

Quantification globale des écarts géométriques entre plans cadastraux DGI et référentiels IGN dans le cadre du géoréférencement de la BD PARCELLAIRE® en mode Image

■ François CHAHUNEAU - Hélène CLODOT

La production de la BD PARCELLAIRE® en mode image, étalée sur 3 ans et couvrant 65 départements, constitue historiquement la première confrontation des plans cadastraux DGI et des référentiels IGN menée à si vaste échelle et selon des spécifications homogènes.

L'analyse systématique des métadonnées accumulées au cours du projet, effectuée sur un échantillon de 21 départements, permet d'établir la distribution statistique de certains paramètres caractérisant des écarts entre la géométrie des plans cadastraux assemblés dans la BD PARCELLAIRE® et la géométrie théorique de ces plans s'ils étaient traités selon les modalités usuelles de labellisation DGI.

Elle permet également de quantifier certaines erreurs du plan cadastral, comme les erreurs de lambertisation présentes dans certaines (rares) zones du territoire.

On s'intéresse en particulier aux aspects suivants :

- l'impact de l'usage conditionnel du carroyage Lambert
- l'impact de l'usage d'une transformation affine en calage
- la qualité moyenne du géoréférencement des feuilles non-carroyées
- l'impact des déformations locales directes et indirectes
- la mesure des discordances en bordure de feuille

La présentation synthétique de ces résultats contribue à éclairer le débat sur la compatibilité entre la BD PARCELLAIRE® IGN et les données PCI Vecteur existantes.

■ mots-clés

Cadastre
Géoréférencement
BD PARCELLAIRE®

Il existe dorénavant deux sources possibles de données numériques pour les applications SIG nécessitant l'usage d'un fonds parcellaire :

- Le PCI Vecteur DGI, établi selon des modalités précises concernant essentiellement la fidélité au plan d'origine, et qui sont imposées pour l'obtention d'une labellisation DGI ;
- La BD PARCELLAIRE® IGN, disponible sous forme image ou vecteur selon les zones du territoire, établie selon des modalités qui visent essentiellement à garantir la cohérence avec les autres

composantes du RGE (BD TOPO® et BD ORTHO®).

Les différences dans les conditions d'accès à ces deux produits ou dans leurs modalités de diffusion commerciale alimentent couramment la chronique ; quels que soient les avis exprimés, ils s'appuient au moins dans ce cas sur des informations factuelles.

Mais lorsque le débat porte sur les caractéristiques techniques respectives de ces deux variantes du plan cadastral numérisé, notamment sur les différences dans leur géométrie, on

constate souvent un déficit d'information concrète qui se traduit par des prises de position partisans assez peu fondées, voire des procès d'intention. La question de la compatibilité géométrique entre le PCI Vecteur et la BD PARCELLAIRE®, tous deux issus de la même source initiale, est généralement au centre du débat.

La présente contribution a pour but de fournir quelques éléments d'information quantitative objectifs et précis, établis sur la base d'un large échantillon, qui permettront d'apporter certains éléments de réponse à cette question.

■ ■ ■

■ ■ ■ Après avoir rappelé le contexte de l'étude et la méthodologie utilisée, on examine les aspects suivants, qui concernent la géométrie de la BD PARCELLAIRE® et ses différences éventuelles avec celle du PCI Vecteur :

- l'impact de l'usage conditionnel du carroyage Lambert
- l'impact de l'usage d'une transformation affine en calage
- la qualité moyenne du géoréférencement des feuilles non-carroyées
- l'impact des déformations locales directes et indirectes
- la mesure des discordances en bordure de feuille

CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Echantillon de données utilisé

DIADEIS (ex-AIS) est l'un des deux prestataires sous-traitants d'IGN pour la production de la BD PARCELLAIRE® en mode image. Entre mai 2005 et juillet 2007, DIADEIS aura traité 60 % du volume de la production externalisée par IGN, soit 38 départements.

Conformément au cahier des charges, le processus de production mis en œuvre modélise l'ensemble des transformations géométriques appliquées aux données DGI d'origine, et préserve l'intégralité des métadonnées décrivant ces transformations. Ceci est indispensable pour permettre une régénération automatique des dalles de la BD PARCELLAIRE® Image suite aux mises à jour périodiques des plans scannés effectués par la DGI.

Au-delà de leur rôle dans ce processus de jeu, ces métadonnées constituent globalement une base de données unique en son genre, qui comporte beaucoup d'informations sur les relations géométriques entre le plan cadastral et les référentiels IGN. Moyennant certains calculs complémentaires, on peut en tirer divers indicateurs statistiques qui caractérisent globalement les transformations effectuées ou décrivent certains aspects de la géométrie de la BD PARCELLAIRE®.

Tableau 1 : effectifs caractéristiques

département	nombre de feuilles	nombre de feuilles carroyées	nb de points d'amer	nb de points locaux	nb de points de raccord
4	2808	226	13865	173	155097
5	2645	402	9281	127	133003
7	2930	942	8393	223	163026
11	4939	1736	14334	220	224525
13	2143	1708	2071	36	60882
18	5066	2231	17654	106	169091
19	4153	1989	8521	191	242678
27	5988	2813	14382	5	232200
29	3753	1719	14677	118	174924
33	6363	2794	21170	202	244295
37	3994	2676	7196	65	143397
39	4612	2521	2877	25	268752
42	3277	1260	10866	88	157861
51	9115	6904	8254	87	291104
52	6883	3673	7926	66	346537
55	7485	4532	7254	27	303699
66	1862	540	7300	179	103226
70	6090	2669	12058	53	294838
71	6550	2592	19680	68	299819
81	3616	1551	12455	156	172959
89	8997	5066	18921	125	362940
Total	103 269	50 544	239 135	2 340	4 544 853

Sur l'année 2006, DIADEIS a traité 21 départements (voir Tableau 1), soit 103 269 feuilles de plan cadastral. Cet ensemble de données couvre une large diversité de contextes géographiques et d'occupation du sol, et constitue ainsi un échantillon raisonnablement représentatif au niveau national.

C'est sur cet échantillon que se base la présente étude.

On notera que cette étude porte exclusivement sur des données accumulées lors de la production de la BD PARCELLAIRE® Image, alors que notre objectif est de caractériser quantitativement les écarts entre la BD PARCELLAIRE® Vecteur et le PCI Vecteur. Les constats et les conclusions établis sur la base de la version Image sont, de fait, en partie transposables à la version Vecteur, car ces deux versions sont produites selon des principes similaires en ce qui concerne le traitement de la géométrie, à l'exception du traitement des raccords.

Description succincte des transformations géométriques effectuées pour la production de la BD PARCELLAIRE®

Les transformations géométriques appliquées aux plans cadastraux scannés dans le cadre de la production de la BD PARCELLAIRE® Image peuvent se décomposer en trois étapes (outre le détournement de la zone utile), résumées ci-dessous de manière très succincte et avec quelques omissions :

Géoréférencement : on applique une transformation affine à 6 paramètres issue d'une estimation par moindres carrés portant :

- sur les croisillons Lambert, s'ils sont présents et exploitables (voir plus loin). Sur chaque feuille, on exploite la totalité des croisillons lisibles ;
- sinon, sur une combinaison de repères absolus (points d'amer = points homologues identifiés entre le plan cadastral

Tableau 2 : Statistiques de déclassement des feuilles carroyées

département	nombre de feuilles	nb de feuilles carroyées	nb de feuilles déclassées	%
4	2808	249	23	9.24%
5	2645	435	33	7.59%
7	2930	948	6	0.63%
11	4939	1800	64	3.56%
13	2143	1730	22	1.27%
18	5066	2946	715	24.27%
19	4153	2318	329	14.19%
27	5988	3897	1084	27.82%
29	3753	2372	653	27.53%
33	6363	3059	265	8.66%
37	3994	2862	186	6.50%
39	4612	2571	50	1.94%
42	3277	1348	88	6.53%
51	9115	7032	128	1.82%
52	6883	4343	670	15.43%
55	7485	4583	51	1.11%
66	1862	545	5	0.92%
70	6090	2866	197	6.87%
71	6550	2617	25	0.96%
81	3616	1616	65	4.02%
89	8997	5441	375	6.89%
61	5438	3191	1216	38.11%

et les référentiels IGN, BD TOPO® / BD ORTHO®) et de repères relatifs (points de liaison = points homologues entre feuilles cadastrales voisines).

La répartition homogène de l'erreur de calage est assurée par un calcul de compensation portant sur des blocs de feuilles contiguës. On utilise des facteurs de pondération tels que le géoréférencement des feuilles carroyées n'est pas affecté par ce calcul en bloc.

Remise en géométrie locale : on applique des déformations à l'intérieur de la zone utile pour améliorer la cohérence entre le plan cadastral et la BD TOPO® au niveau des axes de voies de communication. On utilise une transformation affine segmentée sur une triangulation de Delaunay, dont les sommets sont des points d'appui dits "locaux", définissant le déplacement local, entourés de points "fixes" qui permettent de circonscrire la zone de déformation. En pratique, cette remise en géométrie locale n'intervient que rarement (voir tableau 1).

Traitement des raccords : on assure conditionnellement la fermeture des discordances entre feuilles voisines, par rapprochement de points homologues en bordure dits "points de raccord". Ces rapprochements ne sont effectués que s'ils respectent les tolérances de déplacement définies par la DGI dans le cadre des critères de labellisation. Dans le cas où le déplacement est validé, chaque point de raccord "actif" devient un sommet dans la triangulation de Delaunay.

Les coordonnées image et terrain des points d'appui des différents types sont toutes préservées dans les métadonnées.

Les programmes de calcul utilisés pour cette étude permettent d'appliquer des transformations géométriques partielles aux données brutes. Ainsi, on peut simuler l'application de la seule transformation affine (à l'exclusion des déformations locales), et comparer les résultats à ceux issus de la transformation complète (intégrant les déformations locales).

Méthodologie générale de l'étude statistique

Le tableau 1 donne, pour chaque département, le nombre de feuilles total, le nombre de feuilles carroyées, et le nombre total de points d'appui posés ventilés par catégorie : points d'amer, points locaux et points de raccord.

Les calculs statistiques exploitent globalement l'échantillon des 103 269 feuilles.

Les paramètres étudiés sont pour la plupart homogènes à des distances, et sont des moyennes arithmétiques ou quadratiques calculées au niveau de l'ensemble des points d'une feuille. Ils sont toujours normalisés par rapport à l'échelle, c'est-à-dire que si E désigne le facteur d'échelle (1000, 2000...), la valeur est multipliée par 1000/E. Ceci facilite la comparaison avec les tolérances DGI qui sont exprimées au 1/1000^e.

Les distributions statistiques, simples ou cumulées, sont calculées sur la base de 100 classes de largeur égale par division de l'intervalle [min-max].

ANALYSE DE CINQ ASPECTS CARACTÉRISTIQUES

Impact de l'usage conditionnel du carroyage Lambert

■ Contexte

Le cahier des charges de la BD PARCELLAIRE® stipule l'utilisation des croisillons ("croisées de carroyage") pour le géoréférencement des feuilles carroyées si ces croisillons sont exploitables. Dans le cas contraire, les feuilles sont "déclassées" et on revient à l'utilisation de points de calage basés sur les référentiels IGN.

Le Tableau 2 donne, pour chaque département de l'échantillon, le nombre de feuilles total, de feuilles carroyées, et de feuilles carroyées déclassées. On y a rajouté le département 61 (Orne) traité en 2005, du fait de ses caractéristiques particulières vis-à-vis du problème étudié.

■ ■ ■

■ Méthodologie

Les causes pouvant conduire à déclarer un carroyage inexploitable sont au nombre de trois :

- carroyage illisible ou insuffisamment lisible (problème de scannage)
- utilisation d'un système de référence local (non-Lambert)
- erreur de lambertisation

Dans tous les cas (sauf le cas 1), on conserve dans les métadonnées l'intégralité des croisillons reconnus avant d'avoir été déclarés inexploitable, sous forme de points de calage inactifs. Ceci permet de calculer a posteriori le "décalage Lambert", c'est-à-dire l'amplitude de déplacement modulo l'intervalle entre deux croisillons. Ce calcul n'a en fait d'intérêt que dans le cas d'erreurs de lambertisation (cas 3), pour caractériser l'amplitude du décalage. Dans les cartes qui suivent, ce décalage Lambert est normalisé par rapport à l'échelle.

■ Résultats

Causes de déclassement

- La lisibilité insuffisante n'a été observée que dans de très rares cas.
- L'usage d'un système de référence local est fréquent dans certains départements. Elle explique la quasi-totalité des 28% de feuilles déclassées du dépt. 27, et une partie des 27% du dépt. 29.
- Enfin des erreurs de lambertisation caractérisées ont été relevées dans les départements 29 et 18. Dans cette catégorie, il faut également citer le cas particulier du département 61 (Orne), traité en 2005, pour lequel la quasi-totalité des 38% de feuilles déclassées était liée à des erreurs de lambertisation.

Amplitude des erreurs de lambertisation

Les cartes 1, 2, 3 illustrent l'amplitude et la répartition des erreurs de lambertisation dans trois zones où ces erreurs ont été clairement identifiées, par la mise en évidence d'un décalage portant sur un bloc de plusieurs feuilles, en contradiction avec les blocs contigus.

Les couleurs codent l'amplitude du décalage. Les décalages inférieurs à 2 m (jugés non significatifs) ou supérieurs à 50 m (traduisant généralement des erreurs grossières de chiffraison) ne sont

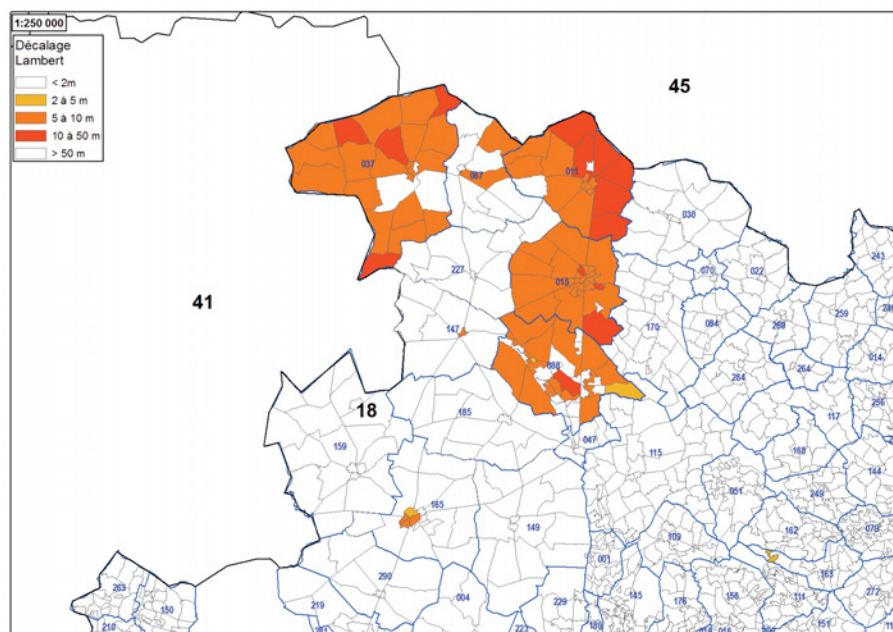


Figure 1 : Feuilles à carroyage Lambert décalé au nord-est du département du Cher (18).

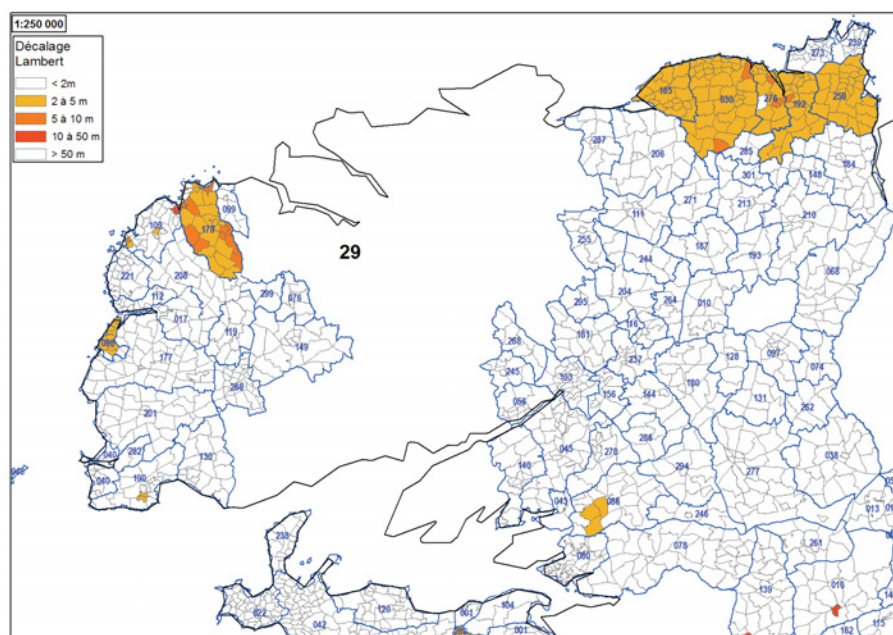


Figure 2 : Feuilles à carroyage Lambert décalé au nord du département du Finistère (29).

pas pris en compte dans cette étude. Les limites des communes et leur code INSEE sur 3 chiffres sont affichés en bleu, les limites de feuille en gris.

La carte du département de l'Orne (61), cas unique sur l'ensemble des départements traités à ce jour par DIADEIS, illustre l'étendue et l'intensité du problème, avec de fréquents décalages de 10 à 50 m.

Incidence des erreurs de lambertisation sur la compatibilité PCI Vecteur

Comme on peut l'observer sur les cartes, les erreurs de lambertisation concernent rarement une feuille isolée (auquel cas elles seraient aisément repérables), mais généralement des agrégats d'une ou plusieurs communes.

Dans ce cas, il faut s'attendre à ce que certains PCI Vecteur réalisés à l'échelle

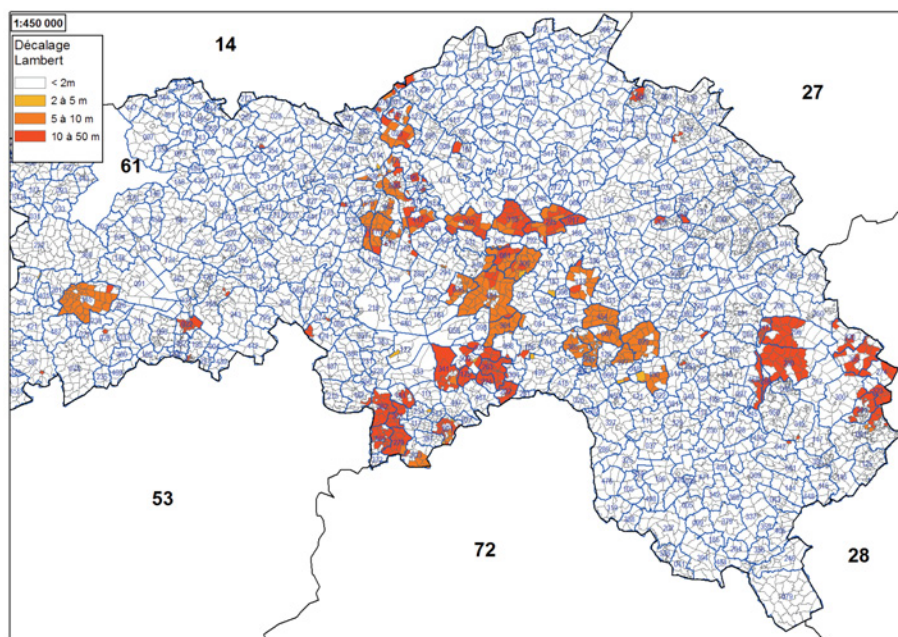


Figure 3 : Feuilles à carroyage Lambert décalé dans diverses zones du département de l'Orne (61).

d'une commune composée entièrement de feuilles carroyées (ou d'un groupe de communes incluses dans le bloc décalé) intègrent cette erreur, en l'absence de confrontation à une référence externe type BD **ORTHO**® ou BD **TOPO**® et hormis travaux de réfection. Ceci est d'autant plus vraisemblable que l'erreur est faible (< 5 m).

Notons que, bien que le processus de production BD **PARCELLAIRE**® implique un calcul de compensation par blocs, celui-ci utilise des facteurs de pondération tels que le géoréférencement des feuilles carroyées (qui sont celles auxquelles on s'intéresse ici) n'est pas affecté par ce calcul.

Impact de l'usage d'une transformation affine en calage

■ Contexte

Les critères de labellisation DGI imposent l'usage d'une transformation conforme de Helmert⁽¹⁾ pour le calage des plans cadastraux, alors que les spécifications de production de la BD parcellaire imposent l'usage d'une transformation affine à 6 paramètres. Par rapport à une transformation Helmert,

une transformation affine introduit deux degrés de liberté supplémentaires :

- une transformation de cisaillement
- une transformation de type homothétie différentielle, utilisant des facteurs d'échelle différents en X et en Y.

De manière générale, les valeurs d'écart moyen quadratique (EMQ) des résidus que l'on obtient en utilisant une transformation affine à 6 paramètres sont toujours inférieures à celles que l'on obtient en utilisant une transformation Helmert.

Pour l'étude de cet aspect, on s'intéresse uniquement au cas des feuilles carroyées correctement équipées. En négligeant le cisaillement, on obtient une estimation du rapport des facteurs d'homothétie en X et en Y d'après les coefficients matriciels estimés par moindres carrés.

S'agissant de feuilles carroyées, la mise en évidence d'un rapport différent de l'unité traduit une déformation de la grille de carroyage, qui est par définition isotrope en X et en Y.

Compte tenu de la technologie utilisée par la DGI pour la dématérialisation des plans cadastraux (caméra numérique type Jumboscan), le procédé de scan-

nage n'est pas le principal suspect pour expliquer cette déformation. Pour les plans anciens, l'origine du problème tient probablement à la déformation dans le temps du support papier qui était utilisé jusqu'au transfert des plans sur support indéformable, ou à des imperfections de la méthode de transfert utilisée.

Quoi qu'il en soit, il est intéressant d'estimer cette déformation et d'en établir la distribution statistique.

■ Méthodologie

L'équation d'une transformation affine dénuée de cisaillement s'écrit sous la forme suivante :

$$X_T = ax + by + t_x = S_x \cos \theta x - S_x \sin \theta y + t_x$$

$$Y_T = cx + dy + t_y = -S_y \sin \theta x - S_y \cos \theta y + t_y$$

Où X_T , Y_T désignent les coordonnées terrain, x , y les coordonnées image (y positif vers le bas), t_x , t_y les termes de translation en X et en Y, θ l'angle de rotation et S_x , S_y les facteurs d'échelle en X et en Y.

Le rapport des facteurs d'échelle s'obtient par $S_x/S_y = ((c^2 + d^2)/(a^2 + b^2))^{1/2}$.

En pratique, on définit le coefficient d'élongation X/Y (normalisé par rapport à l'échelle) comme suit :

$$C = (S_x/S_y - 1) \times 1000$$

Ce coefficient peut être positif ou négatif, et s'exprime en mm/m papier (ou m/km au 1/1000^e). Une valeur positive indique que $S_x > S_y$, ce qui traduit un étirement en longueur du plan cadastral d'origine (le coefficient d'échelle S_y calculé rattrape alors le déficit dans le sens de la hauteur du plan) ; à l'inverse, une valeur négative traduit un étirement dans le sens vertical.

■ Résultats

Les figures 4a et 4b donnent la distribution et la distribution cumulée du coefficient d'élongation Y/X.

De l'analyse de cette distribution, il ressort que :

- la distribution est symétrique autour de 0
- 95% des feuilles carroyées ont un coefficient d'élongation Y/X inférieur (en valeur absolue) à 1 mm/m

(1) Composition d'une homothétie, d'une translation et d'une rotation.

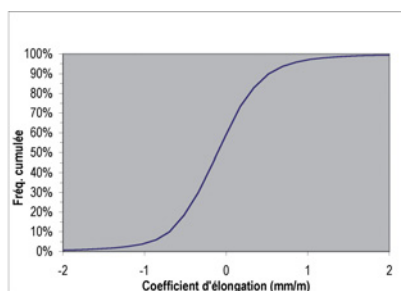
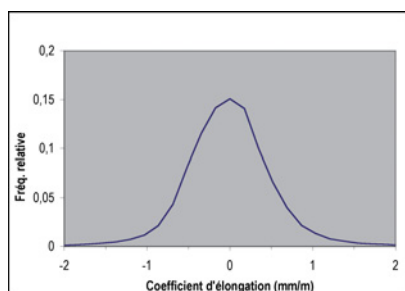


Figure 4a/4b : Distribution du coefficient d'élongation Y/X.

- 50% ont un coefficient d'élongation Y/X d'au moins 0.34 mm/m
- 20 % ont un coefficient d'élongation Y/X d'au moins 0.5 mm/m.

Signalons que les valeurs extrêmes calculées sont de l'ordre de 7 mm/m en valeur absolue au 1/000^e. De tels cas extrêmes nécessiteraient d'être étudiés de plus près pour savoir si la déformation du support est seule en cause, ou bien s'il faut invoquer une erreur de dessin ou de levé.

Il n'est pas possible d'effectuer des calculs analogues pour les feuilles non carroyées. Cependant, ces feuilles correspondant généralement aux plans les plus anciens, on peut supposer que les taux de déformation sont au moins égaux à ceux mesurés sur les feuilles carroyées.

mément les erreurs résiduelles de calage par un calcul de compensation par bloc, et d'améliorer ainsi le degré moyen d'ajustement des pièces du puzzle cadastral. En l'absence d'erreur sur l'identification des points homologues et sur le positionnement de ces points, l'erreur résiduelle de calage traduit la combinaison de deux effets :

- l'imprécision intrinsèque du plan cadastral

- l'imprécision des référentiels IGN, notamment la BD ORTHO[®] dont la précision est liée à celle du MNT utilisé pour sa rectification.

■ Méthodologie

A la différence du géoréférencement sur croisillons pour lesquels l'écart moyen quadratique est classiquement utilisé comme mesure d'ajustement, on utilise ici la moyenne arithmétique des résidus de calage (écarts en position), que l'on appelle "résidu total moyen".

■ Résultats

Les figures 5a et 5b donnent la distribution et la distribution cumulée du résidu total moyen (normalisé par rapport à l'échelle).

De l'analyse de cette distribution, il ressort que :

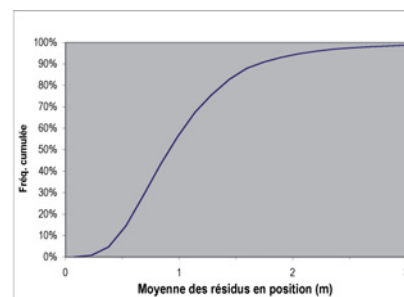
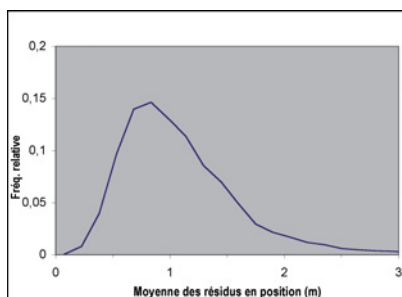


Figure 5a/5b : Distribution du résidu total moyen.

Qualité moyenne du géoréférencement des feuilles non carroyées

■ Contexte

Le géoréférencement des feuilles non carroyées est basé sur l'identification de repères homologues (points "d'amer") entre le plan cadastral et les référentiels IGN (BD TOPO[®] en priorité⁽²⁾ et BD ORTHO[®] ensuite). Il s'agit préférentiellement des intersections des réseaux routier et ferré, identifiables à la fois sur le plan cadastral, la BD TOPO[®] ou la BD ORTHO[®].

Ce dispositif est complété par l'identification de repères homologues entre planches voisines (points "de liaison") ; ceci permet de répartir unifor-

(2) seule la partie du réseau BD TOPO[®] issu de la photogrammétrie est utilisé comme référence.

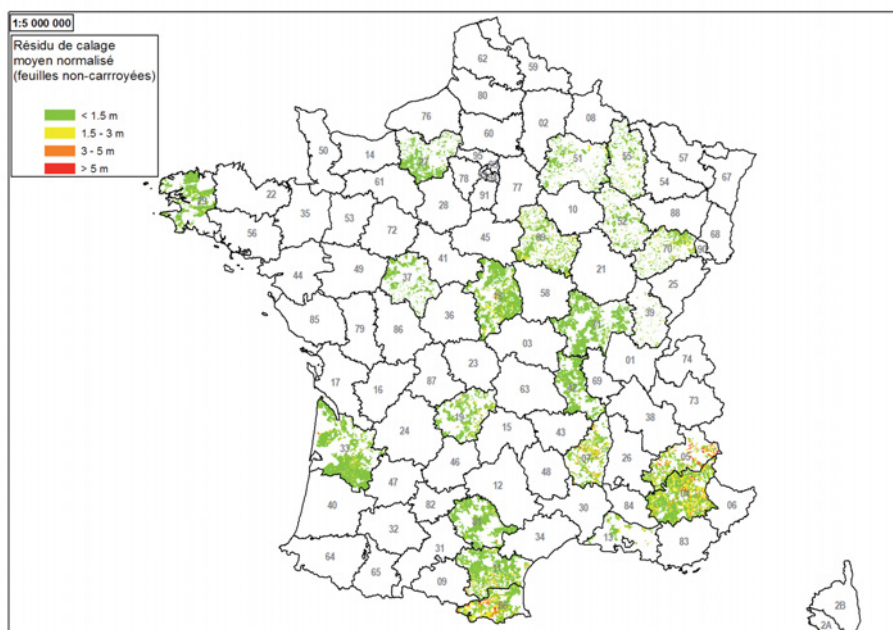


Figure 6 : Distribution spatiale du résidu total moyen.

- 85% des feuilles ont un résidu total moyen inférieur à 1.5 m
- 98% des feuilles ont un résidu total moyen inférieur à 3 m.

Ces deux seuils correspondent au niveau de "bonne qualité" et de "qualité médiocre" établis empiriquement par IGN.

La figure 6 montre la carte de répartition spatiale du résidu total moyen, selon une codification couleur. Il est immédiatement évident que :

- le "vert" est largement dominant (résidu moyen < 1.5 m)
- les zones où apparaissent les couleurs orange et rouge correspondent logiquement aux zones montagneuses, qui sont à la fois des zones où les plans cadastraux sont statistiquement les plus anciens et les moins précis (faible enjeu économique) et des zones où la BD ORTHO® est la moins précise.



Image sur la commune de Dun-sur-Auron (Cher), illustrant le continuum obtenu par assemblage de plans cadastraux à plusieurs échelles, et faisant apparaître les localisants parcellaires (objets ponctuels porteurs des données attributaires).

Impact des déformations locales directes et indirectes

■ Contexte

Dans le tableau 1, on constate le faible nombre de points d'appui locaux visant explicitement à introduire des déformations à l'intérieur de la zone utile des feuilles : leur fréquence est au maximum de 10 points pour 100 feuilles. L'impact statistique de la remise en géométrie locale sur les déformations moyennes du plan est donc très faible.

En revanche la pose de points de raccords actifs, destinés à appliquer une déformation élastique en bordure, provoque indirectement une déformation qui se propage à l'intérieur des feuilles compte tenu de la méthode utilisée (triangulation de Delaunay). Il est intéressant d'estimer l'importance moyenne de ces déformations combinées.

■ Méthodologie

On considère une grille de points uniformément répartis sur la surface de la feuille, d'un pas équivalent à 50 m terrain au 1/1000^e. Selon les cas, 100 à 200 points se trouvent englobés dans

les parties utiles de la feuille (partie principale, parties détachées ou développements en marge éventuellement présents).

Pour chaque point de cette grille, on applique successivement :

- La transformation affine seule
- La transformation complète incluant les déformations locales, sous l'effet des points locaux et des points de raccord.

On compare pour chaque point les deux positions obtenues, et on calcule l'écart en position.

La moyenne quadratique de ces écarts constitue un indice de déformation (normalisé par rapport à l'échelle).

■ Résultats

Les figures 7a et 7b donnent la distribution et la distribution cumulée de l'indice de déformation.

De l'analyse de cette distribution, il ressort que :

- 70% des feuilles ont un indice de déformation inférieur à 30 cm
- 99% des feuilles ont un indice de déformation inférieur à 54 cm.

Ces ordres de grandeur sont comparables :

- à la tolérance d'erreur de digitalisation fixée par la DGI dans le cadre des labellisations : 30 cm au 1/1000^e

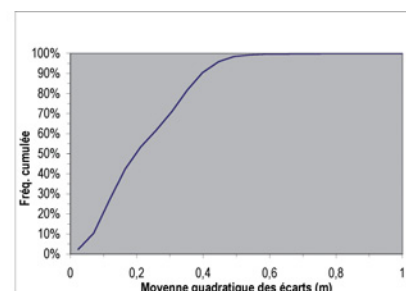
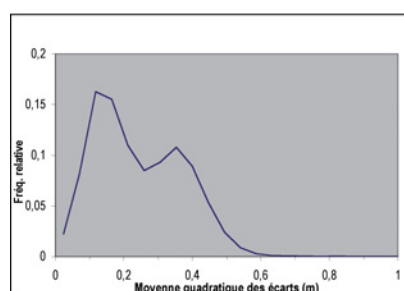


Figure 7a/7b : Distribution de l'indice de déformation.

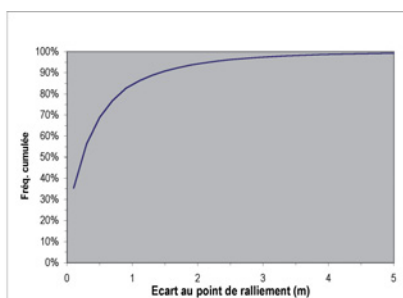
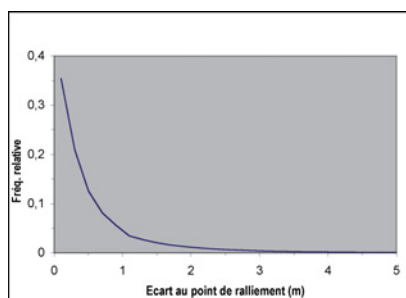


Figure 8a/8b : Distribution de l'écart au point de raliement.

■ ■ ■ • aux erreurs liées à la déformation du support papier, dont une estimation a été donnée précédemment pour les planches carroyées (≥ 34 mm/m soit 34 m/km au 1/1000^e pour 50 % des feuilles), et qui ne sont pas compensées dans le cas de l'utilisation d'une transformation d'Helmert (PCI Vecteur).

Mesure des discordances en bordure de feuille

■ Contexte

Dans le processus de production de la BD PARCELLAIRE® Image, la pose de points de raccord en bordure de feuille sert à deux choses :

- fermer localement la discordance par déformation élastique locale, si la distance de déplacement est inférieure aux tolérances fixées par la DGI. Le point de raccord est alors dit "actif" ;
- caractériser l'amplitude de la discordance non résolue dans le cas contraire. Le point de raccord est alors dit "inactif".

Dans les deux cas, un "point de raliement" théorique peut être défini en suivant les règles de pondération par l'échelle énoncées par la DGI. Dans le cas des points de raccord inactifs, le déplacement est virtuel.

■ Méthodologie

Pour chaque point de raccord, on calcule la distance à parcourir entre la position initiale du point et le point de raliement⁽³⁾, que l'on normalise par rapport à l'échelle.

(3) La largeur totale de la discordance est (en fonction de l'axe du déplacement) inférieure ou égale à la somme des déplacements (réels ou virtuels) des deux points de raccord homologues

■ Résultats

Les figures 8a et 8b donnent la distribution et la distribution cumulée de l'écart au point de raliement. Cette distribution est établie sur la base des 4 544 853 points de raccords intra et inter-communaux disponibles (actifs ou inactifs). De l'analyse de cette distribution, il ressort que :

- 77 % des points de raccord ont un écart au point de raliement inférieur à 0,7 m au 1/1000^e (tolérance de déplacement DGI pour les feuilles carroyées).
- 85 % des points de raccord ont un écart au point de raliement inférieur à 1 m au 1/1000^e (tolérance de déplacement DGI pour les feuilles non carroyées). Ceci signifie également qu'il existe au minimum 15 % de raccords inactifs.
- 2 % des points de raccord (inactifs) ont un écart au point de raliement supérieur à 3,5 m au 1/1000^e.

Conclusion

Les principales conclusions de cette étude sont les suivantes :

- Les écarts entre la géométrie de la BD PARCELLAIRE® et du PCI-Vecteur, s'ils peuvent être ponctuellement importants, restent globalement modérés comme le montrent les distributions statistiques présentées.
- Les déformations locales introduites par le processus de production IGN restent statistiquement du même ordre de grandeur que les erreurs intrinsèques au PCI Vecteur (tolérance de digitalisation, non-compensation des déformations des plans papier).
- Des écarts de grande amplitude (décalages de plusieurs mètres) sont à attendre dans les zones affectées par des erreurs de lambertisation des feuilles carroyées. ●

Remerciements

Nous adressons nos remerciements à l'équipe BD PARCELLAIRE® IGN qui nous a autorisés à utiliser les données mentionnées dans le cadre de cette étude, et a accepté de relire le contenu de cette communication.

Contacts

François CHAHUNEAU

Directeur des Technologies

Hélène CLODOT

Chef de Projet BD PARCELLAIRE®

DIADEIS

24, rue Marc Seguin 75018 Paris

francois.chahuneau@diadeis.com

helene.clodot@diadeis.com

ABSTRACT

Keywords: Cadastre - Georeferencing - BD PARCELLAIRE®

The production of the raster version of the BD PARCELLAIRE®, a three-year project spanning 65 French departments, historically constitutes the first country-scale confrontation – using homogeneous specifications – between cadastral maps issued by the French DGI⁽¹⁾ and geographic reference data produced by IGN. Systematic analysis of meta-data gathered through the production process (using a sample of 21 departments) provides the basis for computing statistical distributions of various parameters, which characterize geometric discrepancies between the BD PARCELLAIRE® (a raster continuum) and individual cadastral maps as handled through the usual, DGI-certified process. We also examine certain types of intrinsic errors associated with cadastral maps, from a quantitative point of view. This study casts some light on the ongoing debate about compatibility between IGN's BD PARCELLAIRE® and existing DGI-certified digital cadastral maps known as "PCI Vecteur".

(1) Direction Générale des Impôts.