

The New Legal Text About the Precision of the Surveys for Public Administrations in France

Michel KASSER, France

Key words: Evaluation of surveys, precision, legal specifications.

SUMMARY

All topographic surveys performed by the State and local administrations on public funds in France have to be specified and checked according to the precision specifications described in this new legal text just completed. The text has been prepared so as to ease the relations between the administrations and the contractors providing the surveys. The text does not specify in any way the technical solutions to use, but only the statistical formulas to use for the quality evaluation of a given survey, in order to leave the maximum of responsibility to the contractors. The discrepancies observed during the control surveys allow checking the respect of the precision specified. The presentation will focus on the bases of the text and the way to use it in different practical situations.

Le Nuvel Arrêté sur les Casses de Précision des Levers Financés sur Fonds Publics

RESUME

Tous les travaux topographiques réalisés par l'État et les collectivités locales doivent être spécifiés et évalués selon les classes de précision définies dans le projet d'arrêté et son annexe. Le texte de l'arrêté a été conçu dans le but de faciliter les relations entre les donneurs d'ordre et les entreprises prestataires exécutant les travaux topographiques divers. Il ne spécifie en aucun cas les moyens à mettre en œuvre pour atteindre une certaine précision, mais simplement les outils statistiques à employer pour évaluer un lever donné, afin de responsabiliser séparément les donneurs d'ordre et les entreprises prestataires exécutantes. Les écarts déterminés lors des contrôles des levers topographiques permettent de vérifier le respect de la classe de précision de ceux-ci. La présentation se focalisera sur les articles de l'arrêté et sur la façon de l'utiliser dans différents cas concrets.

The New Legal Text About the Precision of the Surveys for Public Administrations in France

Michel KASSER, France

1. INTRODUCTION

The text of the considered new decree replaces a previous decree of January 1980 on the applicable tolerances to large scales surveys, that became obsolete soon. It has been conceived in the goal to take into account the technological evolutions of the handling and process of data, and in order to facilitate relations between ordering bodies and contracting companies executing the various topographic works.

The new text doesn't specify in any way the means to use to reach a given precision, but merely the statistical tools to use to evaluate a given survey. It has also the goal of requiring more responsibility from ordering bodies and contracting companies.

For ordering bodies, the goal is to incite them to only specify what they really have need in terms of precision, considering their economic constraints and the legal responsibilities that are theirs, without taking account the methodologies to reach this specification, as these methodologies evolve permanently. To specify them may drive to loose the benefit of these evolutions.

For contracting companies, the goal is to give them a complete liberty to find the more adapted means for supplying the requested data.

And for the two, this text creates an interface clearly stipulating on what base controls of precision will be led, controls of accuracy performed by the ordering administration or to his demand.

2. THE STATISTICAL CRITERIA: THE CLASS OF PRECISION

The text offers several possibilities.

2.1 The error template (“*Gabarit d’erreurs*”)

The most general possibility (article 2.2. of the decree) offered is the definition of an error template on measures. One can thus, among others possibilities and as an example, change the level adopted in the standard model described in the article 2.3. of the decree.

2.2 The rejection rate

The standard model (article 2.3. of the decree) uses various elements of tolerance to indicate in a simple way what is accepted or rejected in a given class of precision, and would correspond for a Gaussian model to two rejection rates at levels of 1% and 0.01%. In this

case the precision classification lies on three criteria to be simultaneously respected, a mean error value in position, the number of objects passing the first tolerance level, and the systematic nonconformity of objects beyond the second tolerance level.

2.3 The standard model

Finally, the notion of class of precision $[xx] cm$ implies the use of the standard model (2.3 of the decree). Henceforth it is possible to create as many precision classes as necessary, and the adherence to a class data passes by the simultaneous respect of the 3 criteria already evoked. Otherwise, these criteria lie exclusively on the measure of the mean value error in position $E_{moy\ pos}$ deduced from E_{pos} discrepancies in position of the objects chosen for the test, this discrepancy having a more obvious physical sense than discrepancy on coordinates. To clarify these terms:

* For exemple $E_{pos} = \sqrt{(x_{contrôle} - x_{objet})^2 + (y_{contrôle} - y_{objet})^2}$ for a structural test only on two planimetric coordinates of a given object,

* for a test on just one planimetric coordinate $E_{pos} = |x_{contrôle} - x_{objet}|$

* $E_{moy\ pos} = \frac{E_{pos1} + E_{pos2} + \dots + E_{posn}}{n}$ for n evaluated objects.

One may note the conventional character of the three criteria adopted for the definition of the standard model and its two tolerances level as well. These have been defined by analogy with what would provide strictly a model of Gaussian errors for tolerance levels of 1% and 0,01%, for control measures done on an important proportion of the surveyed data. Obviously we need a tool for controls with reduced samples of geographical objects, but whose statistical value is also reduced, objects whose error model is not gaussian, a most current case. The proposed standard model allows ordering bodies and contracting companies to agree on a common and well definite work tool, independently of its possible statistical value, sizes of sample and generally modes of sampling being defined by contract.

3. MODES OF CONTROL

Any control implies the use of control measures providing a priori a precision at least two times better that the one of objects to test. The precision of control measures will be deduced from the *règles de l'art* and knowledge generally admitted by professionals (if one performs such measures with such devices according to such methods, one gets such precision). A measure of control doesn't necessarily imply the use of other instruments: one can often get a better precision with the same instruments and the different operative methods, for example of measures longer durations (case of the GPS), or with more reiterations (case of measures with theodolite), etc.

In all types of surveys, the text proposes to treat in a separate way the internal error of the survey and the error of referencing the survey, but permits to only consider the total error too. It allows to treat all cases met, the very precise survey (for example, microgeodesy for the auscultation of civil works) and not necessarily referenced to the legal reference frame since it is far less precise than the survey, up to the canvas of low precision to survey objects for a

metric precision GIS, where the referencing to the legal network can be much more precise than the survey himself.

For the control of geographical objects (art 3.2.2.), the text of the decree did not want to treat the specific problems of the different usable interpolators to define a curve from a few surveyed points. For example, three surveyed points can, in a quite minimalist case, determine a roundabout, the circle being described as a perfect circle passing by these three points. This tactics is risky (no control), and it may be required (in the specifications) that in such a case there is a minimum of 4 or even 10 points really surveyed : this type of specification must remain of the domain of the contract between the customer and the contracting company, and the decree doesn't have to introduce constraints on that subject. On the other hand it is clear that if the control doesn't really take into account the surveyed points, this is not anymore the geometric qualities of surveyed points that are valued, but also those of the interpolator used. In this case one could expect endless conflicts on " what is the best tool of interpolation ", and other problems of this type, that are not the domain of a regulation but rather of the particular specifications, basis of the relation between the contractors. The decree specifies therefore that controls must be done in the immediate neighbour of really surveyed points, because in these points differences between the possible interpolators don't create a substantial difference in the results.

4. THE REFERENCING

The contracting administration, according to its economic constraints and risks incurred by an insufficient precision referencing class, must determine the class of referencing precision required.

It requires at least the measure of two different references, considering the risk of reference mark instability, this number of two being a minimum: contracting companies are encouraged to use some more when they have the possibility to do it. The discrepancy resulting from these two references conditions the class of precision of the referencing. The internal error is valued for example through a calculation of the measures as a completely free network, without introducing elements of referencing in the computation. Then on a set of points serving to the control, coordinates thus got in "free" network are compared to control points coordinates. For that, one will apply to coordinates in "free" network the translation and the rotation that minimize to best the discrepancies : the text lets the complete liberty to interested parties to use " the most favourable method ", but the most usual solution consists in calculating this translation and this rotation by a least squares adjustment. On the other hand the possibility to apply a scale correction factor to the published coordinates is not opened, as the customer has not the vocation to enter in this kind of post-process when he receives a set of coordinates.

The case of the use of a permanent GPS station as a reference may not require the obligation (even though this recourse is strongly recommended) of another element of reference (other GPS station, benchmark,...) if this station makes the object of a regular control of the coordinate quality (case of the RGP, French permanent GPS network, that IGN controls generally each week).

The surveyor is always encouraged to use methods offering the maximum of internal controls and a certain superabundance of measures in relation to the strict minimum indispensable to the calculation of coordinates of objects, in order to put in evidence possible errors. The redundancy can be put to profit to compute error ellipses of points through least squares compensations, and an attentive survey of error ellipses permits to highlight zones not very well determined, places for example where to perform preferentially controls on the specified precision class.

5. CONTRACTUAL RELATIONS

5.1 Number of Controlled Points

The interface concerning precision between the contracting parties is thus, for geographical objects, only defined by results of controls completely independent of the measures used for the initial determination: it is nevertheless necessary to do these checks, still costly, with an exhaustiveness that will depend on the level of risk assumed by the contracting administration, and the modes of control are part of elements of the contract. So for data bases having a fundamental importance, it will be normal to control all surveyed points, whereas for non-critical surveys, a control may be carried on a quite reduced set of points.

The text specifies therefore on which base specifications are established, and the contracting company is thus perfectly aware of control types that the customer is allowed to proceed to accept the survey that he ordered : he can himself perform some on the same basis, as a quality control of his own production.

5.2 Internal Precision, Precision of Referencing, Total Precision

The contracting administration is not obliged, for canvases, to go in the detail of internal precision specifications and/or of referencing precision. He can also use concepts of planimetric and/or altimetric total precision, that is the combination of the two previous and can prove to be sufficient in many cases. It is necessary to note that it exists a tie between the internal precision, the precision of referencing and the total precision : if the model of errors is pretty much Gaussian, the specified total precision is equal to the quadratic sum of the internal precision, the precision of referencing, and the precision of the reference network. Of the point of view of the contracting company, it is recommended to start with a compensation as a "free" network that permits a good auto-assessment of the measure quality, and if need be a help in search of errors. One can then assess the internal errors.

6. ORTHOPHOTOGRAPHY

The text of the decree retails criteria of precision that are proposed to specify the works in orthophotography, according to two groups,: in the first (3.3.1 and 3.3.2) relative to the general precision, at least one of the two present an obligatory character, in the other (3.3.3 to 3.3.5) relative to the more specific aspects, all have an optional character.

6.1 First Group

Here are the elements of precision that are equivalent those used for canvases and surveys, that is to say the internal precision and the total precision. The only convenient difference in relation to these last is bound to the resolution limit imposed by the size of the pixel.

To perform a control, one is going to select at random a set of geographical objects whose picture on the orthophotography doesn't present an ambiguousness: for example and according to the size of pixel used, an angle or the centre of a sewer plate, an angle of building, an intersection of ways whose sides are well delimited, etc... The quality of the detail is appreciated according to the relative size of its defaults (angle slightly rounded, borders of ways not quite straight, unsymmetrical shades around the detail) in relation to the size of pixel, a geometric defect must remain lower to the half of the pixel size to remain acceptable.

To value the internal or total precision class, one does the same operations that for a canvas, with a consideration of the pixel size : these classes of precision cannot be better than the dimension of the side of the pixel used.

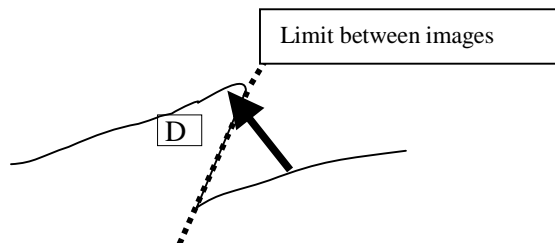
6.2 Second Group

Here are elements of precision covering some more specific aspects of orthophotographies. Are the elements of the raised structures (3.3.3.) rectified ? It is indeed an important point in urban zones, where tipping of facades can be corrected if need be, but such a work is generally expensive. If facades are treated correctly, they don't appear anymore on the picture and in counterpart no zone to soil is concealed. It is evidently not quite important in farming zone, since there is not an interest in general to straighten pictures of trees. The element of precision consists therefore merely in mentioning here if criteria of precision of the first group apply only to the ground, or also to the raised structures, what will imply whereas these problems of facades and hidden parts are treated or not.

Radiometric quality of the mosaicing (similarity of colours between two neighbouring pictures, or again, possibility to recognize more or less easily the localization of the junction between pictures) is also an important aspect, when one regroups several rectified pictures within one same orthophotography. Colours can be different for one same object seen on two neighbouring pictures, for example because of the chemical process of photographs, of their scanning, of effects of the atmosphere, of the solar lightning, of the evolution of vegetation or shades if the considered pictures don't have been acquired in a short lapse of time, etc... Therefore, " the class of precision will be expressed by the difference of radiometric value by channel tolerated on splices between pictures not corresponding to a natural outline, divided by the maximal radiometry of the picture, and will be expressed as a percentage ".

The geometric quality of the mosaicing (3.3.5) is an aspect whose control is performed on objects easy to identify, that cross the line of junction between two consecutive pictures, typically of communication ways, of limits of parcels, of building borders, etc... One prolongs then in one of the pictures the chosen outline beyond the limit, one measures the

discrepancy with what is visible in the other picture, and the discrepancy is calculated like distances between these objects expressed in number of pixels. For example, for a border of road the clearing of the junction line between pictures can result in a bayonet: the distance retained D is the one between a point took to the limit of a picture and the elongation of the descended segment in the neighbouring picture. This distance doesn't depend on the orientation of the outline on which the control is made. With an obvious dependence to the size of the pixel, a current D value used is 1 pixel.



BIOGRAPHICAL NOTES

Michel Kasser, born in 1953 in Lausanne (Switzerland). Two engineer degrees, from Ecole Polytechnique (Paris, 1972-1975) and Ecole Nationale des Sciences Géographiques (ENSG, 1975-1977). In 1977-1991, with IGN-France as manager, first of the Levelling Department (in charge of the French High Precision Levelling Network), then in 1984 of LOEMI instrumentation laboratory, and then in 1988-1991 of the Commercial Department. In parallel, geophysical geodetic operations in many active areas of the world. Since 1991, appointed as University Professor, Director of the Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes (main French technical university in Surveying and Geomatics). Since 1999 head of the Geodetic and Levelling Department, and Director of the LAREG (Laboratoire de Recherches en Géodésie) at IGN-France. President of the Association Française de Topographie since 2002, and was the main author with Yves EGELS of the book “Digital Photogrammetry” (Taylor & Francis, London 2001) edited also in French (“Photogrammétrie Numérique”, Hermès Sciences, Paris, 2001). He is delegate for Commission 5 of FIG since 1988 and has chaired several WG within commission 5.

CONTACTS

Prof. Michel Kasser
IGN-SGN
2 Av. Pasteur
94 165 Saint-Mandé Cedex
FRANCE
Tel. + 33 1 4298 8331
Fax + 331 4398 8450
Email: michel.kasser@ign.fr

Le Nuvel Arrêté sur les Casses de Précision des Levers Financés sur Fonds Publics

Michel KASSER, France

1. OBJET

Tous les travaux topographiques réalisés par l'Etat, les collectivités locales ou pour leur compte, visés à l'article 89 de la loi du 4 février 1995 susvisée, doivent être spécifiés et évalués selon les classes de précision définies dans le présent arrêté et son annexe, à l'exception des levers hydrographiques soumis à la norme de l'Organisation Hydrographique Internationale, publication spéciale N° 44.

2. SPECIFICATIONS ET CLASSES DE PRECISION

Les écarts déterminés lors des contrôles des levers topographiques permettent de vérifier le respect de la classe de précision de ceux-ci. Lors de levers d'objets géographiques, les mesures d'écarts s'appliquent sur des points caractéristiques des objets levés, bien identifiés et ne présentant aucun caractère d'ambiguïté. Ces points sont comparés aux points correspondants du terrain nominal. La précision d'un lever d'objets géographiques peut être spécifiée de deux façons : soit par un gabarit d'erreurs spécifique, soit par un modèle standard.

2.1 Contrôles par Échantillonnage

La position des points est définie par 1, 2 ou 3 coordonnées, et parmi celles-ci on ne comptabilise ensemble que celles qui suivent un même modèle statistique, selon la nature des levers (un lever altimétrique concerne une coordonnée, un lever planimétrique, deux, un lever tridimensionnel isotrope, trois, mais un lever tridimensionnel dont le modèle statistique planimétrique est différent du modèle statistique altimétrique fera l'objet de traitements séparés pour les deux coordonnées planimétriques et pour la coordonnée altimétrique). L'écart en position E_{pos} pour un point donné, par rapport à sa position issue d'un contrôle, est défini par la distance euclidienne, c'est-à-dire la racine carrée de la somme des carrés des écarts sur chacune des coordonnées soumise à la même classe de précision.

Une mesure n'est considérée comme mesure de contrôle que lorsque sont mis en œuvre des procédés fournissant une précision meilleure que celle de la classe de précision recherchée, avec un coefficient de sécurité C au moins égal à 2 (C est le rapport entre la classe de précision des points à contrôler et celle des déterminations de contrôle, classe de précision qui est elle-même évaluée selon les règles de l'art). La taille et la composition de l'échantillon d'objets géographiques de contrôle sont précisées par contrat.

2.2 Classes de Précision pour un Gabarit d'erreurs

Un gabarit d'erreurs est déterminé par une courbe, un histogramme ou une table de valeurs, précisant pour chaque catégorie d'objets géographiques, et pour chaque classe de valeurs d'écarts, le nombre toléré d'écarts dépassant le seuil correspondant.

Pour chaque catégorie d'objets géographiques, on spécifiera le pourcentage d'écarts pouvant dépasser un premier seuil donné, puis le pourcentage de ceux pouvant dépasser un second seuil donné, etc..., et ceci pour autant de seuils que souhaité. On pourra en particulier, si besoin est, spécifier un seuil qu'aucun écart ne devra dépasser. La taille et la composition du gabarit d'erreurs sont précisées par contrat.

2.3 Classes de Précision pour un Modèle Standard

Pour tout échantillon comportant N objets géographiques, on calcule l'écart moyen en position $E_{moy\ pos}$. Celui-ci est défini par la moyenne arithmétique des écarts en position E_{pos} relevés sur les points des objets géographiques. On dit que la population dont est issu l'échantillon comportant N objets est de classe de précision $[xx]$ cm lorsque simultanément les trois conditions a/ b/ et c/ sont remplies :

a/ l'écart moyen en position $E_{moy\ pos}$ de l'échantillon est inférieur à $[xx] \times (1 + \frac{1}{2 \times C^2})$ cm (C

étant le coefficient de sécurité des mesures de contrôle),

b/ le nombre N' d'écarts dépassant le premier seuil $T = k \times [xx] \times (1 + \frac{1}{2 \times C^2})$ n'excède pas

l'entier immédiatement supérieur à $0,01 \times N + 0,232 \times \sqrt{N}$ (où k prend les valeurs indiquées dans la Table 1 en fonction du nombre n de coordonnées caractérisant la position des objets géographiques, et suivant la même loi statistique).

n	1	2	3
k	3,23	2,42	2,11

Table 1 valeurs du coefficient k en fonction du nombre n de coordonnées caractérisant la position des objets géographiques considérés et suivant la même loi statistique.

Lorsque $N < 5$, aucun écart supérieur à T n'est admis (cf. Table 2).

N	de 1 à 4	de 5 à 13	de 14 à 44	de 45 à 85	de 86 à 132	de 133 à 184	de 185 à 240	de 241 à 298	de 299 à 359	de 360 à 422	de 423 à 487
N'	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Table 2 Exemples de nombres N' maximaux d'écarts dépassant le premier seuil T acceptés pour un échantillon de N éléments.

c/ aucun écart en position dans l'échantillon n'excède le second seuil

$$T = 1,5 \times k \times [xx] \times \left(1 + \frac{1}{2 \times C^2}\right)$$

3. CATEGORIES DE TRAVAUX TOPOGRAPHIQUES

3.1 Canevas

Les points de canevas sont déterminés par 1, 2 ou 3 coordonnées.

Les écarts observés sur les canevas sont issus de trois origines : les erreurs internes, les erreurs de rattachement et les erreurs propres du réseau légal de référence. Ces erreurs peuvent parfois être individualisées, en particulier lorsque les mesures présentent une surabondance suffisante. On désigne par surabondance d'un canevas, le taux formé par le rapport du nombre de mesures indépendantes observées sur un canevas au nombre minimal de mesures permettant de déterminer celui-ci.

- L'erreur interne s'analyse à partir de l'écart entre les coordonnées obtenues pour chaque point par les mesures de contrôle et celles que l'on obtient par calcul dans un système indépendant en appliquant une translation (et pour 2 ou 3 coordonnées, une rotation), la plus favorable possible, sur l'ensemble des coordonnées fournies pour ces points. Les éventuels points d'appui inclus dans le canevas figurent avec leurs coordonnées déterminées dans le système indépendant.
- L'erreur propre au réseau légal de référence est spécifiée par son gestionnaire, avec éventuellement plusieurs niveaux possibles en fonction des éléments du réseau effectivement utilisés lors du rattachement. Si la discordance relevée entre les points du réseau légal de référence est plus importante que la précision spécifiée par le gestionnaire, alors la précision est remplacée dans toutes les évaluations ultérieures par la discordance de rattachement effectivement constatée.
- L'erreur de rattachement s'analyse, lorsque cela est possible, à partir des écarts sur les mesures permettant le lien entre le réseau légal de référence et le canevas lui-même. Un rattachement ne peut être considéré comme effectué que si le canevas considéré est rattaché à suffisamment de points du réseau légal de référence pour mettre en évidence d'éventuelles discordances dans ce réseau. En outre, la précision fournie pour le rattachement doit être cohérente avec celle des éléments du réseau légal de référence effectivement utilisés pour celui-ci. Cette erreur de rattachement ne peut pas toujours être individualisée, ce qui est en particulier le cas lorsque les mesures du canevas offrent peu de surabondance.

A partir de ces trois types d'erreurs, on définit les classes de précision totale et de précision interne d'un canevas.

3.1.1 Classe de précision totale

La classe de précision au sens de l'article 2. s'applique aux écarts entre les coordonnées fournies pour chaque point et celles que l'on obtient pour des mesures de contrôle. L'erreur totale résulte de la composition des erreurs internes, des erreurs de rattachement, et de l'erreur propre au réseau légal de référence. Donc l'erreur totale ne peut être inférieure à l'une de ces

trois sources d'erreurs, et en particulier à l'erreur propre du réseau légal de référence, telle qu'elle est spécifiée ou telle qu'elle résulte des discordances relevées lors du rattachement.

3.1.2 Classe de précision interne

La classe de précision au sens de l'article 2. s'applique à l'écart entre les coordonnées obtenues pour chaque point par les mesures de contrôle et celles que l'on obtient par calcul dans un système indépendant en appliquant une translation (et pour 2 ou 3 coordonnées, une rotation), les plus favorables possible, sur l'ensemble des coordonnées fournies pour ces points. Les éventuels points d'appui inclus dans le canevas figurent avec leurs coordonnées déterminées dans le système indépendant.

3.1.3 Critères possibles

Les classes de précision des canevas doivent être spécifiées selon tout ou partie de 4 critères possibles : classe de précision planimétrique totale, classe de précision planimétrique interne, classe de précision altimétrique totale, et classe de précision altimétrique interne, en suivant les définitions en 3.1.1 et 3.1.2 ci-dessus.

3.2 Levers d'Objets Géographiques

Les classes de précision de leviers d'objets géographiques sont relatives aux canevas qui leurs servent de référence, et s'analysent selon 2 critères indépendants : classe de précision planimétrique par rapport au canevas, classe de précision altimétrique par rapport au canevas, selon les critères de l'article 2. Des classes de précision différentes peuvent être spécifiées pour des types d'objets géographiques différents dans un même lever.

3.2.1 Objets géographiques ponctuels

Si les spécifications l'indiquent, certains objets géographiques peuvent être considérés comme ponctuels. Ils sont alors déterminés par les coordonnées planimétriques et au besoin altimétriques de leur point de référence. La classe de précision s'applique à l'écart entre les coordonnées obtenues pour chaque point par une mesure de contrôle et les coordonnées fournies pour ces points ; les éventuels points d'appui et de canevas inclus dans le lever étant exclus des points testés.

3.2.2 Les objets géographiques linéaires, surfaciques et volumiques

Si les spécifications l'indiquent, ces objets sont définis uniquement à partir de lignes et de points, et certains de ces points peuvent ne pas être identifiables. Une surface est définie par un périmètre, un volume est défini par ses arêtes.

Les classes de précision sur les points identifiables sont spécifiées comme celles des objets géographiques ponctuels (article 3.2.1.).

On dénomme points non identifiables ceux qui servent à la détermination d'un objet géographique linéaire, et dont la position le long de cet objet n'est pas précisément identifiée. Sauf spécification contraire figurant au cahier de charges, les classes de précision sur les

lignes joignant des points non identifiables s'appliquent à l'écart entre le terrain nominal et les segments de droites joignant ces points. Cet écart est mesuré par la plus petite distance entre le point de contrôle et la ligne levée, chaque point de contrôle étant choisi le plus près possible de l'un des points levés.

3.2.3 Spécifications de contenu

Les objets géographiques faisant l'objet du lever sont rangés par classes en fonction des spécifications de contenu qui précisent aussi les critères de sélection retenus, conformément au terrain nominal. Les spécifications s'appliquent indépendamment aux objets mal classés et aux objets oubliés ou surnuméraires, en spécifiant les gabarits d'erreurs correspondants décrits à l'article 2.2.

3.2.4 Représentation altimétrique du terrain

La représentation altimétrique du terrain utilise des points du terrain nominal définis par des coordonnées altimétriques et planimétriques. Ces points sont reliés par des arêtes destinées à structurer un modèle de surface (maillage régulier, triangulation, courbe de niveau etc.). Les classes de précision s'appliquent à l'écart entre le terrain nominal et la surface levée. Les points de contrôle sont pris à la verticale des points du modèle de surface.

Le terrain nominal introduit un certain niveau de simplifications et de lissage de la réalité en fonction du pas d'échantillonnage ou de l'espacement des courbes de niveau. Les écarts entre le terrain nominal et le terrain réel doivent rester inférieurs à la classe de précision spécifiée. Les réseaux des lignes de thalweg, de crêtes et de rupture de pente sont considérés comme des objets géographiques linéaires et font l'objet de spécifications propres. Leurs classes de précision planimétrique et altimétrique suivent les spécifications de l'article 3.2.2.

3.3 Images Rectifiées et Cartes Scannées Remises en Géométrie

Les spécifications de précision applicables aux images rectifiées et aux documents cartographiques scannés et remis en géométrie s'analysent selon 5 paramètres (article 3.3.1 à 3.3.5. ci-après), un au moins parmi les deux premiers étant obligatoire et les trois derniers étant facultatifs:

3.3.1 Classe de précision interne

La classe de précision au sens de l'article 2. s'applique à l'écart entre les coordonnées obtenues par les mesures de contrôle, pour des détails bien identifiés, calculées dans un système indépendant, et celles que l'on obtient par calcul en appliquant une rotation et une translation, les plus favorables possibles, sur l'ensemble des coordonnées de ces points obtenues dans l'image ou le document, également dans un système indépendant. Le système de coordonnées planes de contrôle sera caractérisé par le même système de représentation plane que celui des coordonnées des points évalués. La classe de précision ne peut être meilleure que la taille du pixel utilisé.

3.3.2 Classe de précision totale

La classe de précision au sens de l'article 2. s'applique à l'écart entre les coordonnées obtenues par les mesures de contrôle, pour des détails bien identifiés, et celles des coordonnées de ces points obtenues dans l'image ou le document. Le système de coordonnées planes de contrôle sera caractérisé par le même système de représentation plane que celui des coordonnées des points évalués. La classe de précision ne peut être meilleure que la taille du pixel utilisé.

3.3.3 Redressement des objets géographiques du sur-sol

La spécification doit préciser si les erreurs internes décrites au 3.3.1. s'appliquent uniquement aux objets géographiques au sol, ou également aux objets du sur-sol.

3.3.4 Qualité radiométrique du mosaïquage

S'il y a effectivement eu un mosaïquage, la classe de précision sera exprimée par la différence de valeur radiométrique par canal tolérée sur les raccords entre images ne correspondant pas à un linéament, divisée par la radiométrie maximale de l'image, et exprimée sous forme de pourcentage.

3.3.5 Qualité géométrique du mosaïquage

La classe de précision s'applique, conformément aux éléments définis à l'article 2., et s'il y a effectivement eu un mosaïquage, aux distances entre les points en bordure d'une des images assemblées au sein du document final et les mêmes points tels qu'ils seraient représentés dans l'image voisine si elle était prolongée jusque là, les points étant caractérisés par des coordonnées sous forme de pixels. Ces distances sont mesurées sur des points n'offrant aucune ambiguïté d'identification sur les deux images voisines concourant au document final.

BIOGRAPHICAL NOTES

Michel Kasser, born in 1953 in Lausanne (Switzerland). Two engineer degrees, from Ecole Polytechnique (Paris, 1972-1975) and Ecole Nationale des Sciences Géographiques (ENSG, 1975-1977). In 1977-1991, with IGN-France as manager, first of the Levelling Department (in charge of the French High Precision Levelling Network), then in 1984 of LOEMI instrumentation laboratory, and then in 1988-1991 of the Commercial Department. In parallel, geophysical geodetic operations in many active areas of the world. Since 1991, appointed as University Professor, Director of the Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes (main French technical university in Surveying and Geomatics). Since 1999 head of the Geodetic and Levelling Department, and Director of the LAREG (Laboratoire de Recherches en Géodésie) at IGN-France. President of the Association Française de Topographie since 2002, and was the main author with Yves EGELS of the book "Digital Photogrammetry" (Taylor & Francis, London 2001) edited also in French ("Photogrammétrie

Numérique”, Hermès Sciences, Paris, 2001). He is delegate for Commission 5 of FIG since 1988 and has chaired several WG within commission 5.

CONTACTS

Prof. Michel Kasser
IGN-SGN
2 Av. Pasteur
94 165 Saint-Mandé Cedex
FRANCE
Tel. + 33 1 4298 8331
Fax + 331 4398 8450
Email: michel.kasser@ign.fr