

Projet franco-allemand Metacult (METissages, Architecture, CULTure) de Karlsruhe, Mayence et Strasbourg ; transferts culturels dans l'architecture et l'urbanisme, Strasbourg, 1830-1940

Strasbourg, aménagements de la Neustadt : étude du remblaiement d'après un plan coté vers 1875, numérisation et modélisation graphique

Nous étudions l'aménagement de la Neustadt grâce à un plan de nivellement¹ découvert aux AVCUS² par Catherine Xandry³. Nous l'appellerons « Plan Ancien » (PA). Après avoir daté ce plan nous calculons son modèle numérique de terrain puis nous effectuons une comparaison entre ce modèle, antérieur aux travaux d'aménagements de la Neustadt, et le modèle numérique de terrain (MNT)⁴ de janvier 2008. Ces opérations permettent de calculer la structure spatiale et le volume du remblai apporté pour protéger le quartier des inondations⁵ et organiser le réseau de distribution et d'évacuation des eaux.

I. Les sources

1. Le plan ancien, présentation et datation

Le plan ancien décrit par arpentage et nivellement un paysage parcellaire agricole peu bâti au Nord de Strasbourg, entre le parc de Contades à l'Ouest et la rue actuelle du Général Conrad à l'Est. La partie sud, terrain militaire encore *non aedificandi*, n'est pas relevée, la limite nord est située sur le canal de la Marne au Rhin. Le plan est abîmé aux pliures, il a été réparé maladroitement, un papier collant non transparent masque une partie de l'information, (fig. 4).

¹ La cote de ce plan est AMC67482_316MW ; plan de 142 x 93 cm, les AVCUS nous ont fourni une image tif de qualité pour une exploitation détaillée.

² Archives de la Ville et de la Communauté Urbaine de Strasbourg

³ Mes remerciements à C. Xandry pour son remarquable travail de dépouillement des archives cartographiques, au géomètre-expert du cabinet Graff-Kiehl qui a accepté de répondre à mes questions, à R. Tabouret pour ses vérifications de cubage et sa relecture.

⁴ Un modèle numérique de terrain (MNT) est une représentation 3D de la surface d'un terrain, calculée à partir des données d'altitude de ce terrain.

⁵ Les crues de 1852 et 1876 inondent la Robertsau et la Wantzenau ; Voir http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/82/29/56/ANNEX/Programme_Junior_2007-2009-Base_de_donnA_es_des_inondations_historiques_dans_le_Rhin_SupA_rieur.pdf (pointeur vérifié en août 2014)

On peut y lire 656 cotes d'altitude, (fig. 2), quelques unes sont perdues, illisibles. Leur répartition est inégale, elles sont très denses sur les parcelles en lanières⁶ de l'Est (entre Allée de la Robertsau et Canal des Français), ce n'est pas le cas à l'Ouest.

Les altitudes sont calculées au millimètre ce qui semble étrange pour mesurer le niveau de parcelles de labours. Sur les parcelles numérotées au crayon (c'est donc un document de travail), il y a de nombreux repères marqués « B. M. », dont le sens échappe au géomètre moderne interrogé « balise » ?

« Borne Maître » ?

Au Sud de l'Orangerie les géomètres ont tracé des lignes directrices, (fig. 3), pour gérer les stations de mesure et couvrir l'espace, tracés absents ailleurs. La densité des mesures et ces lignes directrices montrent un intérêt particulier pour cette partie de l'espace concernant de très nombreux propriétaires. Les cotes d'altitude mesurées utilisent un repère absolu proche de celui utilisé par le modèle numérique de 2008, NGF-IGN69. Pour démontrer ce point nous avons comparé sur les deux plans – PA et 2008- les altitudes de deux espaces inchangés depuis le XVIII^e siècle pour l'un et le début du XIX^e siècle pour l'autre : les ronds-points des Contades et le pavillon Joséphine à l'Orangerie, (fig. 10). La similitude entre les altitudes des deux systèmes de référence est remarquable sauf un écart de 30 cm au Sud et au N-O du pavillon Joséphine.

Le plan est tamponné plusieurs fois de marques allemandes, (fig. 5, fig. 6) : « *Eigentum der Stadt Strassburg* », ce tampon recouvre une des réparations, celles-ci sont donc plus anciennes, et « *Denkmal-Archiv Strassburg* », sur une marque impériale. Est-ce un document considéré comme « ancien » avant 1918 pour qu'il soit estampé *Denkmal Archiv* ?

On y trouve également des notations en français, (fig. 6). Le mélange, après 1870, de français et d'allemand, usuel sur les documents officiels de la Ville, le cadastre par exemple, ne permet pas de dater le plan non plus la référence aux « Ponts et chaussées » ; de même le calcul d'une échelle en allemand, suggère un travail commun entre francophones et germanophones ; une longue inscription – qu'on devine en français- est rendue illisible par des papiers collants opaques.

En comparant différents plans, le cadastre de 1840, le plan relief de 1836-1863 et le PA on remarque ressemblances et différences.

L'aménagement hydraulique représenté sur le PA est plus avancé que sur le cadastre Napoléon de 1840 ou sur le plan relief de 1863, la plupart des laisses et méandres de l'Ill et l'Aar sont comblés, (fig. 7); la rencontre de l'Ill et du canal de la Marne au Rhin est complètement aménagée.

Le bâti est très différent de celui du plan relief de 1863, comme le montre la carte de comparaison de la fig. 12. Le conflit de 1870 a fait des dégâts considérables. Le témoignage de Gustave Fischbach⁷ permet de le mesurer : le 17/08 le couvent du Bon Pasteur est détruit au canon et par le feu ainsi que les « sapins de l'Orangerie », (p. 49-50) ; « la ville était à peu près dégagée du côté Nord, des bâtiments et des arbres les plus gênants pour la défense », (p. 38). Autrement dit la banlieue proche a été privée des abris possibles pour l'ennemi pour une meilleure visibilité des artilleurs de la place, (fig. 8).

Le PA montre que ces dégâts ont été réparés : les éléments bâtis y sont en forte augmentation, soit 254 contre 175 pour le plan relief. Nombre de constructions sont communes, beaucoup ont disparu (au bord de l'Ill les cabanons de jardinier), d'autres sont nouvelles, (fig. 12), la densité est accrue. Le bain public dans l'eau de l'Aar, au droit des Contades, est postérieur à 1870 (fig. 9).

Les terrains militaires du Sud n'ont pas été touchés par la campagne de mesure, il n'y a aucune trace d'aménagement des nouvelles fortifications de la ligne intérieure des années 1875-1880, qui n'étaient pas l'affaire de civils de toute manière. Il n'y a aucun tracé même provisoire des lotissements futurs de la Neustadt, comme on peut les voir crayonnés sur le cadastre de 1840, le plan est donc antérieur à ces aménagements.

La loi portant sur les « restrictions de la liberté de bâtir dans les nouvelles parties de la ville » date de mai 1879. La ville s'engage à réaliser les rues⁸ dès que les riverains s'engagent à construire leur parcelle et leur fait supporter une contribution financière proportionnelle à la longueur de la façade pour le nivellement,

⁶ La plus étroite de ces parcelles mesure 182 m de longueur pour 2.3 m de largeur !

⁷ G. Fischbach *op. cit.*

⁸ Marie Pottecher, *op. cit.*

l'écoulement des eaux etc. Il est très probable que ce texte, antérieur d'un an au plan Conrath définitif ait été précédé par des campagnes de mesures du type de celle que nous avons sous les yeux.

En rassemblant tous ces éléments nous proposons de dater cette campagne de mesures entre 1875 et 1879.

2. L'image zénithale du plan relief de 1836-1863, le cadastre de 1840

Le plan relief a été photographiée et numérisée au Musée des Plans Relief de Paris et fournie au Service Régional de l'Inventaire de Strasbourg qui nous l'a cédée. Nous en avons réalisé l'assemblage, l'extraction en tant que fond de référence antérieur à la période qui nous occupe. Le cadastre de 1840 a été numérisé par les AVCUS.

3. Les données brutes du modèle numérique de 2008 et le cadastre 2014

La ville de Strasbourg a commandé en janvier 2008 une altimétrie générale de son territoire de précision altimétrique NGF/IGN69 ± 10 cm en zone aménagée à raison de un point par m². La voirie est traitée correctement, les bâtiments sont éliminés par logiciel mais certains gros bâtiments et des surfaces d'eau créent quelques artefacts ponctuels de même l'interaction ponts/eau donne lieu à des interpolations erronées affectant très peu le relief général. Seuls douze millions de points de mesure sont utilisés dans les limites du polygone des données de mesure du plan de 1875.

Le parcellaire de référence est fourni par le SIG de la CUS en open data vectoriel, il s'agit du parcellaire au 1/2000 d'août 2014⁹.

II. Construction du système d'information géographique et des MNT

Les plans de, 1836-1863, 1840, 1875 ont été géo-rectifiés, géoréférencés en mode Lambert 93 sur le fond cadastral de référence 2013. L'ensemble des mesures de nivellement limite un polygone dont l'extérieur est « mis à blanc » dans les deux MNT¹⁰ pour que la superposition géographique soit possible.

Les courbes de niveau du MNT ont été construites avec la méthode du krigeage¹¹, méthode d'interpolation. Elle est adaptée à la distribution très inégale des points du plan de 1875 avec l'inconvénient que plusieurs heures de calcul sont nécessaires. Les résultats sont lissés pour le PA ce qui est logique étant donnée la distribution des points, plus rugueux pour le irréguliers pour le MNT 2008.

III. Les modalités de remblaiement du quartier, aspects quantitatifs

La première étape consiste à calculer le modèle numérique pour 1875 (fig. 14). On y remarque l'importance de la dépression centrale de l'Orangerie vers le Sud, zone qui avait particulièrement intéressé les géomètres. Nous calculons ensuite le MNT pour 2008, (fig. 15).

Les coupes de la fig. 13, N-S et W-E, à travers les deux modèles, montrent le rehaussement systématique de cette partie de la Neustadt, en moyenne deux mètres d'épaisseur. L'importance de ce remblai est aujourd'hui encore bien visible Bd P. Déroulède, au bord nord la zone, au droit de la passerelle Ducrot (fig. 11). Une photographie d'époque¹² montre devant le temple Saint Paul l'aménagement des voies en « digues » laissant au centre des îlots un espace creux.

Trois espaces typiques sont choisis : d'une part, l'Orangerie et les Contades, comme références d'espaces non remblayés, d'autre part, l'espace principal de remblais, soit un « grand rectangle » du quartier nord, de

⁹ Voir <http://www.strasbourg.eu/fr/ma-situation/professionnel/open-data/donnees/referentiel-geographique-open-data> le format shp a été utilisé, (pointeur vérifié en août 2014)

¹⁰ L'extraction calculée ici comporte 3212 lignes x 5511 colonnes soit 18 millions de points, pas de grille de 0.50 m ; coordonnées Lambert 93 ; limites extrêmes en longitude : 1050312 m à 1053072 m ; latitude : 6841911 m 6843517 m ; L'échelle de référence est 1/2000. Ces mesures ont été acquises par laser aéroporté. Elles ont été utilisées par la Ville uniquement pour recalibrer les ortho-photos.

¹¹ Voir une présentation : https://cours.etsmtl.ca/sys866/Cours/documents/krigeage_juillet2002.pdf (pointeur vérifié en août 2014)

¹² Marie Pottecher, *op. cit.*, p. 60

l'Allée de la Robertsau à l'Ouest à la rue de l'Yser à l'Est, au Nord l'axe Schickelé-Westercamp, au Sud, la rue Goethe.

La carte des différences d'altitude calculées entre les deux MNT sur le fond du MNT 2008, fig. 16, montre très bien l'importance des remblais apportés dans cet espace, d'altitude croissante vers le Sud et l'effet de « digues » faute de nivellement à l'intérieur même des îlots. L'absence d'apports à l'Orangerie, au Contades entre III et Aar est particulièrement nette. Les niveaux élevés de remblais entre III et Aar au niveau du pont de la Dordogne sont récents, post 1960 et non significatifs pour notre sujet.

Zone test	1875 Z min en m	1875 Z max en m	2008 Z min en m	2008 Z max en m	Remblai m ³	Déblai m ³	Volume net m ³	Surface ha	Volume m ³ /ha
Quartier « grand rectangle » ¹³	135	137	135	142,4	1517512	9601	1507911	83,2	18135,2
Orangerie	135	136,5	135	142	137889	31183	106703	29,4	3627,7
Contades	137,3	138	137	138	1289	2273	-983	3,2	-307,2

fig. 1, calcul des cubages mis en œuvre (Z indique l'altitude)

On trouve fig. 1 l'essentiel des conclusions chiffrées : les remblais nécessaires pour porter la surface du « grand rectangle » de 1875 au niveau de l'actuelle ont été de 1 507 911 m³, soit plus de 18 000 m³ par ha. Par contraste les volumes sont beaucoup plus faibles pour l'Orangerie et correspondent au creusement des lacs et aux restes des fortifications prussiennes de 1872-1880 au bord du canal de la Marne au Rhin. Pour ce qui est des Contades le solde négatif (remblais – déblais), n'est que de 1000 m³, soit de l'ordre de 300 m³ de déblai par ha.

L'ensemble « grand rectangle » est porté à une altitude maximum de plus de 142 m (pour 137 m en 1875) ; pour les Contades et l'Orangerie les altitudes sont stables.

Les simulations d'inondation, (fig. 17), à l'altitude de 137.3 m, soit la moyenne d'altitude de 1875, ne tiennent pas compte des effets de résurgence de la nappe ni des accélérations ou ralentissements de l'eau autour des obstacles. Elles montrent néanmoins l'efficacité de ce remblaiement nécessaire. On observe que le quartier remblayé est presque totalement hors eau sauf les jardins de l'Université, les parties basses du Contades et l'Orangerie. On note à nouveau, au Nord de la zone, l'effet « digues » des rues remblayées alors que la partie interne des îlots ne l'est pas.

Conclusion

Les indices trouvés sur le PA confrontés au témoignage de G. Fischbach permettent d'affirmer que ce nivellement est une initiative prise après 1870, au plus tôt vers 1875, certainement en vue des aménagements de la Neustadt mis en place autour de la loi de 1879.

Ce plan antérieur aux travaux d'extension, fournit une référence altimétrique de comparaison, il permet de démontrer l'importance et les techniques du remblaiement du Nord de la Ville au cours de l'aménagement. Le nivellement de la Neustadt est connu depuis longtemps, la modélisation numérique permet de le quantifier et le cartographier.

¹³ Voir définition dans le texte

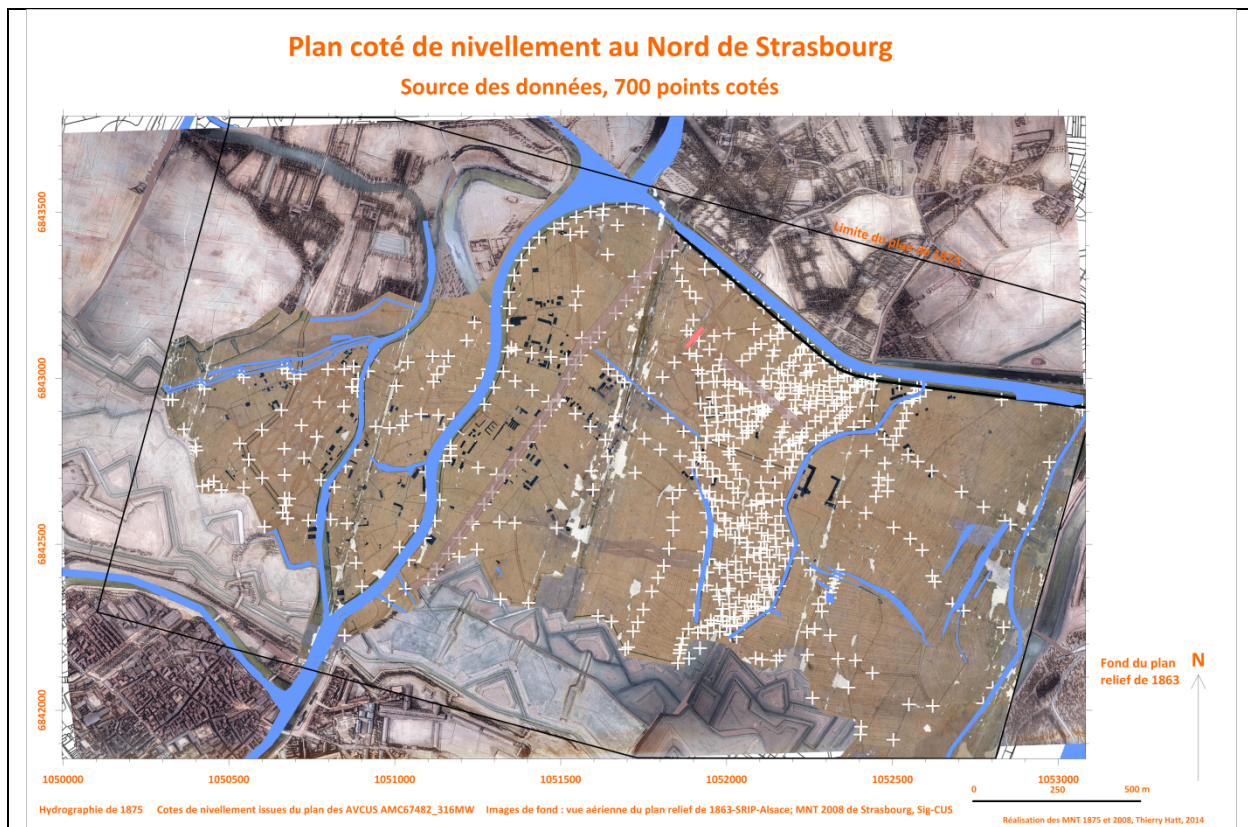


fig. 2, source des données, le plan ancien géorectifié, géoréférencé, parties utiles découpées, projeté sur le plan relief de 1863

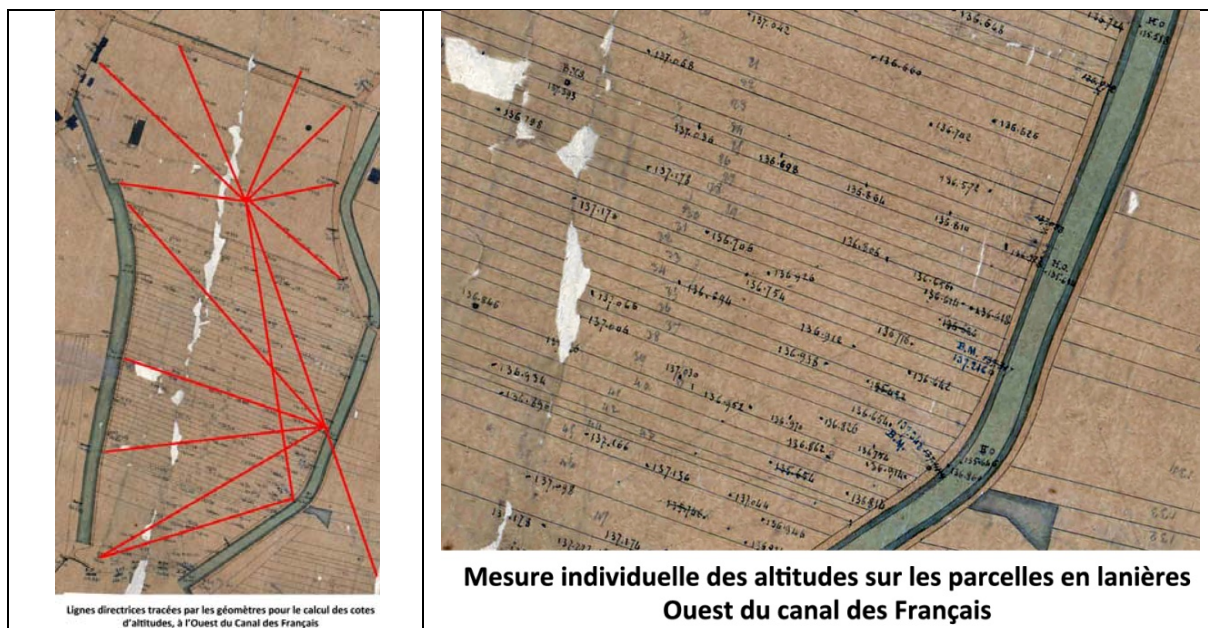
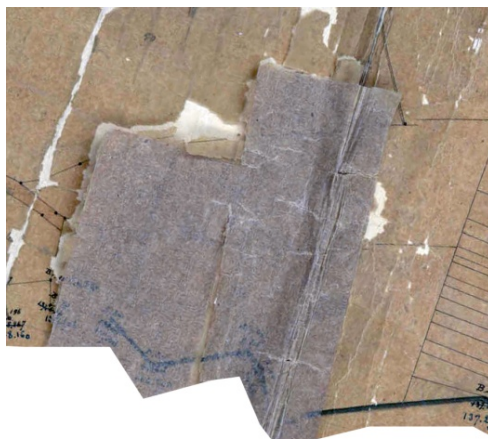


fig. 3, lignes directrices des géomètres et densité des mesures sur les parcelles en lanières de l'Est du plan



Exemple de réparation masquant les informations du plan

fig. 4, réparations anciennes qui oblèrent le plan



fig. 5, tampons de l'empire allemand

On trouve des notations en allemand et en français :

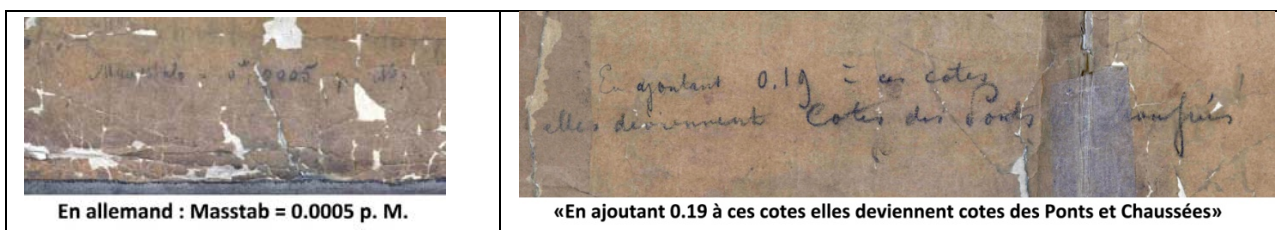


fig. 6, notations en français et en allemand

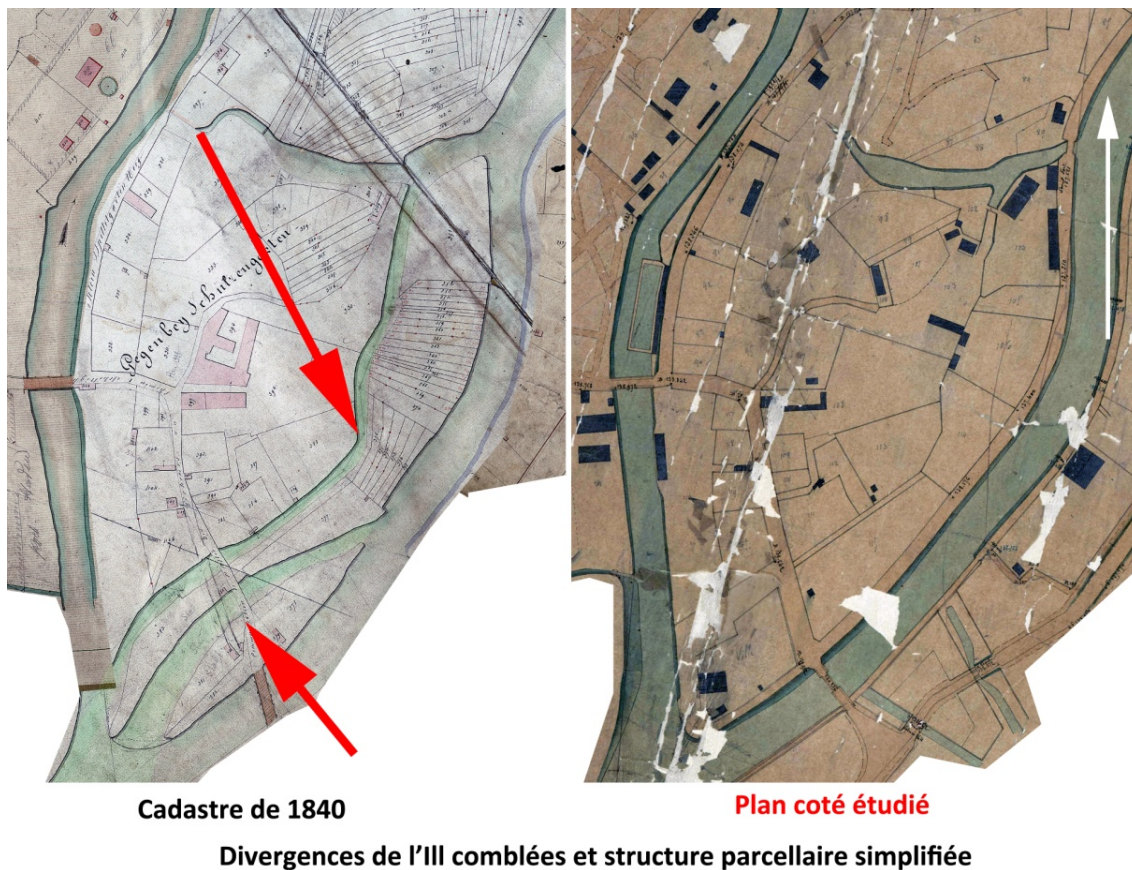


fig. 7, comparaison 1840-plan étudié entre Aar et Ill



fig. 8, destructions de la guerre de 1870 en banlieue Nord de Strasbourg



Parc des Contades et bain de rivière sur l'Aar

fig. 9, bain de rivière sur l'Aar

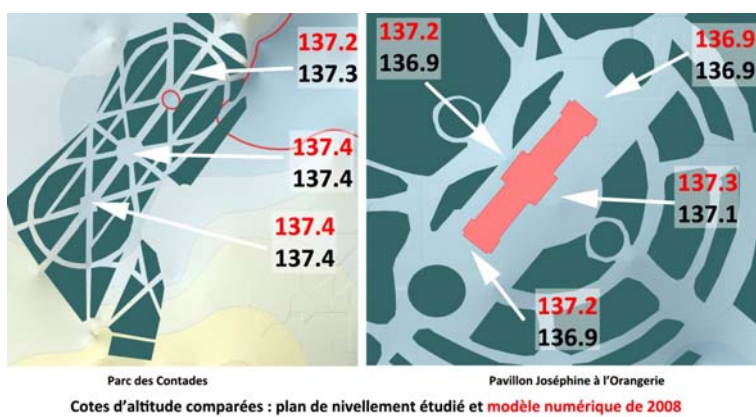
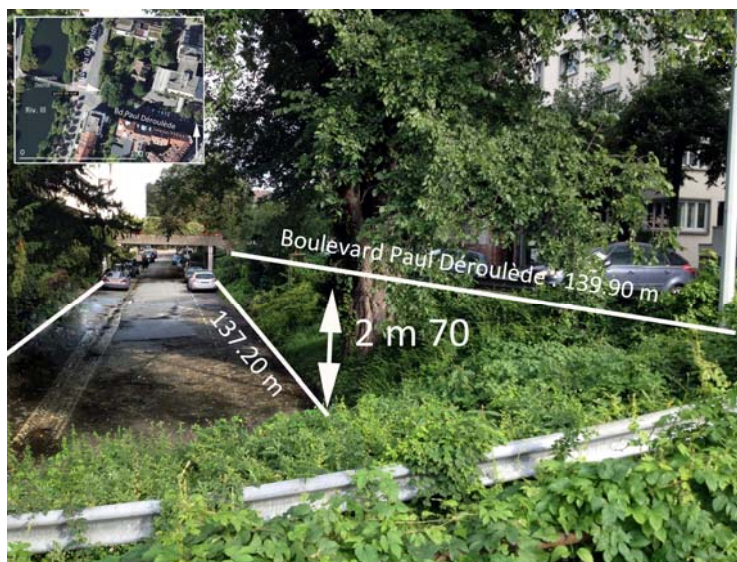


fig. 10, Orangerie, comparaison des cotes 1875 et 2008



Dénivelé du remblai de la Neustadt vers l'Orangerie

fig. 11, exemple de dénivelé au bord nord de la zone de remblai

Plan coté de nivellement au Nord de Strasbourg, vers 1875

Comparaison du bâti : plan relief de 1863 et plan vers 1875

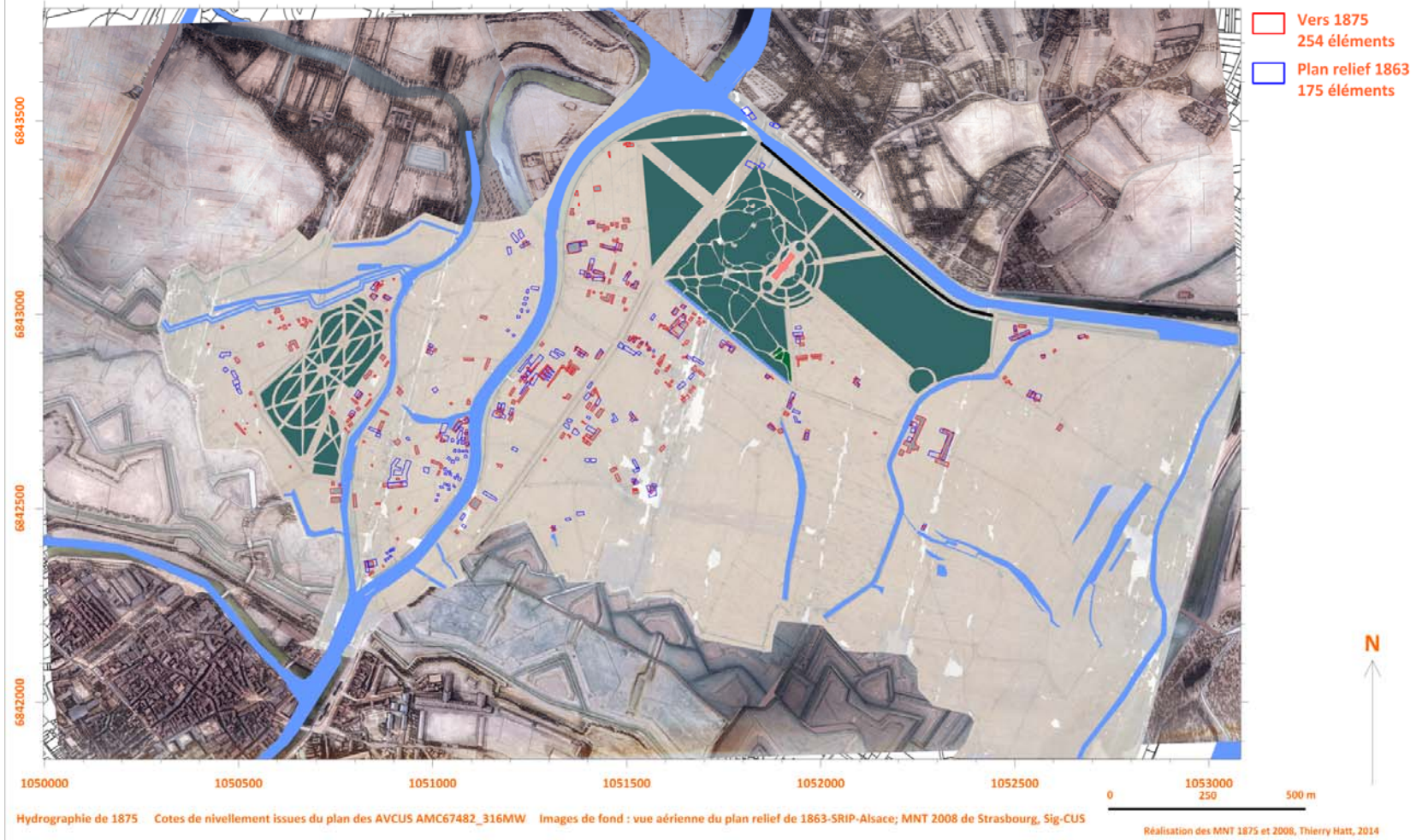


fig. 12 le bâti : différences entre le plan relief de 1836-1863 et le plan coté de 1875

Strasbourg, aménagement de la Neustadt entre Ill et Rhin comparaison des profils des reliefs de 1875 et 2008

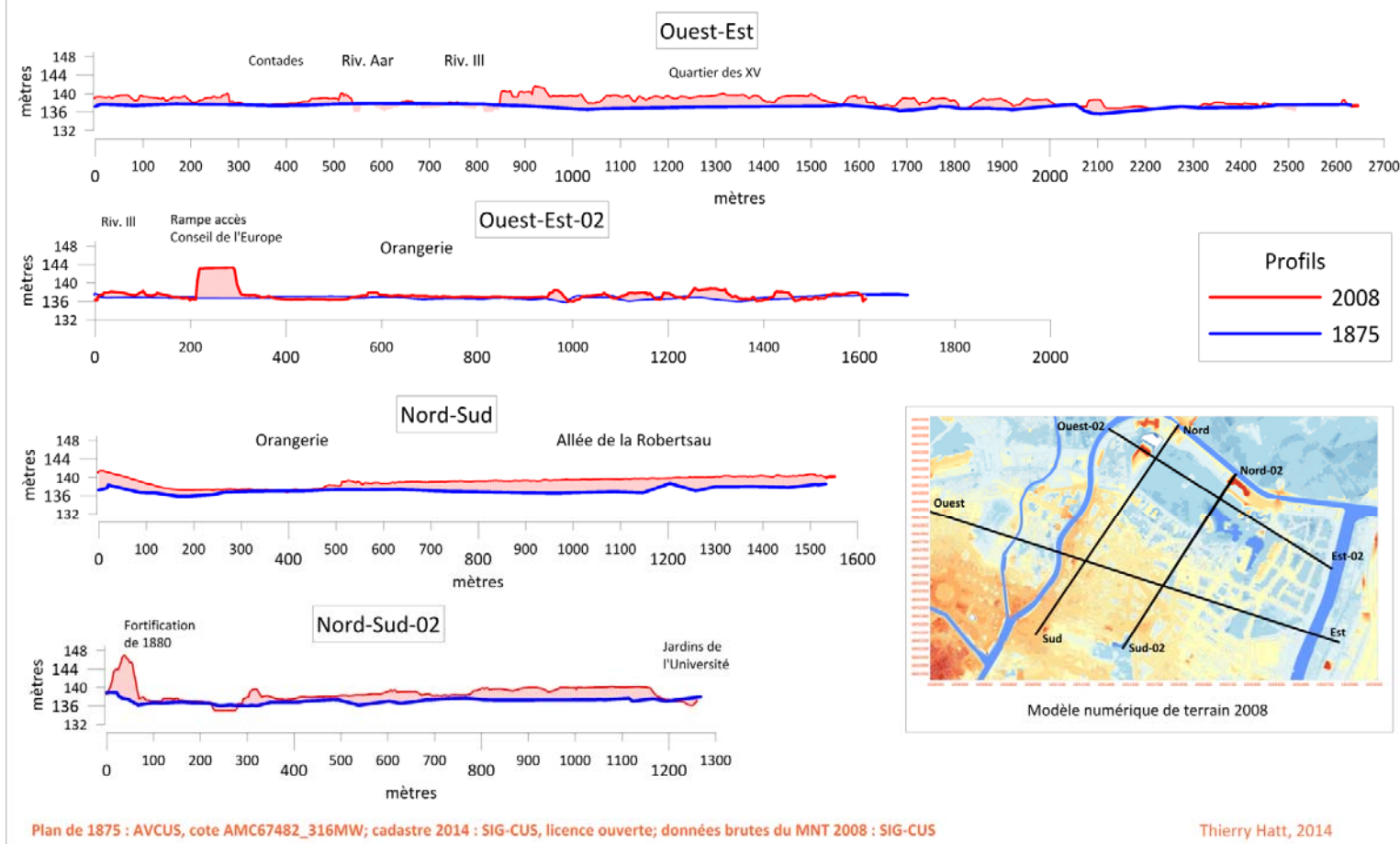


fig. 13, quatre profils à travers le quartier, comparaison 1875-2008

Plan coté de nivellement au Nord de Strasbourg, vers 1875

Modélisation des cotes en courbes de niveau

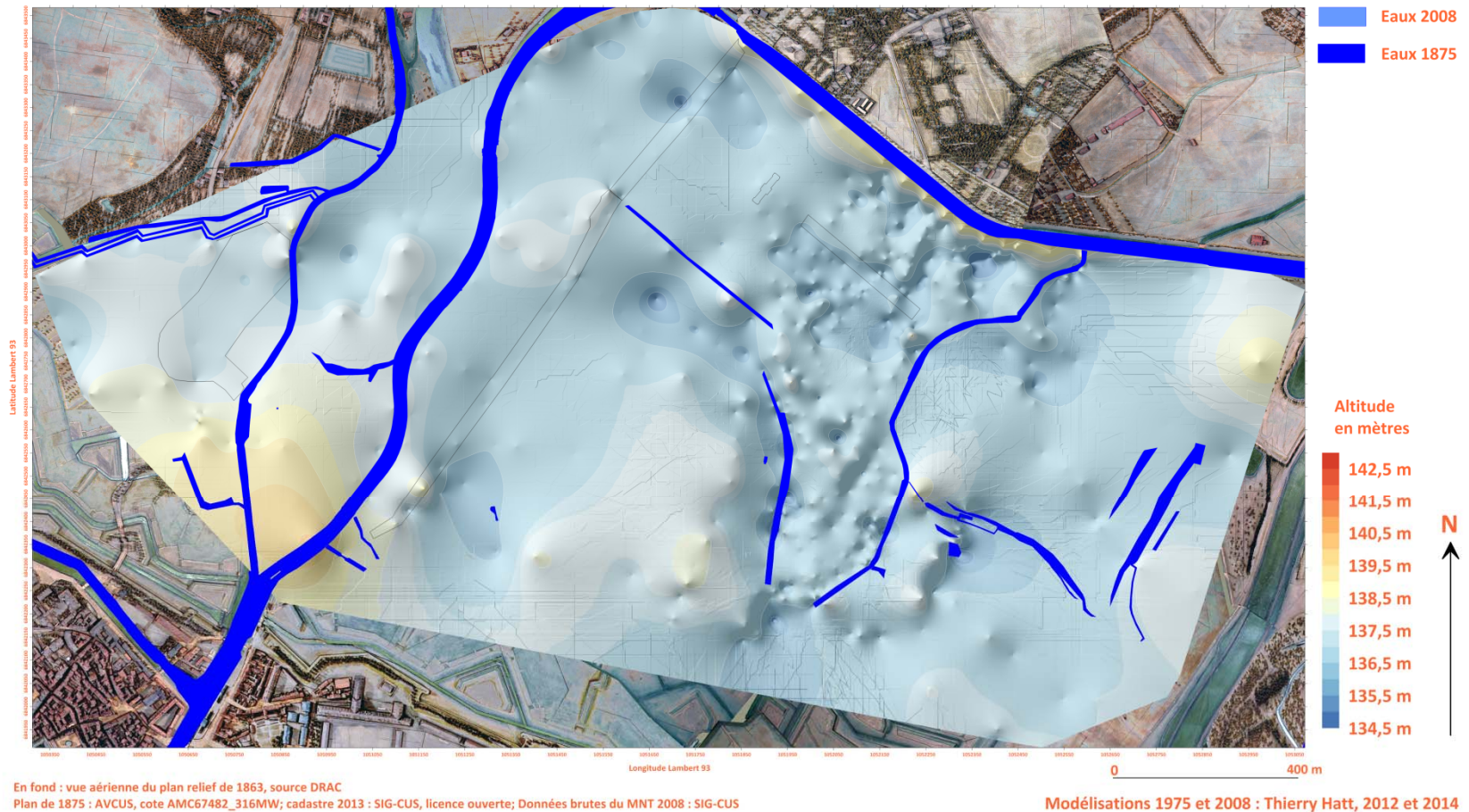


fig. 14, modélisation en courbes de niveau du plan coté de 1875

Modèle numérique de terrain au Nord de Strasbourg, 2008

Topographie de 2008

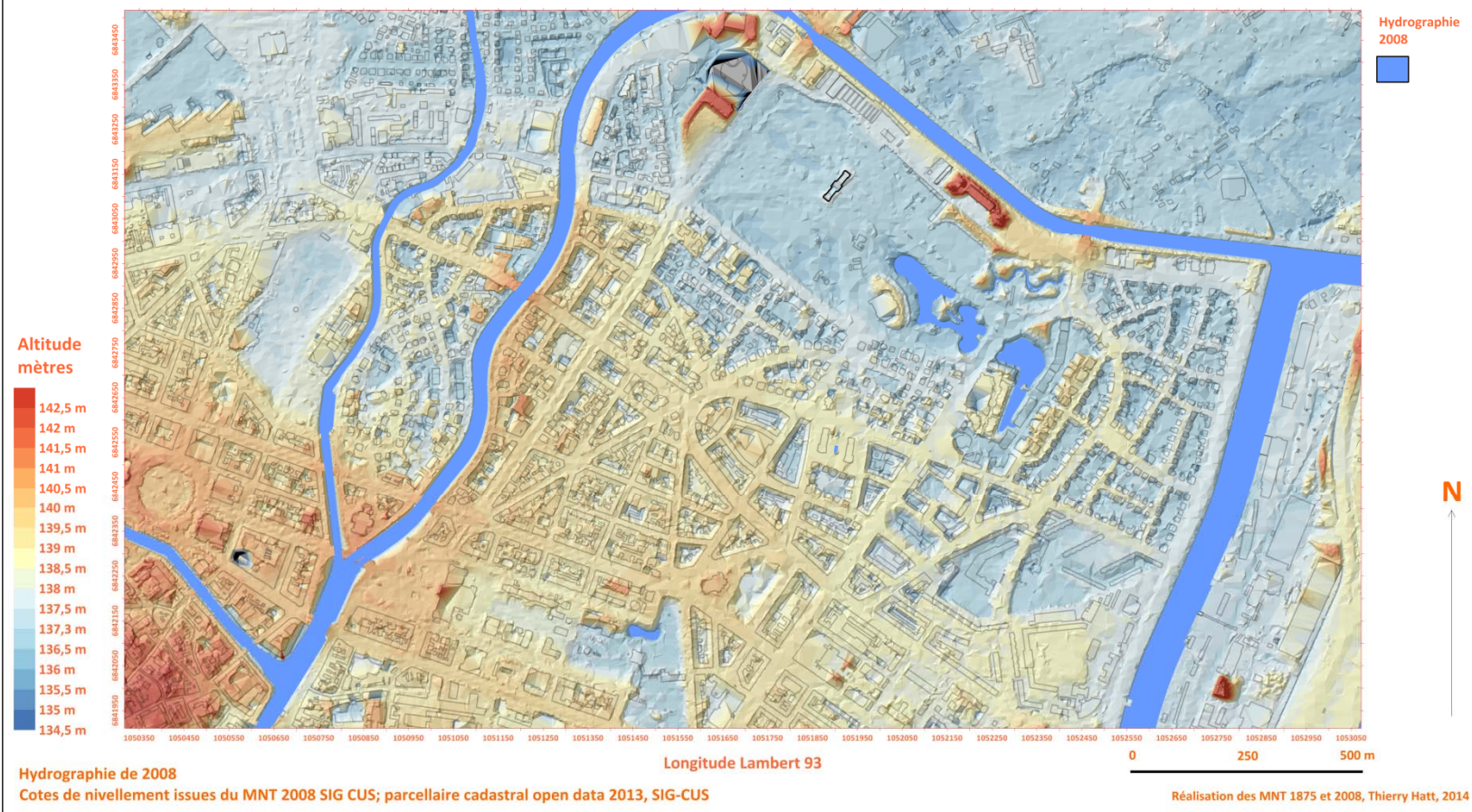


fig. 15, modélisation en courbes de niveau de la topographie 2008

Strasbourg, aménagement de la Neustadt au Nord de la ville

Différence entre les modèles numériques de terrain de 1875 et 2008

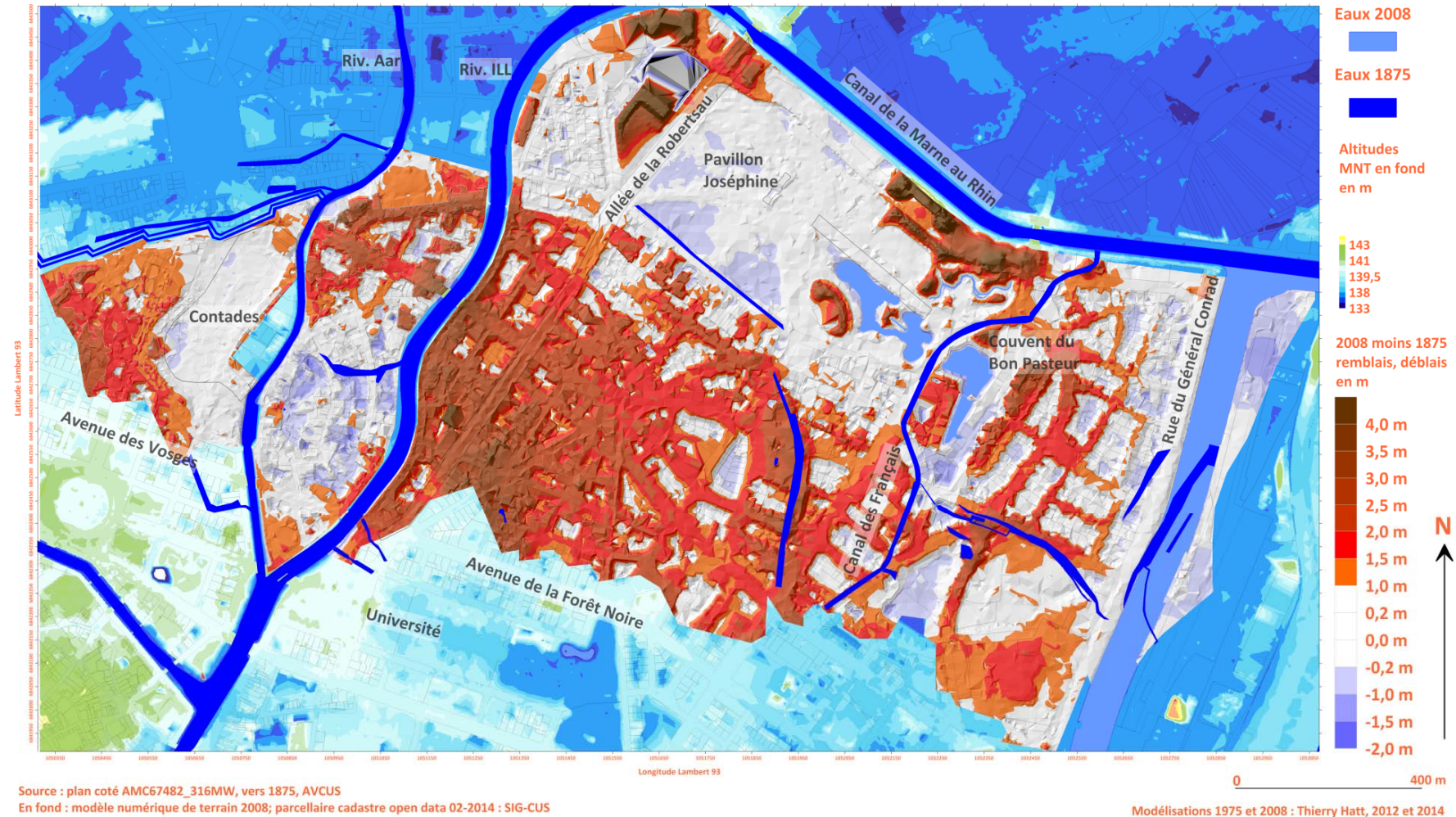
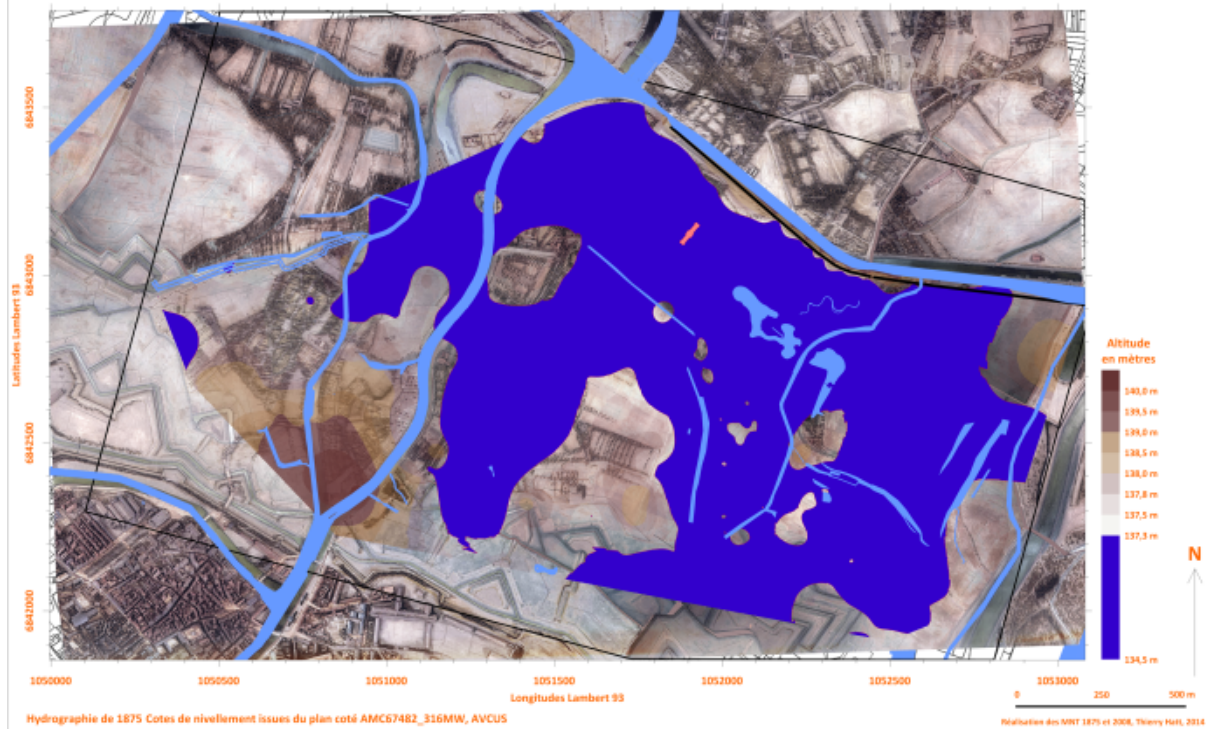


fig. 16, cartographie des différences entre le MNT 1875 et celui de 2008, en mètres

Modèle numérique de terrain au Nord de Strasbourg, vers 1875

Simulation d'inondation à 137.30 mètres



Modèle numérique de terrain au Nord de Strasbourg, 2008

Simulation d'inondation à 137.30 mètres

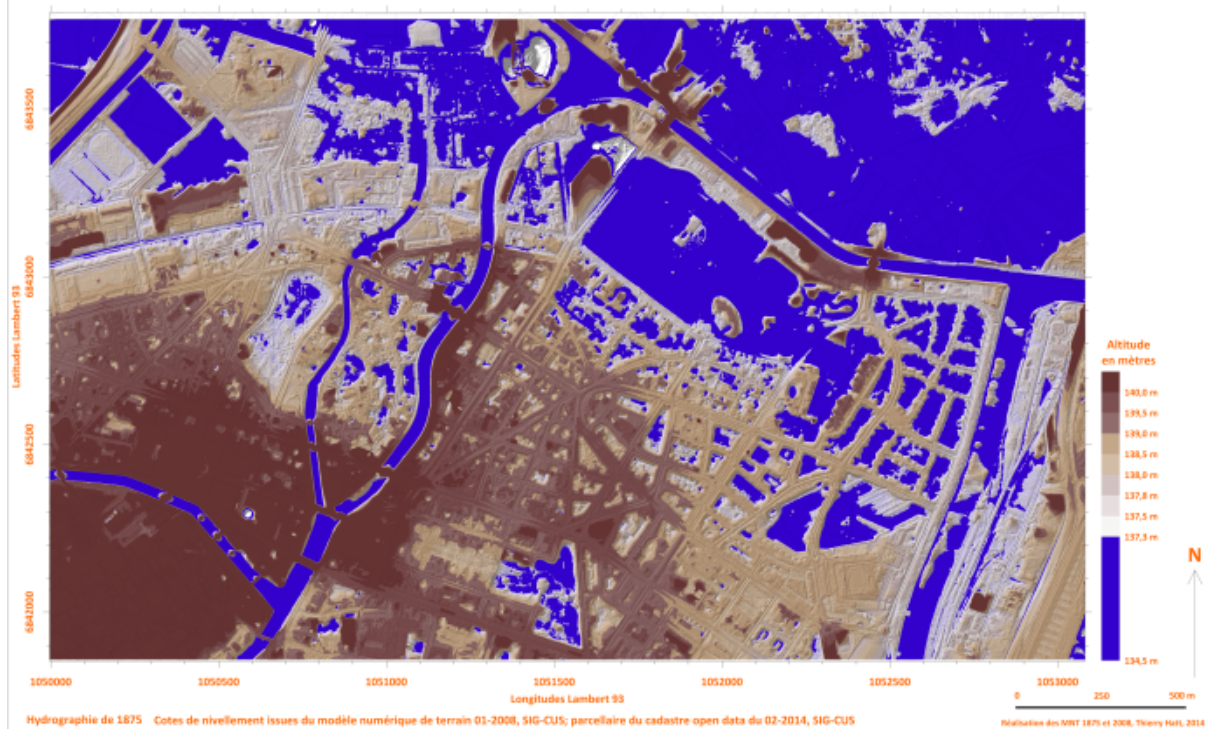


fig. 17, simulation d'inondation, avant et après remblai, 1875 et 2008

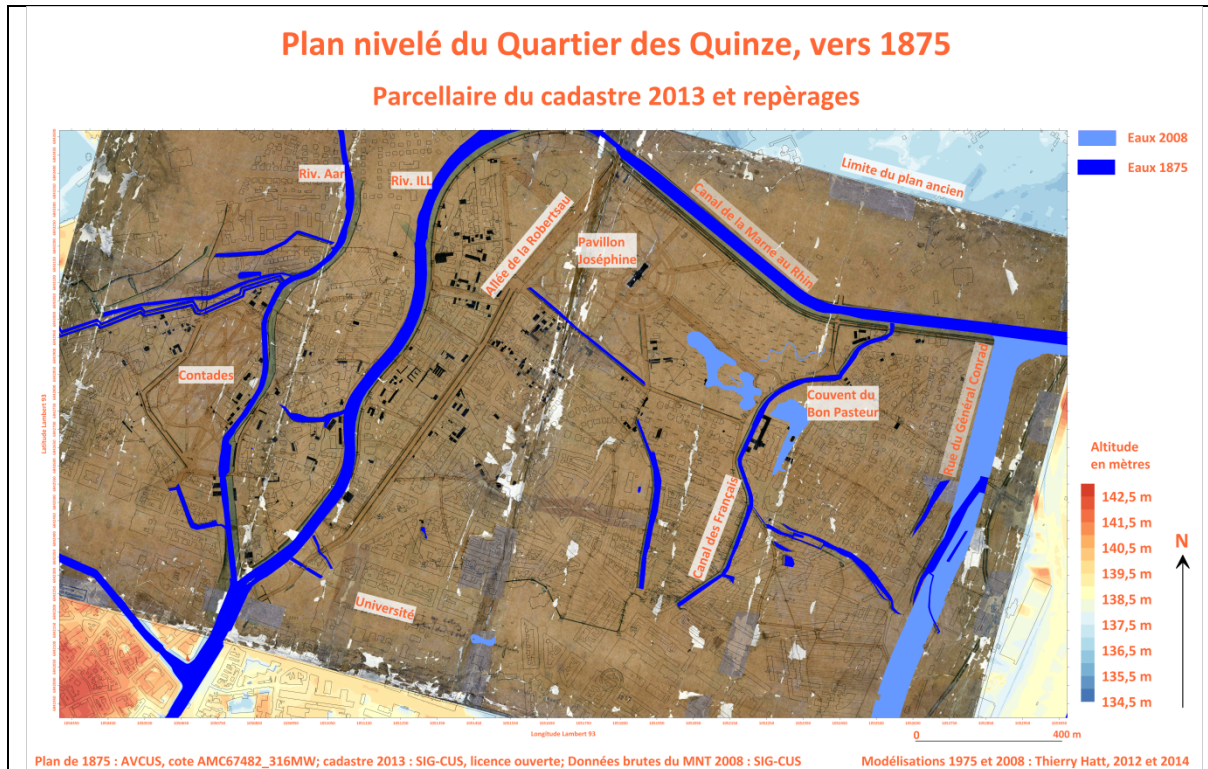


fig. 18, plan nivelé du quartier au Nord de Strasbourg, vers 1875, hydrologie et repèrages

Références

Données mosaïques du modèle numérique de terrain de Strasbourg en janvier 2008 en projection Lambert 93, remerciements à Mrs Banaszak, Ernwein et Fromm, SIG-CUS.

Plan coté de nivellement du Nord de Strasbourg, vers 1875, AVCUS, cote AMC67482_316MW¹⁴

Fischbach, Gustave (1847-1897), « Guerre de 1870. Le siège et le bombardement de Strasbourg », 5ème édition, 1871, 397 p.,
<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6472055p.r=.langFR> (adresse vérifiée en août 2014)

1836-1863 plan-relief de Strasbourg, lieu de conservation, image zénithale, photographie et numérisation : musée des plans-reliefs, Paris ; mise à disposition des images par SRIP Alsace, assemblage Th. Hatt, 2012

Cadastre de 1840, AVCUS, cote AMC67482_1197W_000029_0005, section, feuille 5¹⁴

Pottecher, Marie, « Le chantier de la Neustadt », pp. 59-64, in « Strasbourg un patrimoine urbain exceptionnel, de la Grande Île à la Neustadt », 256p. 2013

Système d'information géographique et logiciel de modélisation 3D utilisé : Surfer 12 de Goldensoftware

¹⁴ Remerciements aux AVCUS pour la numérisation de ces plans

Table des figures

fig. 1, calcul des cubages mis en œuvre (Z indique l'altitude)	4
fig. 2, source des données, le plan ancien géorectifié, géoréférencé, parties utiles découpées, projeté sur le plan relief de 1863	5
fig. 3, lignes directrices des géomètres et densité des mesures sur les parcelles en lanières de l'Est du plan	5
fig. 4, réparations anciennes qui oblitérent le plan	6
fig. 5, tampons de l'empire allemand.....	6
fig. 6, notations en français et en allemand	6
fig. 7, comparaison 1840-plan étudié entre Aar et Ill.....	7
fig. 8, destructions de la guerre de 1870 en banlieue Nord de Strasbourg.....	7
fig. 9, bain de rivière sur l'Aar	8
fig. 10, Orangerie, comparaison des cotes 1875 et 2008.....	8
fig. 11, exemple de dénivelé au bord nord de la zone de remblai	8
fig. 12 le bâti : différences entre le plan relief de 1836-1863 et le plan coté de 1875.....	9
fig. 13, quatre profils à travers le quartier, comparaison 1875-2008.....	10
fig. 14, modélisation en courbes de niveau du plan coté de 1875	11
fig. 15, modélisation en courbes de niveau de la topographie 2008.....	12
fig. 16, cartographie des différences entre le MNT 1875 et celui de 2008, en mètres	13
fig. 17, simulation d'inondation, avant et après remblai, 1875 et 2008.....	14
fig. 18, plan nivelé du quartier au Nord de Strasbourg, vers 1875, hydrologie et repérages	15