LA CARTE DE BARCELONE AVEC DES COURBES DE NIVEAU (1823-1827) : UN TOURNANT VERS LA CARTOGRAPHIE DE PRÉCISION[1]

par Francesc Nadal i Piqué

Universitat de Barcelona
Département de Géographie
f.nadal@ub.edu

et Carme Montaner i Garcia[2]

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya
carme.montaner@icgc.cat

En 1823 l'armée française traverse la frontière pyrénéenne pour renverser le régime libéral établi en Espagne. Pendant l'occupation française de Barcelone, qui durera jusqu'à fin novembre 1827, le Corps royal du génie dressa le Lever-nivelé de la place de Barcelone à l'échelle 1 :1000e avec le relief représenté par des courbes de niveau. Sa réalisation prend place dans le processus des profondes transformations cartographiques que l'armée française était en train de subir depuis le dernier tiers du XVIIIe siècle, dont un des principaux résultats est l'application de la technique des courbes de niveau pour représenter le relief.
Mots-clés : application des courbes de niveau, histoire de la cartographie de Barcelone, Corps royal du génie, cartographie militaire française.

In 1823 the French army crosses the Pyrenean border to overthrow the liberal regime established in Spain. During the French occupation of Barcelona, until the end of November 1827, the Royal Corps of Engineering draw the Lever-nivelé de la place de Barcelone at 1: 1000 scale with the relief represented by contour lines. This map must be framed in the process of deep cartographic transformations that the French army was undergoing since the last third of the eighteenth century and one of the main results was the application of the contour lines as cartographic relief representation.

Une nouvelle technique pour les cartes de l'armée française

Au début du dix-neuvième siècle, la France connut une véritable transformation dans sa cartographie civile et militaire. L'armée française était en train de reconsidérer toute la procédure de réalisation des cartes, non seulement en ce qui concernait la précision des données mais aussi le langage cartographique. L'amélioration des levés par des instruments et des calculs topographiques lui permit de dresser des cartes à grande échelle chaque fois plus précises et d'introduire des données altimétriques qui commençaient à s'exprimer sur la carte sous la forme de plans horizontaux ou courbes de niveau. Ce système mathématique d'expression du relief, dont on trouve des antécédents au XVIIe siècle aux Pays-Bas dans la cartographie bathymétrique des fleuves et canaux (Dainville, 1957), deviendra fondamental pour l'artillerie et le génie militaire, ainsi que pour les usages civils, et remplacera, tout le long du siècle, le dessin en perspective. Son évolution et sa diffusion n'ont cependant pas été faciles, du fait même d'introduire les courbes de niveau dans le dessin de la carte. L'armée française a tardé à adopter ce genre de représentation, qui exige une grande capacité d'abstraction de la part du lecteur.

Ces transformations cartographiques apparaissent à une époque de changements institutionnels et pédagogiques dans l'enseignement militaire, dans

1 Traduction du catalan de José Antonio Ezquerra (ICGC)

2 Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet de recherche financé par la Direction générale de la recherche scientifique et technique du Ministère espagnol d'économie et compétitivité (projet : CSO2017-87080-P). Il a compté aussi sur le support économique de l'AGAUR du Gouvernement de la Catalogne, au moyen de l'aide "2014 SGR 128" décernée au Groupe d'études d'histoire de la cartographie et fait partie des projets du patrimoine cartographique de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya dans ce cas en collaboration avec le Service historique de la Défense (Vincennes).

le cadre du grand bouleversement politique et social que traversait la société française depuis la Révolution de 1789. Il s'agit donc d'une période clef dans le développement, l'application, la diffusion et l'enseignement de cette nouvelle technique de représentation cartographique du relief, les courbes de niveau et du nouveau langage cartographique qui en découle : l' « éclairage zénithal » des cartes (Bousquet-Bressolier, C., 1995, p. 93-106. Bret, 2008, p. 92. Verdier, 2015, p. 302-314).

Jusqu'en 1792, les ingénieurs militaires français étaient formés à l'École royale du génie, à Mézières, qui était auréolée d'un prestige technique considérable. En 1794 s'y ajoutent deux institutions d'enseignement technique supérieur : l'École centrale des travaux publics, à Paris, qui deviendra l'année suivante l'École polytechnique, et l'École d'application du génie, à Metz, qui deviendra en 1802 l'École d'application de l'artillerie et du génie (Picon, 1992, p. 228-229, p. 263-271. Langins, 2004, p. 95-98).

L'enseignement cartographique offert dès 1794 aux futurs ingénieurs militaires français dans ces deux écoles était, dans une grande mesure, une continuation de celui de l'ancienne école de Mézières, où le mathématicien et professeur Gaspard Monge (1746-1818) avait commencé à s'intéresser à la résolution d'un des principaux défis du génie militaire de l'époque : le défilement d'une fortification, c'est-à-dire : la dérober aux vues de l'assaillant afin de la protéger du tir direct. Pendant la première moitié du XVIIIe siècle la résolution de ce problème venait d'une connaissance directe du terrain, faite par tâtonnements. C'est à partir de la seconde moitié du siècle qu'apparaissent différentes techniques pour le résoudre d'un point de vue graphique[3]. Le processus prendra forme finalement dans le dessin et l'usage des courbes de niveau, dont l'origine, en ce qui concerne les ingénieurs militaires français, se trouvait dans les théories de la géométrie descriptive de Monge. Cette branche de la géométrie permettait de représenter les objets tridimensionnels en surfaces de deux dimensions. Monge, cependant, appliqua cette méthode, qu'il avait commencé à enseigner dès 1775, sur des cartes avec une représentation traditionnelle du relief par hachures, bien que l'usage des courbes de niveau s'y adaptât beaucoup mieux. Ce sera finalement l'un de ses élèves, devenu professeur, qui appliquera ce système : l'ingénieur militaire Jean-Baptiste Meusnier de la Place (1754-1793) (Belhoste, 1994, p. 41).

Meusnier franchit le pas décisif du plan nivelé, c'est-à-dire avec des cotes altimétriques, au plan en courbes horizontales ou courbes de niveau (Dainville, 1957, p. 441-457). En 1789, en s'appuyant sur la géométrie descriptive développée par son maître, il proposa « *d'exprimer fort exactement la figure du terrain en joignant tous les points du même côté par des courbes*». Malheureusement, sa mort prématurée en 1793, lors du siège de Mayence, empêchera son application pratique. En 1796, l'ingénieur militaire Horace Say (Lyon 1771 – Qaysarié, Saint-Jean-d'Acre 1799), professeur de fortification à l'École polytechnique, publia pour la première fois la méthode de défilement promue par Monge, mais sur des cartes en courbes de niveau, et la diffusa dans cette école. Enfin, la première application pratique de la nouvelle technique sera faite par l'ingénieur militaire François-Nicolas-Benoît Haxo (Lunéville 1774 – Paris 1828). Ayant reçu de Napoléon l'ordre de fortifier la Rocca d'Anfo, en Lombardie, la première chose qu'il fit fut de dresser un plan topographique de l'emplacement (Prost, 1996, p. 104-105. Langins, 2004, p. 247- 249. Prost, 1989, p. 5-6. Belhoste, 1994, p. 41) avec des courbes de niveau, selon les techniques conçues par Meusnier.

Malgré tout, l'implantation de la technique des courbes de niveau fut très controversée. En 1802 le ministre de la guerre mit en place une commission de topographie pour établir les normes d'uniformisation du langage cartographique dans la production des cartes officielles. En ce qui concernait la représentation du relief, cette commission discuta sur trois systèmes différents : la demi-perspective, les lignes de plus grande pente et les projections de courbes ou courbes de niveau. Suite à un long débat la commission décida que la meilleure façon de représenter le relief était celle des lignes de plus grandes pentes, d'où l'on dessine les hachures. L'avis concernant les courbes de niveau était que l'on ne pouvait pas les officialiser car, si elles étaient valables pour certaines nécessités cartographiques dans des espaces réduits, leur usage n'était pas concevable dans des grandes étendues de territoire. C'est pour cela que l'on n'accepta son usage que pour les plans du Dépôt des fortifications dressés à des échelles entre 1 :1000e et 1 :10000e, à condition de disposer d'une information altimétrique détaillée pour l'ensemble du territoire cartographié (Palsky, 2005, p. 52-53. Konvitz, 1987, p. 96-102. Bret, 2008, p. 88-89).

Cette restriction sur l'usage des courbes de niveau aura une incidence directe sur la formation des futurs ingénieurs militaires, surtout à l'École polytechnique, car l'enseignement des techniques cartographiques

3 Selon les apports progressifs des ingénieurs et mathématiciens comme Chastillon, Vigna et Buat.

diminuera de manière fort considérable. La situation ne commencera à se redresser qu'à partir de 1807, quand le capitaine du Dépôt de la guerre Pierre-Antoine Clerc (Nantua 1773 – Metz 1843) devint professeur du cours de topographie (Belhoste, 1994, p. 41. Rossi, 2008, p. 37). Clerc, défenseur de l'usage des courbes de niveau au sein de la commission de 1802, les introduisit progressivement dans le contenu de la matière dès la même année 1807 (Fara, 2006, p. 28-29. Tholose, 1828, p. 348).

En 1809 le capitaine Clerc fut affecté au golfe de la Spezia à la tête d'une brigade topographique ayant pour but le levé d'un « plan-relief ». C'est pendant cette mission, entre 1809 et 1811, qu'il entreprit ce que l'on considère comme le premier levé topographique d'une grande fortification avec des courbes de niveau : le *Lever-nivelé du bord et des îles du golfe de la Spezia*, formé par 18 feuilles à l'échelle de 1:1000e et 1:5000e et courbes de niveau équidistantes de 10 mètres (Rossi, 2008, p. 36-39, p. 195-197. Rossi, 2011, p. 99).

En 1812, une fois ce levé achevé, la brigade topographique commandée par Clerc fut divisée en trois sections qui entreprirent séparément plusieurs travaux topographiques, avec des courbes de niveau, jusqu'en 1814 dans diverses places fortes et fortifications du nord de la France et de l'Allemagne. Dissoute après la chute du régime napoléonien, elle fut réorganisée fin 1816, toujours sous la direction de Clerc, qui y resta jusqu'en 1825. Pendant cette époque elle dressa des cartes topographiques en courbes de niveau de plusieurs fortifications françaises. En 1825 Clerc abandonna les travaux sur le terrain et devint professeur de topographie à l'école de Metz, où il y resta jusqu'à sa retraite en 1838. De cette période datent les deux volumes de son *Essai sur les éléments des levers topographiques et de son enseignement*, publiés en 1839-1840 (Rossi, 2011, p. 100).

Haxo et Clerc n'ont pas été les seuls cartographes français qui ont appliqué pendant ces années la technique des courbes de niveau. Un cas particulièrement intéressant dans cette étude est l'établissement d'une carte topographique en courbes de niveau de Portoferraio, sur l'île d'Elbe, entre 1811 et 1812, par l'ingénieur militaire François-Louis-Joseph Garin (Fara, 2006, p. 26), qui sera – comme l'on verra plus loin – l'un des auteurs du *Lever-nivelé de la place de Barcelone*.

La polémique entre partisans et détracteurs des courbes de niveau en France se poursuivra durant quelques années jusqu'à la création, le 25 février 1826 par le ministre de la Guerre, d'une nouvelle commission formée par des cartographes civils et militaires ayant pour mission l'établissement de critères uniformes pour la représentation du relief (Tholose, 1828, p. 348). Les travaux menés par cette commission, chargée de l'établissement de la *Carte de France* au 1:80000e, dite Carte de l'état-major, conduisirent à une série de dispositions relatives à la représentation cartographique du relief. Une de ces dispositions établissait l'usage des courbes de niveau pour les plans levés à des échelles plus grandes que le 10000e, tandis qu'une autre règle disait que « *sur toutes les cartes, des cotes placées aux points les plus remarquables du terrain indiqueront la hauteur de ces points ; le point dont la cote est zéro étant toujours celui qui sera reconnu pour être le plus bas, on fera connaître autant que possible la hauteur de ce point au-dessus du niveau de la mer* » (Tholose, 1829, p. 480-482). Ces dispositions sont cependant ultérieures à la date d'établissement de la carte de Barcelone, objet de notre attention.

Le siège et l'occupation de Barcelone (1823-1827)

En avril 1823, une puissante armée française, l'Armée des Pyrénées, connue en Espagne comme les *Cent mille fils de Saint-Louis* et en France comme *l'Expédition espagnole*, traverse la frontière des Pyrénées avec la mission de renverser le régime libéral instauré en Espagne en 1820. Il s'agit d'une campagne militaire très coûteuse pour la France, voire ruineuse, mise en place contre l'avis initial même du chef du gouvernement. L'intervention, approuvée lors du Congrès de Vérone de 1822, devait rétablir l'Espagne, une fois encore, dans l'orbite politique, culturelle et économique de la France. Le gouvernement français avait cependant la nécessité d'obtenir, le plus tôt possible, un succès militaire, autant pour affermir le régime des Bourbons restauré que pour, en même temps, s'assurer la fidélité de son armée, dont une grande partie venait des rangs de l'armée de Napoléon (Fontana, 2006, p. 11-35. Larroche, 2013, p. 11-23, 39-46. Roquette, 2016).

Echaudé par la sanglante et amère expérience vécue en Espagne pendant la campagne de Napoléon (1808-1814), l'État-major de l'armée française voulut préparer l'intervention avec le plus grand soin (Fraser, 2008, p. 758-766). Pour la cartographie, il tira profit, d'un côté, des cartes dressées lors de cette campagne antérieure et, de l'autre, du matériel confisqué à l'armée espagnole (Cervantes, 2008, p. 9-35. Castañón, Puyo, 2008, p. 67-108. Puyo, Castañón, García Álvarez, p. 74-102). Néanmoins, pour cette occasion, le patrimoine cartographique principal de l'Armée des Pyrénées n'était pas les cartes qu'elle emportait

depuis la France mais son corps de cartographes. Dans ce sens, il faut remarquer qu'autant le *Dépôt de la guerre*, comme le *Dépôt des fortifications* y fournirent un grand nombre d'ingénieurs géographes militaires et d'ingénieurs militaires avec une solide formation en cartographie. Des cartographes qui, entre 1823 et 1827, entreprirent une activité importante, dont on ne conserve, pour l'instant, qu'une connaissance très partielle (Catllar, Armengol, 1987, p. 204-205. Montaner, 1992, p. 243-250. Saura, 1997, p. 75 et illustrations 4-11. Burgueño, 2009, p. 54-55. Castañón, Puyo, Quirós, 2008, p. 117-123. Capdevila, 2010, p. 169-170. Puyo, Castañón, García Álvarez, 2016, p. 94-97. Nadal, Montaner, 2016, p. 44-67).

La campagne militaire en Catalogne fut assignée au IVe corps d'armée de l'Armée des Pyrénées, formé par 21 099 hommes, 4 376 chevaux et 24 canons, sous le commandement du Maréchal Bon-Adrien Jeannot de Moncey (Moncey 1754 – Paris 1842), duc de Conegliano. Les premiers villages occupés furent ceux de la frontière, la Jonquera et Puigcerdà, tombés le 18 avril 1823. Dès ce moment les forces libérales espagnoles opposeront, pendant plus de six mois, une résistance acharnée à la progression de l'armée française. Le siège de Barcelone, un des derniers, durera du 10 juin au 2 novembre 1823, quand le général libéral espagnol Francisco Espoz y Mina (Idocin 1781 – Barcelone 1836) signa la reddition des places fortes de Barcelone, Tarragone et Hostalric. Deux jours après, 8 000 soldats français franchissaient les portes de Barcelone et occupaient la ville.

La résistance espagnole obligea l'armée française à élaborer une abondante et différente cartographie militaire de la plaine de Barcelone et de ses environs. Une cartographie qui, malgré son caractère de campagne militaire, présentait des différences remarquables par rapport à celle de la campagne napoléonienne de 1808-1814, pourtant vieille de moins de dix ans. La représentation soignée et détaillée du relief et un nouveau dessin cartographique sont les éléments les plus appréciables. Ces caractéristiques sont visibles de façon immédiate si l'on compare les plans militaires français de la guerre d'Espagne 1808-1814[4] avec le *Plan du Blocus de Barcelone par le IV Corps d'Armée sous les ordres de S. E. M. le maréchal Duc de Conegliano* levé pour le siège de 1823 (fig.1).

Cette carte à l'échelle de 1:20000 est le résultat d'un levé mis en place par un groupe d'officiers français du Corps royal du génie et du Corps royal des ingénieurs géographes militaires pendant le siège de Barcelone. Elle est conçue d'une manière plus moderne que les cartes antérieures et avec une information géographique détaillée et une mise à jour des alentours des remparts de la ville. La topographie y est représentée par le dessin des crêtes sous un éclairage oblique du nord-est, qui rehausse le relief, et complétée par les cotes altimétriques de certains points. Il s'agit de la représentation cartographique la plus précise de Barcelone et de ses environs faite jusqu'alors que l'on connaisse aujourd'hui. Il est évident que les ingénieurs militaires étaient en train d'essayer de nouvelles techniques de représentation cartographique plus adaptées aux progrès techniques et militaires.

Malgré le succès de l'occupation de Barcelone et le contrôle du territoire catalan, en novembre 1823, l'armée française ne cessa pas son activité cartographique, bien au contraire. Tout de suite elle réalisa qu'à cause de la faiblesse politique du régime absolutiste espagnol restauré, sa présence dans la péninsule ibérique serait bien plus longue que prévu. Une faiblesse qui se manifeste par la requête du roi Ferdinand VII au Gouvernement français, le 4 juin 1826, pour demander la continuité de la présence en Espagne de l'armée française. De ce fait, l'occupation de Barcelone se prolongera jusqu'au 28 novembre 1827. Pendant ces quatre longues années d'occupation les Français laisserent stationner un important contingent : début septembre 1827 il y avait encore 5 335 militaires affectés, dont 157 du Corps royal du génie (Butron, 1996, p. 49-62. Dueñas, 1997, p. 132). Ce long séjour leur permettra de mener à terme plusieurs travaux[5], dont des levés topographiques très précis de la plaine de Barcelone. L'absence de résistance locale permit aux ingénieurs militaires de tester et d'approfondir l'usage des techniques cartographiques innovatrices que le corps du génie de l'armée française était en train d'introduire.

L'établissement de la carte des fortifications et de la zone d'exclusion militaire de Barcelone au 1:1000e

Barcelone était, entre 1641 et 1808, un objectif militaire de premier ordre pour l'armée française, ainsi qu'en témoignent les nombreux sièges que la ville dut subir face aux Français, seuls ou en coalition. Cette considération apparut à nouveau quand l'occupation

4 Voir, par exemple, le catalogue de Cervantes, 2008.
5 Le Corps d'ingénieurs militaires a levé des cartes de plusieurs endroits de la Catalogne ainsi que le Corps d'État-Major des cartes de la voierie. Ces aspects ne sont pas traités dans cet article. Voir Montaner 1992.

Figure 1 : Plan du Blocus de Barcelone. 1823. 1:20.000 (Service Historique de la Défense)

Figure 2 : Vue de Barcelone à la moitié du XIXème siècle. Gravé par Rouargue (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya)

Figure 3 : Place de Barcelone: Canevas du Lever-Nivelé de la Place et de ses Forts... 1827. 1. 4.000 (Service Historique de la Défense)

de 1823 fut prolongée *sine die*. Le Corps royal du génie entreprit l'établissement immédiat d'une carte au 1:1000 du territoire stratégique qui entourait la ville. Un levé qui s'encadre pleinement dans le processus des transformations cartographiques que traversait l'armée française, tel qu'exposé dans le chapitre précédent.

L'établissement de cette carte de la part des ingénieurs de l'armée française a été fait en deux étapes, suite à deux ordres différents. Le premier, issu du général Hubert Rohault de Fleury (Paris 1799 – Montoire 1866), en décembre 1823, demandait l'établissement de la carte au 1 :1000e du fort de Montjuïc et des terrains attenants jusqu'à une distance de 600 mètres (fig. 2). Le deuxième, signé par le général Marie-Étienne-François-Henri Baudrand (Besançon 1774 – Paris 1848) lors d'une inspection à Barcelone en mai 1825, demandait l'élargissement de la carte à toute la zone d'exclusion militaire afin de couvrir le territoire extra-muros jusqu'à 900 mètres[6].

La phase d'exécution (1823-1825)

La première phase démarra dès le début de la présence française, en décembre 1823, ayant pour début le calcul d'un réseau de triangulation. Celui-ci devait servir de base pour le dessin de la carte et couvrait tout l'ensemble urbain, la banlieue et la montagne de Montjuïc. Ce n'était pas cependant la première fois que l'on prenait des mesures géodésiques de la ville : en 1792 l'astronome Pierre Méchain (Laon 1744 – Castellon de la Plana 1804) avait dressé un premier réseau géodésique qui traversait le territoire catalan jusqu'à Barcelone, dans le projet du calcul du méridien Dunkerque-Barcelone promu par l'Académie des sciences française[7].

La triangulation de 1823 plaça une station centrale sur le clocher nord de la cathédrale de Barcelone. De ce point on observa 15 stations supplémentaires afin de définir un système de coordonnées cartésiennes, dont l'origine était le point de croisement de deux axes X, Y en forme de croix, situé sur ce clocher de la cathédrale (fig.3). Cette station et trois autres (Montjuïc, la Citadelle et le phare du vieux port) correspondaient à des points calculés par Méchain (Capdevila, 2010, p. 168), mais nous n'avons trouvé aucune évidence documentaire qui atteste que les ingénieurs militaires aient profité des mesures faites par l'astronome trente ans avant. On sait cependant que parmi les professeurs de l'école de Metz, par où sont passé tous les ingénieurs affectés à la carte de Barcelone comme l'on verra plus loin, il y avait le Roussillonnais François Arago (Estagel 1786 – Paris 1853) qui fut le scientifique commissionné pour finir le calcul de la partie sud de la mesure du méridien Dunkerque-Barcelone. Ayant été un continuateur et bon connaisseur des travaux de Méchain (Capdevila, 2010), il ne serait pas étonnant que les ingénieurs y aient eu accès par sa médiation.

Les mesures furent faites au moyen de théodolites par trois sortes d'opérations : la désignation des points observés, où pour chaque base on prit les mesures de l'angle observé, de l'angle concourant et de l'angle réduit ; le calcul des longueurs des côtés du triangle et le calcul des coordonnées des sommets des triangles. Pour le calcul des angles on utilisa les tables de logarithmes de Joseph Jérôme Lefrançois de Lalande[8] (Bourg-en-Bresse 1732 – Paris 1807).

Toutes les opérations mathématiques de la triangulation furent mises au propre dans des cahiers manuscrits au format 30 x 24 cm et 228 pages : *Place de Barcelone, Lever-nivelé: Registres de triangulation et de nivellement 1827*[9]. Sur la couverture le titre est plus développé : *Lever-Nivelé de la Place de Barcelone et des Forts et du terrain / environnant jusqu'à 900 mètres environ de distance minimum des ouvrages / avencés – par les capitaines Granier, Paulin, Chauchard et Gombault 1827*.

La base de la triangulation fut établie au pied du glacis du pan du rempart entre les deux stations d'observation (Tallers et Sant Antoni) et mesurait 1 000 mètres de longueur. La mensuration fut faite aussi avec le théodolite, dont le limbe était un cercle complet qui donnait immédiatement les angles réduits et offrait, d'après sa division, une approximation de 5 minutes. Le cahier indiquait que la mensuration fut faite deux fois tous les 100 mètres et que les différences ne furent jamais supérieures à 5 millimètres. Les triangulations secondaires furent faites au fur et à mesure des dessins de chaque feuille, au moyen de la planchette, la règle graduée et la boussole : « *Au moyen des points ou des directions obtenus ainsi, on a déterminé dans chaque planchette 25 à 35 points éloignés au plus de 120 mètres les uns des autres et beaucoup moins éloignés*

6 Ce qui est dit dans la carte qui contient le schéma de la triangulation.
7 Il y a beaucoup de documentation sur cette mesure. Ici nous ne renvoyons qu'à Capdevila, 2010.
8 L'édition plus ancienne que nous ayons trouvée de cet ouvrage est de 1802: *Tables de logarithmes pour les nombres et pour les sinus* / par Jérôme de la Lande. A Paris, chez Firmin Didot, An X (1802). Il y en a eu des rééditions, corrigées et augmentées, pendant une bonne partie du XXe siècle.
9 Conservé aussi au Service historique de la Défense, Château de Vincennes (SHD). Saura, 1997, p. 75.

pour la fortification, chaque point déterminé au moins par trois rayons a servi de station pour la boussole nivellatrice au moyen de laquelle on a levé et nivelé en même temps ; on a levé au moyen d'une règle graduée convenablement et de deux fils horizontaux placés dans la lunette ». Un total de 296 stations a été fixé et 3 478 points observés.

Pour les données de nivellement on établit un point coté altimétrique de référence pour les valeurs des hauteurs mesurées. Cette cote de référence n'était pas comme les actuelles, qui prennent leur valeur zéro sur un point prédéterminé officiellement, d'habitude le niveau de la mer, de manière que la valeur monte au fur et à mesure de la hauteur, mais on choisit un point aléatoire face à la porte d'entrée du château de Montjuïc avec la valeur arbitraire de 100 mètres. Toutes les valeurs altimétriques de la carte sont rapportées à ce point, de façon que les points cotés aient ainsi une valeur ascendante même quand la hauteur diminue, ce qui frappe quand on lit la carte avec un regard contemporain. L'établissement de ce point coté est expliqué dans le cahier comme il suit : « *Le plan général de comparaison passe à 100^{m}=000 au-dessus de la face supérieure du piédestal de la Colonne de gauche (en entrant) de la façade principale du fort Montjuich. Cette face est marquée d'une croix qui indique le point de départ* ». Jusqu'à présent on n'a trouvé aucune trace de cette croix. Tous les registres de nivellement correspondent aux fortifications : un à Montjuïc, deux sur les remparts de la ville, un troisième sur le Fort Pio et deux autres sur la Citadelle et le rempart de la mer.

En ce qui concerne la précision des valeurs altimétriques, sauf analyse plus détaillée de la carte, il y a une donnée très remarquable : le point coté au niveau de la mer sous le château de Montjuïc indique 276,322 mètres. Si on donne une valeur 0 à ce point, selon le système moderne, la cote 100 de référence à l'entrée du château donnerait une valeur de 176,3 mètres. La carte actuelle de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya signale que ce point a une hauteur de 176,2 mètres[10].

Afin de compléter les travaux de triangulation, outre un petit graphique dans le cahier cité, on dessina une carte détaillée à l'échelle de 1:4000e avec l'ensemble des opérations calculées pour dresser la carte. Son titre : *Place de Barcelone: Canevas du Lever-Nivelé de la Place et de ses Forts et du terrain environnant jusqu'à 900 mètres environ de distance minimum / Indicatif de la Triangulation et de la distribution des Planchettes / Ainsi que de la crête intérieure des ouvrages de la Fortification et détails principaux du terrain, 1827*. Il s'agit d'une carte manuscrite de 117,5 x 175 cm. et elle constitue la représentation du premier « réseau géodésique » de la plaine de Barcelone[11].

Une fois établi le canevas de base de triangulation, on commença la récolte de l'information géographique et le dessin, au moyen de la planchette, des premières minutes qui couvraient le château de Montjuïc et le territoire environnant jusqu'à 600 mètres (fig.4). Du mois d'avril 1825 jusqu'en janvier 1826 on dessina sept feuilles de travail, ou minutes, lesquelles, une fois assemblées, composaient toute la montagne de Montjuïc au 1 :1000e et courbes de niveau tous les 1 mètre. Ces premières minutes sont des sections au découpage irrégulier, sûrement à cause du terrain montagneux qui empêchait le stationnement des planchettes et l'établissement des visuels. A partir de ces minutes irrégulières on dessina en 1827 une carte de toute la montagne au 1 :4000e en une seule feuille, intitulée *Plan du fort Montjuïch* (155 x 220 cm).

Il y a une particularité concernant la feuille initiale de cette première phase qui correspond au château de Montjuïc en avril 1825, car elle dessine la fortification avec les points cotés mais sans représenter le relief du terrain environnant. On a trouvé, cependant, une seconde version de cette feuille avec le dessin complet, y compris les environs, exprimé avec des courbes de niveau. Cette version n'est pas conservée au Service historique de la Défense à Vincennes, mais au Musée des Plans-reliefs de Paris. Bien que nous n'ayons pas encore trouvé une explication au sujet de la présence de cette feuille dans un endroit différent du reste de la série, il semble vraisemblable qu'on ait envisagé la possibilité de construire une maquette du fort de Montjuïc, tel que l'on avait fait à partir de certaines cartes en courbes de niveau dressées par le Dépôt des fortifications[12]. Selon ce même modèle qui ne dessine que la fortification, on en fit un autre, en juillet 1815, du fort de la Citadelle[13].

2e phase d'éxécution 1825-1827

Le projet cartographique, concentré dès le début sur la montagne de Montjuïc, reçut un nouvel élan après la

10 Voir la carte moderne sur www.icgc.cat/vissir.

11 Conservé aussi au Service historique de la Défense, (SHD) [château de Vincennes].

12 Musée des Plans-Reliefs, Paris. Nous remercions les facilités de consultation offertes par son directeur, M. Max Polonovski. Rossi, 201, p. 31-51.

13 Il est intéressant de signaler au lecteur français que le château de Montjuïc existe toujours et est ouvert au public, tandis que la Citadelle, érigée après la chute de Barcelone en 1714, a été rasée en 1868. Le parc homonyme, *Parc de la Ciutadella*, occupe aujourd'hui sa place; il ne reste que quelques vestiges dont l'arsenal, où siège le Parlement de la Catalogne.

visite d'inspection du général Baudrand en mai 1825. Suite à l'analyse de la documentation cartographique rassemblée sur Barcelone par la *Direction du Génie à la Catalogne*, il conclut que les plans relatifs à la ville « *étaient tout à fait inexacts* »[14]. Après cette évaluation négative, Baudrand ordonna d'élargir la carte à toute la surface de la zone d'exclusion militaire de la place de Barcelone, jusqu'à une distance de 900 mètres[15]. Il s'agissait du territoire qui entourait la ville et le château de Montjuïc, de 2 088,2 ha, où les usages étaient réglementés par les autorités à cause de son caractère militaire. Une loi de 1768 interdisait, par exemple, de construire aucun bâtiment en pierre sèche entre la zone fortifiée et une limite extérieure de 500 toises (973 m). Quand l'armée française arrive à Barcelone cette limite est fixée à 1 000 verges (835 m) (Cortada, 1998, vol. 2, p. 219-220).

C'est ainsi que, un an et demi après son entrée en ville, l'armée française qui n'avait aucune intention de la quitter, entreprit d'élargir le projet cartographique au-delà de la colline de Montjuïc (fig. 5), au sud de Barcelone, jusqu'à couvrir toute l'aire d'exclusion militaire qui entourait l'enceinte fortifiée de la ville, au centre de ce que l'on connaît en géographie comme la « Plaine de Barcelone » [16]. Ce qui fait penser que pendant tout ce temps les cartographes, avec tous leurs instruments, devinrent une présence habituelle et ne trouvèrent aucun obstacle pour continuer leur tâche. La plupart des travaux étaient faits au moyen de la planchette, un système lent et fastidieux qui ne pouvait être utilisé qu'en temps de paix.

Cet ordre du Général Baudrand, qui élargissait considérablement la zone à cartographier, se traduisit par un nouveau découpage de la carte. Tandis que pour celle de Montjuïc le découpage des minutes était irrégulier, pour la nouvelle zone on utilisa une division orthogonale en feuilles carrées de 65 cm de côté. Même si les dernières minutes de la première série sont datées de janvier 1826, on sait que depuis octobre 1825 on travaillait déjà selon le nouveau découpage orthogonal. De cette façon, jusqu'en juin 1827, 47 nouvelles minutes de la carte du terrain d'exclusion seront dressées au 1:1000 et en courbes de niveau. Les 7 minutes de la première série, plus les 46 suivantes et une feuille détachée de la Citadelle constituent le *Lever-Nivelé de la Place de Barcelone et de ses forts avec le terrain environnant à 900 mètres de distance moyenne à l'échelle du 1/1000, 1827*. Cette carte comprend donc 54 minutes : 8 irrégulières et 46 régulières au format 65 x 65 cm (fig. 6). Elles sont numérotées de 1 à 53 ; le numéro 33 est une feuille double représentant les versants de la montagne de Montjuïc et (la feuille 33bis) le château sans ses alentours. Toutes les minutes sont datées et signées de l'ingénieur responsable du levé. Leur échelle est 1:1000 et l'équidistance des courbes de niveau de 1 mètre. La planimétrie montre les fortifications, les bâtiments, les chemins et le réseau hydrographique, le tout accompagné de notes textuelles sur la toponymie et les usages du sol (fig. 7). On ne conserve qu'une copie manuscrite au Service historique de la Défense, à Vincennes, et une copie de la feuille de Montjuïc au Musée des Plans-reliefs.

Le départ de l'armée française, fin 1827, quatre ans après son arrivée à Barcelone pour démettre le gouvernement libéral espagnol, signifia la fin soudaine du levé de la carte. Bien que les minutes couvrent tout le territoire d'exclusion militaire, seules les feuilles correspondant à la montagne de Montjuïc ont eté rédigées. L'ajustement entre toutes les minutes n'est pas parfait car il aurait fallu une procédure postérieure de vérification et de correction qui n'a jamais été faite. En fait, le levé a été réalisé jusqu'au dernier moment (voir la mise à jour de certaines minutes, notamment les numéros 7 et 17). Ces deux feuilles, dressées en 1826, ont dû être corrigées en 1827 en raison du percement de l'avenue qui deviendra le Passeig (promenade) de Gràcia[17]. Les cartographes militaires français ont mis à jour le dessin de l'avenue, en marquant en jaune les parties corrigées pour remarquer qu'il s'agissait effectivement d'une mise à jour, tel qu'ils indiquèrent sur les feuilles : "Les parties marquées en jaune ont été terminées en Septembre 1827".

Les cartographes du *Lever-nivelé de la place de Barcelone*

L'établissement de cette carte fut de la responsabilité de neuf ingénieurs militaires, presque tous issus de l'École polytechnique puis de l'École d'application de

14 SHD, Lettre de Clerget de Saint-Léger, 17 novembre 1826 (GR 1 VM 110).

15 Cet ordre fut approuvé par le Ministre de la Guerre, A.M. Gaspard de Clermont-Tonnerre; SHD, Lettre de Clerget de Saint-Léger, 17 novembre 1826 (GR 1 VM 110).

16 La plaine de Barcelone est un demi-graben limité au sud-est par une faille marine, la "faille de Barcelone", au nord-est par la Chaîne littorale catalane (serralada de Collserola), et au sud et au nord respectivement par les fleuves Llobregat et Besòs; Riba, Colombo, 2009, p. 25-38.

17 Les premiers travaux d'urbanisation du "Passeig" de Gràcia commencèrent en 1821 mais il ne fut inauguré que le 24 mai 1827; Permanyer, 1994. p. 13-18

Figure 4 : Lever-nivelé de la place de Barcelone. Feuille n° 2 (Service Historique de la Défense)

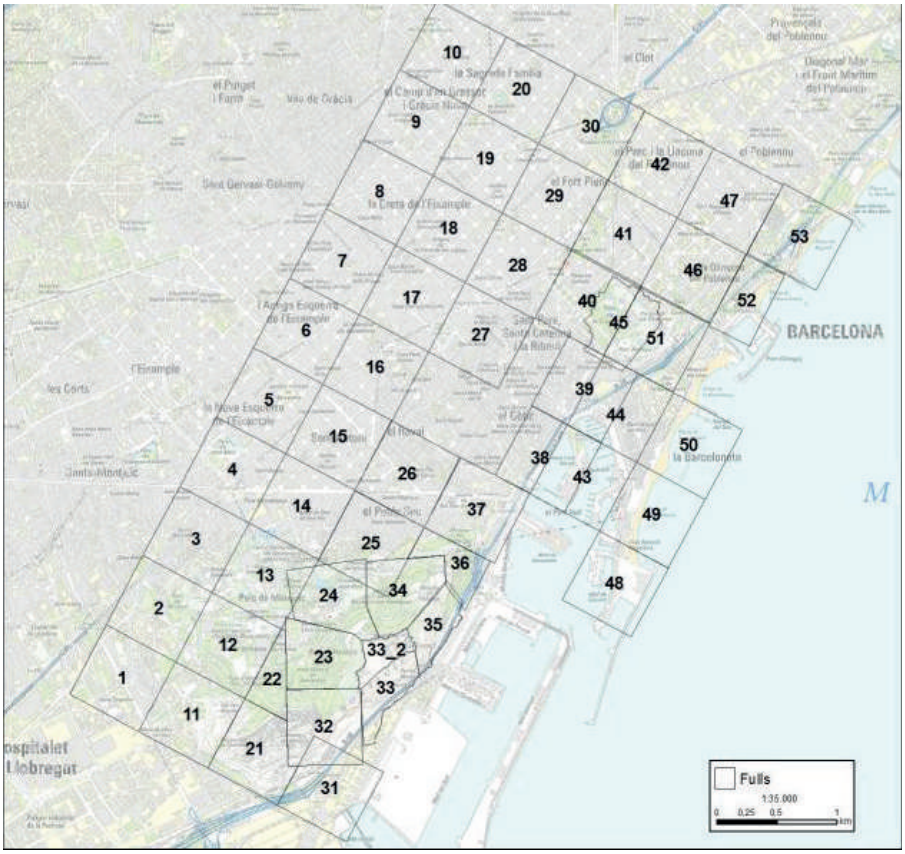

Figure 5 : Distribution des feuilles du Lever-nivelé de la place de Barcelone

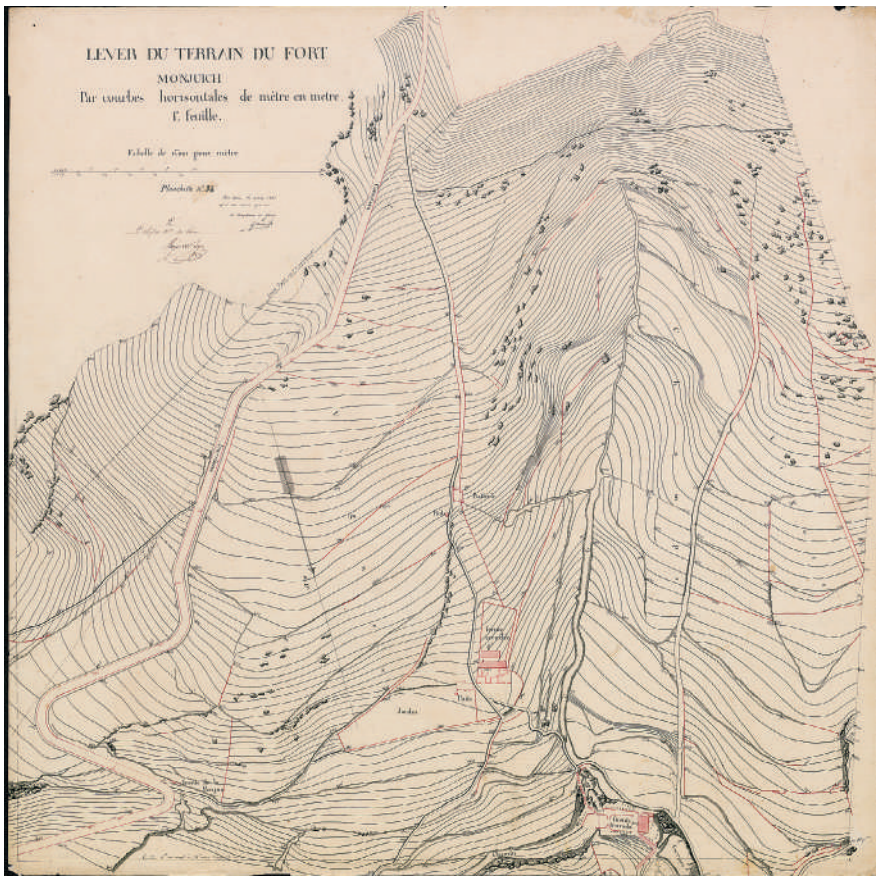

Figure 6 : Lever-nivelé de la place de Barcelone. Feuille nº 34 (Service Historique de la Défense)

Figure 7 : Lever-nivelé de la place de Barcelone. Feuille nº 29 (Service Historique de la Défense)

Metz[18]. A leur tête deux généraux déjà cités : Huber Rohault de Fleury et Marie-Étienne-François-Henri Baudrand.

Fleury avait été reçu à l'École polytechnique en 1794 et quatre ans plus tard à l'École d'application de l'artillerie et du génie de Metz, d'où il sortit en 1800 avec le grade de lieutenant du corps d'ingénieurs militaires. En 1808, suite à plusieurs campagnes militaires, il fut affecté en Catalogne (*École polytechnique*, 1894, II, p. 79-82). Sa première destination fut Barcelone où il acquit une bonne connaissance de son système de défense. En 1822 il fut désigné sous-gouverneur de l'École polytechnique et membre du comité des fortifications de France. Le 1er janvier 1823 il devint maréchal de camp puis chef du Corps royal du génie du IVe corps d'armée de l'Expédition espagnole. Fin décembre de cette année, après avoir ordonné le début du levé topographique de Barcelone, il rentra en France (Lebourleux, 2006, p. 308).

De son côté, Baudrand fut reçu à l'école de Metz en 1794 (Cournot, 2010, p. 1.042), participa d'une façon active à plusieurs campagnes militaires, depuis la proclamation de la Convention jusqu'à la fin du premier Empire. En 1825 il fut affecté en Espagne pour inspecter les places fortes de Cadix et Barcelone (Orléans, 1993, p. 124) en tant que chef du Département d'ingénieurs militaires du ministère de la Guerre. C'est pendant cette inspection qu'il ordonna l'élargissement de la zone à cartographier dans la plaine de Barcelone, comme on l'a vu dans le chapitre précédent.

Les suivants dans la chaîne de commandement étaient les chefs de bataillon Claude-Antoine de Saint-Léger (Poligny 1781- ?) et François-Louis-Joseph Garin. Le premier fut reçu à l'École polytechnique en 1801 et à celle de Metz en 1803. En 1823 il fut commissionné en Catalogne où il y resta jusqu'à début juillet 1827. C'est lui qui prit en charge le découpage des feuilles issues de l'ordre du général Baudrand et, aussi, la supervision de toutes les minutes. Son successeur, Garin (Maubeuge 1779 – Paris 1856) entra à l'École polytechnique en 1796 et à Metz en 1799 (Fourcy, 1828, p. 412; 401). En 1801 il dressa une carte topographique en courbes de niveau de Portoferraio à l'île d'Elbe (Fara, 2006, p. 192-197). Affecté à Barcelone le 3 mars 1827, en tant que commandant du bataillon des ingénieurs militaires, il s'occupa de superviser les opérations de triangulation et de nivellement du *Lever-nivelé de la place de Barcelone*.

Par ailleurs, les opérations de triangulation, les tâches topographiques et les dessins des minutes sont le travail, principalement, de cinq ingénieurs militaires :

Émile Gombault (Paris 1793 - ?), fut le responsable de la réalisation de la plupart des minutes. Reçu en 1811 à l'École polytechnique il sortit deux ans plus tard de l'École de Metz avec le grade de sous-lieutenant du Corps des ingénieurs militaires. Le 18 février 1823 il fut affecté au IVe corps de l'Armée des Pyrénées, en charge de plusieurs travaux de génie militaire jusqu'en décembre 1827. Entre octobre 1825 et juin 1827 il leva et dessina 29 minutes du *Lever-nivelé de la place de Barcelone* (Nadal, Montaner, 2016, p. 62).

Charles-Antoine Paulin (Sorèze 1793 - ? 1891). Reçu en 1811 à l'École polytechnique et l'année suivante à celle de Metz (Fourcy, 1828, p. 444). En 1823 affecté comme capitaine du Corps royal du génie du IVe corps de l'Armée des Pyrénées. On le retrouve à Barcelone entre mai 1825 et juin 1827 en train de lever et dessiner 14 minutes (fig. 8).

Jacques Tiremois (Bischwiller 1797- ?). Élève de l'École polytechnique en 1814, sortit de celle de Metz avec le grade de lieutenant du Corps royal du génie en septembre 1817. Incorporé au IVe corps de l'Armée des Pyrénées en 1823, on le retrouve à Barcelone, déjà capitaine, entre le 1er juin et le 11 novembre 1826. Il leva et dessina 8 des minutes de la carte.

André-Marie Granier (Montpellier 1796 – 1860), fut reçu à l'Ecole polytechnique en 1814 puis à celle de Metz, d'où il y sortit, en 1817, avec le grade de lieutenant du Corps royal du génie. Le 18 avril 1823 il fut destiné au IVe corps de l'Armée des Pyrénées et il resta dans Barcelone occupée jusqu'au 1er décembre 1825. Il est l'auteur du levé et du dessin de deux minutes de la carte de Barcelone, celles relatives à la montagne de Montjuïc.

Le cinquième et dernier est Auguste-Adolphe-Napoléon Chauchard (Belfort 1801 – Paris 1880). Reçu à Polytechnique en 1819 et deux ans plus tard à Metz, d'où il sortit avec le grade de lieutenant. Ce jeune militaire, qui devint plus tard général de corps d'armée, arriva à Barcelone en 1825 (Ministère de la guerre, 1825). Il est l'auteur de la minute 33bis, qui correspond au château de Montjuïc, et dont on conserve la copie au Musée des plans-reliefs de Paris (Polonovski, 1993, p. 168).

18 Les références professionelles de ces ingénieurs militaires sont issues, sauf indication contraire, de leurs feuilles de service conservées au SHD [château de Vincennes], Ministère de la Guerre, *État des services de M. F.L.J. Garin*, 2 Ye 1665; *Émile Gombault*, 2 Ye 1782; *M. Charles Antoine Paulin*, 2 Ye 3146; *Pensions Militaires. 1818-1856*, 3YF 93 300.

Tous les ingénieurs militaires cartographes qui sont intervenus, à un degré ou un autre, dans le levé de la carte de Barcelone avaient été élèves de l'École polytechnique et de l'École d'application de Metz. Ils connaissaient les théories de Meusnier, appliquées par Clerc et Haxo. Le cas le plus évident c'est celui de François-Louis-Joseph Garin, qui avait déjà dressé un levé-nivelé de l'île d'Elbe. Ils avaient tous, cependant, une bonne formation qui leur permettait d'appliquer leurs connaissances dans une carte à une échelle détaillée et d'une extension considérable.

Les éléments représentés sur la carte

Avec le *Lever-nivelé* la cartographie de Barcelone franchit un pas qualitatif exceptionnel. On est face à la première carte, que l'on connaisse aujourd'hui, d'une partie importante du territoire barcelonais, appuyée sur des mesures de triangulation et de nivellement et qui représente le relief au moyen des courbes de niveau. C'est un nouveau langage cartographique, très différent du dessin figuratif des cartes précédentes qui pourtant survivra encore quelques années. Cette carte nous apporte une information précise sur le territoire de la plaine de Barcelone, inédite, qui nous a permis de connaître et d'étudier des aspects qui nous étaient resté cachés.

Barcelone, malgré son caractère de place forte, n'a pas bénéficié d'une cartographie détaillée de son territoire pendant une longue partie du XIXe siècle. L'existence du *Lever-nivelé* français est restée inconnue pendant presque deux siècles et les autorités locales et militaires ont continué à dresser et utiliser leurs propres documents cartographiques, auxquels manquait le niveau de détail et d'innovation de la carte des ingénieurs français réalisée entre 1823 et 1827. Le paradoxe était que la ville, en croissance vertigineuse du fait de l'industrialisation, aurait eu besoin de ce genre d'outils pour faire face au défi de la démolition de ses remparts et de son extension dans la plaine environnante.

En effet, le *lever-nivelé* nous montre une image fidèle du territoire extra-muros de la ville de Barcelone à un détail inconnu jusqu'alors. L'armée espagnole ne fera une carte semblable de la zone qu'en 1846 et seule la planimétrie y sera représentée avec précision. Quelques années plus tard, en 1854, les besoins urgents de la ville de se doter d'un plan d'urbanisme pour affronter son expansion dans la plaine, obligèrent l'ingénieur civil Ildefons Cerdà[19] (Centelles 1815 – Caldas de Besaya 1876) à dessiner à la hâte une carte avec altimétrie pour calculer les parcelles des propriétés et les expropriations qui devaient être faites immédiatement. Ce n'est qu'une carte levée par un particulier, sans grandes ressources mais au moyen d'instruments modernes, comme le théodolite Trouhton (Grau, 2014, p. 94-119). La méconnaissance de la carte française fit que la carte de Cerdà devint le document le plus moderne, dessiné d'après le nouveau langage cartographique. Elle connut un grand succès, on en tira des éditions aux échelles de 1:5000e et 1:10000e et même l'armée espagnole (Urteaga, Muro, p. 2016, 105) en fut utilisatrice. C'est la carte de la Barcelone moderne et industrielle la plus répandue.

De par l'échelle adoptée, la grande surface de terrain représentée et son exhaustivité, le *Lever-nivelé de la place de Barcelone* contient une information géographique très abondante et très diverse. Sa lecture nous permet aujourd'hui de faire une reconstruction tridimensionnelle des fortifications et d'une grande partie de la plaine de Barcelone, plus de trente ans avant le début des travaux des nouveaux quartiers de « l'Eixample » (l'élargissement), qui transformeraient la ville d'une manière définitive (fig. 9). Il faut cependant considérer qu'il s'agit d'un document militaire, où tous les éléments relatifs à la fortification, comme les bastions, les batteries ou les douves, reçoivent un traitement privilégié. Ce n'est pas non plus la seule information que la carte transmet, puisqu'il y en a aussi sur beaucoup d'autres éléments du paysage qui composaient la zone d'exclusion militaire, en dehors des remparts. En revanche, l'espace urbain intra-muros est négligé et les renseignements à son sujet sont rares et inégaux.

Les quatre éléments principaux représentés, tous d'intérêt militaire, sont les fortifications, l'orographie, l'hydrographie et la voierie. Les fortifications sont, en fait, les objets de représentation cartographique qui reçoivent la plus grande attention : on les dessine d'une manière très soignée, avec de nombreuses mesures sur la hauteur et la largeur des bastions, des remparts et des tours, sans oublier les autres éléments du système défensif, comme les casernes ou les batteries, situés en dehors des enceintes des forts principaux.

Mais la caractéristique qui frappe le plus, de par le système employé et la précision des données, est sans doute le dessin du relief. Il s'agit d'une des premières cartes de Barcelone, voire la première, avec des

19 Ildefons Cerdà est le créateur du plan orthogonal moderne de Barcelone. Il occupe dans l'histoire de la ville une place semblable à celle du Baron Haussman à Paris.

Figure 8 : Lever-nivelé de la place de Barcelone. Feuille nº 37 (Service Historique de la Défense)

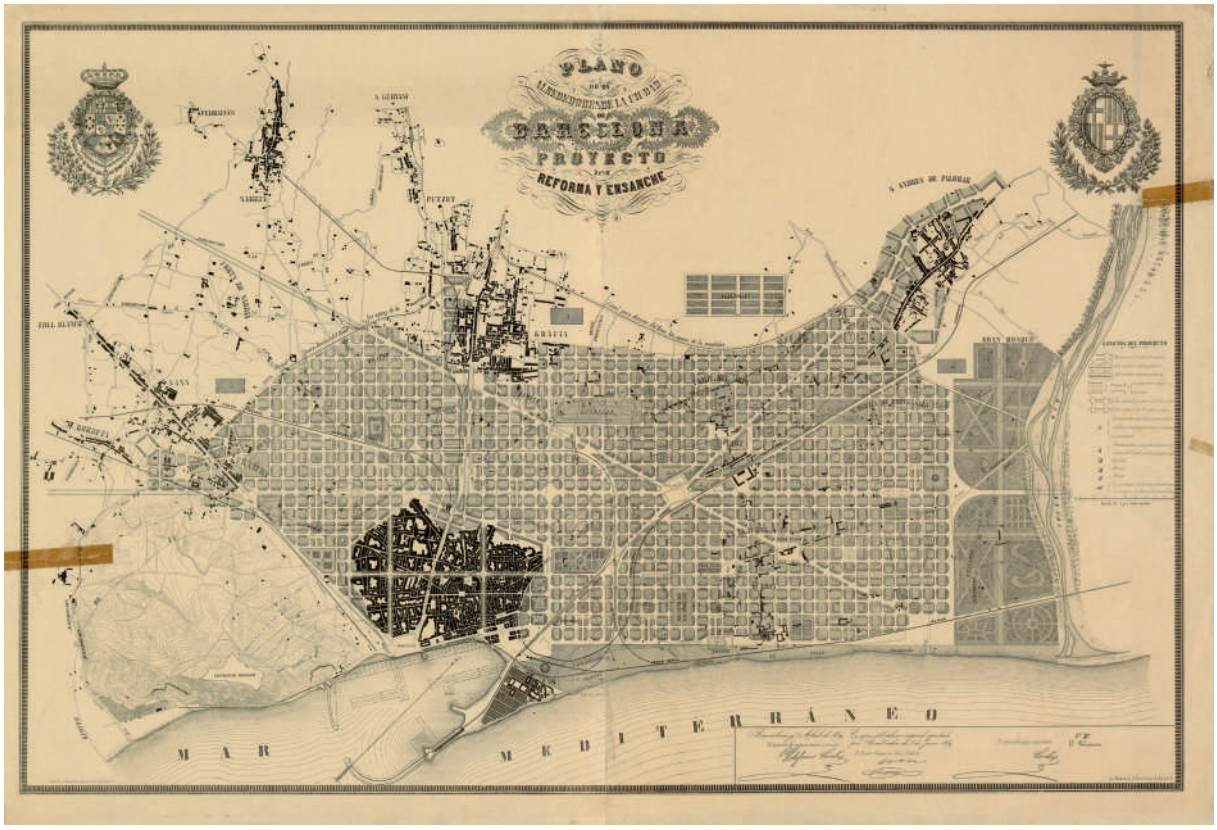

Figure 9 : Project d'urbanisation de Barcelona sur le terrain d'exclusion militaire, exécuté en 1859 (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya)

courbes de niveau. C'est surprenant car c'est une carte au 1 :1000e avec des courbes équidistantes de 1 mètre et des courbes directrices tous les 5 ou 10 mètres, selon les feuilles. Son échelle et sa technique offrent une image du territoire de la plaine de Barcelone, dans la seconde décennie du XIXe, d'une richesse et d'une précision remarquables. L'orographie montre, par exemple, comment était le relief de la montagne de Montjuïc avant les transformations d'un siècle plus tard, comment était le littoral ou la disposition en bandes des champs de culture dans la plaine. A l'orographie il faut ajouter le détail de l'hydrographie, avec les cours d'eau, le lit des ruisseaux et des torrents et les marécages. On distingue parfaitement les cours des petits fleuves comme la « riera » d'Horta ou le torrent de l'Olla, aujourd'hui devenus des rues de la ville moderne. Cette information est complétée par la représentation des canaux d'arrosage, des mares et des puits. Dans la voierie sont tracés les moindres sentiers, chemins et routes avec leur état de conservation.

C'est aussi sans doute une des premières fois que l'on a une information relative aux usages du sol. On trouve jusqu'à huit usages agricoles différents : champs de « secano » ou aridocultures, terrains en friche, caroubiers, figuiers, potagers, jardins, oliviers et vignobles. Ils sont exprimés d'une manière textuelle, au-dessus des champs de culture, séparés à leur tour par des marges ou des murets dont on indique le dénivelé. On indique également les terrains caillouteux ou sablonneux et les plages. Il y a toute une symbolique pour représenter séparément les arbres des chemins et des potagers, ainsi que les buissons et broussailles.

On y trouve également toute sorte de bâtiments épars, dont on indique les matériaux, s'ils ont plus d'un étage et leur état d'entretien. On trouve aussi plusieurs éléments géographiques parfaitement identifiés : la chapelle de Notre-Dame du Port, la sculpture consacrée aux victimes de l'épidémie de fièvre jaune de 1821, le cimetière du Poble Nou ou les ruines de l'ancien lazaret.

Bien que les éléments du paysage urbain soient très secondaires, leur échelle leur confère aussi une importance remarquable. Tandis qu'à l'intérieur de l'enceinte urbaine ne figurent que quelques éléments comme le jardin botanique ou l'hôpital militaire de Jonqueres, en dehors des remparts on trouve tous les bâtiments isolés, la plupart avec leur nom et leur usage, et l'indication de ceux qui sont en ruines. En ce qui concerne la Barceloneta[20], (fig. 10) cette carte est le meilleur document sur ce quartier extra-muros réalisé avant celui de l'architecte Garriga i Roca, entre 1859 et 1862.

La toponymie mérite une mention spéciale. La carte contient beaucoup d'informations sous la forme de textes génériques, outre les toponymes, comme le nom des maisons, qui décrivent les différents éléments de la carte. La plupart désigne des bâtiments : péages, chapelles, fours, magasins, tuileries ou ateliers. Bien que la langue d'écriture de la carte soit le français et les textes rédigés en cette langue, on trouve aussi des toponymes en espagnol ou en catalan, souvent mal transcrits en français : *"Puits secs de Mousan Serafí" "Ruines Torre de los Moros" ; "Chapelle de Mare de Deu de Port" ; "Casas del hospici"*.

Grâce à ce document nous avons une image à grande échelle des fortifications et du territoire extra-muros de la Barcelone du premier quart du XIXe siècle. Bien qu'il s'agisse d'une carte militaire, le nombre et le détail des éléments représentés nous fournissent une information géographique très complète, qui nous était restée inconnue ou connue de façon très partielle. Nous avons donc la première carte techniquement moderne d'une grande partie de la zone centrale de Barcelone, qui commencerait à être urbanisée trente ans plus tard. Tout cela a permis, en 2017, un accord de collaboration entre l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya et le Service historique de la Défense afin de numériser la carte, de la géoréférencer d'une façon précise et de la comparer avec les orthophotocartes modernes de la zone[21].

Le *Lever-nivelé de Barcelone* : un exercice d'introduction de nouvelles technologies en cartographie

L'intervention de l'armée française à Barcelone pour renverser le régime constitutionaliste en 1820 coïncide avec une révolution cartographique au sein du Corps royal du génie. Dans ce cadre, la décision des autorités militaires françaises de dresser une carte détaillée des fortifications et de la zone d'exclusion militaire consacre Barcelone comme un des premiers espaces urbains cartographiés à grande échelle avec des courbes de niveau.

Son intérêt ne se limite pas au fait qu'il s'agit d'un document important pour l'histoire de la ville mais

20 Le quartier maritime et extra-muros de la Barceloneta fut construit en 1753.

21 La carte géoréférencée et partiellement restituée en 3D peut être consultée sur http://betaserver.icgc.cat/bcn1827/

aussi pour l'étude de l'histoire de la cartographie. On sait, par exemple, que l'expérience acquise pendant son élaboration servit plus tard dans les débats sur la conception de la carte d'État-major de la France au 1: 80000e (Tholose, 1828, p. 366).

Très rares sont les villes européennes qui ont disposé d'une carte partielle ou totale de leur territoire à une échelle si grande et avec des courbes de niveau. Une carte semblable au *Lever-nivelé de la place de Barcelone* pour Paris a été dressée par l'armée française entre décembre 1830 et février 1831 dans le cadre des projets de fortifications de la capitale. Il s'agit d'une carte en 25 feuilles, au 1: 5000e, qui couvre la zone extérieure à l'enceinte connue par « mur des Fermiers généraux »[22]. En revanche, pour ce qui fait l'espace urbain c'est justement le contraire : le premier nivellement de Paris fut fait en 1810 par l'ingénieur Pierre-Simon Girard (Konvitz, 1987, p. 100) (Caen 1765 – Paris 1836), tandis que Barcelone devra attendre jusqu'en 1859 la carte de l'architecte Miquel Garriga i Roca (Nadal, 2011, p. 30) (Alella 1804 – Barcelone 1888).

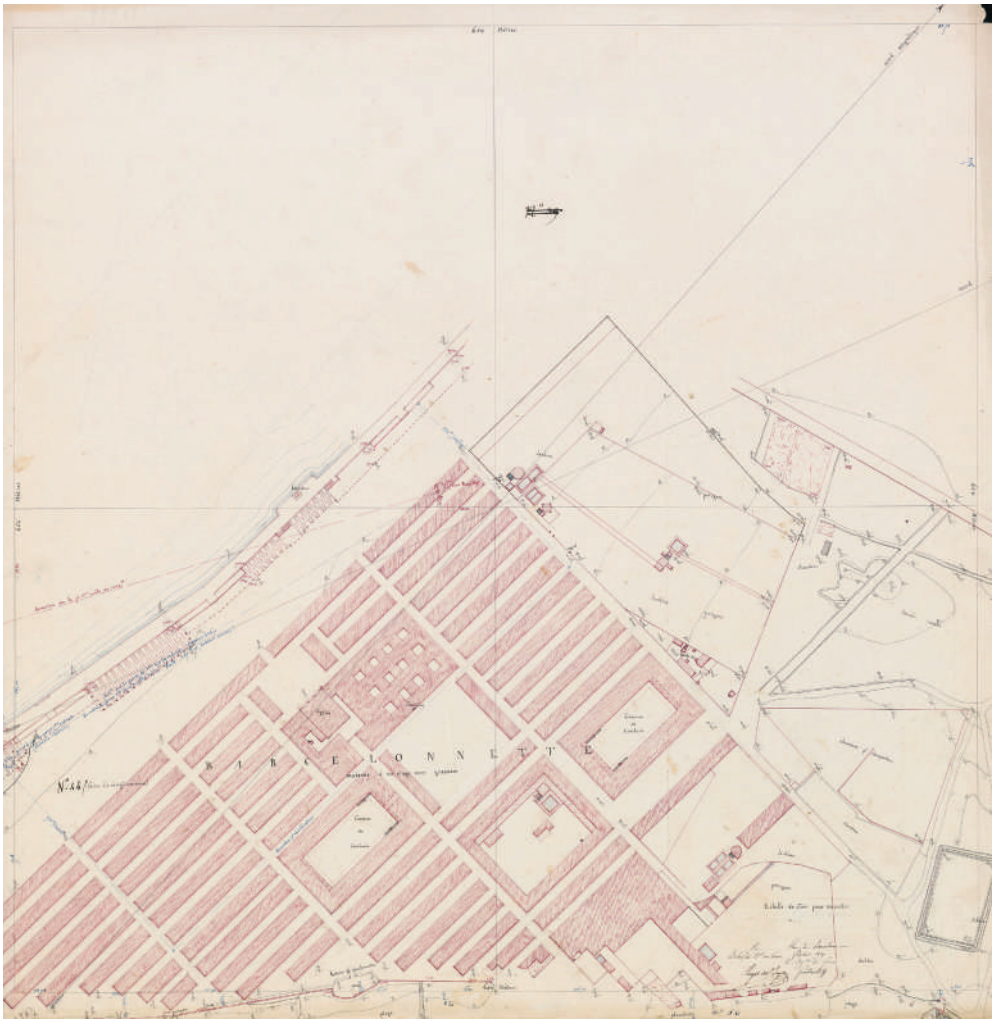

Figure 10 : Lever-nivelé de la place de Barcelone. Feuille nº 44 (Service Historique de la Défense)

22 Nous remercions pour cette information Isabelle Warmoes, du Musée des Plans-Reliefs de Paris, où l'on connaît les études de Mehdi Belarbi, archéologue et chercheur sur la cartographie historique de Paris. Voir aussi Pinon, Le Boudec, 2004, p. 116-117.

Bibliographie

Belhoste, B., 1994, « Le dessin de la carte dans la formation des ingénieurs du génie de 1750 à 1850 », *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, nº 139, p. 39-42.

Bousquet-Bressolier, C., 1995, « De la 'peinture géométrale' à la carte topographique. Évolution de l'héritage classique au cours du XVIIIe siècle », dans Bousquet-Bressolier, C., (ed.), *L'œil du cartographe et la représentation géographique du Moyen Âge à nos jours*, Paris, Comité des travaux historiques et scientifiques, p. 93-106.

Bret, P., 2008, « Le moment révolutionnaire : du terrain à la Commission topographique de 1802 », dans Laboulais, I., (dir.), *Les usages des cartes (XVIIe – XIXe siècle). Pour une approche pragmatique des productions cartographiques*, Strasbourg, Presses Universitaires de Strasbourg, p. 81-97.

Burgueño, J., 2009, *[Carto]grafia. Testimoni visual de les terres de Lleida a través del temps (segles XIII-XIX)*, Lérida, Institut d'Estudis Ilerdencs.

Butrón Prida, G., 1996, *La ocupación francesa de España, 1823-1828*, Cadix, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.

Capdevila i Subirana, J., 2010, « La geodesia a Barcelona: protagonistes i treballs ». Montaner, C., Nadal, F., (eds.), *Aproximacions a la història de la cartografia de Barcelona*, Barcelone, Ajuntament de Barcelona et Institut Cartogràfic de Catalunya, p. 162-177.

Castañon, J.C., Puyo, J-Y., 2008, « La cartografía realizada por el ejército napoleónico durante la Guerra de la Independencia », dans Castañon, J.C., Quirós Linares, F., (eds.), *Madrid 1808. Guerra y territorio. Mapas y planos 1808-1814*, Madrid, Museo de Historia de Madrid, p. 67-108.

Castañon, J.C., Puyo, J-Y., Quirós Linares, F., 2008, « La herencia cartográfica y el avance en el conocimiento geográfico de España ». Castañón, J.C., Quirís Linares, F., (eds.), *Madrid 1808. Guerra y territorio. Mapas y planos 1808-1814*, Madrid, Museo de Historia de Madrid, p. 109-127.

Catllar, B., Armengol, P., 1987, *Atlas de Lleida*, Lérida, Col·legi Oficial d'Arquitectes de Catalunya. Demarcació de Lleida.

Cervantes Muñoz, A.I., (dir.), 2008, *Cartografía de la Guerra de la Independencia*, Madrid, Ministerio de Defensa et Ollero y Ramos editores.

Cortada i Colomer, L., 1998, *Estructures territorials, urbanisme i arquitectura poliocertics a la Catalunya preindustrial*, Barcelone, Institut d'Estudis Catalans, 2 vols.

Cournot, A-A., 2010, *Écrits de jeunesse et pièces diverses,* Paris, Vrin, Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté, 2 vol.

Dainville, F. de, 1957, « De la profondeur à l'altitude. Des origines marines de l'expression cartographique du relief terrestre par cotes et courbes de niveau », dans Dainville, F. de, (ed.), *La cartographie reflet de l'histoire*, Genève-Paris, Editions Slatkine, p. 441-457.

Dueñas García, F., 1997, «El sitio de Barcelona de 1823», dans Roca i Albert, J., (coord.), *El municipi de Barcelona i els combats pel govern de la ciutat*, Barcelone, Ajuntament de Barcelona et Edicions Proa, p. 123-133.

École polytechnique, 1894, *Livre du Centenaire (1794-1894). Tome II. Services Militaires*, Paris, Gauthier-Villars.

Fara, A., 2006, *Napoleone architetto nelle città della guerra in Italia*, Florence, L.S. Olschi.

Fontana, J., 2006, *De en medio del tiempo. La segunda restauración española, 1823-1834*, Barcelone, Crítica.

Fourcy, A., 1828, *Histoire de l'Ecole polytechnique*, Paris, Chez l'auteur, à l'Ecole polytechnique.

Fraser, R., 2006, *La maldita Guerra de España: historia social de la Guerra de la Independencia (1808-1814)*, Barcelone, Crítica.

Grau, R., 2014, « Conèixer per transformer. L'empresa cartogràfica d'Ildefons Cerdà, 1854-1865 ». Grau, R., Montaner, C. (eds.): *Estudis sobre la cartografia de Barcelona, del segle XVIII al XXI: els mapes d'una ciutat en expansió*, Barcelone, Ajuntament de Barcelona et Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, p. 94-119.

Konvitz, J., 1987, *Cartography in France, 1660-1848. Science, engineering and statecraft*, Chicago, The University of Chicago Press.

Langins, J., 2004, *Conserving the enlightenment. French military engineering from Vauban to the Revolution*, Cambridge (Massachusetts), Massachussets Institute of Technology.

Larroche, E., 2013, *L'expédition d'Espagne. 1823 : de la guerre selon la Charte*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes.

Lebourleux, A., 2006, *La croisade des cent mille fils de Saint Louis. L'expédition française en Espagne de 1823*, Paris, Dualpha.

Ministère de la guerre, 1825, *État du Corps royal du génie*, Paris, Imprimerie royale.

Montaner, C., 1992, « Els treballs cartogràfics de l'exèrcit francès a Catalunya: l'entrada dels Cent Mil Fills de Sant Lluís i l'establiment del Bureau Topographique de Barcelona: 1823-1828 », *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, nº 33-34, p. 243-250.

Nadal, F., 2011, « Miquel Garriga i Roca i el plànol de Barcelona, 1856-1862 », *Quaderns del Seminari d'Història de Barcelona*, nº 26, p. 3-79.

Nadal, F., Montaner, C., 2016, « El Lever-nivelé de la place de Barcelone, 1823-1827: un gran salt qualitatiu en la representació cartográfica de l'espai barceloní ». Grau, R., Montaner, C., (eds.), *Mapes i control del territorio a Barcelona. Vuit estudis*, Barcelone, Ajuntament de Barcelona et Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, p. 44-67.

Palsky, G., 2005, « Le projet de standardisation de la cartographie militaire en France au XIXe siècle », dans Dias, M. H., Garcia, J.C., Almeida, A.F. de, Moreira, L.M., (Coord.), *História da cartografia militar (séculos XVIII-XX)*,Viana do Castelo, Câmara Municipal, p. 47-69.

Permanyer, L., 1994, *Biografia del Passeig de Gràcia*, Barcelone, edicions La Campana.

Picon, A., *L'invention de l'ingénieur moderne. L'École des ponts et chaussées, 1747-1851*, Paris, Presses de l'École nationale des ponts et chaussées.

Pinon, P., Le Boudec, B., 2004, *Les plans de Paris. Histoire d'une capitale*, Paris, Atelier Parisien d'Urbanisme, Bibliothèque nationale de France, Le Passage, Paris bibliothèques.

Polonovski, M., 1993, *Catalogues des cartes, plans et dessins du musée des Plans-Reliefs*, París, Musée des Plans-Reliefs.

Prost, P., 1989, *Rocca D'Anfo. Une forteresse aux confins de l'Empire*, Paris, Institut Culturel Italien de Paris.

Prost, P., 1996, « La cartographie militaire française (II): du plan nivelé au plan à courbes de niveau (mi XVIIe-mi XVIIIe) », dans Institut Cartogràfic de Catalunya, (ed.), *Cartografia francesa. Cicle de conferències sobre Història de la Cartografia. 5è curs*, Barcelone, Institut Cartogràfic de Catalunya, p. 99-107.

Puyo, J-Y., Castañon, J.C., García Álvarez, J., 2016, « Cartographier et décrire la péninsule Ibérique: l'héritage militaire français (1808-1823)», *Annales de Géographie*, nº 707, p. 74-102.

Riba i Arderiu, O., Colombo i Piñol, F., 2009, *Barcelona: la Ciutat Vella i el Poble Nou. Assaig de geologia urbana*, Barcelone, Institut d'Estudis Catalans et Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona.

Roquette, A., 2016, *La Restauration et la révolution espagnole. De Cadix au Trocadéro*. Préface de J-P. Luis. Paris, éditions du félin.

Rossi, L., 2008, « La vera storia dei Cartografi Imperiali », dans Rossi, L., (ed.), *Napoleone e il Golfo della Spezia. Topografi francesi in Liguria tra il 1809 e il 1811*, Milan, SilvanaEditoriale, p. 31-51.

Rossi, L., 2011, « Paessagi. Mappe, alzate, vedute, *plans-reliefs* », dans Salat, N., Pénicaut, E., (eds.), *Le Dépôt des fortifications et ses archives, 1660-1949*, Paris, Archives de la Défense, p. 54-205.

Sánchez Mantero, R., 1981, *Los Cien Mil Hijos de San Luis y las relaciones franco-españolas*, Sevilla, Universidad de Sevilla.

Saura, M., 1997, *Història de l'Eixample: una metodologia de disseny*, Barcelone, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Tholose, H.A. de, 1828, « Résumé des discussions et décisions de la Comission qui a été chargée, par S. EX. le Ministre de la Guerre, d'établir de l'uniformité dans le mode de figurer le relief du terrain », *Memorial du Dépôt Général de la Guerre,* Tome IV. Année 1826, p. 347-391.

Urteaga, L., Muro, J.I., 2016, « Los últimos proyectos de fortificación de Barcelona, 1854-1860 ». Grau, R., Montaner, C., (eds.), *Mapes i control del territorio a Barcelona. Vuit estudis*, Barcelone, Ajuntament de Barcelona et Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, p. 92-123.

Verdier, N., 2015, *La carte avant les cartographes. L'avènement du régime cartographique en France au XVIIIe siècle*, Paris, Publications de la Sorbonne.