

**DIRECTIVES POUR L'ANALYSE ET L'ADAPTATION DES INFORMATIONS  
EXISTANTES SUR LES POINTS LIMITES**

**Table des matières :**

1. Introduction
2. Démarche générale
3. Anciennes et nouvelles exigences
  - 3.1 Anciennes exigences
  - 3.2 Nouvelles exigences
  - 3.3 Comparaison entre anciennes et nouvelles exigences
4. Inventaire de l'état existant
  - 4.1 Caractéristiques des points limites existants
  - 4.2 Sources d'erreurs possibles
  - 4.3 Récapitulation des informations importantes concernant les points limites
5. Analyse
  - 5.1 Considérations générales
  - 5.2 Eléments d'analyse
  - 5.3. Appréciation globale
6. Mesures à prendre
  - 6.1 Aperçu des mesures à prendre
  - 6.2 Explications sur les mesures à prendre
  - 6.3 Mesures complémentaires à prendre dans l'optique des nouvelles dispositions
7. Documentation

**Annexes :**

- A1 : Formulaire pour l'analyse des informations existantes sur les points limites
- A2 : Résumé des écarts planimétriques et des mesures de contrôle
- A3 : Schéma de décision pour les mesures à prendre

## 1. Introduction

Les présentes directives doivent contribuer à l'analyse aussi rationnelle que possible des informations existantes sur les points limites pour savoir si ces derniers satisfont aux nouvelles exigences en la matière. Il y a lieu, si tel n'est pas le cas ou si ces exigences ne sont qu'en partie remplies, de mettre diverses propositions en avant afin de pouvoir prendre certaines mesures le cas échéant. Ces démarches sont des éléments importants de l'avant-projet portant sur la réalisation de la couche d'information "biens-fonds". On recourra dans ce contexte aux formulaires A1 à A3 annexés à ce document.

Les présentes directives partent de l'hypothèse que les projets s'étendant sur des périmètres importants (p. ex. communes, zones à bâtrir) sont traités de façon analogue au premier relevé.

Il ne s'agit en général pas de viser une amélioration qualitative afin de mieux satisfaire aux exigences mais d'éliminer les erreurs grossières et systématiques décelées.

La relation à un réseau de points fixes satisfaisant aux nouvelles exigences constitue une condition de la reprise des coordonnées existantes des points limites, respectivement du calcul au moyen de mesures existantes. En d'autres termes, il faut qu'une analyse du réseau des points fixes ait été effectuée. Les réseaux de points fixes incomplets doivent être préalablement révisés soit en même temps que les points limites, soit à la faveur d'un processus séparé.

La décision quant au choix d'une mesure à prendre doit se fonder sur une évaluation sérieuse de la situation initiale.

On traitera ici en priorité les mensurations terrestres satisfaisant aux NT 2/3.

On n'abordera ici que la reprise définitive (sans numérisation provisoire).

## 2. Démarche générale

On propose de procéder par étapes pour analyser et adapter les points limites existants :

- Inventaire de l'état existant au bureau (à l'appui des formulaires A1 et A2 joints)
- Etablissement d'une liste des problèmes à traiter
- Eventuels autres inventaires sur le terrain (genre de matérialisation des points limites)
- Eventuelle exécution d'une analyse des causes et élaboration d'un catalogue de mesures à prendre (conformément au schéma de décision A3 joint)
- Choix de la marche à suivre ultérieure

Les travaux effectués, les résultats de l'analyse, le choix de la marche à suivre ultérieure et la justification de ce choix doivent être consignés dans un rapport.

## 3. Anciennes et nouvelles exigences

De manière à étayer et faciliter l'analyse, on a réuni et comparé ci-après les anciennes et les nouvelles exigences.

Les données relatives à la précision et à la fiabilité ainsi que les tolérances se réfèrent au modèle de représentation de la réalité de la MO (quelle précision, fiabilité doit satisfaire le modèle de représentation).

### 3.1 Anciennes exigences

Les tolérances étaient calculées en fonction des domaines d'instruction ou des niveaux de précision; elles étaient définies en tenant compte des méthodes de levé et de contrôle :

Edition	de	1913	Domaines d'instruction	I	II	III	
Edition	de	1965	Domaines d'instruction	I	II	IIIW	
Supplément	de	1976	Degrés de précision	1	2	3	4

- **Précision** : elle était fonction des exigences posées aux méthodes de levé et de contrôle.

Le supplément de 1976 n'a pas introduit d'exigences supérieures prépondérantes en matière de précision.

Les exigences du degré de précision 2 correspondent à peu près à celles du domaine d'instruction II, pour autant que les distances de levé n'excèdent pas 70 m.

Le supplément de 1976 faisait état des tolérances suivantes :

Doubles levés/Alignements/Mesures de contrôle :

Degré de précision :	1	2	3	4
Tolérance (en cm) :	6	10	16	40

Levés multiples :	Degré de précision :	1	2	3	4
	Tolérance (en cm) :	9	15	24	60

Intercalation de points :

Degré de précision :	1	2	3	4
Tolérance (en cm) :	4	5	8	20

On ne justifiait pas la précision de levé atteinte pour les mensurations semi-graphiques. On procédait à un contrôle, en cas de doubles levés et de levés multiples, directement par le biais du report sur le plan ( $<0.05$  mm) ou au moyen de mesures de contrôle, ultérieurement, par cote graphique ( $<0.1$  mm).

S'agissant de mensurations numériques partielles ou totales, on justifiait la précision du levé atteinte - cf. ci-après - au moyen d'une documentation établie conformément aux instructions sur l'application du traitement automatique de l'information dans la mensuration parcellaire du 28.11.1974, ci-après "instructions TED 74" :

- Points levés plusieurs fois de façon indépendante :
  - liste des écarts maximaux avec donnée en pourcent de l'utilisation des tolérances correspondantes.
  - statistique des écarts maximaux avec répartition par classe et fréquence.
- Comparaison des mesures de contrôle :
  - liste des différences (mesure de contrôle moins valeur calculée par coor données) avec indication en pourcent de l'utilisation des tolérances.
  - statistique des différences avec répartition par classe et fréquence.

## c) Intercalation de points :

- liste des écarts résiduels avec moyenne quadratique et indication en pourcentage de l'utilisation des tolérances pour les écarts maximaux.
- statistique des écarts résiduels avec répartition par classe et fréquence.
- **Fiabilité** : elle était garantie par les méthodes de levé et de contrôle prescrites. S'agissant de mensurations semi-graphiques, elle était indirectement garantie par un déroulement strictement prescrit du travail et des contrôles indépendants lors du report sur le plan et, s'agissant de mensurations partiellement ou entièrement numériques, par les données statistiques figurant dans la documentation attestant la précision atteinte.

## 3.2 Nouvelles exigences

- **Précision** : les exigences sont fixées par la tolérance admise pour le demi-grand axe de l'ellipse d'erreur moyenne (EMA) des coordonnées du point limite par rapport aux points de rattachement.

Les valeurs suivantes sont déterminantes :

Précision planimétrique pour des points définis avec précision :

- NT2 : + ou - 3.5 cm, NT3 : + ou - 7.1 cm, NT4 : + ou - 14.1 cm,  
NT5 : + ou - 34.5 cm

Précision planimétrique pour des points définis sans précision :

- NT2 : + ou - 20.0 cm, NT3 : + ou - 30.0 cm, NT4 : + ou - 40 cm,  
NT5 : + ou - 50.0 cm

*Hypothèses : les erreurs sont réparties selon la loi de distribution normale (courbe de Gauss); des erreurs grossières ou systématiques sont exclues; l'échantillon est suffisamment étoffé. La détermination de l'erreur moyenne linéaire du point dans une direction quelconque génère une courbe d'erreur moyenne. Celle-ci définit une ellipse utilisée comme élément de représentation usuel de la précision (ellipse d'erreur moyenne selon Helmert). Elle représente une ligne de même densité de probabilité (correspondant à la fréquence, relative dans le cas de répartitions discrètes). La probabilité qu'une réalisation se situe à l'intérieur de l'ellipse d'erreur moyenne avoisine 40 % [Helmert, 1868].*

*Hormis l'ellipse d'erreur moyenne, on utilise également l'erreur moyenne du point selon Helmert pour déterminer la précision.  $M = \sqrt{A^2 + B^2}$  (A = demi-grand axe, B = demi-petit axe de l'ellipse d'erreur moyenne). L'erreur moyenne linéaire du point dans une direction quelconque est donnée par  $M/\sqrt{2}$ . Si l'on admet que A = B, l'erreur linéaire du point équivaut au demi grand axe A de l'ellipse d'erreur moyenne (ou plus exactement au rayon A du cercle d'erreur moyenne).*

- **Fiabilité** : les exigences sont fixées par l'indication de la fiabilité maximale externe autorisée (5 fois l'EMA) pour les coordonnées. La fiabilité est garantie par des déterminations de points surabondantes et indépendantes ainsi que par le respect des écarts résiduels normés maximaux autorisés des observations. La preuve est donnée mathématiquement par la méthode de compensation selon le principe des moindres carrés.

### 3.3 Comparaison entre anciennes et nouvelles exigences

- Attribution des niveaux de tolérance pour les points limites :

DP 1	ZI I	ancien	-->	NT 1	nouveau
DP 2	ZI II	ancien	-->	NT 2	nouveau
DP 3	ZI II	ancien	-->	NT 3	nouveau
DP 4	ZI III	ancien	-->	NT 4 et 5	nouveau

- **Précision** : il faut analyser la relation existant entre anciennes et nouvelles tolérances pour pouvoir dire si les nouvelles exigences sont satisfaites sur la base des preuves de précision existantes (utilisation de la tolérance).

Les nouvelles exigences se fondent sur les hypothèses suivantes :

anciennes exigences tol. DP 2  $\Leftrightarrow$  nouvelles exigences NT 2

Si, en cas d'adaptation de mensurations semi-graphiques, les coordonnées des points sont toujours calculées selon l'ancienne méthode basée sur les instructions TED 74, les limites de tolérances ci-après s'appliquent :

Doubles levés/Alignements/Mesures de contrôle :

Degré de précision :	1	2	3	4	5
Tolérance (en cm) :	*	10	21	42	104

Levés multiples :

Degré de précision :	1	2	3	4	5
Tolérance (en cm) :	*	15	31	63	156

Intercalation de points :

Degré de précision :	1	2	3	4	5
Tolérance (en cm) :	*	5	10	21	52

\* réglée par les cantons

*Les doubles levés donnent des différences planimétriques dj. Comme elles se déterminent dans des conditions similaires pour tous les points, nous considérons tous les dj comme un échantillon. Chaque dj représente normalement deux réalisations parfaitement indentiques avec les erreurs résiduelles  $vj1 = vj2 = dj2/2$ . La répartition de ces vj doit être comparée avec les exigences : autrement dit, environ 68 % de tous les vj doivent se trouver dans A, 100 % dans 3A (Hypothèse : erreur moyenne linéaire  $M/\sqrt{2} = A$ ).*

Les mensurations cadastrales réalisées conformément aux instructions TED 74 et qui remplissent leurs exigences, satisfont également aux nouvelles exigences de précision.

- **Fiabilité** : on peut partir de l'hypothèse que les points limites sont fiables jusqu'à la classe 4 des instructions TED 74. Les points limites définis avec précision des catégories 5 et 6 ne satisfont toutefois pas aux nouvelles exigences.

Les mensurations cadastrales qui ont été exécutées dans le respect des instructions TED 74 et qui remplissent leurs exigences, satisfont aussi aux nouvelles exigences de fiabilité.

## 4. Inventaire de l'état existant

### 4.1 Caractéristiques des points limites existants

Les progrès technique réalisés dans le domaine de la mensuration ont également des incidences sur les modes de représentation, les modes d'utilisation et la qualité des points limites. Les caractéristiques des points limites doivent donner une vue d'ensemble des divers modes de mesure, de saisie, de traitement et de représentation ainsi que des différentes procédures de contrôle. Cela doit permettre une certaine standardisation des points limites dans l'optique d'une simplification de l'analyse et du choix des mesures à prendre le cas échéant.

#### Matérialisation

La qualité de la matérialisation des points limites peut très fortement varier. Elle dépend de la qualité originelle, de l'ancienneté de la mensuration, de l'intensité et de la qualité de la mise à jour ainsi que de la fiabilité du système d'annonce.

#### Mensurations graphiques

C'est uniquement par souci d'exhaustivité que nous mentionnons ici les mensurations graphiques. Comme elles ne s'appuient généralement pas sur un réseau de points fixes et que le plus souvent il n'y a pas de reconnaissance définitive de la Confédération à cet égard, un renouvellement au sens d'une reprise des points limites existants est impossible.

#### Mensurations semi-graphiques

Les mensurations semi-graphiques reconnues par la Confédération s'appuient sur un réseau de points fixes repéré et calculé. De telles mensurations proviennent le plus souvent des années situées entre 1919 et 1974, et se basent sur le système de référence de la mensuration nationale suisse.

Les points limites étaient mesurés sur le terrain à l'aide des méthodes de levé orthogonal ou polaire. Il s'agissait souvent d'un levé simple; on prenait un grand nombre de mesures de contrôle. La qualité des mesures de directions était usuellement bonne alors que celle relative aux mesures de distances (chevillière, mesures optiques des distances) était nettement moins précise qu'aujourd'hui.

On ne calculait pas les coordonnées des points limites ou les coordonnées des points de situation. Certaines coordonnées disponibles aujourd'hui proviennent de mise à jour ou de renouvellement (cf. ci-après).

Comme plans originaux, on utilisait aussi bien des plans en carton que, plus tard, des plaques en alu. De tels plans existent à toutes les échelles (1:200 à 1:10'000).

Le report des points limites était effectué à l'aide de coordinatographes rectangulaires ou polaires. Le contrôle de tels points était purement graphique, effectué directement sur le plan. Pour les levés doubles, plus rares, il s'agissait d'un report double (report et contrôle); normalement, le levé simple était contrôlé à l'aide de mesures de contrôle (saisie graphique sur le plan). Ces opérations n'étaient pas consignées dans un procès-verbal.

La mise à jour suivait les mêmes méthodes. Durant la dernière ou les deux dernières décennies, on a calculé d'avantage de coordonnées de points limites tant et si bien que de telles données existent aujourd'hui. Celles-ci sont toutefois incomplètes et ont, le plus souvent, été établies en l'absence de toute systématique.

Pour le renouvellement des plans à compter de 1985, si l'on a certes presque toujours calculé les coordonnées des points limites, on l'a souvent fait sans réviser les points fixes.

### **Mensurations partiellement ou entièrement numériques**

Les mensurations partiellement ou entièrement numériques sont des mensurations reconnues par la Confédération et proviennent normalement des années ultérieures à 1974 (cf. "Instructions du 28.11.1974 sur l'application du traitement automatique de l'information dans la mensuration parcellaire"). Ils se fondent sur le système de référence de la mensuration nationale suisse.

Les points limites étaient mesurés sur le terrain à l'aide de la méthode polaire, plus rarement orthogonale. Il s'agissait le plus souvent d'un double levé; on prenait relativement peu de mesures de contrôle. La qualité des mesures était bonne, tant pour les directions que pour les distances. D'un niveau de qualité inférieur, les appareils de mesure purement optique des distances ne devraient avoir été utilisés que dans peu de mensurations.

Pour les points limites, il existe des coordonnées planimétriques calculées en Y et X issues des levés. Le contrôle du calcul se basait sur des doubles levés ou des mesures de contrôle. Les écarts étaient présentés comme preuve de précision sous forme de tableau statistique.

On introduisait le numéro de point, le code-valeur et le code-nature comme attributs des points limites. Pour ce faire, on choisissait des entités et des structures différentes pour la numérotation des points. On recourrait principalement à la numérotation par plan, par station, par bloc et à la numérotation continue.

Des plaques en alu étaient utilisées comme plans originaux; s'agissant de mensurations entièrement numériques, on employait également des films transparents quasiment indéformables. Echelles utilisées : de 1:200 à 1:10'000.

Le report des points limites s'effectuait sur la base des coordonnées calculées en général automatiquement avec des coordinatographes ou des plotters de précision.

La mise à jour des points limites présente un tableau contrasté :

- aucun calcul des coordonnées des points limites dans le cadre de la mise à jour.
- calcul des coordonnées à l'aide de calculatrices électroniques, mise à jour manuelle des listes de coordonnées; preuve de précision faisant parfois défaut ou impossible à reconstituer.
- calcul des coordonnées à l'aide d'un système de traitement électronique des données et mise en mémoire simultanée des résultats; précision et fiabilité prouvées.

### **Mensurations photogrammétriques**

Les mensurations photogrammétriques peuvent être des mensurations reconnues par la Confédération; elles disposent de coordonnées pour les points limites mais pas nécessairement d'un réseau polygonométrique repéré et calculé. De telles mensurations nécessitent une analyse particulièrement méticuleuse et réalisée séparément, en vue d'une éventuelle reprise des points limites existants.

#### 4.2 Sources d'erreurs possibles

Pour effectuer une analyse, il est avantageux de disposer d'une vue d'ensemble des sources d'erreurs possibles. Suivant le type de mesure, de saisie et de traitement, et suivant les procédures de contrôle choisies, les erreurs suivantes peuvent se produire :

- Erreurs d'identification
- Erreurs de manipulation des instruments (erreur instrumentale, erreur de centrage, de calage, etc.)
- Fautes liées aux mesures (erreur de lecture, d'écriture, de report, etc.)
- Erreurs d'appréciation du réseau des points fixes comme base de levé des points limites
- Erreurs dans l'établissement du plan (report sur le plan, saisie graphique d'une mesure de contrôle, retrait du plan)
- Contrôles de levé insuffisants (points limites dans des bâtiments, murs mitoyens, rivières, frontières naturelles, mesures de contrôle déficientes ou inefficaces)
- Précision insuffisante, dépassement des tolérances (trop grandes différences en cas de calcul de la moyenne de levés doubles, mesures de contrôles entachées d'erreurs)
- Erreurs de numérotation des points limites, numérotation multiple pour les mêmes points, actualité insuffisante des points limites (protocoles de station pas à jour, coordonnées de points limites non valables n'ayant pas erreur pas été supprimés)
- Des glissements de terrain locaux, des déplacements au cours du temps, les effets de travaux de construction, les rétablissements insuffisants, etc., peuvent hypothéquer l'identification de la situation de points limites.

#### 4.3 Récapitulation des informations importantes concernant les points limites

Les premières sources d'information sont .

- les rapports de vérification
- les rapports de l'adjudicataire
- toute la documentation sur le réseau des points fixes
- les protocoles de mesures (croquis, protocoles de station)
- les dossiers relatifs aux calculs, les statistiques d'erreur
- le plan du Registre foncier
- les dossiers relatifs à la mise à jour
- les expériences du géomètre-conservateur
- les expériences de l'instance de vérification

## 5. Analyse

### 5.1 Considérations générales

Ce paragraphe doit fournir des indications sur le mode de déroulement possible de l'analyse des points limites :

- Il y a d'abord lieu d'élucider quelles nouvelles exigences les points limites doivent remplir (éventuelle attribution dans un autre niveau de tolérance).
- Il y a lieu d'analyser uniquement les éléments qui revêtent une importance dans l'optique d'éventuelles mesures à prendre.
- La relation bureau-terrain est toujours déterminante (réalisée sur la base du réseau des points fixes).
- Les zones de glissement ne doivent pas être prises en considération dans la mensuration à analyser.
- Les éléments provenant de la **mise à jour** sont particulièrement difficiles à analyser : il s'agit de les examiner en priorité, surtout dans les régions où la mise à jour est intensive.

### 5.2 Eléments d'analyse

**Matérialisation** : cette analyse est nécessaire uniquement lorsque des mesures à prendre assorties de relevés sur le terrain sont prévues. Ce peut être le cas soit lors d'un révision du réseau des points fixes (points de référence bureau-terrain supplémentaires, points d'ajustage pour transformation, rétablissement de PFP), soit lors d'une recherche ou d'une suppression d'erreur. Elle ne doit être réalisée systématiquement que dans des cas extrêmement rares, sur des périmètres assez étendus d'un seul tenant.

L'analyse englobe le genre et l'état de la matérialisation (pierre, cheville, etc., ou encore : "en ordre, endommagée/penchée, détruite, pas trouvée", etc.) ainsi que l'identification de la position du repère (sur la base de caractères de plausibilité). Le résultat doit être consigné sur un plan (p. ex. copie de croquis).

**Mesures** (originelles, résultant de la mise à jour) : leur analyse est nécessaire pour pouvoir décider si elles peuvent être utilisées ou non pour le calcul des coordonnées. Lorsque les coordonnées des points limites existent, l'analyse se base surtout sur les calculs.

Peuvent fournir des indications :

- Les instruments utilisés : originellement, lors de la mise à jour
- Les méthodes de levé (orthogonale, polaire, terrestre combinée à la photogrammétrie) : originellement, lors de la mise à jour
- Le calcul des coordonnées lors du premier relevé (mensurations entièrement ou partiellement numériques)
- Les contrôles (doubles levés, mesures de contrôle, référence à des points de situation) : originellement, lors de la mise à jour.
- La qualité et le caractère exhaustif de la documentation: originellement, lors de la mise à jour (mesures de contrôle, locales, calculs des coordonnées locales avec chaque mutation)
- L'intensité de la mise à jour
- Les renouvellements effectués

**Calcul** : il y a lieu d'analyser les points limites calculés (provenant d'un premier relevé, d'un renouvellement, d'une mise à jour) dans l'optique de leur reprise. Il s'agit au préalable d'évaluer le réseau des points fixes. S'agissant de la reprise des points limites calculés, ce réseau doit satisfaire aux exigences en la matière.

On ne peut en principe reprendre que des points limites calculés ayant fait l'objet d'une vérification.

Peuvent fournir des indications :

- Le système de projection
- Le moment où les calculs ont été effectués
- La qualité de la documentation (exhaustivité, lisibilité et possibilité d'effectuer une interprétation)
- La vérification des calculs par l'instance de contrôle compétente (rapports de vérification/rapports de l'adjudicataire pour le premier relevé, renouvellement, mise à jour)
- Les moyens de calcul utilisés (calculs manuels, assistés par ordinateur sans mise en mémoire, effectués par des moyens informatiques avec mise en mémoire)
- Les tests de cohérence effectués à l'aide d'un logiciel de calcul (double numérotation, points non valables, test des pourtours périétriques et dessins de contrôle si applicable)
- Les certificats de contrôle existants (p. ex. doubles levés, mesures de contrôle avec statistique des erreurs).
- Les points limites définis de façon exacte. Ceux définis de façon inexacte (exigences différentes en matière de précision et de fiabilité).
- La mise à jour des données (maintien de la cohérence des données : p. ex. mesures relatives à l'exploitation et à l'organisation).

**Précision et fiabilité** : Il faut estimer, tant pour des points limites déjà calculés que pour des points limites à calculer, si et dans quelle mesure les exigences de précision et de fiabilité sont remplies - ou s'il s'agit encore d'y satisfaire.

Sans l'apport de mesures faites sur le terrain, il est impossible de donner des indications sur la précision et fiabilité des coordonnées de points limites provenant d'une digitalisation effectuée à partir de plans originaux (ou de copies de tels plans).

L'analyse de la précision et de la fiabilité s'appuie sur les mêmes éléments que ceux décrits sous "Calcul".

Remarques :

- Il est possible d'estimer la **précision** en considérant les instruments utilisés etc. (cf. analyse des mesures).
- Des points limites définis avec précision et dotés d'un code-valeur 3 ou 4 (conformément aux instructions TED 74), satisfont en règle générale aux nouvelles exigences de qualité. Les points limites avec un code-valeur 5 (détermination simple, sans contrôle indépendant de la situation) ne satisfont usuellement pas aux exigences de fiabilité. On peut aussi dans certains cas particuliers recourir aux caractéristiques de plausibilité pour apprécier la fiabilité.
- S'agissant de points limites définis de manière imprécise (limites naturelles de propriété), l'analyse de la fiabilité présente des difficultés parce que les levés de terrain sont souvent exécutés sans contrôle (code-valeur 5 en vertu des instructions TED 74). Les exigences sont toutefois considérablement moins pointues à cet égard. C'est ainsi que des caractéristiques de plausibilité, des visites, des photographies aériennes datant de la période des relevés peuvent dans un tel cas servir à l'analyse. Dans les cas extrêmes, il est nécessaire de procéder à un nouveau relevé pour pouvoir procéder à une évaluation.

**Plans** : leur évaluation est importante surtout lorsqu'ils doivent servir de base à la saisie des coordonnées de points limites.

Peuvent fournir des indications :

- Le support (matériau utilisé, ancienneté, état, retrait)
- L'échelle adoptée
- Le report (manuel, automatique, contrôles, précision) : originel, lors de la mise à jour, au renouvellement.
- La représentation : originelle, datant de la mise à jour.

**Analyse basée sur des expériences faites avec des mensurations comparables** : en maints endroits, on dispose déjà d'expériences sur la qualité des points limites, les- quelles proviennent de renouvellement effectués. Pour des mensurations comparables (p. ex. époque, région, bases, instruments, même géomètre), il est possible de tirer parti d'analyses et de mesures disponibles.

### 5.3 Appréciation globale

Le résultat des études effectuées devrait permettre une appréciation globale:

- les exigences sont totalement remplies
- les exigences sont remplies dans une large mesure
- les exigences ne sont que partiellement remplies
- les exigences ne sont pas du tout remplies ou ne sont, dans une large mesure, pas satisfaites

## 6. Mesures à prendre

### 6.1 Aperçu des mesures à prendre

Pour l'essentiel, les mesures à prendre suivantes sont possibles :

1. Reprise des coordonnées existantes.
2. Transformation (interpolation y compris) des coordonnées existantes ( assorties d'éventuelles mesures complémentaires nécessaires pour la détermination de points d'ajustage).
3. Calcul ou nouveau calcul avec des mesures existantes (originelles ou provenant de la mise à jour).
4. Mesures complémentaires ou ultérieures spécifiques, avec calcul ou nouveau calcul à l'aide de mesures existantes ou nouvelles.
5. Digitalisation complémentaire spécifique du plan pour parfaire les mesures incomplètes ne pouvant plus être levées sur le terrain des suites d'une matérialisation insuffisante. Eventuel calcul ou calcul à neuf (avec les mesures existantes et les valeurs saisies graphiquement).
6. Nouveau relevé effectué indépendamment d'anciennes mesures ou de coordon- nées éventuelles.

## 6.2 Explications sur les mesures à prendre

### Première mesure : reprise des coordonnées disponibles

Appréciation globale : les nouvelles exigences sont entièrement satisfaites.

- Les coordonnées existantes sont complètes et se fondent sur un réseau de PFP3 satisfaisant totalement aux nouvelles exigences.
- La qualité des coordonnées des points (précision et fiabilité) satisfait aux nouvelles exigences. Elle est de surcroît entièrement documentée. En d'autres termes, les mesures ainsi que les calculs sont bons; environ  $70\% d_j < EMA$  d'après les nouvelles prescriptions ou  $d_j < 1/3 tol$  en vertu des instructions TED 74.
- La mise à jour est bonne. Les coordonnées ont été entièrement calculées et documentées.

### Deuxième mesure : transformation des coordonnées existantes

Appréciation globale : les nouvelles exigences sont remplies pour la majeure part.

- Coordonnées décrites comme pour la première mesure ci-avant
- mais, de plus :
- Les points fixes ont des coordonnées entièrement ou partiellement nouvelles (révision) ou
  - Changement du système de coordonnées.

Les transformations peuvent également être réalisées localement (zones partielles). Si, une fois la transformation effectuée, d'assez importants écarts résiduels demeurent, il y aurait lieu par le biais d'une interpolation ultérieure des écarts résiduels, d'améliorer la précision voisine des points limites par rapport aux points de référence existants.

### Troisième mesure : calcul ou nouveau calcul avec des mesures existantes

Appréciation globale : les nouvelles exigences ne sont qu'en partie remplies.

- Les mesures sont bonnes et complètes dans la mesure où il est possible d'apporter une preuve de qualité.
- Le calcul des coordonnées des points fait défaut ou
- Les coordonnées disponibles ne sont pas fiables à cause :  
d'une documentation insuffisante des calculs (mise à jour !)  
d'un calcul fondé sur un réseau de points fixes nécessitant une révision.

Le réseau de PFP permet une bonne référence entre ce qui est ancien et nouveau. Il est possible de déceler d'éventuelles erreurs de rétablissement de PFP3 et de corriger les coordonnées erronées.

## Quatrième mesure : mesures complémentaires et ultérieures spécifiques

Appréciation globale : les nouvelles exigences ne sont remplies que partiellement.

- Mesures et calculs comme ci-dessus,

à cette différence près :

- Il est impossible d'apporter une preuve absolue de qualité (mesures manquantes ou déficientes)
- Le lien au réseau de PFP actuel peut faire partiellement défaut et doit être reconstitué à l'aide de nouveaux points de référence.
- La matérialisation sur le terrain est correcte pour autant qu'il est possible de procéder au levé des mesures déficientes.

Les mesures complémentaires et ultérieures devraient s'appuyer exclusivement sur le réseau de PFP3 en vigueur afin d'obtenir la meilleure référence planimétrique possible entre les coordonnées des points et les points dans le terrain.

## Cinquième mesure : digitalisation complémentaire spécifique

Appréciation globale : les nouvelles exigences ne sont que partiellement remplies.

- Mesures analogues à celles décrites au point 4, à cette différence près que la matérialisation dans le terrain ne suffit plus pour pouvoir établir les mesures manquantes, ou
- Il n'existe pas de points limites définis avec précision (frontières naturelles, limites dans des murs mitoyens, etc.)
- Les plans existants permettent une digitalisation de qualité suffisante.

### Points limites définis sans précision :

S'agissant de points limites définis sans précision, si les coordonnées manquent et si elles ne peuvent être définies qu'indirectement (p. ex. limite dans mur mitoyen), les valeurs peuvent être déterminées directement par digitalisation, pour autant que la précision de la saisie satisfasse aux exigences.

La preuve de la fiabilité de points limites définis sans précision ne peut pas être apportée dans la majorité des cas par les mesures existantes. On renoncera toutefois à des mesures complémentaires.

Un contrôle par comparaison de plan basée sur un dessin de contrôle et des contrôles de plausibilité complémentaires devraient largement suffire à fournir la preuve de la fiabilité des points limites en question.

### Points limites définis avec précision :

S'agissant de points limites définis avec précision, si les coordonnées font défaut et ne peuvent être calculées qu'au prix d'un effort disproportionné (p. ex. levés orthogonaux sur des lignes de levé auxiliaires), il est possible de définir directement les valeurs par digitalisation, pour autant que la précision de la saisie satisfasse aux exigences.

Il faudrait prendre en considération les conditions géométriques tels l'alignement, l'orthogonalité ou les conditions de superficie (pour autant que ces dernières aient une qualité suffisante) vu qu'il est possible par leur truchement, le plus souvent, d'améliorer notamment la précision des coordonnées planimétriques des points saisis et que de surcroît des indications de fiabilité complémentaires peuvent de la sorte être déterminées.

S'il est impossible d'apporter la preuve de la fiabilité, on procédera de la même manière que pour les points limites définis sans précision.

### **Sixième mesure : nouveau relevé**

Appréciation globale : les exigences ne sont pas du tout remplies ou ne sont, dans une large mesure, pas satisfaites.

- Les mesures sont insatisfaisantes et hétérogènes. De plus, elles se fondent sur un réseau de PFP en général faible.
- Les exigences de précision ne peuvent pour la plupart pas être respectées. Pour la majeure part : les  $d_j > 2 \text{ EMA}$ , en vertu de la nouvelle réglementation, ou les  $d_j > 2/3 \text{ tol}$ , en vertu des instructions TED 74.

### **6.3 Mesures complémentaires à prendre dans l'optique des nouvelles dispositions**

Pour satisfaire aux nouvelles dispositions, il faut procéder à une adaptation de la structure des données et des attributs conformément au catalogue de données :

- Règlement de l'attribution du code-valeur des points à une classe de précision et fiabilité.
- Attribution de l'ancien code-nature, réglementation d'une éventuelle saisie ultérieure des codes-natures pas encore mémorisés jusqu'ici.
- Ajout d'attributs complémentaires dans la mesure où une telle option est prévue.
- Eventuelles autres mesures à prendre, p. ex. au cas où le numéro du point est exigé par le canton.

Les points limites sont des points d'appui d'objets surfaciques de la couche "biens-fonds". De très nombreuses données existent déjà sur ces objets dans des mensurations numériques partielles ou totales. La reprise de ces objets surfaciques doit également être assujettie à des exigences (p. ex. respect de la topologie "partition du territoire", attribution univoque des biens-fonds et de leur numéro). Ce thème ne fait en revanche pas l'objet des présentes directives.

A titre de solution transitoire, les programmes de calcul utilisés jusqu'ici peuvent continuer à l'être pour l'exécution de mensurations et de leur mise à jour également, conformément aux nouvelles dispositions.

Le résultat d'un calcul doit par ailleurs contenir le code-valeur et celui-ci doit, lors de la mise en mémoire du point, être attribué à une classe de précision (indication de l'erreur moyenne avec une valeur par défaut issue du calcul des fs ou attribuée manuellement, en tous les cas lors de la mise à jour) et de fiabilité (oui ou non), comme s'il s'agissait d'une reprise de données.

## 7. Documentation

L'analyse d'informations existantes sur les points limites doit être documentée dans un rapport. Ce dernier comprend :

- une synthèse des informations importantes (cf. formulaire A1)
- une description des études effectuées assortie des documents y relatifs (statistique des écarts conformément à la formule A2, vue d'ensemble de l'état de la matérialisation) et synthèse des résultats
- une analyse générale
- un choix des mesures à prendre assorti d'une justification

**FORMULAIRE RELATIF A L'ANALYSE DES INFORMATIONS  
EXISTANTES SUR LES POINTS LIMITES**

**Canton** ..... **Commune** .....

**Collaborateur** ..... **Date** .....

Nouvelles exigences, NT 1 2 3 4 5

Réseau de points fixes, résultat de l'analyse: .....

**INFORMATIONS D'ORIGINE**

Données générales

*Entreprise de mensuration* ..... *Adjudicataire*.....  
*Opérateur* .....

*Période d'exécution* ..... *Superficie (ha)* .....

*Anciennes exigences (zone d'instruction / degré de précision)* .....

*Système de projection* ..... *Nombre total de PL* .....  
dont *définis avec précision* .....  
*définis sans précision* .....

*Affectation majeure* .....

*Genre de mensuration*     
semi-graphique      numérique partielle      numérique totale

Remarques .....

Matérialisation des points limites

*Bornes en %* ..... *Chevilles*..... *Croix* ..... *Autres* .....

Remarques .....

Mesures et méthodes de détermination

*Méthode polaire:*

*Directions* ..... *Précision* .....

*Distances* ..... *Précision* .....

*Méthode orthogonale:*

*Distance* ..... *Précision* .....

---

Photogrammétrie / en combinaison avec mesures terrestres :

Restitution .....

Précision .....

Mesure terrestres .....

Précision .....

Remarques .....

---

Contrôles, taux (%):

Levés multiples .....

Mesures de contrôle .....

Non contrôlé .....

Autres .....

Restitution multiple .....  
(photogrammétrie)

(p. ex. conditions géom.)

Remarques .....

---

Contrôle des appareils de mesure:

Théodolite

 oui non inconnu

Appareil de mesure des distances

 oui non inconnu

Chevillière

 oui non inconnu

Autres

 oui non inconnu

Remarques .....

---

Réduction des distances horizontales horiz. / niveau de la mer horizontales  
niveau de la mer  
système de projection inconnu

Remarques .....

---

Genre de saisie des mesures manuel automatique

---

Calcul

Genre de calcul

manuel

assisté par ordinateur  
sans mise en mémoirecalcul par ordinateur  
avec mise en mémoire

**Preuve de qualité:***Statistique des différences planimétriques .....* *des mesures de contrôle .....**Autres .....**Remarques .....*  
.....

<b>Qualité de la documentation</b>	<b>d'origine</b>		<b>de la mise à jour</b>	
<i>Mesures</i> <i>(protocoles de station, croquis)</i>	<input type="checkbox"/> bonnes	<input type="checkbox"/> déficientes	<input type="checkbox"/> bonnes	<input type="checkbox"/> déficientes
<i>Calculs</i>	<input type="checkbox"/> bons	<input type="checkbox"/> déficients	<input type="checkbox"/> bons	<input type="checkbox"/> déficients
<i>Documents de vérification</i>	<input type="checkbox"/> bons	<input type="checkbox"/> déficients	<input type="checkbox"/> bons	<input type="checkbox"/> déficients
<i>Rapport de l'adjudicataire</i>	<input type="checkbox"/> bon	<input type="checkbox"/> déficient	<input type="checkbox"/> bon	<input type="checkbox"/> déficient

*Remarques .....***MISE A JOUR****Données générales***Changement du système de référence, année .....**Renouvellement, année .....*  
*(avec/sans révision des PF)*  
.....*Intensité de la mise à jour* *Nombre de mutations .....*  
*Nombre de rétablissements .....**Calcul des coordonnées lors de chaque mutation dans les mensurations semi-graphiques .....**Systèmes informatiques utilisés .....*  
.....*Mesures prises dans l'optique de la cohérence des données .....*  
.....**Matérialisation des points limites***Genre de matérialisation (principalement)* .....*Repères existants en % (estimation)* .....*Répartition des repères existants* .....*Identification de la situation des repères existants*  bonne  à contrôler sur le terrain*Remarques .....*  
.....

---

Mesures et méthodes de détermination*Introduction de nouveaux moyens de mesure  
(p. ex. mesure opt/électroopt des distances)*Année ..... Genre .....  
Précision .....*Introduction de nouvelles méthodes de mesure  
(orthogonale/polaire)*

Année ..... Genre .....

Précision .....

Année ..... Genre .....

Année ..... Genre .....

Remarques .....

---

Calcul*Introduction de nouvelles méthodes*

Année ..... Genre .....

Année ..... Genre .....

Année ..... Genre .....

*Preuve de qualité:**Statistique des différences planimétriques ..... des mesures de contrôle .....*

Autres .....

Remarques .....

---

Zones de glissements de terrain .....

.....

.....

.....

---

Expériences générales faites par le géomètre-conservateur .....

.....

.....

.....

---

Expériences générales de l'instance de vérification .....

.....

.....

.....

**ANALYSE DES INFORMATIONS EXISTANTES SUR LES POINTS LIMITES:****RESUME DES ECARTS PLANIMETRIQUES ET DES MESURES DE CONTROLE**

Commune, entreprise de mensuration ..... Année ..... Adjudicataire .....

Instruments ..... NT ancien ..... NT nouveau .....

Genre de levé	Nombre de points limites	dont pourcentage d'utilisation de tolérance		
		0 - 40 %	40 - 70 %	70 - 100 %
Double levé ou levé multiple				
Levé simple avec mesure de contrôle				
Intercalation de points				
Alignement de points limites				
Non contrôlé, défini avec précision		-----	-----	-----
Non contrôlé, défini sans précision		-----	-----	-----

**Source:** Estimation Extrapolation sur la base d'échantillons Décompte**Remarques:** .....

## Analyse des informations existantes sur les points limites: schéma de décision pour les mesures à prendre

A3

