

LA LAMBERTISATION

Dans le cadre des conventions de numérisation, les services du Cadastre doivent fournir à un prestataire les plans cadastraux à informatiser. Le passage du plan papier au plan informatisé (ou numérisation du plan) doit permettre à l'utilisateur final de connaître les coordonnées Lambert de tout point. Pour réaliser cet objectif, les services du cadastre doivent "équiper" les feuilles à numériser de points connus en coordonnées Lambert.

La première partie de la fiche a pour but d'appréhender les principes généraux de la lambertisation ainsi que de permettre de dresser un état des besoins nécessaires à cette opération, la seconde partie préconisant les modalités techniques de l'opération.

A. GENERALITES

1 - les principes

La numérisation d'une feuille de plan nécessite la connaissance d'un minimum de points connus en coordonnées Lambert bien répartis sur la périphérie de la feuille. Ces points, supports de la transformation mathématique, permettent de déterminer les coordonnées de tous lieux du plan. Ils sont appelés points de calage.

Pour tous les plans remaniés ou remembrés, et pour la majorité de ceux rénovés par voie de réfection ou de renouvellement, ce problème est résolu. Ils possèdent en effet des croisées de quadrillage en coordonnées Lambert.

En revanche, les feuilles de plan rénovées par voie de mise à jour et certains plans refaits ou renouvelés en coordonnées indépendantes ne possèdent aucun quadrillage Lambert. La lambertisation ou rattachement au système Lambert est l'opération consistant à équiper ces feuilles d'un minimum de points connus en coordonnées Lambert afin d'assurer une numérisation dans le système légal.

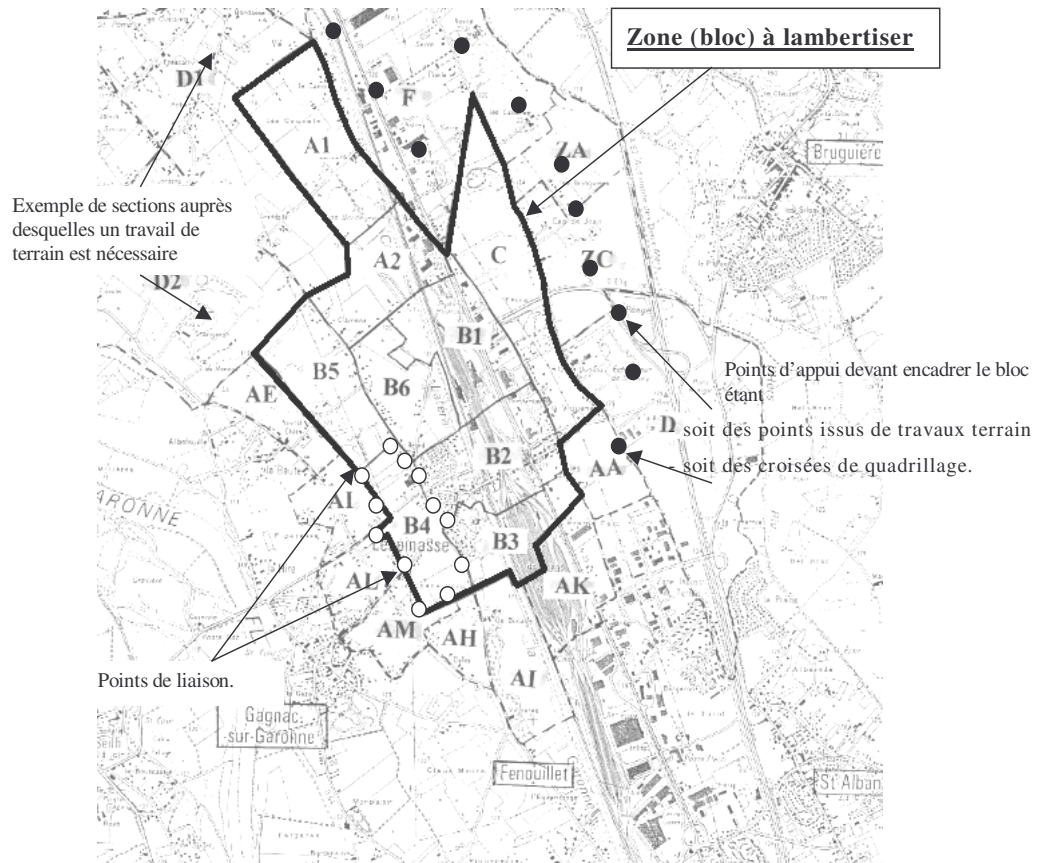
Pour une bonne mise en œuvre de cette opération, les feuilles de plan à équiper doivent former un bloc homogène possédant à sa périphérie des repères connus (points d'appui) dans le système Lambert.

Ces repères auront été déterminés :

- soit par des travaux topographiques (identification de points sur le terrain au moyen de procédés GPS et/ou traditionnels)

- soit par des travaux de bureau, les feuilles bordant le bloc étant elles-mêmes déjà quadrillées en Lambert.

Ces repères alors connus, un calcul dit "en bloc" permettra une détermination de proche en proche des points de calage sur chacune des feuilles composant le bloc.



Dans l'exemple ci-dessus, chaque feuille du bloc, à l'image de la feuille B4, sera équipée depuis le bureau de points de liaison, points communs entre feuilles limitrophes. Le calcul en bloc, possible grâce à la connaissance des coordonnées Lambert des points d'appui, permettra de déterminer les coordonnées Lambert des points de liaison. Ils seront alors appelés points de calage.

2 - Mise en œuvre

La lambertisation d'un bloc de feuilles de plan se déroule donc en cinq grandes étapes :

- 1) Définition depuis le bureau d'un bloc cohérent et préparation d'un choix des points d'appui entourant la zone. Cette opération comporte également une phase de recherche de points communs entre les différentes feuilles à lambertiser du bloc. Ces points de liaisons seront les points de calage.
- 2) Détermination des points d'appui : par un travail de terrain si les feuilles voisines du bloc ne sont pas quadrillées, par un travail de bureau sinon.
- 3) Digitalisation des points d'appui et de liaison sur chacune des feuilles.
- 4) Choix parmi plusieurs simulations à l'aide d'un logiciel (VERLAN) du meilleur ensemble de points à fournir au prestataire.
- 5) Les feuilles de plan alors annotées seront remises au prestataire durant une courte période suivant les modalités définies par la convention.

Les plans numériques rendus ensuite par le prestataire seront enfin vérifiés par le service.

3 – Moyens

Matériel nécessaire : une table à digitaliser, matériel de levé GPS (suivant les cas).

Une zone à lambertiser uniquement entourée de feuilles non carroyées demandera beaucoup de prospection et de travail terrain. A l'inverse, la même zone entourée de feuilles carroyées ne demandera que peu ou très peu de travail terrain. De plus, l'environnement géographique prendra une importance dans la quantité de travail à accomplir : par exemple des feuilles en zones boisées peuvent être difficiles à lier entre elles et demandent alors un travail de prospection et de recherche plus pointu.

A titre d'exemple, un chantier de 15 feuilles à lambertiser pour lequel il n'existe pas de feuilles carroyées en périphérie, nécessitera approximativement 2 à 3 jours de travaux de terrain pour 1 géomètre et un aide et environ 4 à 6 jours de travaux de bureau pour 1 agent (inspecteur, géomètre ou aide).

Bien évidemment, le délai moyen pour lambertiser un chantier varie en fonction des circonstances locales et notamment des critères suivants :

Paramètres	Conséquences
<u>Nature et taille des feuilles à lambertiser.</u> - qualité des bords de feuilles (rivière, route). - échelles différentes.	- détermination des points de liaison.
<u>Feuilles entourant le bloc.</u> - proportion de feuilles non carroyées. - nature des feuilles non carroyées (urbaines, boisées). - qualité des bords de feuilles (rivière, route).	- prospection et quantité de travail de terrain à réaliser. - détermination de points d'appui. - détermination des points de liaison.
<u>Nature du matériel topographique disponible.</u>	- rapidité du travail de terrain.

Enfin, il est rappelé qu'une formation à la technique de lambertisation (stage CAD 375) est dispensée à l' E.N.C. pour les agents concernés.

B. NOTICE TECHNIQUE

Les travaux de rattachement des feuilles cadastrales au système Lambert ont fait l'objet d'une description détaillée dans la fiche technique du 10 octobre 1990.

Cette deuxième partie apporte des précisions sur la méthode à adopter dans le cadre d'un équipement des feuilles de plan à l'aide du logiciel Verlan.

Références : fiche technique du 10 octobre 1990, note du 10 avril 1994 et note du 10 juillet 1995 (bureau III A 1).

Dans le cadre d'une lambertisation, au niveau local, les services ont à leur disposition une table à digitaliser ainsi que le logiciel VERLAN.

Les opérations suivantes sont à réaliser :

- Délimitation de la zone à traiter et choix des points de liaison
- Détermination des points d'appui
- Calcul des coordonnées Lambert des points de liaison à l'aide du logiciel Verlan
- Fourniture au prestataire des feuilles équipées et des coordonnées des points choisis.

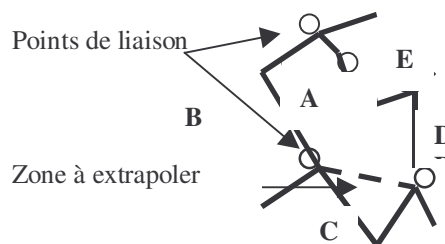
1. Délimitation de la zone à traiter et choix des points de liaison

Les feuilles à lambertiser seront traitées en bloc à l'aide du logiciel VERLAN. Elles seront liées entre elles par des points de liaison qui changeront ensuite de fonction pour devenir les points de calage des feuilles à lambertiser.

Le logiciel VERLAN permet de traiter en un seul bloc jusqu'à 100 modèles (un modèle correspond à une feuille ou à un agrandissement en marge). Ce nombre comprend à la fois les feuilles à équiper et leurs agrandissements en marge ainsi que les feuilles comprenant des points d'appui.

Les points de liaison seront répartis de manière la plus homogène possible. Servant à rattacher les feuilles contiguës, ils doivent former un bloc de points cohérent pour une bonne mise en œuvre du calcul. Ils seront ensuite utilisés pour la transformation dans le système Lambert de tous les points qui seront numérisés sur une même feuille de plan (fonction points de calage). Le calage devant être effectué à partir d'au moins 5 points, il conviendra de choisir au minimum 10 points de liaison avec 3 points par paire de feuilles voisines.

Pour respecter ces deux principes, il conviendra donc de veiller à la bonne répartition de ces points sur chaque feuille. Leur répartition à la périphérie de la feuille doit être la plus homogène possible et la surface du polygone ainsi défini par ces points doit couvrir la plus grande surface possible de la feuille à numériser. Il faut en effet réduire au maximum toute extrapolation du calcul :



Lorsqu'il est possible d'identifier plusieurs points de liaison entre deux feuilles, il convient de comparer au préalable le positionnement relatif de ces points sur chaque feuille.

Pour ce faire, lorsque les deux feuilles sont à la même échelle, leur superposition permet de s'assurer que les points choisis autorisent un raccordement correct des deux planches. Dans le cas contraire, il convient d'éliminer les points de liaison qui ne sont pas superposables.

Lorsqu'il n'existe aucun point du parcellaire parfaitement identifiable (par exemple : lignes courbes ou rectilignes sans angles marqués) ou dans le cas de différences d'échelles, le point de liaison pourra être créé par des petits mesurages ou des constructions géométriques simples

Il conviendra alors de "piquer" le point pour éviter toute ambiguïté.

Les points de liaison doivent être matérialisés sur le plan minute de conservation avec un crayon noir. La marque de repérage doit permettre un pointage précis du point au moment de la

numérisation. A cet effet, il convient d'entourer les points constitués par des intersections de limites et de repérer les autres par un trait transversal sur les limites qui les portent.

Les marques de repérage doivent pouvoir être effacées sans que le support soit altéré.

Les points de liaison sont numérotés dans une série continue de 1 à 999. Le numéro de chaque point est porté au crayon noir sur le plan minute de conservation à côté de la marque qui le repère.

2 - Détermination des points d'appui

Pour un bon déroulement du calcul, les feuilles de plan à lambertiser doivent constituer un bloc homogène possédant à sa périphérie des points dans le système Lambert (points d'appui).

Si les feuilles limitrophes au bloc sont carroyées, les points d'appui seront pris sur celles-ci (croisées de carroyage).

Si les feuilles limitrophes au bloc ne sont pas carroyées, les points d'appui seront soit des points géodésiques, soit des points de canevas (d'ensemble ou polygonal) déjà calculés lors de chantiers précédents, soit enfin des points déterminés par des procédés terrain.

Ces points pourront être alors situés :

- soit sur la feuille à lambertiser elle-même dans la mesure où cela n'engendre pas une trop grande interpolation ;
- soit sur la feuille limitrophe, les feuilles limitrophes devant alors être liées entre elles.

Les points géodésiques et de canevas seront positionnés sur le plan en les reportant à l'aide des fiches signalétiques.

Les points "terrain" seront déterminés de préférence à l'aide de procédés G.P.S. La précision de ces points respectera les tolérances fixées pour l'établissement du canevas polygonal ordinaire. Pour assurer le calage de la zone, il est nécessaire de multiplier les points d'appui afin de pouvoir affiner au mieux le calcul par des réitérations à l'aide de points d'appui différents. Pour cela, il faut d'abord s'assurer de la cohérence des points déterminés avec leur représentation sur le plan. Il convient par conséquent de choisir, ou de rattacher à l'aide de mesurages simples, en priorité des éléments inchangés depuis l'origine du plan.

Toutes les feuilles ne doivent pas obligatoirement être équipées de points d'appui. On choisira d'équiper les feuilles de telle manière que les points se situent

- à chaque angle de la zone ;
- toutes les 3 ou 4 feuilles, sachant qu'une feuille ne doit pas être éloignée de plus de 5 feuilles d'une feuille équipée.

Cette répartition doit être la répartition après calcul, c'est à dire après avoir éliminé les points discordants lors du calcul et facteurs d'une mauvaise adaptation du chantier dans le système Lambert.

Les points d'appui seront numérotés dans une série continue à partir de 1000. Ils seront matérialisés sur le plan par un triangle équilatéral dessiné au crayon noir pour les feuilles non carroyées et par un cercle noir entourant les croisées de quadrillage pour les autres.

3 - Calcul par le logiciel Verlan

Le calcul pourra être effectué de la manière suivante :

Tout d'abord calculer en ne mettant en œuvre comme points connus que les points déterminés par des procédés terrain. Une sélection parmi ceux-ci devra permettre d'améliorer l'erreur moyenne quadratique (emq) propre aux observations.

Calculer ensuite en ajoutant aux points connus ainsi sélectionnés les croisées de carroyage et affiner la nouvelle emq.

Limites fixées par le programme :

Surface du plus grand chantier calculable

Tous les points d'appui doivent être contenus dans un carré de 25600 mètres de coté. Un chantier ne satisfaisant pas cette condition ne peut être calculé car il n'est pas possible de charger les points "hors zone".

Nombre maximum de feuilles	100
Nombre maximum de points connus	100
Nombre maximum de points inconnus	1000
Nombre maximum d'observations	2000

Analyse des résultats :

Coordonnées transformées et résidus par feuille

Ces résidus sont les écarts entre les coordonnées transformées d'un point dans une section avec la moyenne des déterminations du même point.

Coordonnées transformées des points connus et écarts

Ces résidus sont les résultats des seuls points d'appui du calcul et sont bien représentatifs de la bonne adaptation du chantier dans le système Lambert.

La qualité globale de l'adaptation est donnée par les erreurs moyennes quadratiques sur les points connus.

A l'analyse des résultats, on peut être amené à relancer un calcul après modifications portant sur les points de liaison ou sur les points d'appui : modification de coordonnées ou de numéro, suppression de points,... et cela, jusqu'à l'obtention d'un résultat cohérent avec des ensembles de points homogènes.

Il n'existe pas de tolérance sur l'emq calculée par la lambertisation. Néanmoins, à titre d'exemple, l'expérience montre que des emq de 1m et de 2m pour, respectivement, des feuilles de plan au 1250^{ème} et 2500^{ème} de bonne qualité, semblent être acceptables. Ces valeurs pourront parfois être fortement modulées en fonction des paramètres exposés au long de cette fiche.

4 - Cas particuliers

Calage des feuilles comportant des agrandissements en marge

Les agrandissements en marge sont intégrés en utilisant un maximum de points de liaison situés en périphérie de la zone origine.

Calage des feuilles comportant des exclus de remembrement

Il convient d'utiliser comme points d'appui des points issus du remembrement se trouvant à la périphérie de la zone exclue et d'appliquer la transformation conforme.

5 - Fourniture des données et des plans au prestataire

Les plans équipés seront prêtés au prestataire suivant les termes définis dans la convention. Ils seront accompagnés de la liste des coordonnées Lambert des points d'appui.

La vérification sera effectuée par la D.G.I. conformément aux prescriptions de la note administrative 11 CAD n°8 du 4 octobre 1988 et de la note n°72 du 24 Mai 1995 du Bureau III A 1, modifiées par la fiche II.4. du présent dossier.