



Etude comparative du contenu des cartes de Cassini, d'Etat-Major et de la BDTopo en vue de l'intégration sémantique de l'information topographique.

Rapport GéoPeuple N°	L2.1-4
Titre	Etude comparative du contenu des cartes de Cassini, d'Etat-Major et de la BDTopo en vue de l'intégration sémantique de l'information topographique.
Rédigé par	Christine Plumejeaud (COGIT/IGN)
Etat (en cours / final)	Final
Relu par	Anne Ruas
Date	7 Novembre 2013

Ce document expose l'étude qui a été menée sur l'étude comparée du contenu des cartes, de Cassini et de l'Etat-Major, avec les informations topographiques de la BDTopo, en vue de préparer une intégration sémantique de l'ensemble des informations topographiques multi-époques. Le modèle d'intégration envisagée repose sur un alignement des schémas de données de chaque époque.

SOMMAIRE

1.	Introduction	3
2.	Histoire des cartes topographiques grande échelle : Cassini et Etat-Major	4
	La carte de Cassini	4
	La carte d'Etat-Major	7
	Un projet d'un siècle	8
	Comparaison des versions	10
	Usage de termes topographiques contextualisés	12
3.	Analyse comparée de trois sources topographiques : Cassini, Etat-Major et RGE.	14
	Le thème de l'habitat	14
	Les équipements spéciaux d'origine anthropiques	18
	La défense du territoire	18
	Les édifices religieux	19
	Les activités industrielles	21
	Le repérage sur le territoire : balises, calvaires et arbres de remarques	22
	La justice, l'éducation, et la santé	23
	Les voies de communication	23
	Réseau routier	24
	Réseau ferré	27
4.	Conclusion	28
	Bilan	28
	Perspectives	28
5.	Bibliographie	29

1. Introduction

L'étude comparée des cartes a pour objectif de proposer un modèle spatio-temporel d'analyse permettant de représenter et d'étudier les évolutions topographiques au cours du temps. Il s'agit ici d'étudier les différences de spécifications et de représentation des trois sources de données à notre disposition :

- Carte de Cassini, échelle de 1 : 86 400, précision kilométrique
- Carte d'Etat-Major, échelle de 1 : 80 000, précision décamétrique
- Base de données BD TOPO©, échelle de 1 : 10 000, précision métrique

Cette étude reprend en partie les résultats des rapports de modélisation du contenu des cartes de Cassini et d'Etat-Major, mais de façon transversale, en reprenant thème par thème les représentations ou spécifications propres à chaque source de données, et en proposant un alignement.

Cette étude est donc un préliminaire à l'opérationnalisation d'une solution d'intégration sémantique de l'information issue sur les 3 sources de données que sont les cartes de Cassini, les cartes d'Etat-Major et la BD TOPO©.

2. Histoire des cartes topographiques grande échelle : Cassini et Etat-Major

Il s'agit ici de souligner dans quel contexte et pour quels objectifs ces cartes ont été réalisées, en rappelant quelques éléments puisés dans l'histoire de la cartographie.

La carte de Cassini

En substance, la Cassini est la première carte topographique reposant sur une triangulation du territoire, et de ce fait, elle donne une bonne idée des zones de peuplement, puisque tous les clochers de France (centre de zones urbaines ou de villages) sont géoréférencés (Pelletier 1990). Elle procure aussi des informations utiles à la compréhension de l'organisation de l'espace car les voies de communication, l'occupation du sol ainsi que le réseau hydrographique sont représentés vus de haut, tout comme d'autres éléments représentatifs de l'aménagement du territoire ou des activités agricoles et de production, comme les moulins (Figure 1).

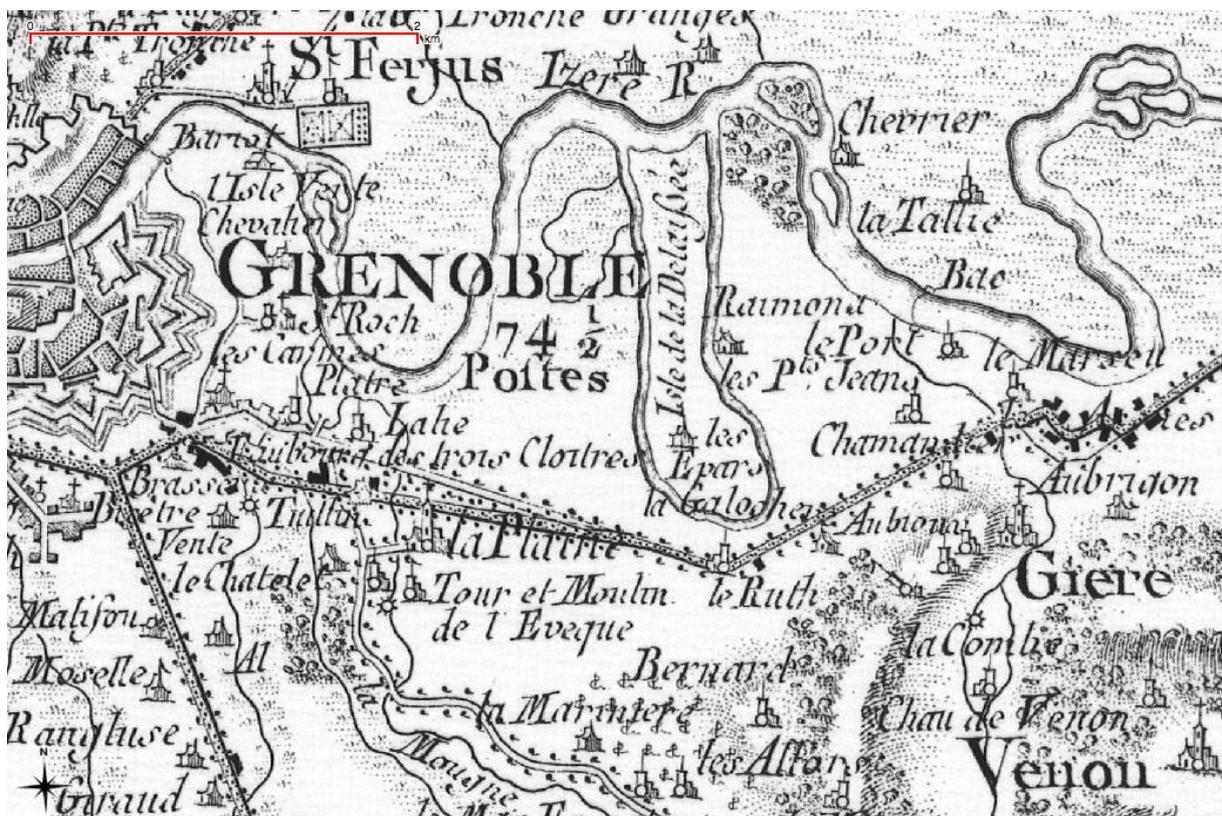


Figure 1. Extrait de la carte de Cassini, feuille de Grenoble n° 119, datée de 1765.

Cependant, ces informations ne sont pas particulièrement exactes du point de vue de la localisation : le Dépôt de la guerre signale ainsi une imprécision au maximum 4 km, selon (Berthaut, 1898, p.173 tome1) : "des localités placées à une lieue de leur véritable position". En réalité, c'est surtout au niveau de l'altitude des objets que la carte est très mal renseignée, du fait du retard des techniques de nivellement de l'époque. Ainsi Cassini de Thury explique la méthode : « Au travail de la journée devait succéder celui de cabinet : il falloir, sur l'idée qu'ils avaient prise de la situation du pays dessiner à peu près les hauteurs, les vallons, le contour des bois, la direction des chemins, le cours des rivières, la nature du terrain » (Cassini de Thury, 1754, p.8). Mais l'étude pour le géoréférencement des feuilles de cette carte (Costes, Grosso et Plumejeaud, 2012, p.6) met en exergue la relative précision de localisation des clochers pour l'époque (une erreur de 100 m en moyenne à peine en zone de plaine) ainsi qu'une augmentation moyenne de cette erreur en zone de montagne, comme à Grenoble, où l'erreur mesurée est de 350 m en moyenne, et peut aller jusqu'à 700 m au maximum. Les mesures de cette étude sont effectuées sur 4 feuilles distinctes de Cassini, qui sont celles de Dinan/Saint-Malo, de Reims, d'Agen, et de Grenoble. Si la carte est relativement précise pour les éléments considérés comme "stables" dans le paysage par Cassini, c'est-à-dire les clochers, il n'en va pas de même pour les autres éléments : voies de communication et occupation du sol notamment. Ainsi, l'étude de (Vallauri et al, 2012, p.26-33) donne des éléments quantitatifs précis concernant l'extension spatiale comparée des massifs boisés sur la carte de Cassini avec le cadastre napoléonien, ou d'autres cartes de la même époque, et vérifie que, généralement, l'extension des bois est sous-estimée et imprécise. Cette étude met également en avant un point délicat qui concerne l'identification des natures d'occupation du sol : une surface broussailleuse est considérée à l'époque comme un bois, quand aujourd'hui l'IFEN la classifie autrement. Ce biais sémantique justifie d'ors et déjà une réflexion appropriée concernant la modélisation des concepts représentés dans ces cartes. En réalité, le bois dans l'âge moderne¹ n'est pas une forêt domaniale, c'est un lieu de production mixte (Cevasco, 2004).

En fait, il faut bien saisir que Cassini est une carte géographique *généralisée*, et que ce n'est pas un plan chorographique simplement obtenu par la collecte d'informations sur la localisation des lieux. C'est-à-dire que privilégiant la localisation exacte des clochers et des zones d'habitat, les auteurs n'hésitent pas à déplacer le cours d'une rivière ou d'un étang pour pouvoir le faire figurer également (Grosso, 2013), Figure 2.

¹ Entre le moyen âge et la révolution

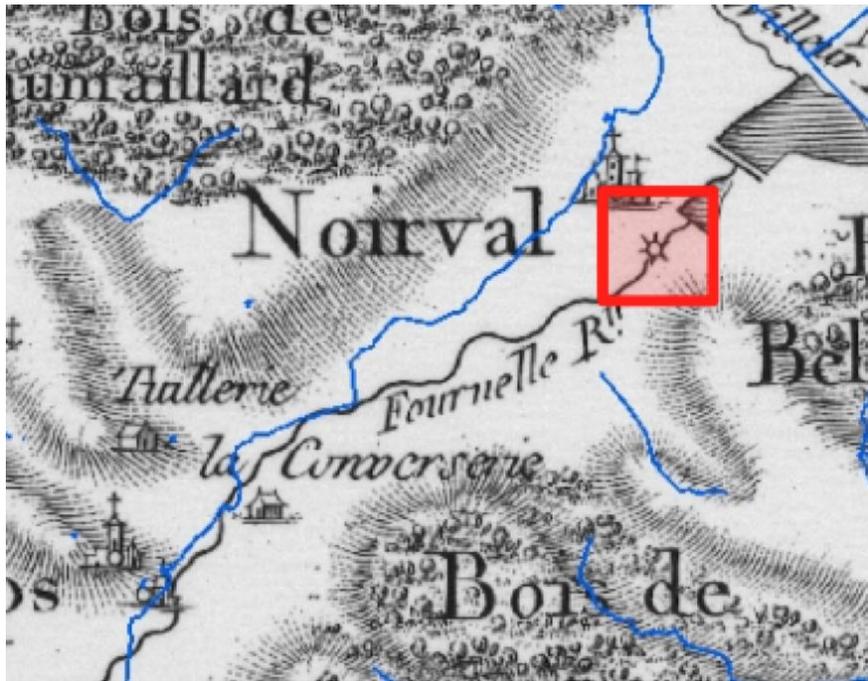


Figure 2. Extrait de la carte de Cassini montrant le déplacement probable du cours de la rivière pour dessiner le moulin et l'étang (l'hydrographie récente est en bleu)

La carte de Guyenne, qui est un exemple typique du mode de réalisation des cartes sous Cassini, donne un exemple frappant de ce mode de construction, sur un des exemplaires inachevés (feuille 54, Figure 3) : le coin inférieur droit contient d'abord et avant tout les clochers, ce n'est qu'ensuite que l'on rajoute le relief, les bois et les occupations du sol, l'hydrologie, etc.

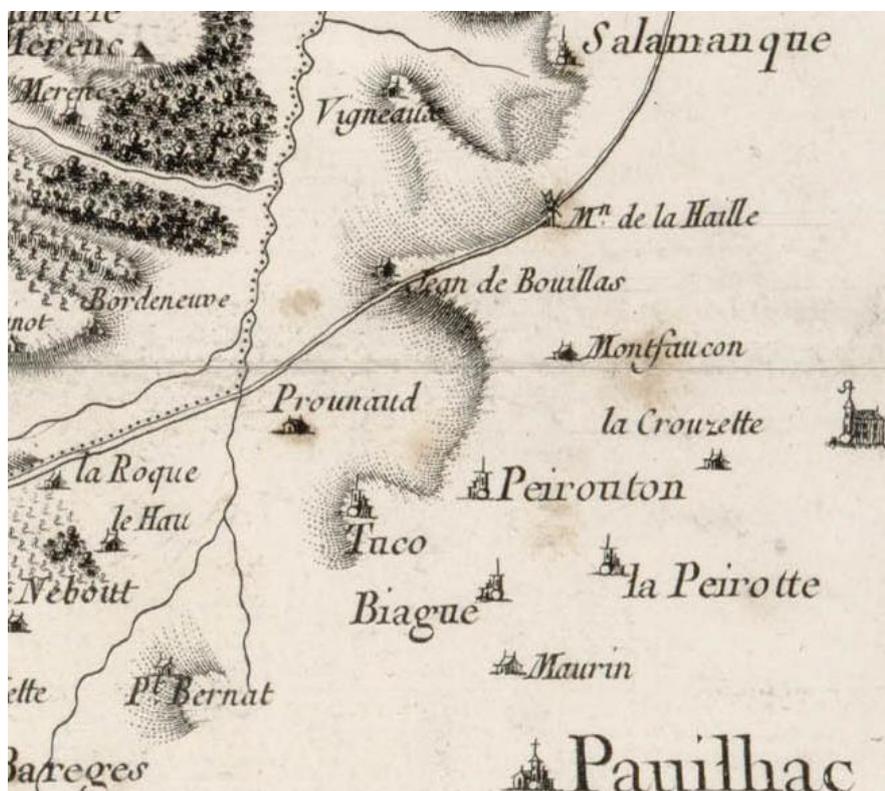
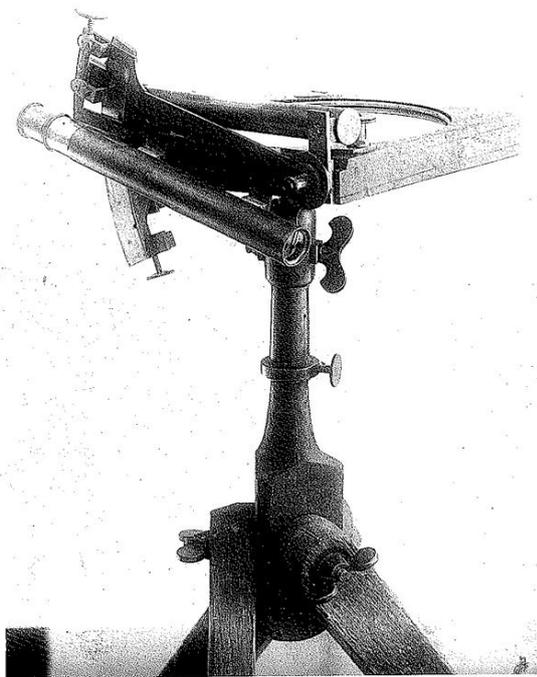


Figure 3. Extrait de la carte de Guyenne, feuille n°54, inachevée, levé entre 1761 et 1774.

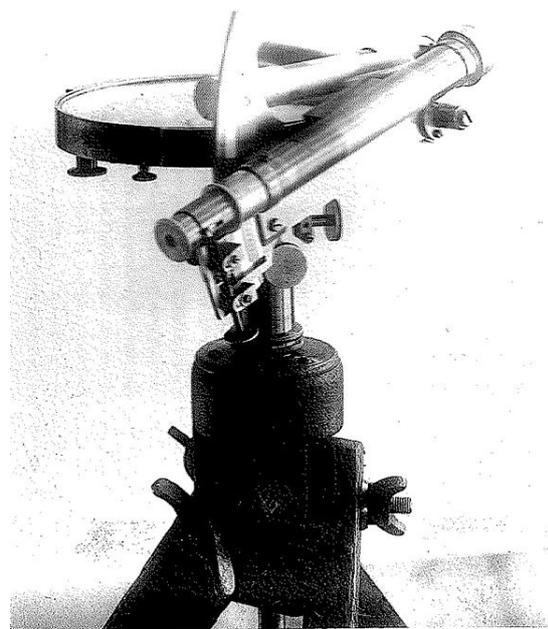
Concernant les besoins auxquels devaient répondre la carte, il y a d'abord la volonté de **gérer plus efficacement les territoires**, et d'augmenter le rendement de l'impôt, comme l'indique Pelletier (1990, p.263). Ceci explique que le Roi Louis XV ait accepté de financer les débuts de l'aventure en 1747. Mais ce besoin exprimé ne peut pas non plus occulter le fait que les cartes de Cassini, comme les cartes qui la précèdent ou qui lui sont contemporaines (Cénot 2008, p.28-30) répondent également à des **nécessités de stratégie militaire** : il s'agit de déterminer quelles sont les voies d'accès pour les troupes (de la largeur dépendra la taille de l'équipement qu'il sera possible d'y faire transiter), les moyens de ravitaillement (situation des villages et des fermes par exemple) ainsi et surtout que les moyens de repérage sur le terrain (calvaires, et croisement de chemins, ponts et bacs, arbres de remarque), (Cénot 2008, p.28-30). Cette carte répond d'ailleurs si bien à ce besoin que Napoléon exige que le Dépôt Militaire en devienne l'unique détenteur et d'en faire cesser la vente.

La carte d'Etat-Major

La carte d'Etat-Major ne dérive pas du tout de la carte de Cassini. Elle est **issue des progrès fulgurants de la science de géodésie, de topographie et de cartographie** qui ont eu lieu entre 1789 (fin des levés de Cassini) et 1817 (lancement du projet de la carte d'Etat-Major), (Morizet, 2008 p.9). Il existe alors des outils plus précis pour mesurer les angles à l'horizon (les théodolites et le cercle répétiteur de Borda), les distances (la règle bi-métallique platine/laiton de Borda), et une méthode systématique décrite par Puissant en 1805 (Puissant, 1805) pour calculer les côtes de niveau dans un paysage, via l'éclimètre. Par ailleurs, la technologie permet dès 1835 de produire en série des éclimètres à la fois précis et transportables à dos d'homme (les modèles Rochette de 1830 et Oberhaeuser de 1835, Figure 4).



BOUSSOLE A ECLIMÈTRE ROCHETTE
(Modèle 1830)



BOUSSOLE A ECLIMÈTRE GEORGES OBERHAEUSER
(Modèle 1835)

Figure 4. Nouveaux éclimètres à boussole, transportables et performants en 1830-1835.

Par ailleurs, il a été décidé d'harmoniser toutes les mesures dans un système décimal reposant sur le mètre (défini par l'Assemblée Constituante en 1791 comme la dix millionième partie d'un quart de méridien terrestre). La *Méridienne* (distance entre Dunkerque et Perpignan, en droite ligne le long du méridien qui passe par l'Observatoire de Paris) a été mesurée par Delambre et Méchain, entre 1792 et 1798, (ils mesurent 551 584.7 toises), et donc on connaît mieux l'aplatissement de la Terre.

Enfin, du point de vue de la cartographie, la **commission de cartographie de 1802** a établi des règles très précises concernant les symboles, les écritures, la représentation du relief et des objets. **L'instruction de 1823** qui prépare le passage au 40000 pour les minutes, reprise dans (Berthaut, 1898 p.298-302) en reprend les termes, et précise certains éléments de **généralisation manuelle** comme le grossissement des bâtiments, châteaux et fabriques, et l'élargissement des routes, au détriment des jardins, et des sentiers qui disparaissent partout sauf en montagne. Ce qui est nouveau par rapport à Cassini est principalement **l'interdiction de la perspective cavalière** (tout est vu de dessus), et l'obligation de rendre le **relief** selon des principes « scientifiques » : courbes de niveau pour les échelles supérieures ou égales à 20 000, report des côtes de points d'observation sur les minutes, usage de lignes de plus grande pente et de hachures parallèles resserrées et épaissies en fonction de la pente, éclairage oblique issu du coin supérieur gauche, à 50 ou 60 grades. Ce dernier sera abandonné lors de la réalisation de la carte d'Etat-Major du fait de la difficulté que représente sa réalisation.

Un projet d'un siècle

La carte d'Etat-Major est un projet qui s'étale sur un siècle, et dont la réalisation a considérablement dérivée du projet initial. Ce projet ambitieux, lancé en 1817 par la Commission Royale présidé par le mathématicien et astronome Laplace, voit sa réalisation confiée au dépôt de la guerre, au corps des Ingénieurs Géographes de l'Armée. Dans le premier projet, la carte, qui doit être levée au 10 000^{ème} et éditée au 50 000^{ème}, est un objet **approprié à tous les services publics**, selon l'ordonnance de la Commission Royale du 11 juin 1817. Il est prévu au départ qu'elle s'appuie sur le cadastre parcellaire (document du ministère des impôts) pour le compléter si besoin. Dans cette première idée, il s'agit simplement de géoréférencer le cadastre à l'aide des triangulations de premier, second et troisième ordre établies par les ingénieurs géographes sur le terrain, puis de le réduire et de compléter les minutes si besoin dans les zones de terrains non exploités (marais, terres arides, etc.). La carte est une collection de feuilles de 80 cm par 50 cm, qui découpent la France en quarts suivant un méridien qui passe par Paris, placé au milieu de la feuille de la bande centrale, et sa perpendiculaire qui relie Brest à Strasbourg (Figure 5).

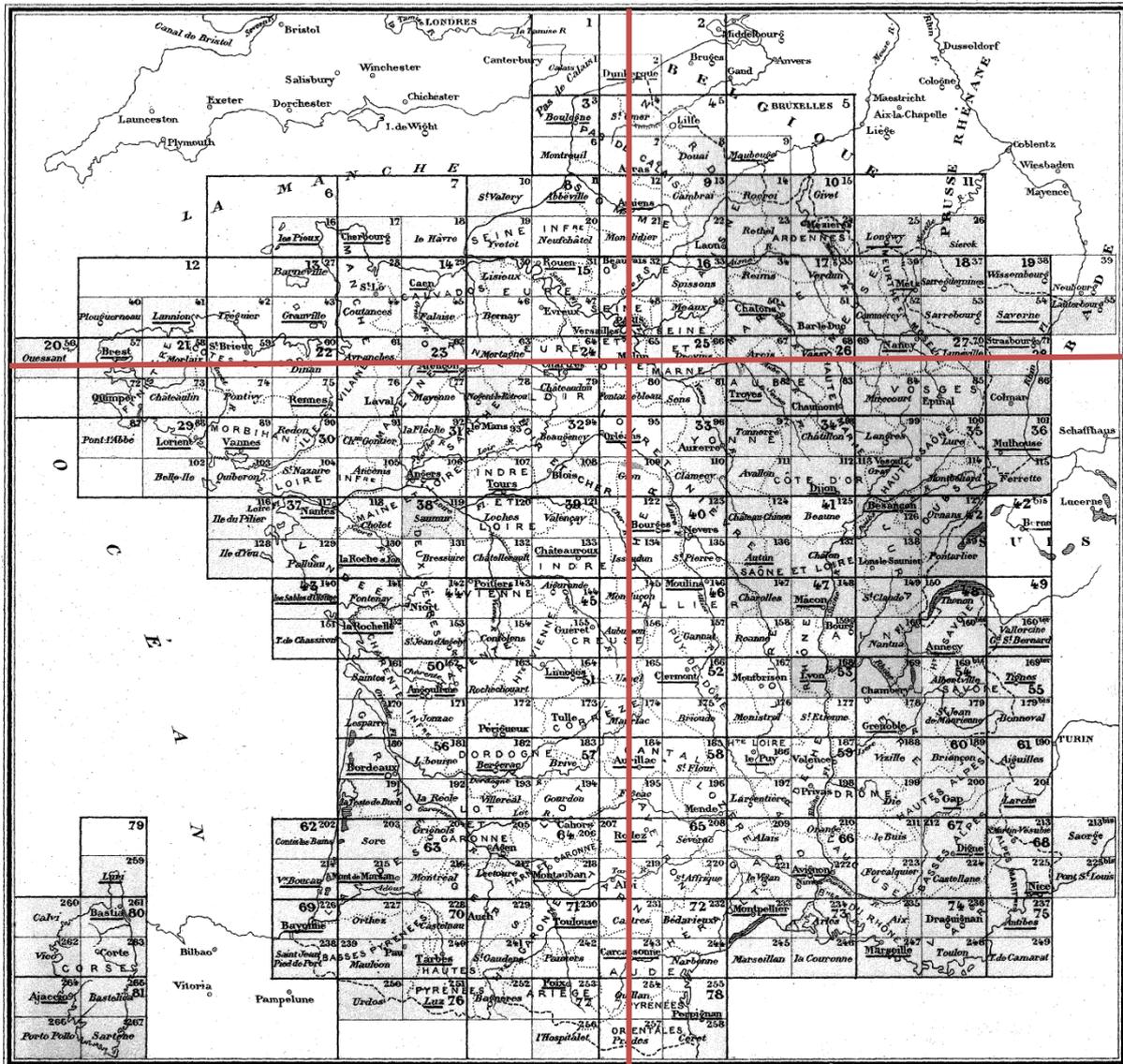


Figure 5. Tableau d'assemblage des feuilles de l'Etat-Major au 80000.

Face à la réalité, le projet va dériver peu à peu de son but initial :

- Le cadastre est incomplet, financé par les départements, il n'est pas coordonné dans son avancement avec celui de la carte. Les géomètres ne savent pas géoréférencer le cadastre, qui comporte beaucoup d'erreurs par ailleurs, et la réduction doit finalement être assurée par le Dépôt de la guerre (Berthaut, 1898, p.196-199, et p.205-208 et p.245-249 du tome 1)²
- La saisie directement au 10 000^{ème} d'un cadastre de masse de la France par les militaires eux-mêmes s'avère affreusement lente, donc coûteuse. Ils ne lèvent donc au 20 000 que les zones frontières ou côtières, sensibles aux attaques d'un ennemi, et sinon, la levée est décidée au 40 000^{ème}.
- L'échelle du 50 000^{ème} n'est pas aussi pratique pour les militaires, que le 80000^{ème}. L'un de leurs arguments est aussi que comme l'Etat-Major va remplacer peu à peu Cassini, il reste intéressant que les deux cartes aient une échelle assez similaire.

² On notera que ces affirmations sont contestées par l'étude de (Bacchus et Dupuy, 1990, p. 53-61) qui montre qu'une part très importante des levés au 40 000 (jusqu'à 94%) dérive du cadastre. Selon cette étude le cadastre aurait servi plus que ce que ne reconnaît et ne chiffre le Service Géographique des Armées (Berthaut, 1898, p.45-49 du tome 2).

Même saisi au 40 000^{ème}, l'ampleur de la tâche est immense, et comme elle est assez mal financée, les premiers levés ne se terminent qu'en 1866, et ce n'est qu'en 1880 que la dernière des 273 feuilles est éditée pour la première fois. Ainsi, il faut assurer perpétuellement la mise à jour des feuilles, pour intégrer notamment les voies de chemin de fer, qui arrive en France dès le début du XIX^{ème} siècle, mais se densifie rapidement au cours des années 1830-1850 (Caron, 1997). Or les méthodes de révision vont considérablement évoluer, et ce n'est qu'à partir de 1889, après bien des tâtonnements et des erreurs de méthode, aussi bien en termes de levée que de gravure, qu'on parvient à une solution satisfaisante du point de vue de la qualité (Berthaut, 1897, p. 60 du tome 2). La Figure 6 présente une chronologie de cette succession de levés, publication, révisions totales ou partielles, qui vont s'étaler de 1817 à 1950, pour ce qui concerne nos zones d'étude.

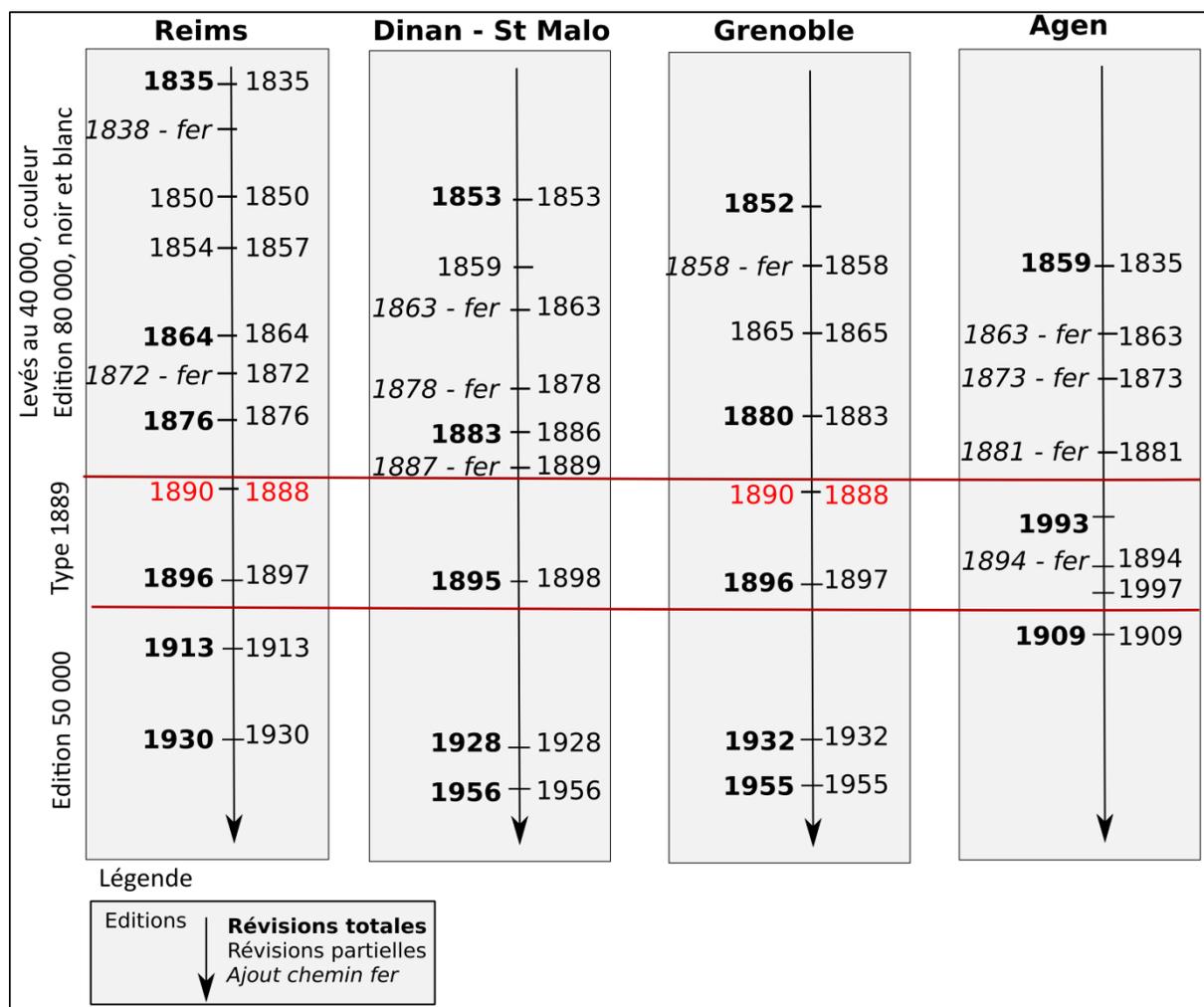


Figure 6. Chronologie des levés, publications et révisions de la carte d'Etat-Major sur les quatre zones d'étude.

Comparaison des versions

La carte d'Etat-Major révisée, au 80000^{ème}, quart de feuille, **type 1889**, dont les éditions s'étalent entre 1891 et 1898 est celle qui présente la **meilleure lisibilité, homogénéité, et fiabilité**. En effet, le contenu des différentes versions de la carte d'Etat-major et la sémiologie employée varie peu au cours du XIX^e siècle (en dehors de l'ajout des chemins de fer et dessertes ferroviaires puis aérodromes). En revanche, la version type 1889 a bénéficié d'un travail d'harmonisation complet du point de vue des symboles et des méthodes de mise à jour sur toutes les feuilles. Cette version est



Figure 8. Extrait de la carte d'Etat-Major type 1889, au 1 : 80 000, sur la feuille 178SE de Grenoble datée de 1897.

Usage de termes topographiques contextualisés

Ayant disposé de la *légende de la carte d'Etat-Major*, (source : cartothèque de l'IGN), nous avons procédé au relevé systématique de tous les termes contenus, et à leur traduction. Ainsi nous avons dépouillé environ **400 termes**. Un grand nombre de ces termes sont en réalité *synonymes*.

Par exemple, dans le parler catalan des Pyrénées-Orientales, bergerie se dit *cortal*, que le bâtiment soit dans un village ou sur un lieu de pâturage, qu'il soit couvert d'une toiture de tuiles ou de chaume ou d'une voûte de pierre sous un revêtement de terre. Vers Allanche, une *vacherie* est une cabane d'estive pour les bergers (Bouyssou, 1987), et c'est le synonyme de *buron*, un terme propre à l'Auvergne, en particulier dans l'Aubrac (Peiffer 1877 p.184): "cabane couverte soit en chaumes, soit en tuiles, ne recevant du jour que par la porte, sans foyer. L'intérieur est plafonné. [...]. Le buron est toujours à proximité d'un petit ruisseau." Alors que dans les Pyrénées, en Gascogne et en Ariège, c'est *orry* (*orri*, *horry* ou *orrh*) qui est préféré pour désigner une bergerie (Pégorier 2006). Ce qui est donc remarquable, c'est la volonté d'utiliser le langage des terroirs, et ceci toujours dans l'idée que sur le terrain, le militaire en campagne puisse demander son chemin et comprendre la réponse donnée (Berthaut 1898). Ainsi, les termes usités sont signifiants dans la région et l'époque où ils ont été relevés, mais peuvent ensuite être tombés en désuétude ou avoir changé de signification.

En revanche, la *polysémie* de certains termes peut prêter à confusion, comme pour la "*locature*" qui, d'après le Littré, est un terrain sans bâti qui est loué, mais, d'après le Pégorier (2006), est une petite maison de cultivateur, ou d'après Peiffer (1877 p.17), est "une petite ferme généralement composée d'une maison, deux ou trois hectares de terre, pas de troupeau, quelque fois une vache". Dans un

dictionnaire contemporain de 2002, le petit Larousse illustré, ce terme a disparu, et une recherche sur le Web⁴ le trouve assimilé au sens actuel de *location* : "maison louée à la campagne".

L'ensemble des termes de la légende et de leurs traductions a été réalisé dans le cadre du projet et est disponible.

Ceci augure des difficultés que peuvent poser l'analyse puis la comparaison du contenu des trois sources topographiques. En effet, si nous disposons de spécifications pour la BD TOPO©, qui d'ailleurs peuvent être ambiguës (Abadie et Mustière 2008), il a fallu établir des spécifications de saisie (Plumejeaud et Vouloir 2011) et (Plumejeaud 2012) pour un contenu dont le sens peut nous échapper.

⁴ <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/location/47601>

3. Analyse comparée de trois sources topographiques : Cassini, Etat-Major et RGE.

Cette section délivre la comparaison critique des contenus des trois sources. Cette analyse comporte un volet "sémiologie et représentation", valable pour les cartes de Cassini et d'Etat-Major et qui commente également le modèle géométrique de représentation en base de données dans la BD TOPO@. Le second volet porte sur le chiffrage quantitatif des éléments représentés en nombre, en surface ou en longueur. Ce second volet se limite cependant thèmes principaux saisis sur chaque quart de nos trois zones d'étude qui sont la feuille de Dinan/St Malo, de Reims et de Grenoble, comme le montre la Figure 9 : l'urbain, les équipements spéciaux d'origine anthropique, les voies de communication

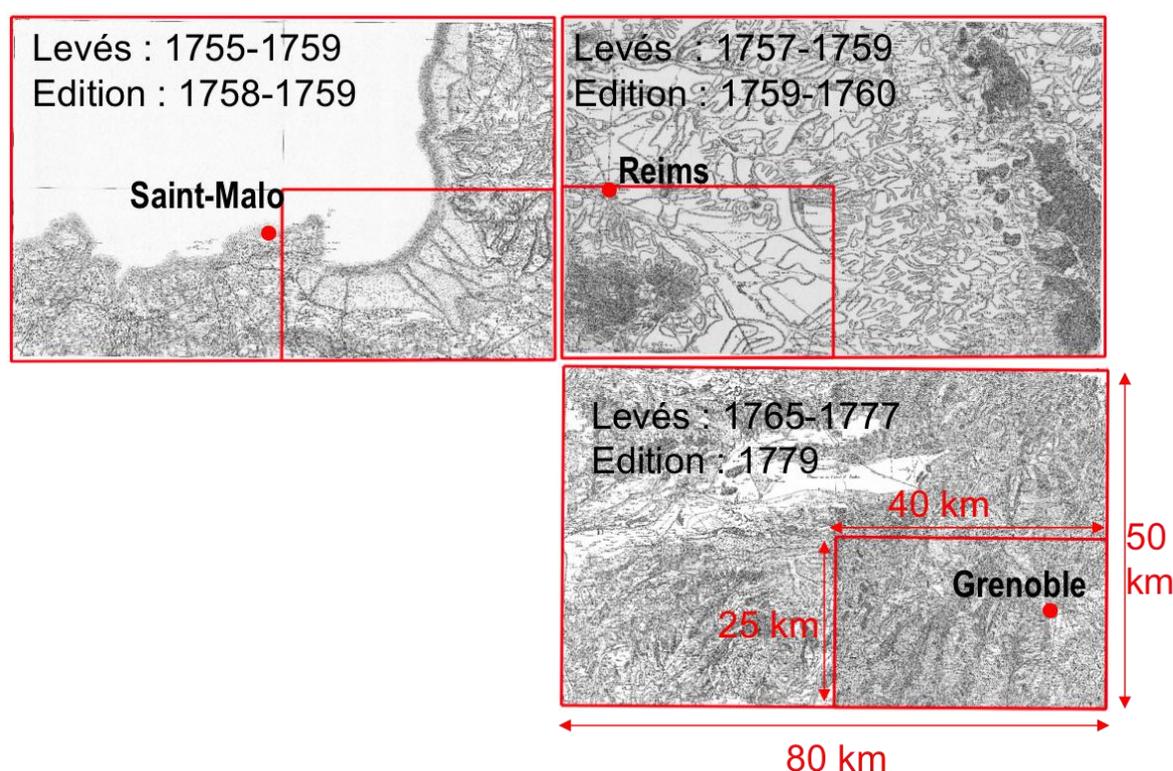


Figure 9. Zones d'étude et quarts de feuilles complètement saisis par GéoPeuple.

Le thème de l'habitat

Ce paragraphe regroupe ici les modalités de représentation des villes, villages, bourgs et hameaux, ainsi que des autres lieux habités comme les cabanes ou les écarts (catégorie qui regroupe sous Cassini tout ce qui s'appelle ferme, bergerie, cense, chalet, grande, bastide, mas), ainsi que les châteaux dits "d'ornement" (en opposition aux citadelles fortifiées).

Du point de vue de la sémiologie, la carte de Cassini a la particularité de mixer des perspectives cavalières pour les villages, hameaux, écarts ou cabanes, (représentés par un symbole ponctuel), avec une vue plane de haut pour ce qui est considéré comme urbain à l'époque (les villes et bourgs). Les villages sont représentés par une tour avec cercle de levé à la base surmontée d'une croix et accompagnée d'une ou deux maisons sur les côtés. Le hameau est représenté par le même symbole, sans croix, ou par une simplification (un cercle simple). Les châteaux sont représentés par

une tour ou bien simplifiés par un cercle de levé, et surmontés d'une bannière dont l'orientation variable ne semble pas avoir de signification.

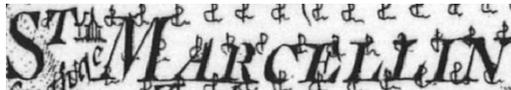
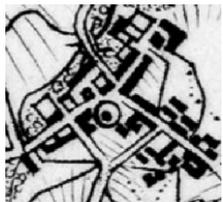
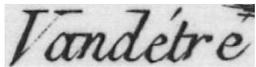
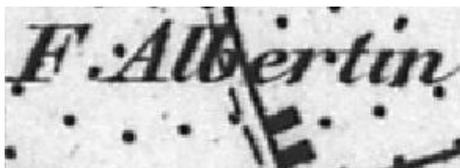
Comme le montre le Tableau 1, les villes et les bourgs se distinguent seulement par la casse (en capitales italiques pour les bourgs, en romaines droites pour les villages). Cet **usage des casses de police** se retrouve également sur la carte d'Etat-Major pour distinguer les catégories d'habitat. La légende de la carte d'Etat-Major pousse le raffinement jusqu'à proportionner la taille de l'écriture en fonction de l'échelle de représentation et de l'ordre de grandeur en taille de population de l'élément représenté (Figure 10). Cependant, à la lecture, il est difficile d'évaluer sans un instrument approprié (un métrographe ou un compte-fils) la hauteur des lettres, et donc la population estimée d'une ville, d'un bourg ou d'un village. Par ailleurs, notre analyse des sources ne nous permet pas de connaître la limite en nombre d'habitants définissant les villes de premier, deuxième ou troisième ordre, les grands villages ou les villages ordinaires, ainsi que les bourgs. C'est pourquoi, nous n'avons pas saisi cette information de la carte.

	10000 [°]	20000 [°]	40000 [°]	80000 [°]
1 ^{er} Ordre	VILLE 70	VILLE 55	VILLE 50	VILLE 40
2 ^e Ordre	VILLE 60	VILLE 50	VILLE 40	VILLE 30
3 ^e Ordre	VILLE 45	VILLE 35	VILLE 25	VILLE 20
	BOURG 55	BOURG 25	BOURG 20	BOURG 15
Grand	Village 50	Village 25	Village 20	Village 15
Ordinaire	Village 25	Village 20	Village 15	Village 12
	Hameau 20	Hameau 15	Hameau 12	Hameau 10

Figure 10. Taille des écritures des toponymes d'Etat-Major, spécifiées en fonction des échelles et de l'importance des objets. Source : Légende de la carte d'Etat-Major, Cartothèque de l'IGN.

Ainsi **distinguer l'urbain du rural** sur Cassini est assez facile, surtout si on comprend le terme 'urbain' au sens que lui confère l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE) à travers sa définition d'une zone de bâti continu : un tissu bâti est continu s'il n'existe pas de coupure de plus de 200m entre deux constructions (INSEE 2012).

La tâche est plus ardue sur la carte d'Etat-Major car seules les zones d'habitation dense, où les contours d'habitations trop proches ne pourraient plus être distingués, sont hachurées en gris. Les villes fortifiées présentent aussi une délimitation assez claire. Mais pour le reste, **chaque maison ou bâtiment est représenté par son extension spatiale au sol**, d'au minimum d'1/2 mm * 1/3 de mm selon l'ordonnance de 1823, sans qu'une limite ne soit représentée, et c'est la densité des carrés ou rectangles noirs sur la carte qui donne une impression de zone urbaine.

Catégorie	Cassini	Etat-Major
Ville	 	 
Bourg	 	 
Village	 	 
Hameau	 	
Ecart ou Habitat agricole	<p>Ferme, Bergerie, Cense, Chalet, Grange, Bastide, Mas, ...</p> 	<p>Habitat agricole : Borde, Ferme, Cense, Mas</p> 

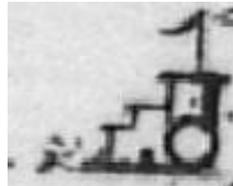
Cabane ou
Habitat
saisonnier



Habitat saisonnier : Cabane, Châlet, Buron, Vacherie, Jas, Jasse, Cayolar, Bergerie, Cortal, Habert, Orry, Refuge, Baraque, Locature



Château ou
Habitat
remarquable



Habitat remarquable : Château, Manoir, Gentilhommière, Bastide, Maison, Pavillon



Tableau 1. Sémiologie de représentation des zones habitées sur Cassini et l'Etat-Major.

Parmi ces représentations ponctuelles, on distingue cinq types de bâti sur la carte de Cassini : les clochers d'église des villages, les hameaux, les écarts, les cabanes et les châteaux. Si les bâtiments sur l'Etat-Major bénéficient d'une **nomenclature de désignation très exhaustive**, ils sont en revanche toujours représentés par leur extension au sol. En se référant à la légende de l'Etat-Major, il existe pas loin de trente abréviations portant sur les bâtiments habités comme les cabanes de bergers, désignées par les termes de "Cabane, Châlet, Buron, Vacherie, Jas, Jasse, Cayolar, Bergerie, Cortal, Habert, Orry, Refuge, Baraque, Locature" que nous avons regroupés sous la catégorie "habitat saisonnier". Par conséquent, nous avons établis plusieurs catégories : **l'habitat agricole** (pour les bordes, fermes, censes, mas), **l'habitat saisonnier** et **l'habitat remarquable** qui regroupe des bâtiments qui portent un des noms suivants : Château, Manoir, Gentilhommière, Bastide, Maison, Pavillon. Cependant, si la volonté affichée par la légende de l'Etat-Major est de les recenser tous exhaustivement, comme par ailleurs d'employer les termes locaux, il apparaît qu'en réalité un nombre limité a été pointé sur le terrain (Tableau 2), sur nos zones d'étude. De même, malgré l'ambition de relever un maximum de bâtiments agricoles, aucune zone ne contient la moindre trace de ces bâtiments : est-ce que cela s'explique par le fait que leur indication aurait pu encore surcharger une carte déjà peu lisible ? Ou bien parce que cela aurait représenté un travail non-négligeable, à la fois pour le levé, et pour la gravure ?

Concept	Désignations	Cassini	Nombre	Etat-Major	Nombre
Habitat agricole	Ecart, ferme, borde, cense, métairie, mas, locature	x	1581	x	571
Habitat remarquable	Château, manoir, bastide, maison, pavillon	x	387 / 47	x	205
	Gentilhommière	x	237/1		-
Habitat saisonnier	Cabane, chalet, buron, vacherie, jas, jasse, cayolar, bergerie, cortal, habert, orry, refuge, baraque, locature	x	30	x	18
Bâtiments agricoles	Grange, Colombier, Ecurie, Faisanderie, Hangar, Remise, Pêcherie	x	ND	x	0

Tableau 2. Dénombrement des représentations ponctuelles d'habitat sur Cassini et l'Etat-Major.

Lorsqu'on analyse les chiffres du tableau 2, on peut se demander s'il s'agit d'une véritable évolution: Est-il possible qu'il y ait moins de châteaux et d'habitats agricoles ou saisonniers vers 1850 que vers 1760 ? Cette affirmation est contestable, surtout que 1850 correspond à une période de plein rural. Une réponse plus plausible serait qu'en fait, Cassini, qui devait servir des objectifs militaires (Cénot 2008 p.30), a, selon la tradition cartographique de son époque, **recensé plus systématiquement les sources de ravitaillement ou d'hébergement** possibles pour les militaires en campagne, en utilisant de plus une sémiologie dédiée à ces usages.

Les équipements spéciaux d'origine anthropiques

Par équipement spéciaux d'origine anthropiques, nous signalons ici la présence de bâtiments ou d'édifices en bois ou en pierre qui peuvent avoir été dans les zones d'habitat ou à l'écart, mais qui permettent de rendre compte de certaines caractéristiques de l'occupation humaine, comme la défense militaire, l'organisation religieuse, les activités agricoles ou industrielles, les structures dédiées au repérage sur le terrain ainsi que les bâtiments pour les services de justice, d'éducation et de santé.

La défense du territoire

Concernant le thème militaire, force est de constater que la légende de l'Etat-Major contient une pléthore de termes désignant des bâtiments, ou des zones à vocation militaire, alors que la carte de Cassini se limite à trois pictogrammes différents pour les forts (ou redoutes), batteries et corps de garde.

Les spécifications de la BD TOPO© (IGN, 2011) ne permettent pas une comparaison directe, car les natures "Enceinte militaire", "Ouvrage militaire" ou "Gendarmerie" de la classe PAI_ADMINISTRATIF_MILITAIRE ou "Fort, blockhaus, casemate" de la classe BATI_REMARQUABLE s'intersectent partiellement. Par ailleurs, la nature "Enceinte militaire" définie comme "Zone en permanence réservée pour les rassemblements de troupes de toutes les armes, soit pour des manœuvres, des exercices (camp d'instruction), soit pour des essais, des études : base, camp, caserne, dépôt de matériels, terrain permanent d'entraînement, caserne de CRS, caserne de gendarmes mobiles, ... Les champs de tir sont exclus ainsi que les propriétés de l'armée qui ne sont indiquées d'aucune manière sur le terrain (ni clôtures, ni barrière, ni pancartes,...) et ne faisant l'objet d'aucune restriction particulière." (IGN 2011 p.133) est à cheval sur les catégories "Batterie", et "Corps de garde" de Cassini. Pour ce qui concerne les 28 PAI_ADMINISTRATIF_MILITAIRE de nature "Ouvrage militaire", définis comme "Ouvrages et installations militaires", il est difficile de comprendre à quoi ils correspondent.

Le dénombrement sur la carte de ces items confirme la **pré-éminence du thème militaire dans la carte d'Etat-Major** (Tableau 3), avec, de plus, une multiplicité des modes de représentation (surfacique, linéaire et ponctuel) dans la carte d'Etat-Major.

Nature	Cassini	Etat-Major	BDTopo
Fort ou redoute , ou tour, bastide, blockhaus, redan, retranchement, citadelle, ouvrage	5	15	13 (Fort, blockhaus, casemate)
Batterie , ligne de tir, entrepôts ou espace réservé, ligne de tir, lunette, fortification, arsenal, poudrière, polygone, buttes de tir, buttes d'infanterie	1	27	
Corps de garde , caserne, baraquement, garde, gendarmerie, enceinte militaire	13	3	29 (Gendarmeries)
Total	19	45	42

Tableau 3. Dénombrement des représentations sur le thème militaire.

Les édifices religieux

Sur Cassini, le recensement des édifices religieux se limite au culte catholique. Ces édifices, sous Cassini, plus que d'indiquer des lieux de cultes, sont des **structures de gestion du territoire avant la Révolution (1789)**. En effet, si les communes - structures de gestion laïque du territoire - ont hérité peu ou prou des limites des paroisses, (Chareille, Rodier et Zadora-Rio 2004, p.34), cela n'est pas le fruit du hasard : avant la révolution française de multiples maillages religieux co-existaient pour organiser la vie collective (Motte et Vouloir, 2008, p.8). Ainsi, les églises étaient placées au centre des paroisses, et les limites de celles-ci étaient faites de manière à ce que chacun puisse venir accomplir son devoir dominical à une journée de marche, aller-retour. Les révolutionnaires français ont pris en compte cette réalité en plaçant les mairies à côté des églises, (Motte et Vouloir, 2008, p.8). Ceci explique aussi que les villages aient été symbolisés par une église avec quelques maisons à côté. C'est aussi la raison pour laquelle la nomenclature de représentation est aussi détaillée et exhaustive sous Cassini. En effet, Cassini distingue les abbayes, les couvents, les monastères, les prieurés, les commanderies, et les chapelles, et propose même une sémiologie différente selon le sexe de l'obédience (orientation du symbole de crose à droite pour les hommes ou à gauche pour les femmes, sur les abbayes, Figure 11).

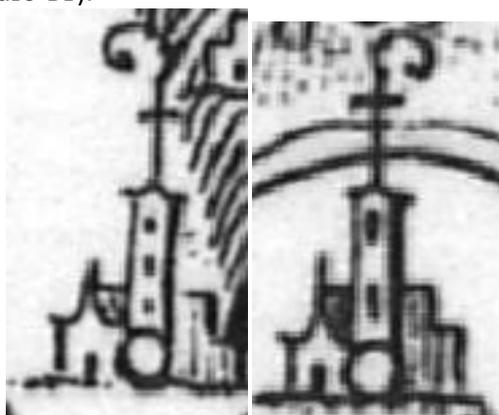


Figure 11. Abbaye de femme ou d'homme : symboles de Cassini.

De plus, sur Cassini, les ordres religieux sont précisés à côté des symboles, via l'usage d'abréviations dont le Tableau 4 donne la liste, ainsi que le statut royal ou non.

Objet	Abréviation	Ajout
Abbaye	AB – Abb – Abbe – ABe	F – H
Couvent ou communauté	C	F – H
Prieuré	P – Pe – Pré – Prré	F – H
Royale	R – Rle	
Ordre des Augustins	OS – OSA – OSACT – OSAG5	F – H
Ordre des Bénédictins	B – Bins – BO – BOC – BRHOC – C6 – DOSB – OB – OSB – OSBd – O St B – O de St B – St-B – SBOC7	F – H
Ordre des Cisterciens	OC – ODC – O de Cix – Cix – O de S Ber8 – B	F – H
Ordre des Dominicains	OSD – O St D	F – H
Ordre de Fontevault	OF	F – H
Ordre des Franciscains	OSF – O St F – St F	F – H
Ordre de Grammont ou Grandmont	OG	F – H
Ordre des Prémontrés	OP – ODP – O Pr – P – Prem	F – H
Ordre de Saint Antoine	SA	F – H

Tableau 4. Liste des ordres représentés sur la carte de Cassini, et abréviations associées.

Cette profusion d'information s'atténue après la Révolution Française, et, laïcité oblige, les autres cultes religieux sont représentés dans la légende. Ainsi la légende de l'Etat-Major précise que les synagogues, ou les temples peuvent être recensés. La BD TOPO© contient en plus des chapelles et les églises dans la classe BATI_REMARQUABLE, les natures "Culte catholique ou orthodoxe", "Culte protestant", "Culte israélite", "Culte islamique", "Culte divers" pour bouddhiste ou hindou.

Alors que la modélisation est systématiquement ponctuelle sur les cartes topographiques, la BD TOPO© propose deux types de représentation : des surfaciques pour les églises et les chapelles de BATI_REMARQUABLE ou les ponctuels pour les objets du PAI_RELIGIEUX. La spécification de la BD TOPO© n'est pas extrêmement claire sur la distinction existant entre chapelle ("Petit édifice religieux catholique de forme caractéristique") et église ("Edifice religieux catholique de forme caractéristique : basilique, cathédrale, église"). Un critère morphologique est utilisé alors que le clergé catholique les distingue en fonction des cérémonies religieuses qui peuvent y être célébrées [Peiffer 1877]. Sous Cassini, on peut imaginer que c'était la définition du clergé qui prévalait. Par ailleurs, l'examen des données montre une intersection entre l'ensemble des églises et chapelles et des PAI_RELIGIEUX de nature "Catholique ou orthodoxe" (dont la spécification correspond à "église, cathédrale, basilique, chapelle, abbaye, oratoire"), sans que rien d'autre ne puisse être déduit a priori.

La comparaison du décompte de ces représentations et son interprétation est difficile. En effet, la BD TOPO© ne permet pas de déduire le nombre d'objets de la pseudo-catégorie "Catholique autres que église, clocher, calvaire, croix". Pour cette pseudo-catégorie, si une diminution des effectifs s'observe sur l'Etat-Major, (de 80 à 26), Tableau 5, il est difficile de suivre dans le détail les évolutions puisque par exemple des couvents de l'Etat-Major ont pu être représentés sous Cassini comme des prieurés, des ermitages, ou des églises, ou bien même des éléments de nature indéterminée ou autre. En bref, il apparaît là des incompatibilités de spécifications au niveau de la sémantique de ces objets entre ces sources et même à l'intérieur des sources qui ne peuvent être démêlées facilement.

⁵ Les Génovéfains sont une congrégation suivant la règle des Augustins.

⁶ L'ordre de Cluny est un ordre bénédictin.

⁷ L'ordre de Cîteaux (ou cisterciens) est un ordre bénédictin.

⁸ L'ordre des Bernardines vient de Saint Bernard de Clairvaux réformateur de l'ordre de Cîteaux.

Nature	Cassini	Etat-Major	BD TOPO©
Abbaye	8	3	-
Commanderie	2	-	-
Chapelle ou oratoire	59	17	33
Prieuré	7	-	-
<i>Eglise</i>	<i>234</i>	<i>168</i>	<i>330</i>
Ermitage	1	-	-
<i>Calvaire, cimetièr</i>	<i>29</i>	<i>42</i>	<i>?</i>
Autre (chartreuses en fait)	0	-	-
Indéterminé (Abbaye probablement)	3	-	-
Séminaire	-	1	-
Presbytère	-	2	-
<i>Clocher</i>	-	<i>79</i>	-
Couvent	-	3	-
Tombe / Tombeau	-	0	9
Cathédrale	-	0	-
Synagogue	-	0	-
Temple	-	0	-
Chapître	-	0	-
Collège	-	0	-
Evêché	-	0	-
Retraite	-	0	-
<i>Croix</i>	-	<i>86</i>	<i>145</i>
Culte divers	-	-	1
Culte israélite	-	-	3
Culte protestant	-	-	3
Culte catholique ou orthodoxe	-	-	228
Total	343	401	752
Pseudo-catégorie : Catholique autre que église, clocher, calvaire, croix	80	26	?

Tableau 5. Décompte des représentations religieuses dans les quarts de zone sur chaque source.

Les activités industrielles

Par l'histoire de la carte de Cassini, on sait "*qu'en général, il ne faut pas attendre des cartes anciennes qu'elles se transforment en inventaire des richesses économiques*" (Lemoine-Isabeau et Hélin, 1980), cité par (Cénat, 2008). C'est pourquoi, le rôle de l'industrie dans le pays n'est pas connu avant le XIXème siècle, bien qu'il existe des hauts-fourneaux, proches des forêts, et des soufflets contrôlés par les moulins.

En revanche, la présence de nombreux *moulins* - dont le rôle est essentiel pour l'alimentation des populations (lorsqu'ils servent à moudre ou à extraire tanin ou jus) et la gestion des zones humides (pour l'assèchement ou l'irrigation) - est mentionné systématiquement sur Cassini comme sur l'Etat-Major. Par ailleurs, l'étude de Madry, Scott et Tickner (2011 p.82) comme celles de nombreux autres historiens (Champion 1996, p37-39) a démontré que ces moulins étaient disposés régulièrement sur le territoire, situant les bourgs et hameaux à moins de 5 km d'un moulin (une journée de marche) jusqu'à la fin du XVIIIème siècle. Le développement des minoteries industrielles (Rivals, 2000) ainsi que des moyens de transport (canaux, routes et voies ferrées) ont provoqué la disparition lente des moulins à partir du XIXème siècle, et ceci se reflète peut-être dans la légende de l'Etat-Major, qui ne distingue plus les moulins à vent en socle de pierre de ceux en bois. Quant à la BD TOPO©, les spécifications ne mentionnent plus les moulins à eau, seuls sont indiqués les moulins

à vent, mais agrégés aux autres "donjon, moulin à vent, tour, tour de contrôle" de la classe BATI_REMARQUABLE. Le Tableau 6 présente le résultat du dénombrement des moulins et des industries sur les trois sources.

Cassini		Etat-Major		BD TOPO	
Moulin à eau	160	Moulin à eau	127		
Moulin à vent en bois et en pierre	22+3 3 = 55	Moulin à vent	84	BATI_REMARQUABLE, nature="Tour, donjon ou moulin"	48
Forge	1	Construction_équipement_armement (aciéries, fonderies, fourneaux, fours à plâtre, fours à chaux, forges, poudreries, tuileries, verreries, briqueteries, fabriques de ciment, et turbines)	29	BATI_INDUSTRIEL, nature="Bâtiment industriel"	8380
		Textile_cuir (tanneries, mégisseries, filatures, tissages)	2		
		Bois (papeterie, scierie)	8		
		Alimentaire (abattoirs, distilleries, féculeries, raffineries, râperies, sucreries, viviers)	4	BATI_INDUSTRIEL, nature="Bâtiment agricole"	1250
Mine, carrière	1	Extraction (carrières, ardoisière, marnière, plâtrière, charbonnière, mine, salpêtrerie)	2	PAI_INDUSTRIEL_COMMERCIAL, nature="carrière" ou "mine"	14+0
Autre	1	Indifférencié (usine, fabrique, manufacture, four)	3	PAI_INDUSTRIEL_COMMERCIAL, nature="Usine"	27
Indéterminé	1			PAI_INDUSTRIEL_COMMERCIAL, nature="Divers industriel"	52

Tableau 6. Décompte des représentations industrielles dans les quarts de zone sur chaque source.

En revanche, *usines et industries* sont beaucoup plus nombreuses sur la carte d'Etat-Major, puisque par exemple la catégorie "construction_équipement_armement", dont font partie les forges, contient 94 items, à comparer aux 24 forges présentes sur Cassini. La BD TOPO© sélectionne ces items dans deux classes PAI_INDUSTRIEL_COMMERCIAL et BATI_INDUSTRIEL dont les natures présentent des recouvrements. Ainsi les dénombrements présentés sur la BD TOPO © ne peuvent être comparés à chaque nature identifiée sur la carte de Cassini ou d'Etat-Major, mais montrent en tout cas l'énorme quantité de ce type d'implantation à l'heure actuelle.

Le repérage sur le territoire : balises, calvaires et arbres de remarques

Les objets ayant pour fonction le repérage sur le territoire sont présents sur les trois sources : on identifie ainsi les arbres de remarques, les croix et les calvaires sur Cassini, les croix et points de géodésie, ainsi que les calvaires sur l'Etat-Major, avec en plus des objets comme les phares, balises, et signaux sur la carte d'Etat-Major.

Le Tableau 7 présente le dénombrement de ces objets sur les zones d'étude.

Objet	Cassini	Etat-Major	BD TOPO
Arbres de remarques	1	-	-
Calvaires / Croix	3 / 4	42 / 86	0
Signal	-	20	-
Balise	-	0	Pai_hydrographie.amer:
Phare	-	2	0

Tableau 7. Dénombrement des représentations servant au repérage.

Dans la BD TOPO©, l'absence d'objets ayant été notée sur Cassini et l'Etat-Major, comme les calvaires ou les phares pose la question de leur disparition éventuelle. Or dans l'étude de (Nahassia L., Plumejeaud C., 2012) pour la constitution d'une base de données vectorielles 1960 par clarification de la BD TOPO©, il est apparu que sur le terrain, les calvaires existaient toujours, mais n'avaient pas encore fait l'objet d'une mise à jour dans la BD TOPO©. On constate plus généralement la disparition des éléments de repérage sur le terrain (calvaires, croix ou arbres de remarques) dans la BD TOPO© contemporaine, une époque où, pour certains, les panneaux de signalisation routiers et le GPS suffisent.

La justice, l'éducation, et la santé

Le Tableau 8 présente le dénombrement des objets représentant les fonctions d'hébergement, de justice, de soins de santé ou d'enseignement sur les zones d'étude (non réalisé sur la BDTOPO).

Concept	Désignations	Cassini	Etat-Major
Hébergement	<i>Cabaret, auberge, caravansérail</i>	17	4
	Hôtel	-	1
Justice	<i>Justice, Prison, Arrêt, Colonie, Correction, Détention</i>	4	-
Etablissement de santé	<i>Aliénés, hôpital, hospice, asile, convalescents, dispensaire, léproserie, maladrerie, sanatorium</i>	-	5
Recherche-enseignement	<i>Ecole, faculté, observatoire, université</i>	-	0

Tableau 8. Dénombrement des représentations sur le thème de la justice, de l'éducation, la santé.

Sous Cassini, plus de lieux d'hébergement sont représentés, alors que sur l'Etat-Major, la priorité est donnée à l'accès aux soins de santé, à la fois par la diversité des désignations dans la légende (9), mais également avec le levé sur le terrain (5 établissements sur nos zones). Peut-être faut-il considérer que les soins de santé étaient assurés dans des établissements religieux sous Cassini.

En revanche, nos zones, qui contiennent des villes de taille moyenne (Grenoble, Reims ou Saint-Malo), ne représentent aucun établissement de recherche ou d'enseignement sur les cartes de Cassini et d'Etat-Major.

Les voies de communication

Ce paragraphe regroupe tout ce qui touche à l'accessibilité des territoires, que ce soit par voie routière (avec les routes de premier et second ordre, mais également les ponts et tunnels), voies ferrées (avec les dessertes ferroviaires) et sentiers. Les voies fluviales ne sont pas présentées ci – dessous même si elles ont été saisies dans le projet.

Réseau routier

Sur la carte de Cassini, seules les routes principales, et ponctuellement quelques routes secondaires, sont représentées (la zone de Saint-Malo ne présente que les voies royales, sur celles de Reims et de Grenoble des routes non empierrées sont aussi dessinées) tandis que le thème routier est particulièrement précis dans la BD TOPO.

Les cartes d'Etat-Major et les livres font référence à des routes de premier, deuxième ou troisième ordre. Dans Berthaut, il est ainsi expliqué (page 299) que les routes seront figurées suivant leur importance (voir Figure 12), sans que toutefois soient détaillées les critères de sélection (en termes de largeur ou qualité de la chaussée) qui définissent cette importance.

			
Route (de 1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} ordre)	Communication importante	Chemin vicinal	Sentier

Figure 12. Figuré des routes sur la carte d'Etat-Major, en fonction de leur importance.

Lorsqu'on se réfère à Dainville (page 264) on apprend qu' « au cours de la seconde moitié du XVIII^{ème} siècle, **route (principale ou secondaire)** supplante définitivement les *grands chemins*, reléguant **chemin** à désigner les chemins *vicinaux*⁹ ou d'exploitation. ».

Dainville explique d'ailleurs (page 260) qu'une distinction à trois niveaux existait :

1. Le *chemin royal* (ou grand chemin) : « Le chemin royal, qui tend d'une grande ville à une autre, entretenu par les services du roi. Sa largeur a varié selon les temps et les coutumes ; à l'époque moderne, elle est de 30 à 72 pieds ; il comporte quatre largeurs de chariots, à la rigueur trois ». On l'appelait encore « grand chemin » parce que le chemin royal était le plus grand, le plus beau, le plus court ».
2. Le *chemin de traverse* et le chemin de terroir : « qui communique d'un grand chemin à un autre ou d'un bourg à un autre : il avait de 20 à 22 pieds ; moins important mais également public, le *chemin de terroir* ou *voie*, qui servait à communiquer d'un terroir à l'autre »
3. Le *chemin de carrière*, le chemin *châtelain*, le chemin *finerot* : « Inférieur au chemin royal et au chemin de traverse, il y avait en Valois et Beauvaisis, le chemin dit de « *la carrière* », où il était possible de mener charrette et bestail en cordelle ; en Boulonnais, le *chemin châtelain*, qui conduisait à l'une des quatre châtelainies du Boulonnais ; en Bourgogne, le chemin *finerot*, qui séparait les finages ou confins de chaque canton. »

Ainsi, en somme, se retrouvent presque les distinctions de niveau concernant la classe ROUTE, telles que définies dans les spécifications de la BDTopo (pages 12, 16, 19 et 28) que nous reproduisons ci-dessous.

La classe ROUTE est définie comme "Portion de voie de communication destinée aux automobiles, aux piétons, aux cycles ou aux animaux, homogène pour l'ensemble des attributs et des relations qui la concerne. Le tronçon de route peut être revêtu ou non revêtu (pas de revêtement de surface ou revêtement de surface fortement dégradé). Dans le cas d'un tronçon de route revêtu, on représente uniquement la chaussée, délimitée par les bas-côtés ou les trottoirs (cf. modélisation géométrique)." La classe CHEMIN est définie comme "Voie de communication terrestre non ferrée destinée aux

⁹ Il se dit des chemins qui servent de moyen de communication entre plusieurs villages.

L'entretien des chemins vicinaux. Service vicinal, Service des chemins vicinaux. [Dictionnaire de l'Académie française, huitième édition, 1932-1935, <http://www.cnrtl.fr/definition/academie8/vicinal>]

piétons, aux cycles ou aux animaux, ou route sommairement revêtue (pas de revêtement de surface ou revêtement de surface fortement dégradé)."

Donc la classe CHEMIN est une sous-classe de ROUTE, qui s'en distingue par le fait que la chaussée n'est pas revêtue.

La classe ROUTE de la BD Topo possède deux attributs, *nature* et *importance*, qui peuvent être utilisés pour trouver leurs équivalents sur les cartes de Cassini et d'Etat-Major (Tableau 9 et Tableau 10).

Autoroute	Routes sans croisement, accessibles seulement en des points aménagés à cet effet et réservées aux véhicules à propulsion mécanique. Le classement dans la catégorie des autoroutes est prononcé par décret du conseil d'état, pris après enquête publique.
Quasi-autoroute	Routes de même définition que l'autoroute mais non classées officiellement dans cette catégorie. Ce sont des routes à chaussées séparées par un terre-plein central, qui ne possèdent pas de croisement à niveau avec le reste du réseau routier.
Bretelle	Bretelles de liaison (ou d'échangeur) ou voies d'accès à une Aire de Service ou de Repos.
Route à 2 chaussées	Routes comportant 2 chaussées séparées par un obstacle physique éventuellement ouvert aux carrefours. Elles possèdent donc des croisements à niveau, ce qui leur interdit d'être classées dans la catégorie Autoroute ou Quasi-autoroute.
Route à 1 chaussée	Routes comportant 1 chaussée. Toutes les routes goudronnées qui ne sont pas classées en Route à 2 chaussées, Quasi-autoroute ou Autoroute se retrouvent dans cette classe.
Route empierrée	Routes sommairement revêtues (pas de revêtement de surface ou revêtement très dégradé), mais permettant la circulation de véhicules automobiles de tourisme par tout temps. Toutes les routes empierrées sont incluses.
Chemin *	Les chemins sont prévus pour la circulation de véhicules ou d'engins d'exploitation. Ils ne sont pas forcément carrossables pour tous les véhicules et par tout temps (voir aussi "route empierrée").
Piste cyclable *	Tronçons de chaussée en site propre, réservée aux cycles et cyclomoteurs. La longueur doit être supérieure à 200m. Les bandes cyclables sont exclues.
Sentier *	Chemins étroits ne permettant pas le passage de véhicules. Seuls les principaux sentiers sont inclus. Passerelles supportant une allée, directement reliés au réseau routier. Les passerelles ont une position par rapport au sol supérieure à 0.
Escalier *	Escaliers directement reliés au réseau routier supportant une allée, assurant la jonction entre deux voies de communication ou entre le réseau routier et un élément adressable. Sur rue, les escaliers visibles sur les photographies aériennes sont distingués quelle que soit leur longueur.
Bac auto	Trajets du bateau servant à passer des véhicules d'une rive à l'autre d'un cours d'eau ou d'un bras de mer.
Bac piéton	Trajets du bateau servant à passer des piétons d'une rive à l'autre d'un cours d'eau ou d'un bras de mer.

Tableau 9. Valeurs possibles de l'attribut 'Nature' de la classe ROUTE.

* Valeurs possibles de l'attribut "Nature" de la classe CHEMIN.

L'attribut "importance" matérialise une hiérarchisation du réseau routier fondée, non pas sur un critère administratif, mais sur l'importance des tronçons de route pour le trafic routier. Ainsi, les valeurs "1", "2", "3", "4", "5" permettent un maillage de plus en plus dense du territoire. Le graphe des éléments appartenant à un degré (autre que le plus bas) et aux niveaux supérieurs est connexe.

1	PRIMAIRE	Le réseau 1 assure les liaisons entre métropoles et compose l'essentiel du réseau européen. Il est composé en général d'autoroutes et quasi-autoroutes, parfois de nationales.
2		Liaisons entre départements. Cette valeur représente une densification du maillage routier défini par les tronçons d'importance 1. Les liaisons d'importance 2 ont fonction : - d'assurer les liaisons à fort trafic à caractère prioritaire entre agglomérations importantes, - d'assurer les liaisons des agglomérations importantes au réseau d'importance 1, - d'offrir une alternative à une autoroute si celle-ci est payante, - de proposer des itinéraires de contournement des agglomérations, - d'assurer la continuité, en agglomération, des liaisons interurbaines à fort trafic quand il n'y a pas de contournement possible.
3	SECONDAIRE	Liaisons ville à ville à l'intérieur d'un département. Ce niveau est majoritairement représenté par des routes départementales, toutefois certaines départementales peuvent avoir une importance 4 ou 5. Cette valeur représente une densification du maillage routier défini par les tronçons d'importance 2. Les liaisons d'importance 3 ont fonction : - de relier les communes de moindre importance entre elles (les chefs-lieux de canton en particulier), - de desservir les localités et sites touristiques importants, - de desservir les points de passage des obstacles naturels quand ils sont peu nombreux (cols routiers, ponts), - de desservir les agglomérations d'où partent des liaisons maritimes, - de structurer la circulation en agglomération.
4		Voies permettant de se déplacer rapidement à l'intérieur d'une commune et, dans les zones rurales, de relier le bourg aux hameaux proches. Cette valeur représente une densification du maillage routier défini par les tronçons d'importance 3. Les liaisons d'importance 4 ont fonction : - de structurer la circulation en agglomération, - de relier le bourg aux hameaux proches.
5		Voies permettant de desservir l'intérieur d'une commune. Valeur prise par exclusion des autres valeurs de l'attribut.
NC		Non concerné par cet attribut.
NR		Non renseigné

Tableau 10. Valeurs de l'attribut 'Importance' de la classe ROUTE.

Ainsi, les équivalences suivantes sont déduites, mais à prendre avec précaution :

- Le CHEMIN de la BDTopo actuelle correspondrait au sentier de la carte d'Etat-Major.
- Les routes (à tous les ordres) de la carte d'Etat-Major correspondent aux routes de niveau d'importance 1 à 3 de la BDTopo, sans pour autant être certain de l'équivalence entre les niveaux d'importance de la BDTopo et l'ordre des routes tel que le définit Dainville.
- Enfin, on suppose que les routes de niveau 4 de la BDTopo correspondent aux chemins vicinaux.

Il reste en réalité un doute sur le sens de « Communication importante », terme utilisé dans les instructions de 1923 de l'Etat-Major (page 299). Il est probable que sa classification soit ROUTE et que son niveau d'importance varie entre 2 et 3.

A priori, les routes royales pour le XVIII^e sont équivalentes aux routes utilisées pour les trajets de longues distances de ville à ville du XIX^e, donc d'importance 1 ou 2 (cette hypothèse s'appuie sur une analyse de l'évolution du réseau routier de l'antiquité à aujourd'hui (Robert, 2006; Verdier, 2009)). Il reste à faire remarquer qu'à l'époque moderne (avant la révolution), la route n'a pas un tracé clair, et que la contrebande par exemple se fonde sur cette absence de tracé, sur le fait que les routes des marchands et des muletiers sont très floues.

Réseau ferré

Absente bien entendu sur la carte de Cassini, la voie ferrée apparaît au XIXème siècle en même temps que la carte d'Etat-Major, dans ses versions révisées. La représentation de l'Etat-Major, dont nous n'avons pas mesuré l'exhaustivité (un travail avec des archives sur les voies ferrées reste à mener), utilise deux types de représentations (Figure car elle distingue les voies métriques (de largeur de 1M ou moins) souvent utilisées en zone escarpée, des voies de largeur standard.



Voie normale (1,45m)

Voie étroite ($\leq 1m$)

On trouve Quatre types de gares sur l'Etat-Major: Gares, Station, Arrêt, Halte

De plus, les tramways ou les métros (voies urbaines), les funiculaires ou les crémaillères qui sont des types distingués dans la BDTopo ne peuvent se distinguer sur la carte d'Etat-Major, car leur représentation utilise celles des *voies étroites*¹⁰ (trait fin à barreaux) et on ne dispose pas d'un signe distinctif indiquant la présence de crémaillère ou funiculaire. La courbure et la longueur de la ligne permet de faire des hypothèses sur les différents types de voies.

¹⁰ http://fr.wikipedia.org/wiki/Voie_étroite

4. Conclusion

Bilan

L'existence de trois sources topographiques différentes et grande échelle telles que la carte de Cassini, la carte d'Etat-Major et la BD TOPO© 2011 représentant le territoire français à un siècle d'intervalle est certainement une occasion unique pour comprendre comment les structures de peuplement se sont organisées et ont évolué au cours du temps. Cependant, l'analyse présentée est un préalable obligatoire à toute entreprise d'analyse spatiale quantitative, afin d'identifier la nature du biais sélectif et de représentation inhérent à la comparaison de ces sources topographiques. Ainsi, nous avons remarqué que :

- du point de vue de la sélection, Cassini a privilégié le thème religieux qui organise au XVIII^{ème} siècle le territoire, tant dit que l'Etat-Major s'est focalisée sur le thème militaire ;
- le vocabulaire très exhaustif de la légende de l'Etat-Major ne signifie pas forcément que cette carte est plus exhaustive que la carte de Cassini;
- concernant l'habitat, la sémiologie et le niveau de généralisation utilisés par Cassini permettent de mieux rendre compte à la fois des zones urbaines comme des zones d'habitat épars, par rapport à la carte d'Etat-Major. Celle-ci, bien qu'ayant établi une nomenclature très exhaustive des désignations de l'habitat, n'a peut-être pas relevé aussi complètement les différents lieux de l'habitat épars ;
- les spécifications de la BD TOPO© comportent souvent trop de recouvrements entre les classes BATI* et PAI*, et même entre natures à l'intérieur des classes, ainsi que des définitions vagues provoquant de vraies difficultés d'alignement avec les catégories et natures issues de la saisie des autres sources topographiques.
- Cassini sous-représente le réseau viaire, quand l'Etat-Major met en exergue la desserte ferroviaire et le réseau routier. Le thème routier est prioritaire pour les mises à jour dans la BD TOPO ©, et se révèle très exhaustif.

Perspectives

Cette analyse montre la nécessité de la mise en place d'un modèle de connaissance basé sur une ontologie spatio-temporelle. Cette ontologie permettrait de faire face aux problèmes de polysémie identifiés (comme la "locature"). Il s'agit également de s'abstraire d'un niveau de modélisation et formalisation du contenu des cartes encore trop proche de l'arbitraire, comme le démontre les chevauchements de catégories entre "habitat agricole", "saisonniers" de l'Etat-Major et "écarts" de Cassini, et des modes de représentation sémiologiques des éléments. En effet, il n'est pas toujours possible de construire des spécifications de saisie et de modélisation du contenu des cartes compatibles entre elles, comme l'a montré notre tentative avec la modélisation séparée du contenu de Cassini (Plumejeaud et Vouloir 2011), et celle de l'Etat-Major (Plumejeaud et al. 2012). Le travail de thèse initié par (Abadie 2012) trouverait ici une application naturelle pour l'harmonisation des schémas de base de données à partir d'une ontologie de domaine, dont nous avons esquissé ici les grandes lignes en identifiant les différents thèmes et sous-catégories représentées dans les cartes, indépendamment de leur symbologie ou désignations.

5. Bibliographie

- Abadie N., 2012. Formalisation, acquisition et mise en œuvre de connaissances pour l'intégration virtuelle de bases de données géographiques : Les spécifications au cœur du processus d'intégration. Thèse de doctorat. Université de Paris Est Marne la Vallée, 2012.
- Berthaut H., 1898. *La Carte de France, 1750-1898. Etude historique*. Imprimerie du Service Géographique de l'Armée, Paris, tome 1, 341 p.
- Bacchus M., Dupuis J-C., 1990, "Une nouvelle carte de France par levé cadastral : bilan d'une idée révolutionnaire". *Cartes, Cartographes et géographes*, actes du 114e congrès national des sociétés savantes, Paris, 1989, ed. CTHS, 1990
- Bouyssou L. 1987, "Le buron", in *Volcan cantalien*, Chamina, Clermont, 2ème édition, p. 138.
- Caron, F. 1997, *Histoire des chemins de fer en France*, éditions Fayard, tome 1, 1740-1883, 1997 ; ISBN 2213021538
- Cassini de Thury C.-F., 1754. *Avertissement ou Introduction à la carte générale et particulière de la France*, Bibliothèque Nationale de France.
- Cénat J.-P., 2008. Stratégie, logistique et propagande : l'usage des cartes militaires par Chamlay. *Le Monde des cartes*, (195), pp.27–37.
- Cevasco R., 2004, "Multiple use of tree-land in the Northern Apennines during post medieval times. Linking clues of evidence", pp. 155-177, in Ross Balzaretti, Charles Watkins e Mark Pearce (a cura di), *Ligurian Landscapes: studies in archaeology, geography & history*, Vol. 10.
- Champion E., 1996, *Moulins et meuniers carolingiens dans les polyptiques entre Loire et Rhin*, Paris-Belfort, A.E.D.E.H. Vulcain.
- Chareille P., Rodier X. et Zadora-Rio E., 2004. Analyse des transformations du maillage paroissial et communal en Touraine à l'aide d'un SIG. *Histoire et mesure*, 3/4(2004), pp.314–344.
- Costa L., Robert S., 2008, *Guide de lecture des cartes anciennes*, ed. Errance.
- Costes B., Grosso E. et Plumejeaud C., 2012. Géoréférencement et appariement de données issues des cartes de Cassini. Actes de SAGEO'2012. Liège. A paraître.
- De Dainville F., 1964. *Le langage des géographes*, Paris : Editions A. et J. Picard.
- EHESS 2006 - Des villages de Cassini aux communes d'aujourd'hui, EHESS, Paris, 2006. : <http://cassini.ehess.fr/cassini/fr/html/index.htm>
- Girel J., 2006. Quand le passé éclaire le présent : écologie et histoire du paysage. *Géocarrefour* [En ligne], 81/4 (2006)
- Grosso E., 2013. Service d'intégration de données géographiques - Intégration de données anciennes dans un référentiel récent. Thèse de doctorat. Université de La Rochelle. A Paraître.
- Institut national de la statistique et des études économiques, 2012, « INSEE - Définitions et méthodes – Unité urbaine », en ligne <<http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/unite-urbaine.htm>>, consulté le 20/08/2012
- Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), 2011. BDTopo - spécifications de contenu, V2.1. En ligne sur : http://professionnels.ign.fr/sites/default/files/DC_BDTOPO_2_1.pdf , consulté le 20/09/2012

- Lemoine-Isabeau C., Hélin E., 1980. *Cartes inédites du pays de Liège au XVIIIème siècle*, Crédit Communal de Belgique.
- Lepetit Bernard, Royer Jean-François. 1980. Croissance et taille des villes : contribution à l'étude de l'urbanisation de la France au début du XIXe siècle (présentation : Jean-Claude PERROT). In: *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*. 35e année, N. 5, 1980. pp. 987-1010.
- Nahassia L., Plumejeaud C., 2012. L2.0-3 Protocole de constitution d'une base de données 1960. Rapport du projet Géopeople, en ligne sur <http://www.geopeople.ign.fr/index.php/documents/rapports-techniques/48-livrables-tache-2>.
- MacDonald, S., 2011 AddressingHistory: A web 2.0 community engagement tool and api. *IASSIST Quarterly* Fall, 17.
- Madry S., Jones A.E. et Tickner A., 2011. Une micro-histoire de la terre et de l'utilisation des ressources : l'intégration des SIG-H (Systèmes d'Information Géographique historiques) et des données qui y sont liées en Bourgogne du Sud, France. *Le Monde des Cartes*, 208, pp.75–94.
- Morizet M., 2008. Les instruments de levé topographique à l'époque de Vauban. *Progrès et immobilisme. Le Monde des Cartes*, 195, pp.7–14.
- Motte C., Vouloir M-C., 2008 « Frontières administratives et identités communales. Le cas de la France, XVIIIe-XXe siècles », *The Historical Review*, Athènes, vol. V
- Pégorier A., 2006, Les noms de lieux en France, dictionnaire de termes dialectaux, <http://www.ign.fr/adminV3/display/000/526/725/5267257.pdf>
- Peiffer C., 1877, *Légende territoriale de la France pour servir à la lecture des cartes topographiques*, Ed. C. Delagrave, éditeur de la Société de Géographie de Paris, 230 p.
- Pelletier M., 1990. *La carte de Cassini. L'extraordinaire aventure de la carte de France*, Paris: Presses de l'École nationale des Ponts-et-Chaussées.
- Puissant, L., 1805, *Traité de Géodésie Ou exposition des méthodes astronomiques et trigonométriques, appliquées soit à la mesure de la terre, soit à la confection du canevas des cartes et des plans*. Paris
- Plumejeaud C., Vouloir M-C., 2011. L2.1-2 Contenu de la carte de Cassini et sa modélisation en vue de sa vectorisation. Rapport du projet GéoPeuple, en ligne sur <http://www.geopeople.ign.fr/index.php/documents/rapports-techniques/48-livrables-tache-2>.
- Plumejeaud C., 2012. L2.1-3 Contenu de la carte d'Etat-Major et sa modélisation en vue de sa vectorisation. Rapport du projet GéoPeuple, en ligne sur <http://www.geopeople.ign.fr/index.php/documents/rapports-techniques/48-livrables-tache-2>.
- Rivals, C. 2000, Le moulin, histoire d'un patrimoine, Ed. Fédération Française des Associations de sauvegarde des Moulins, 31000 Toulouse, 4 fascicules de 48 pages chacun.
- Robert,S., 2006. Résilience des réseaux routiers : l'exemple du Val-d'Oise. *Bulletin AGER*, 15, pp.8–14.
- Robert S. et Verdier, N. 2009. Pour une recherche sur les routes, voies et réseaux.... *Les Nouvelles de l'archéologie*, 115, pp.5–8.
- Ruas A., Plumejeaud C., Grosso E., Costes B., Vouloir M-C., Motte C., LeBras H., Cord M., Thome N., Guyomard J., GéoPeuple : analyse de l'évolution des territoires et de leur démographie sur 200 ans. Actes de SAGEO'2012, Liège. A paraître.
- Vallauri D., Grel A., Granier E., Dupouey J.L. 2012. Les forêts de Cassini. Analyse quantitative et comparaison avec les forêts actuelles. Rapport WWF/INRA, Marseille, 64 pages + CD.

Verdier N., 2009. La labilité du réseau aux XVIIIe et XIXe siècles. Le cas de la Poste aux Chevaux dans le quart nord-ouest de la France. *Les nouvelles de l'archéologie*, 115, pp.13–17.