^{cc} Lecture de 4 décimales dans les 2 positions de la lunette	10 ^{cc} Lecture de 3 décimales dans les 2 positions de la lunette
Angle vertical	5 ^{cc} Lecture de 4 décimales dans les 2 positions de la lunette	10 ^{cc} Lecture de 3 décimales dans les 2 positions de la lunette
Distancemètres électroniques	5 mm ± 5ppm	5 mm ± 5ppm
Niveaux de précision pour nivellement technique	5 mm/km pour niv. double	5 mm/km pour niv. double

Les visées rasantes sont à éviter autant que possible à cause des incidences négatives de la réfraction.

Conformément à l'art. 33 OTEMO, tous les appareils et dispositifs de centrage utilisés doivent être régulièrement contrôlés et, le cas échéant, étalonnés. S'agissant des distancemètres, on contrôlera et tiendra compte des constantes d'addition et de multiplication. On dressera un protocole de contrôle des appareils à livrer au SGRF.

2.7.4 GNSS

En priorité, nous faisons référence aux indications données dans les directives pour la détermination des points fixes de la mensuration officielle de novembre 2005.

Dans le cas d'un réseau GNSS, il y a lieu de considérer les critères supplémentaires suivants:

- **La durée minimale de mesure effective en RTK est de 60 seconds**, les durées pour les autres méthodes de mesures GNSS sont données dans les directives pour la détermination des points fixes de la mensuration officielle édité par l'office fédérale de la topographie;
- l'horizon au-dessus des points doit être dégagé (dans la règle, au-dessus de 25 gon);
- la distance des points par rapport à des objets perturbateurs actifs tels qu'une antenne émettrice, ne devrait pas être inférieure à 200 - 300 m.
- il faut respecter la plus grande distance possible par rapport à des objets perturbateurs passifs tels qu'une surface réfléchissante métallique (par ex. contre les maisons, panneaux de signalisation);
- sur chaque PFP, l'orientation des visées trigonométriques devrait être possible.

2.8 Calculs

2.8.1 Considérations générales

Les mesures sont contrôlées à l'aide d'algorithmes de calcul et transformées en coordonnées planimétriques et/ou altimétriques définitives avec les indicateurs statistiques de qualité correspondants.

Avant le calcul des points de détail, le calcul définitif des PFP sera soumis au SGRF pour contrôle.

Les réseaux sont calculés généralement d'un seul jet selon la méthode des moindres carrés à l'aide de programmes de compensation satisfaisant aux exigences de l'OTEMO. Dans le cas où le calcul se fait en plusieurs secteurs, on s'assurera que chacun des secteurs disposent de plusieurs points principaux de rattachement communs.

La compensation globale se fait dans un modèle mathématique simplifié (planimétrie et altimétrie séparées; déviations de la verticale, cote du géoïde et réductions azimutales négligées).

Le calcul comporte les phases suivantes:

- Calcul de coordonnées et altitudes approximatives des nouveaux points;
- Calcul libre ajusté
 - Calcul se basant uniquement sur les PAT pour le contrôle des PFP (points connus en MN95)
 - Calcul en se basant sur les PAT et les PFP "validés" de l'étape précédente
- calcul définitif rattaché.

En principe, le calcul libre ajusté ne doit pas comporter des tiraillements (tous les w_i doivent être inférieur à 3.5). Peu de tiraillement sont admissible dans le calcul rattaché.

Pour de plus amples informations, nous faisons référence aux indications données dans les directives pour la détermination des points fixes de la mensuration officielle de novembre 2005.

LTOP Fichier des coordonnées

Les points décimaux des coordonnées y et x ou E et N et de l'altitude H sont à encolonner de la manière suivante :

Géométrie	Position du point décimal
E	40
N	52
H	66
Cote du géoïde	80

Remarque :

Si on intègre la nature des points (1 digit) à la colonne 108 du fichier des points « .koo », LTOP la réinscrit dans le fichier résultat « .res », sans qu'on n'ait besoin de l'inscrire avec toutes les mesures dans le fichier « .mes ».

LTOP Fichier de mesures

Les mesures sont à encolonner de la manière suivante :

Mesures GNSS

Mesures	Position du point décimal
LY, LX, LH	32

Mesures terrestres

Mesures	Position du point décimal
RI, ZD, HW, DS, DH	31

2.8.2 Modèle stochastique

Le calcul des indicateurs statistiques donne des valeurs significatives que si les erreurs moyennes a priori considérées sont correctes.

Le tableau ci-après indique les erreurs moyennes a priori et l'erreur résiduelle normée que l'on considère généralement pour un réseau de PFP3.

Erreur moyenne a priori / erreur résiduelle normée	Domaine de valeur	Observations
Erreur moyenne de centrage	3 à 5 mm	
Erreur moyenne générale sur les directions	7 ^{cc} à 15 ^{cc}	Selon type d'instrument
Erreur moyenne générale sur les angles de hauteur	10 ^{cc} à 20 ^{cc}	Selon type d'instrument
Erreur moyenne générale sur les distances	5 mm + 5 ppm	Si MED
Erreur moyenne sur HI-HS	3 à 5 mm 10 à 15 mm	Points signalisés au sol Points inaccessibles
Erreur moyenne a priori sur les observations GNSS au niveau planimétrique	10 à 15 mm	
Erreur moyenne a priori sur les observations GNSS au niveau altimétrique	15 à 20 mm	
Erreur moyenne sur les coordonnées des points de rattachement comme observations	10 mm (30 mm)	MN95 (MN03)
Erreur moyenne sur l'altitude des points de rattachement comme observations	15 mm (30 mm)	MN95 (MN03)
Erreur résiduelle normée maximum	3.5	

On ajoute en général une inconnue d'échelle pour les distances mesurées électroniquement si la disposition des distances dans le réseau le permet. Dans les cas exceptionnels où plusieurs appareils MED sont utilisés pour le même réseau, une inconnue d'échelle est à introduire pour chaque appareil.

Un facteur d'échelle et de rotation par session GNSS doit être calculé. Les résultats doivent être analysés.

2.9 Documentation

Nous faisons référence aux indications données dans les directives pour la détermination des points fixes de la mensuration officielle de novembre 2005.

3. NOUVEAUX RESEAUX DE POINTS FIXES DE FAIBLE IMPORTANCE DANS LE CADRE DE LA MISE A JOUR PERMANENTE

Les spécifications données par la suite concernent des secteurs de faibles étendus pour lesquels les points fixes ont disparus suite à des travaux ou pour des compléments de densification dans un secteur. **En aucun cas, les coordonnées des PFP doivent provenir d'une détermination d'un système local de coordonnées, c'est à dire avec calibration sur site!**

Au minimum 4 points de rattachement (PFP avec altitude uniquement) doivent être mesurés par double détermination.

Les sessions de mesures des points GNSS doivent comporter au minimum 4 points.

La 2^{ème} détermination des points depuis la même session doit être effectuée au **plus tôt 2 heures après la 1^{ère} détermination.**

Les points de rattachement doivent encadrer le nouveau réseau.

Les nouvelles coordonnées des PFP doivent être calculées par les moindres-carrés.

Les mesures terrestres sont à compenser par les moindres carrés en s'appuyant sur les points proches.

La durée minimale de mesure effective en RTK est de 60 seconds.

Tous les PFP existants dans le périmètre de la zone de travail doivent être mesurés.

4. CONTROLES DES PFP

Si on doit redéfinir les coordonnées planimétriques ou altimétrique d'un point, il faut que la détermination du point respecte les exigences énoncées dans les chapitres précédents pour un nouveau point.

4.1 Redétermination de PFP transformé (=sans altitude) avec GNSS ou terrestre

Attention: Avoir suffisamment de surdétermination.

Si la planimétrie respecte les tolérances, il faut ajouter l'altitude et garder le numéro

Si la planimétrie ne respecte pas les tolérances, il faut créer un nouveau point avec un nouveau numéro et supprimer l'ancien. Il faut s'assurer qu'aucune tension n'existe dans le secteur en levant des points de contrôle.

Si un PFP3 a été établi sur PL et ne respecte pas les tolérances, il faut garder le PL et supprimer le PFP3.

4.2 Changement de coordonnées d'un PFP existant (GNSS ou terrestre)

Attention: Avoir suffisamment de surdétermination.

Si l'altimétrie ou la planimétrie ne respecte pas les tolérances, il faut créer un nouveau point avec un nouveau numéro et supprimer l'ancien. Il faut s'assurer qu'aucune tension n'existe dans le secteur en levant des points de contrôle (aussi bien des PFP que des PL).