



GéoPeuple

Rapport numéro	L2.0-2
Titre	Les données (zones, temporalités)
Rédigé par	Christine Plumejeaud (COGIT/IGN)
Etat (en cours / final)	Finale
Relu par	Marie-Christine Vouloir, Bernard Bèze, Sébastien Mustière
Date	04 Janvier 2012

Nous décrivons les sources topographiques qui sont utilisées en détail dans le projet : cartes, zones et temporalité. Le document précise les références exactes des cartes utilisées pour la numérisation de Cassini et de l'Etat-Major.

Sommaire

1. La carte de Cassini	3
1.1. Présentation	3
1.2. Sélection des feuilles	3
2. La carte d'Etat-Major	8
2.1. Les différentes versions	8
2.1.1. Les dessins-minutes au 40 000, couleur.....	8
2.1.2. La carte au 80 000, noir et blanc.....	10
2.1.3. La carte au 80 000, quart de feuille, type 1889, noir et blanc.....	10
2.1.4. La carte au 50 000, noir et blanc.....	12
2.2. Sélection des planches	12
2.2.1. Correspondance avec St Malo (1789)	16
2.2.2. Correspondance avec Reims (1759).....	17
2.2.3. Correspondance avec Grenoble (1777).....	18
3. Synthèse	19
4. Bibliographie	20

1. La carte de Cassini

1.1. Présentation

Unique parenthèse civile jusqu'à la « Carte de France » actuelle, **la carte de l'académie dite de Cassini est la première carte de base de la France**, source et fondement de toute opération ultérieure. Voulue par le roi Louis XV, elle est issue de la coordination, par le maître d'œuvre César-François Cassini de Thury (Cassini III), d'un ensemble d'équipes d'ingénieurs et de graveurs formés spécialement. C'est aussi la première grande enquête toponymique nationale. Enfin, malgré ses imperfections, notamment dans l'expression du relief, elle restitue, avec finesse et élégance, le paysage naturel et construit de la France de la seconde moitié du XVIII^e siècle.

La Carte est constituée d'un ensemble de **181 feuilles** dont 154 au format papier de 95 cm sur 60 cm et 27 (celles du pourtour) de format variable et plus réduit. Chaque feuille rectangulaire (comme celle de la Figure 1) couvre 40 000 toises sur 25 000 (une toise pour 1,94 904 mètres et une ligne pour 100 toises soit 80 kilomètres sur 50 environ) à **l'échelle du 1/86 400 e.**

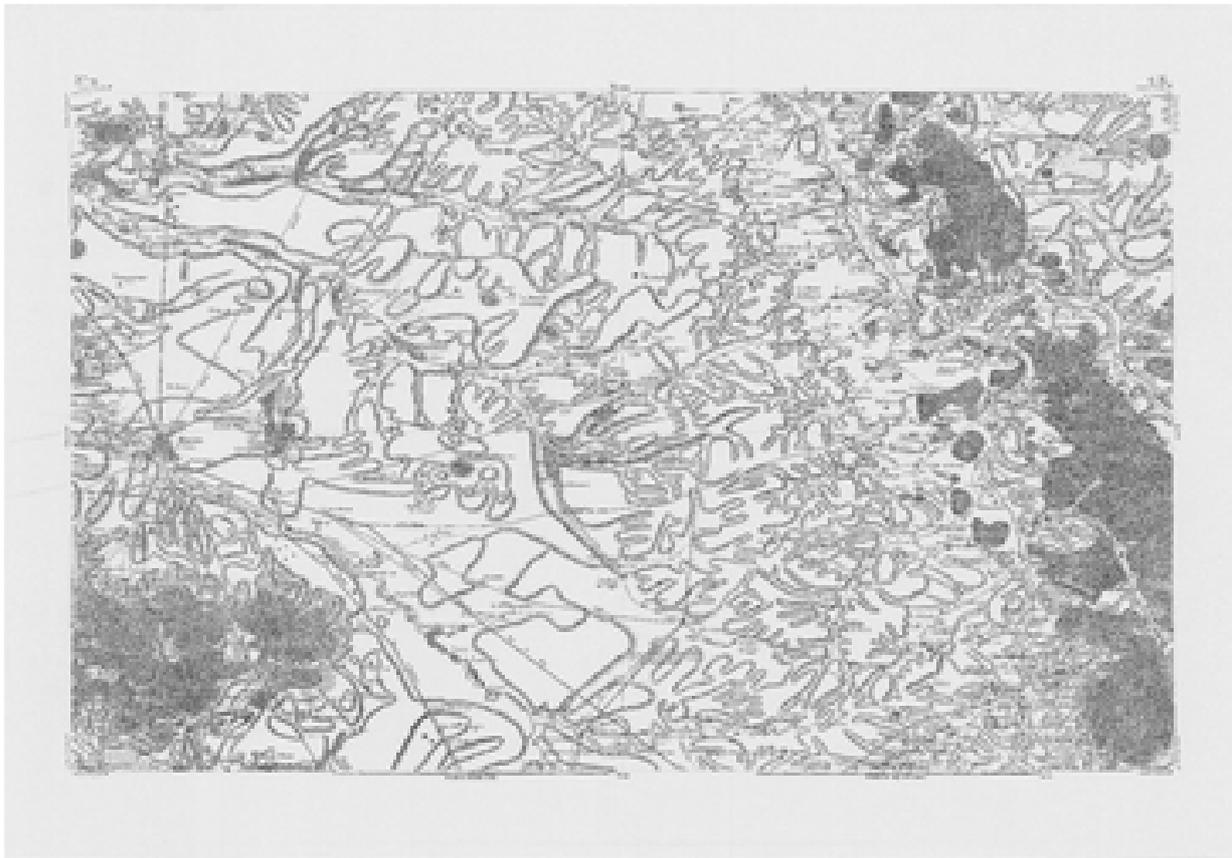


Figure 1. Exemple de feuille – Reims en 1760.

1.2. Sélection des feuilles

Pour la sélection des feuilles, nous nous référons à la date de levé ou de dernière correction, et non pas à celle de publication. En effet, la publication effective des cartes intervenait souvent bien après le levé (observations faites sur le terrain) des cartes du fait du temps que pouvait prendre la gravure (de une à trois années). La publication des dernières cartes de Cassini s'est effectuée en 1815 alors que le levé a débuté en 1749, et s'est achevé en 1789. Si en réalité Louis XV a ordonné l'exécution de

la carte dès 1747, le temps de réunir tous les crédits et de former le personnel, Cassini n'a pu débiter le levé de la première feuille (Paris) qu'en 1749. Les feuilles n'ont pas pu être levées toutes simultanément, et par ailleurs les levés pouvaient ne pas s'effectuer d'une traite, et s'interrompre plusieurs années. Le tableau d'assemblage de la Figure 2 qui présente les dates de publication des feuilles donne une idée des temporalités de saisie de chaque feuille (il fallait compter une à deux années entre le levé et la publication, le temps de réaliser la gravure des feuilles).

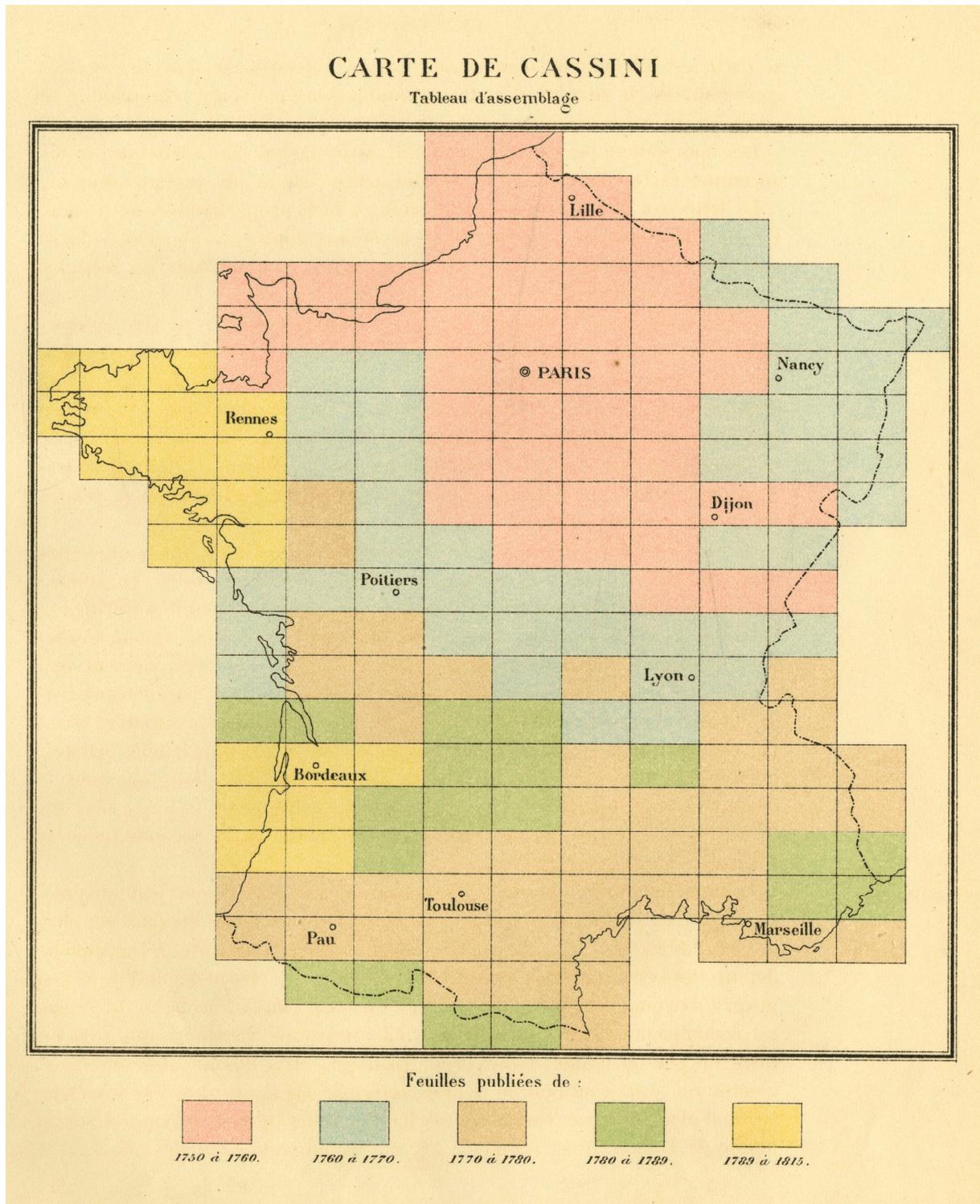


Figure 2. Tableau d'assemblage de la carte de Cassini [Source : La carte de France – Tome I, Colonel Berthaut, p.56]

Nous avons choisi d'étudier trois zones pour leur topographie différente : **Saint-Malo** pour sa côte maritime, **Reims** pour le paysage de plaine, et **Grenoble** pour la haute montagne.

Ces zones correspondent aux feuilles suivantes, et les dates que nous fournissons sont celles produites par Monique Pelletier dans son ouvrage de référence « Les cartes des Cassini », peut-être les plus fiables.

- **Reims** : feuille 79, libellée « Rheims », levés 1757-1759, publication 1759-1760
- **St Malo** : feuille 127, libellée « Saint-Malo - Granville », levés 1755-1759, corrections 1788-1789, publication 1758-1759
- **Grenoble** : feuille 119, libellée « Grenoble », levés 1765-1777, date de publication ou de gravure inconnue.

Il faut noter que, concernant la temporalité des feuilles, toutes les sources ne concordent pas. Ainsi, des tableaux d'assemblage conservés à la cartothèque de l'IGN, œuvre d'artiste cartographe en chef de l'IGN, Robert Mirguet dans les années 50, au moment où l'IGN a récupéré le corpus des manuscrits de Cassini au fond des cartons du Ministère de la Guerre, donnent des dates ou des périodes de levés et de publication légèrement différentes de celles de Monique Pelletier. Cependant, sur les minutes originales, on peut relever un écart d'une année entre la date de levé indiquée, et celle de remise pour contrôle.

On lit ainsi (Figure 4 et Figure 5) pour nos zones les informations suivantes :

Zone	Levés	Publication
Rheims	1757 / 1758	1759
Saint-Malo Granville	1758	1759
Grenoble	1768 / 1769 / 1776	1779

Tableau 1. Dates des levés et publication des feuilles de Cassini, source : Cartothèque de l'IGN.

Globalement, pour l'objectif de l'ANR GeoPeople, le fait qu'il existe une imprécision de l'ordre de l'année concernant les dates de levés des cartes nous importe peu. En effet, l'objectif final est de **comparer des données qui ont approximativement un siècle d'écart** : la topographie de Cassini, celle des cartes d'Etat-Major et celle de la France actuelle, telle qu'en rendent compte les cartes de l'IGN en 1960 et le RGE en 2011.

Concernant la précision de Cassini, et pour l'étude ultérieure qui sera menée à partir de ces données, on estime que l'imprécision sur la localisation des objets est de l'ordre d'une lieue (soit 4 km), d'après les observations des officiers du Dépôt des Armées, rapportées par Berthaut, tome I, p. 173.

« L'administration du Dépôt de la Guerre, possesseur des cuivres de la carte de Cassini, a eu tous les moyens de vérification pour s'assurer de sa précision. Elle y a malheureusement reconnu de grandes erreurs ; des localités placées à une lieue de leur véritable position ; l'impossibilité de fixer des longitudes exactes d'après les données et les calculs de Cassini, etc... D'autre part, elle voyait les planches de Cassini, mal gravées dans l'origine, presque usées ; un grand nombre déjà retouchées, plusieurs qu'il fallait regraver à neuf, opération à laquelle on ne pouvait raisonnablement se livrer sans faire supporter au dessin un grand nombre de corrections, ou, tranchons le mot, *sans un levé nouveau.* »

Figure 3. Extrait de la "Carte de France", par Berthaut, tome I, p173.

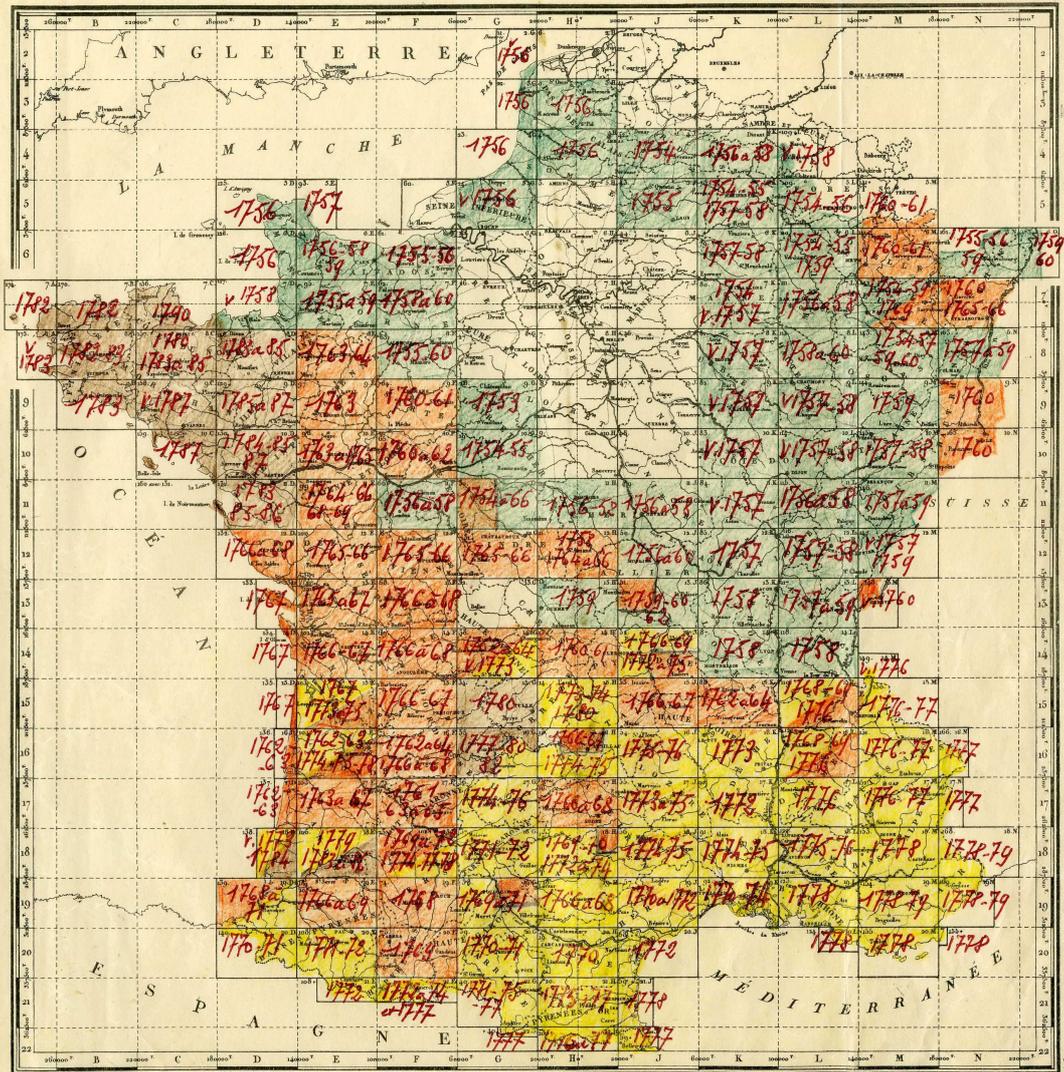


Figure 4. Dates de levés des feuilles de Cassini, source : Cartothèque de l'IGN.

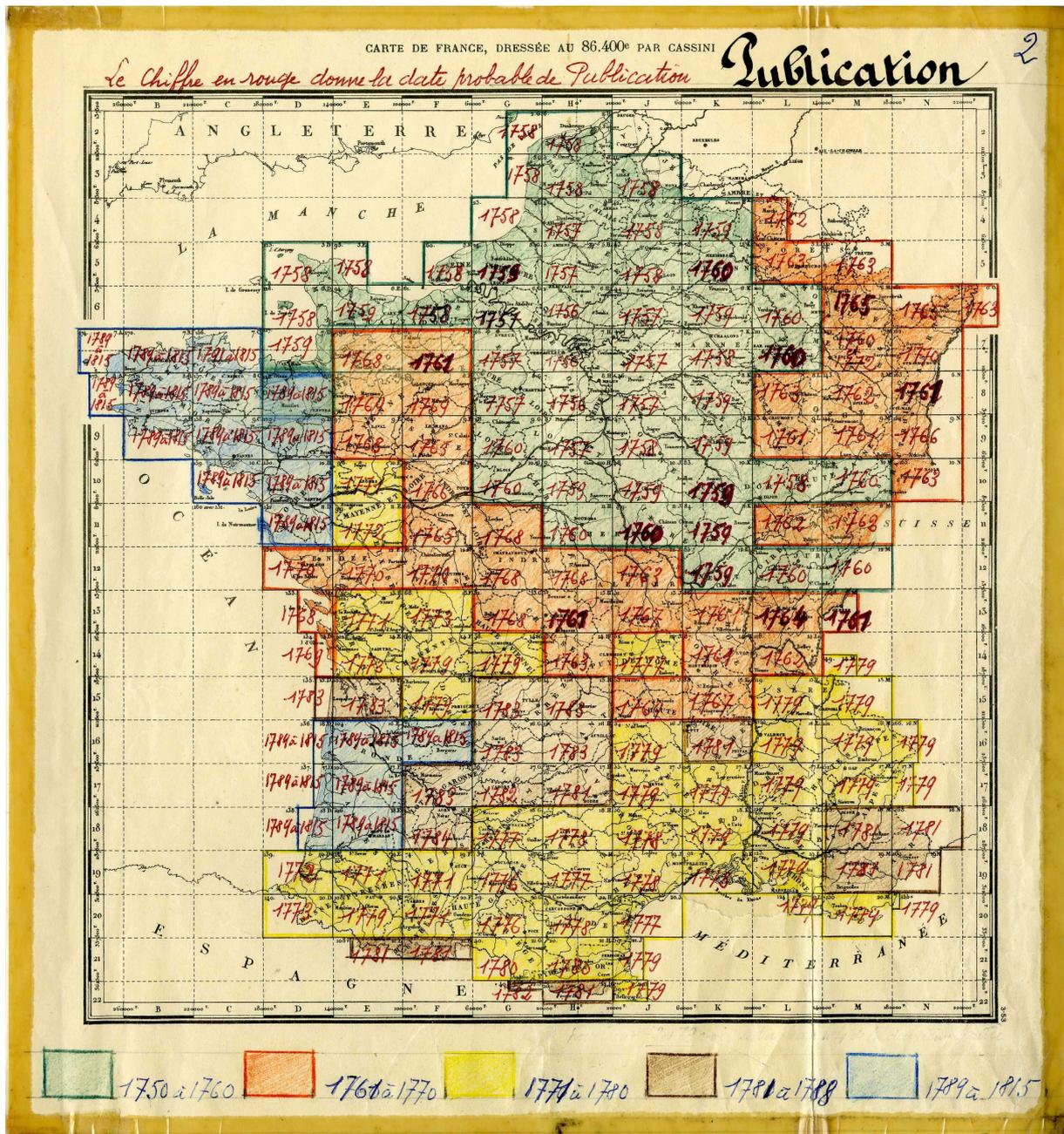


Figure 5. Dates de publication des feuilles de Cassini, source : Cartothèque de l'IGN.

2. La carte d'Etat-Major

2.1. Les différentes versions

Il existe plusieurs éditions de la carte d'état-major (le "Guide de lecture des cartes anciennes" de Laurent Costa et Sandrine Robert fournit une description complète des conditions de sa réalisation), dont nous synthétisons ici les principaux éléments. Certaines informations présentes dans le livre du Colonel Berthaut (Tome II de « la carte de France ») sont intégrées.

2.1.1. Les dessins-minutes au 40 000, couleur

La plus ancienne, au 40 000, est en couleur, est en fait les dessins-minutes saisies par les agents sur le terrain, entre 1818 et 1866. Une feuille possède un libellé correspondant à la ville la plus importante qu'elle contient.

L'échelle 1/40 000 facilite la lecture des toponymes. La **couleur** rend les cartes très lisibles : par exemple, les limites communales apparaissent en train fin rouge (voir la Figure 7 sur Reims). En fait, d'après l'ordonnance de 1823, les couleurs pour les limites administratives devaient être les suivantes : minium pour les communes, vert pour les cantons, rouge pour les arrondissements, bleu pour les départements [Berthaut, tome I, p.329]. Ainsi, déjà pour les couleurs, on observe des manquements à la règle sur la feuille de Reims.

En effet, comme l'indique déjà le colonel Berthaut («*Ainsi, par suite de raisons multiples, la collection des minutes des premières campagnes est loin d'offrir l'homogénéité de la carte gravée, entreprise dix ans après les premiers levés, et dont la publication n'a commencé qu'en 1832*»), et comme nous l'avons observé, elles **manquent d'homogénéité** dans leur réalisation. La version couleur au 40 000 présente donc l'inconvénient de ne pas être très homogène ni systématique (en matière de pictogramme notamment), et d'être **abîmée** par endroits, notamment sur Grenoble (voir Figure 8).

Elles sont géo-référencées par un service interne de l'IGN (polynômes P3 sauf sur Grenoble, où les coins de feuille ne concordent pas). Ces planches sont disponibles à la cartothèque de l'IGN. Visualisables également sur le portail de l'IGN, sur <http://www.geoportail.fr/>, dans un continuum France entière, et recalées avec les limites administratives, ainsi que la carte de Cassini. Elles peuvent aussi être téléchargées gratuitement au format JPEG2000, sur :

- www.ign.fr, boutique IGN, bouton recherche « carte de randonnées »,
- www.geoportail.fr, via le bouton « données gratuites à télécharger » accessible dans la rubrique « Services » du menu du haut qui renvoie sur <http://loisirs.ign.fr/visuRechCarto.do>. Dans le menu à gauche, descendre l'ascenseur en bas pour accéder à carte d'État-major ou de Cassini, Figure 6.

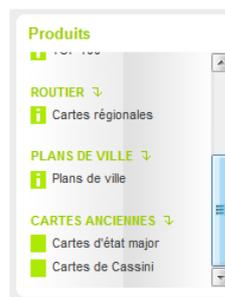


Figure 6. Menu déroulant de la page <http://loisirs.ign.fr/visuRechCarto.do>.

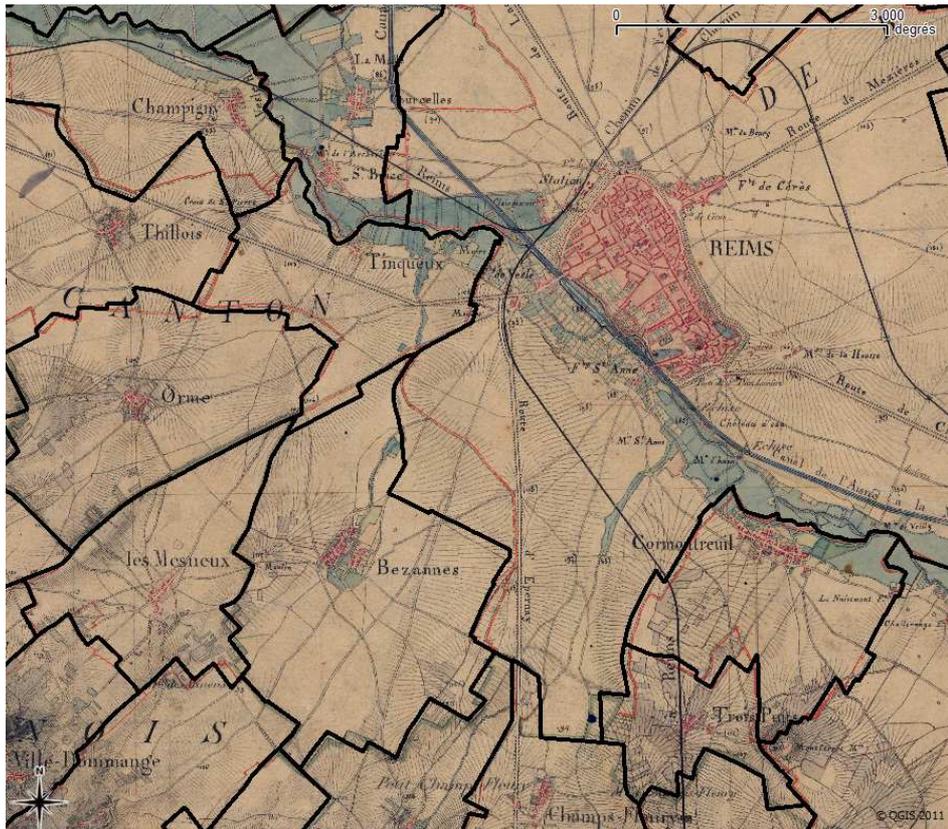


Figure 7. Extrait des minutes au 40000 sur Reims, superposée avec les limites communales actuelles extraites de la BDTopo (noir).



Figure 8. Extrait des minutes au 40 000 sur Grenoble, superposée avec les limites communales actuelles extraites de la BDTopo (noir).

2.1.2. La carte au 80 000, noir et blanc

La **carte au 80 000** est issue des minutes au 40 000, d'abord réduites sur papier huilé puis gravées sur cuivre. Couvrant la France métropolitaine, elles sont au nombre de 273¹ feuilles de 80 x 50 cm, représentant 64 km x 40 km.

La carte a été peu généralisée par rapport aux dessins-minutes au 40 000 ce qui la rend extrêmement dense, surtout dans les secteurs où le relief est marqué. Le fait que le relief soit rendu par les lignes de plus grandes pentes, et des hachures parallèles à ces lignes (mais orthogonales aux courbes de niveau), hachures resserrées et épaissies en fonction du degré de la pente, rend la **carte très sombre**, et gêne la lecture des toponymes. Les natures d'occupation du sol sont délimitées de manière moins nette que sur la minute car les aplats de couleur, remplacés par des symboles, sont moins lisibles et surchargent encore la carte. Mais elles ont l'avantage d'être disponibles et **homogènes** sur la totalité du territoire métropolitain.

Les dates d'édition (et la nature des mises à jour) sont décrites dans le Tableau 2. Ces dates proviennent des dates indiquées sur les tirages taille-douce, analysées par Richard Basley, et comparées à un atlas manuscrit historique des chemins de fer français (réalisé par un artiste cartographe en chef IGN, Robert Mirguet en 1957). Des ajouts (voies de chemin de fer par exemple) ont été réalisés sur les cartes jusque vers 1889 sans que ne soit modifiée en bas de la carte la date de publication.

Feuille	Libellé	Première Publication	Révision Totale	Ajout du chemin de fer	Révision Partielle	Année édition
8EM060	DINAN	1853	0	0	0	1853
8EM060	DINAN	0	0	1863	1859	1863
8EM060	DINAN	0	0	1878	0	1878
8EM060	DINAN	0	1883	0	0	1886
8EM060	DINAN	0	1883	1887	0	1889
8EM034	REIMS	1835	0	0	0	1835
8EM034	REIMS	0	0	1838	0	0
8EM034	REIMS	0	0	0	1850	1850
8EM034	REIMS	0	0	0	1854	1857
8EM034	REIMS	0	1864	0	0	1864
8EM034	REIMS	0	0	1872	0	1872
8EM034	REIMS	0	1876	0	0	1876
8EM178	GRENOBLE	1852	0	1858	0	1858
8EM178	GRENOBLE	0	0	0	1865	1865
8EM178	GRENOBLE	0	1880	0	0	1883

Tableau 2. Dates d'édition des cartes d'Etat-Major au 80 000 pour les zones concernées, source : Cartothèque de l'IGN.

2.1.3. La carte au 80 000, quart de feuille, type 1889, noir et blanc

La carte au 80 000, en quart de feuille noir et blanc, type 1889, est une révision de la carte d'Etat-Major au 80 000, gravée sur planche de cuivre, et éditée entre 1891 et 1898. Ainsi, après 1891, le travail de remise à jour fut réalisé à partir de la photographie amplifiée au 1/40 000 (puis au 1/50 000) des cartes de 1/80 000. Une amplification au 50 000, en héliogravure, était confiée aux officiers sur le terrain pour les aider à enregistrer les modifications survenues, mais également à rectifier les erreurs présentes sur les cartes, qui s'avèrent nombreuses sur les versions datées entre 1888 et 1890 (voir Berthaut, « La carte de France », tome II, page 194).

¹ D'après Berthaut, c'est 273. D'après Costa et Robert, c'est 274.

Chaque feuille de la 80 000 se découpe en 4 planches², voir Figure 9, et ces planches, au nombre de 965, couvrent une surface de 20 km par 32 km. La publication de la carte au 80 000 visait à améliorer sa maniabilité (ce format plus transportable arrangeait les militaires en campagne). En revanche, ce format présente toujours un défaut de lisibilité : les limites administratives ne se distinguent pas aisément, et sans la couleur, les chemins se confondent aisément avec les ruisseaux (voir Figure 10).

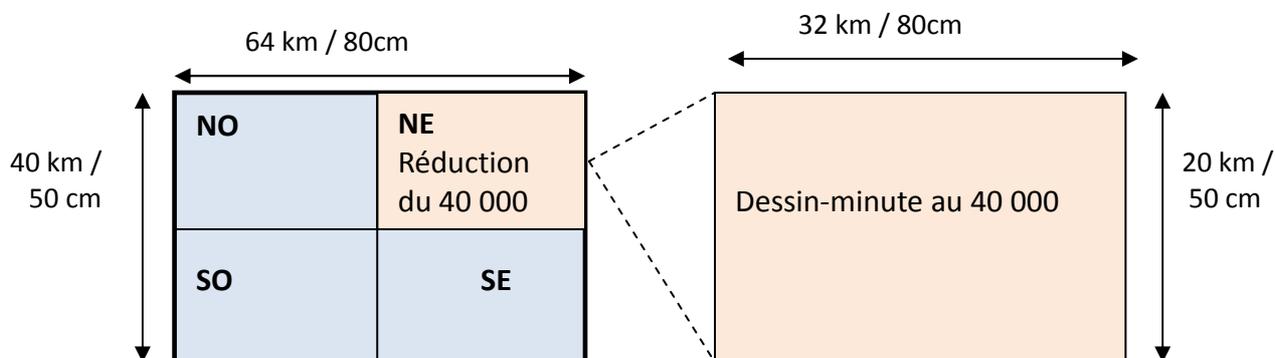


Figure 9. Structure d'une feuille en 4 planches (ou images) pour la 80 000, ¼ de feuille.



Figure 10. Extrait de la carte au 80000, ¼ de feuille sur Grenoble, superposée avec les limites communales extraites de la BDTopo (rouge).

En raison de la bonne homogénéité et de la précision de la carte au **80000**, **quart de feuille**, **type 1889**, nous avons choisi de vectoriser cette édition. Elle comporte de plus systématiquement les chemins de fer, contrairement à la carte au 80000 simple.

² Planche est un terme que nous avons introduit pour désigner le quart de feuille.

La carte au 80000, quart de feuille, type 1889 a été **géoréférencée en Lambert93** par deux services de l'IGN :

- Le service DE/SDC/PNCS dont le responsable est Philippe Guiavarc'h (01 43 98 81 37), chef SDC, LPI des SCAN
- Le DPR/CIRP-CE/PUEP dont le contact est Michèle Ughetto (04 37 64 24 81).

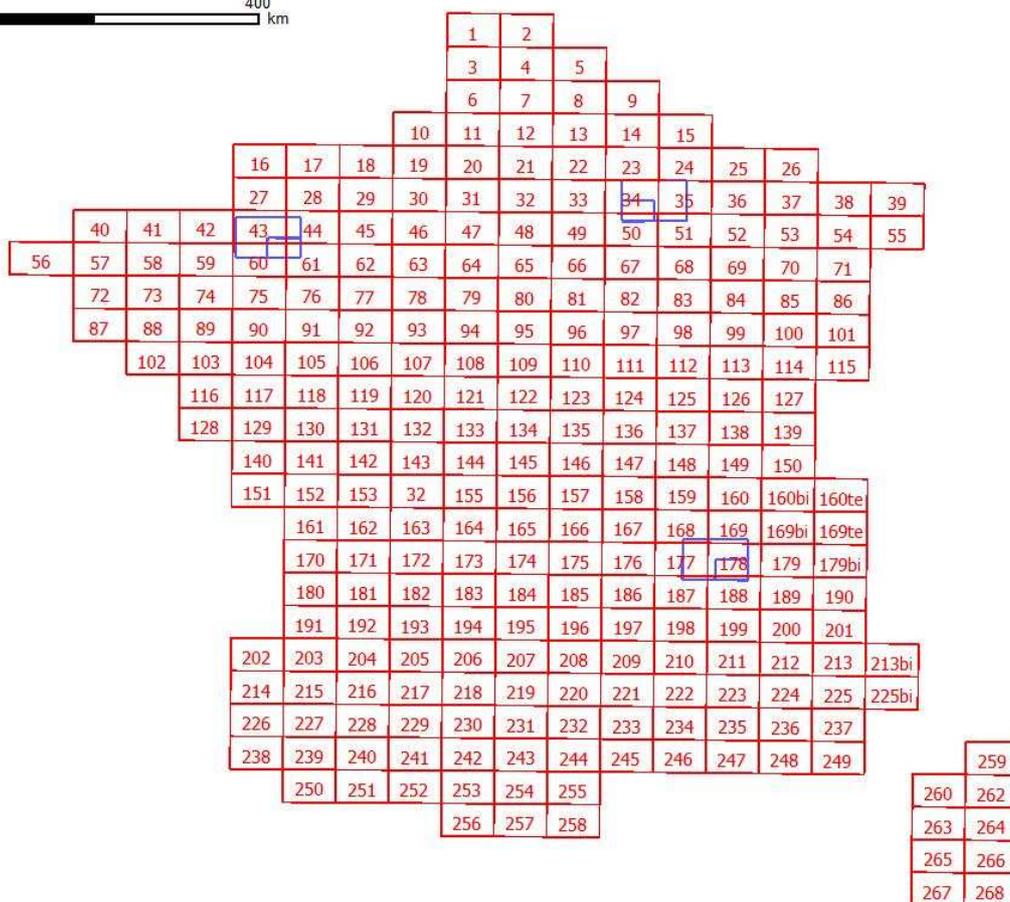
2.1.4. La carte au 50 000, noir et blanc

La carte au 80000 a par la suite été agrandie dans une version au **50 000**, noir et blanc, en vue d'améliorer sa lisibilité, mais de moins bonne précision que la précédente. Elles datent de 1900-1910, et sont géoréférencées avec 9 points, et archivées au SIEL.

2.2. Sélection des planches

Nous avons choisi de ne vectoriser que les feuilles en correspondance (complète ou bien partielle) avec les feuilles de Cassini choisies pour l'étude - feuille de Saint Malo-Granville (127) – feuille de Reims (79) – feuille de Grenoble (119), en bleu sur la Figure 11.

Cette correspondance a été établie par superposition des feuilles d'état-major géoréférencées en Lambert93 (quart de feuille de la version au 1/80 000 type 1889) avec les cartes de Cassini géoréférencées en Lambert93. Pour chaque zone (St Malo, Reims et Grenoble), ne sont complètement vectorisées que les planches intersectant le quart de feuille de Cassini entièrement vectorisé manuellement. Attention, chaque feuille de la carte d'Etat-Major (en rouge sur la Figure 11) se redécoupe en 4 planches, nommées XX-NO, XX-SO, XX-SE, XX-NE. Les paragraphes suivants détaillent les noms et les dates des planches sélectionnées pour la vectorisation automatique et/ou manuelle pour chaque zone.



© QGIS 2012

Figure 11. Tableau d'assemblage des cartes d'Etat-Major sur la France, au 80 000, et sa correspondance avec Cassini (en bleu).

Pour chaque feuille utilisée, nous avons extrait les différentes dates de révision et mise à jour indiquées dans le tableau synoptique du Colonel Berthaut, pages 534 à 551 du tome II de « La carte de France », voir Tableau 3

Libellé de feuille	N° de feuille	Géodésie		Topographie	Dessin	Gravure	Publication	Type 1889		Révision d'ensemble			Observations
		1 ^{er} ordre	2 ^{ème} et 3 ^{ème} ordre					dessin	gravure	topo	dessin	gravure	
Reims	34	22	24	25 26 34	34	35	36	89	90	96	97	97	
Verdun	35	20 22 26	24	25- 28 31	33	35	36	89	89	95	96	96	
Châlons/Marne	50	19 22	27	30 31	34	34	34	90	90	96	97	97	
Bar-le-Duc	51	19 20 22 26	25 34	31 33	36	38	40	89	90	97	98	98	
Dinan	60	20 37 38	38 46	47	49	53	53	96	98	95			
Coutances	44	19 20 32 34 35	35 36	38 39	42	46	46	95	97	94			
Avranches	61	19 20 36	35 36	38 39 41	44	49	49	95	97	94			
Granville	43	35	35 36	39	40	41	41	95	96	94			
Grenoble	178	28	32 61 ^a	43 62 ^a	47 56 64 ^a	52 65 ^a	52	89	90	97	98	98	^a Partie annexée
St Etienne	177	23 28 36	32 33 34	38 43	51	57	57	91	92				Dernière révision : 1890
Valence	187	23 28 36	42	43 54	61	65	65	91	93	98	98	98	
Vizille	188	29	43	53	60	66	66	91	92	97	98	98	

Tableau 3. Dates (18XX) de révision des feuilles sur les zones étudiées [Source : Berthaut, 534-551].

Concernant le choix des dates des planches qui existent parfois dans plusieurs versions, datées de 1888 à 1937 environ, nous avons dans la mesure du possible choisi la plus ancienne, et celle commune aux différentes planches intersectant Cassini.

Cependant, il faut noter que les publications antérieures à 1891 ne bénéficient pas des méthodes de révision harmonisées décrites par Berthaut, à partir de la page 171 puis sur les pages 174 à 186 du tome II de « La carte de France ». Les éditions les plus anciennes pouvaient contenir beaucoup d'erreurs, comme Berthaut le rappelle page 357 du tome II « La carte de France » :

« Parmi ces révisions, beaucoup n'ont été que partielles ou sommaires ; les modifications apportées par certaines d'entre elles au linéaire de la carte se sont trouvées en contradiction avec les renseignements fournis par d'autres révisions plus récentes ; il a donc fallu les rectifier et même parfois les annuler en totalité ou en partie. Les 157 premières feuilles du type 1889 ont été gravées d'après le résultat donné par la comparaison de ces diverses révisions entre elles, [...]. Sur ces 157 premières feuilles du type 1889, 88 ont déjà été soumises à la révision d'ensemble, qui compte, en 1898, 196 feuilles faites sur le terrain, dont 108 pour lesquelles le type 1889 n'existait pas encore ».

Dans le cas de Saint-Malo et Grenoble, il était intéressant de retenir les versions révisées type 1889 des feuilles, pour avoir des versions sans erreur, et avec toutes les lignes de chemin de fer.

Dans le cas de la feuille de Reims, un détail particulier doit être noté et pris en compte pour l'étude de cette zone : du fait de leur proximité avec la frontière allemande, une très grande part des environs de Reims, (feuille 34), Verdun (feuille 35), Bar-le-Duc (feuille 51), et Neufchâteau (feuille 84) ont été levés initialement au 20 000 pour compléter le cadastre parcellaire [Berthaut, tome II, p.47]. Il se pourrait donc qu'en dépit des révisions mal coordonnées qu'ils ont subies par la suite, ces levés initiaux soient assez précis et exploitables. Par ailleurs, les éditions de 1888 restituaient certainement plus la topographie en date de leur premier levé (1834) que la topographie de 1896, date de la révision type 1889 de la carte. Or, pour Reims le levé de Cassini que nous utilisons date de 1759. L'écart [1759-1834] est moins important que [1759-1896] : pour ces raisons, nous avons choisi de prendre la version 1888 plutôt que la dernière révision (en italique dans le Tableau 3). Il se pourrait que plus de moulins soient présents sur cette feuille, en comparaison des 2 autres zones, et ce biais sera à prendre en compte dans l'étude.

Ainsi, le Tableau 4 donne une vue synoptique des noms et dates des planches de l'état-major vectorisées.

- En normal, les planches seront **vectorisées automatiquement sur les objets ponctuels**.
- En gras, la planche intersecte la zone complètement vectorisée manuellement dans Cassini.
- En rouge et gras, la planche sera **vectorisée manuellement complètement** (car la surface intersectée avec Cassini est la plus grande).

Zones	Cassini	Etat-major 80 000, ¼ feuille, type 1889			
Reims	Feuille 79, 1759	34 NO 1888	34 NE 1888	35 NO 1888	35 NE 1888
		34 SO 1888	34 SE 1888	35 SO 1888	35 SE 1888
		50 NO 1888	50 NE 1888	51 NO 1888	51 NE 1888
St Malo	Feuille 127, 1789			44 NO 1894	
			43 SE 1894	44 SO 1894	
		60 NO-1895	60 NE-1895	61 NO1894	
Grenoble	Feuille 119, 1777	177 NE 1890	178 NO 1897	178 NE 1897	
		177 SE 1890	178 SO 1897	178 SE 1897	
		187 NE 1897	188 NO 1897	188 NE 1897	

Tableau 4. Planches à vectoriser pour la carte d'Etat-Major, 1/80000, 1/4 de feuille.

2.2.1. Correspondance avec St Malo (1789)

La Figure 12 montre la superposition Cassini/CEM en détails.

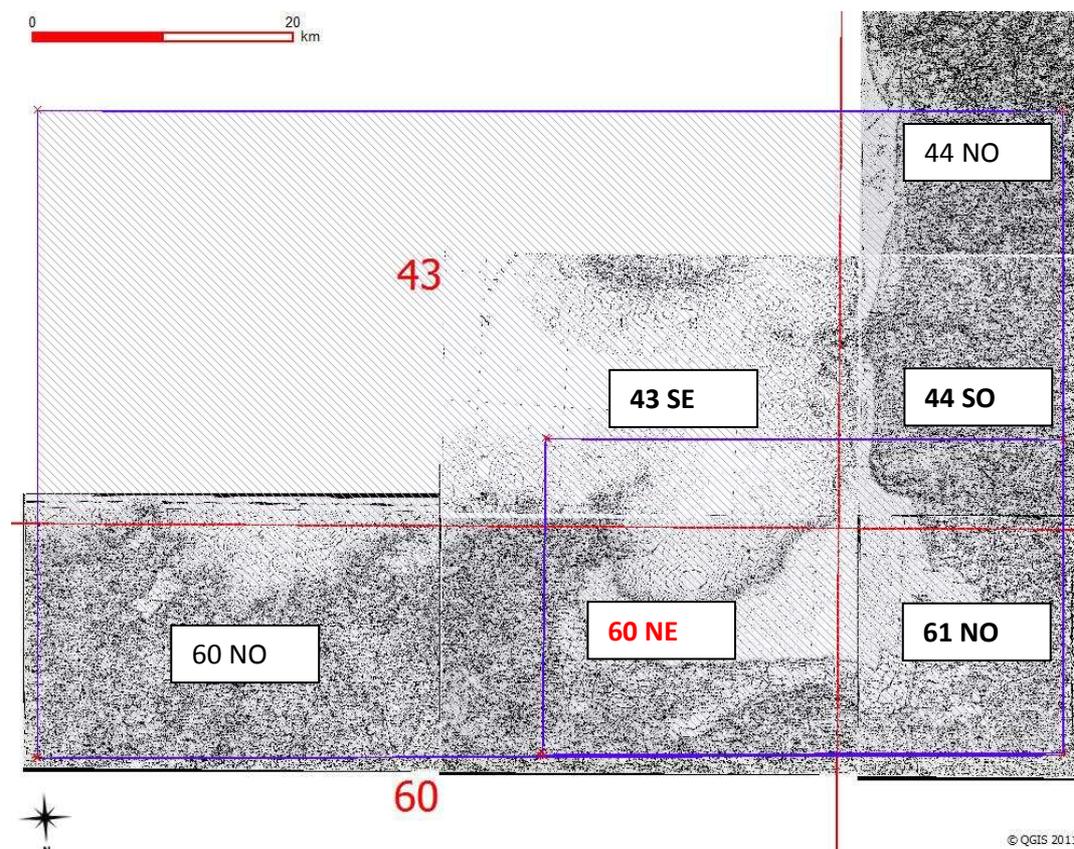


Figure 12. Emprise de Cassini sur la carte d'Etat-Major : zone de St Malo.

2.2.2. Correspondance avec Reims (1759)

La Figure 13 montre la superposition Cassini/CEM en détails.

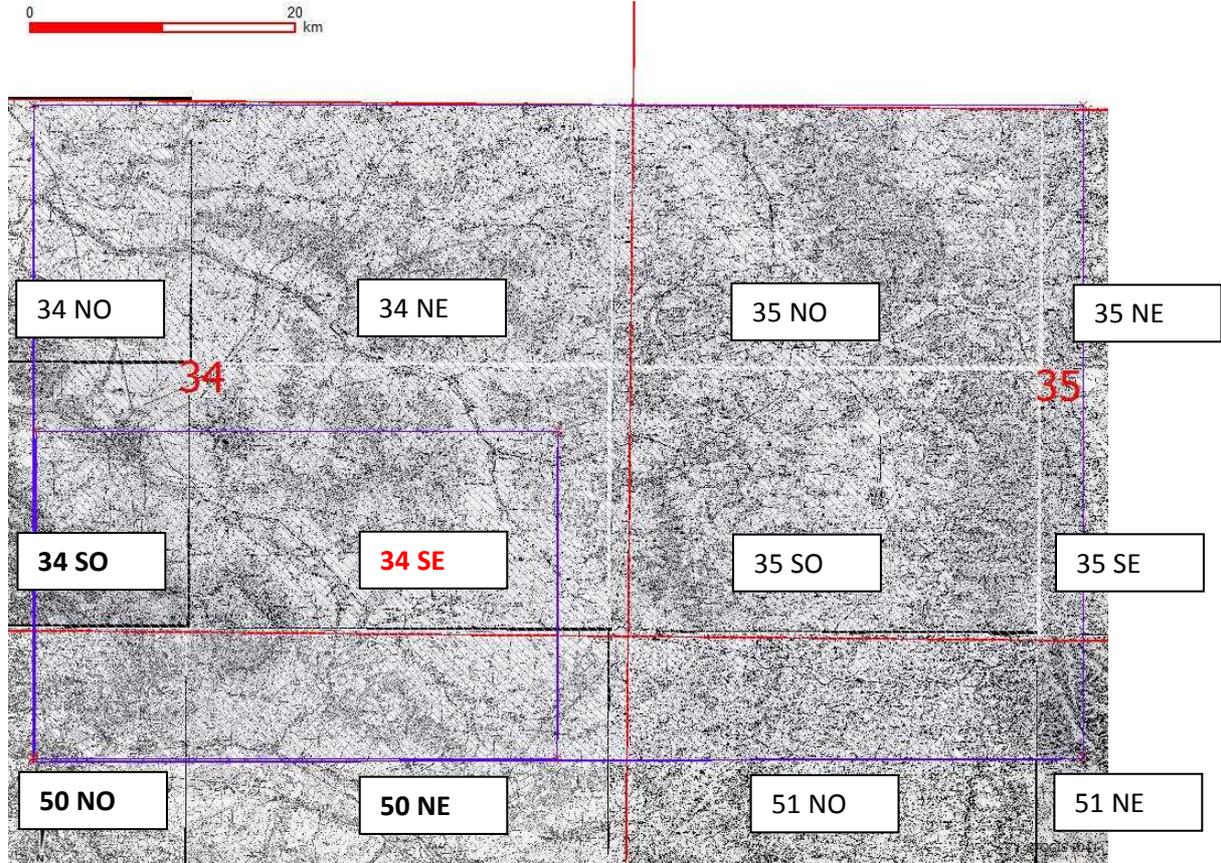


Figure 13. Emprise de Cassini sur la carte d'Etat-Major : zone de Reims.

2.2.3. Correspondance avec Grenoble (1777)

La Figure 14 montre la superposition Cassini/CEM en détails.

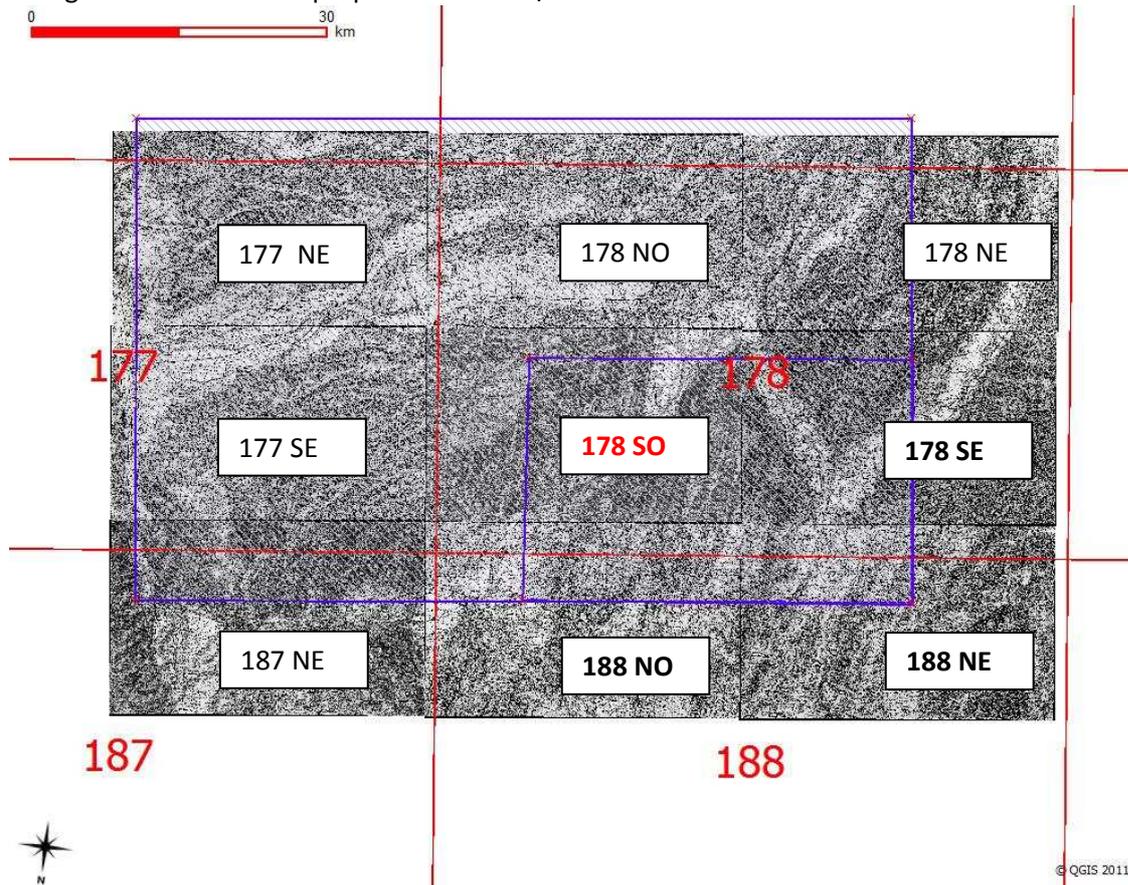


Figure 14. Emprise de Cassini sur la carte d'Etat-Major : zone de Grenoble.

3. Synthèse

Le Tableau 5 présente la synthèse concernant les zones, et les dates correspondant aux données que nous numérisons et analysons dans le projet GeoPeuple.

Zone	Cassini	Etat-Major	Carte de l'IGN 1960	BDTopo-2011
Reims	1759	1834**	1960	2011
St Malo	1789*	1895	1960	2011
Grenoble	1777	1897	1960	2011

Tableau 5. Synthèse des données (zones et temporalités).

Pour la temporalité, nous avons choisi de retenir la date de dernier levé ou de dernière révision qui s'applique à la version des sources utilisées par notre étude.

*Sur la carte de Cassini, feuille de St Malo, qui comporte des corrections en 1789, c'est la date de 1789 qui a été retenue plutôt que 1759, date de publication initiale.

**L'exception vient de la carte d'Etat-Major, feuille de Reims : la date de 1834 plutôt que 1888 a été retenue, puisqu'on estime que les différentes révisions qu'elle comporte sont suffisamment mineures (en dehors des voies de chemins de fer) pour considérer qu'elle représente la topologie de 1834, qui devrait, si elle a été levée au 20 000, en complément du cadastre parcellaire, être suffisamment précise.

4. Bibliographie

- La carte de France, tome 1 et 2 du Général Berthaut, 1898
- Guide des cartes anciennes de Sandrine Robert et Laurent Costa, ed. Errance, 2008
- Monique Pelletier, La Carte de Cassini. L'extraordinaire aventure de la Carte de France, Presses de l'École nationale des Ponts-et-Chaussées, Paris, 1990, 263 p. Réédité sous le titre Les cartes des Cassini : la science au service de l'État et des régions, Paris, Éd. du CTHS, 2002.