

Genève 1850, du plan-relief Magnin à la visite virtuelle

David DESBUISSON - Christian HALLER - Pierre-Alain LINDEMAN - Pierre André MAGNIN - Thierry SANGOUARD

La maison Tavel de Genève abrite le plan-relief Magnin (dit "Relief Magnin") ; un impressionnant plan relief de la ville en 1850 réalisé par l'architecte Auguste Magnin. Le projet "Genève 1850" a débuté en 2009 par une étude de faisabilité concernant une mesure du relief à des fins de sauvegarde numérique. En 2010 le relief a été entièrement mesuré par photogrammétrie et scanner 3D optique ; une seconde étude a permis de conclure qu'il est possible de le modéliser entièrement et de le basculer en coordonnées nationales Suisse. Cette phase a débuté en 2014 et a permis d'aboutir à la promenade immersive web sur www.geneve-1850.ch au terme de deux années et demie de travail en programmation, modélisation 3d, transformation géométrique, texture et rendu 3D web.

MOTS-CLÉS

Maquette, Genève, plan relief, photogrammétrie, scanner 3D optique, modélisation 3D, texture réaliste, promenade immersive, application web 3D

précision géométrique et la finesse de ses détails (figure 2), cette maquette est un bien culturel d'importance nationale et un chef-d'œuvre d'orfèvrerie, puisque ses 2 000 bâtiments – qui comportent au total 40 000 fenêtres et 8 000 lucarnes – ont des murs en zinc et des toits en cuivre, et que ses 1 500 arbres sont en fonte de zinc ou d'étain. Les effets de relief des tuiles, des pierres et des pavés ont été réalisés par galvanoplastie.



Figure 2. Niveau de détails du Relief Magnin

Au total, le Relief de Genève en 1850 pèse 630 kg. L'ensemble est démontable, car la maquette est formée de 118 blocs indépendants – correspondant pour beaucoup à des quartiers d'habitation – qui s'emboîtent les uns dans les autres, telles les pièces d'un puzzle.

Un grand travail de reconstitution

Pour concevoir le Relief de Genève en 1850 et en dresser les plans, Auguste Magnin a fait des recherches au cadastre, dans les archives et les collections publiques et privées. Il a consulté les cartes, les plans, les gravures, les tableaux et les toutes premières photographies prises à Genève dès 1848, afin de reconstituer les édifices et les ouvrages d'art disparus. Pour assurer l'exactitude de ses plans, il a relevé lui-même les positions des bâtiments encore existants. Et il a dessiné à l'encre de manière remarquable les princi-

Préambule [FOR90]

Le plan-relief de Genève en 1850, réalisé par Auguste Magnin est généralement appelé Relief Magnin ou Relief de Genève en 1850. Dans cet article c'est l'appellation Relief Magnin qui est la plus généralement retenue.

Le Relief de Genève en 1850

Imaginé dès 1878 et achevé en 1896, le Relief de Genève en 1850 est une vaste maquette elliptique de 30 m² (7,25 m sur 5,25 m) – en métal, en bois et en verre – qui montre la ville de Genève encore

protégée par ses trois rangées de fortifications, juste avant que débutent le démantèlement de ses murailles et le comblement de ses fossés.

Un bien culturel et un chef-d'œuvre d'orfèvrerie

Les plans du Relief de Genève en 1850 ont été conçus et dessinés par l'architecte genevois Auguste Magnin (1841-1903) avec l'aide d'un dessinateur. La maquette a été fabriquée par un bijoutier et plusieurs mécaniciens de précision, ainsi qu'avec l'aide d'un artisan-menuisier. Par sa grande taille, sa



Figure 1. Le Relief Magnin dans les combles de la maison Tavel

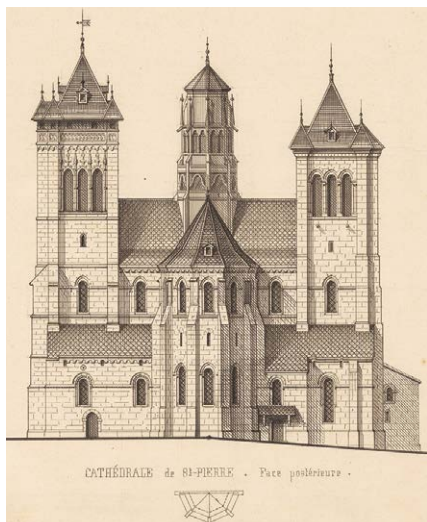


Figure 3. Planche issue de l'album des principaux édifices de la ville

► paux édifices de la ville. Une partie de ce travail a permis de constituer un magnifique grand album (*Album des principaux édifices de la ville* [MAG90]), ce document contient des descriptions, des plans et des dessins en élévation des principaux bâtiments et ouvrages d'art de la ville) (*figure 3*).

Trois échelles de réduction

Par ailleurs, Auguste Magnin a passé de longs mois à étudier le problème de la réduction de la cité fortifiée à l'aide d'éléments de maquette en carton. Il voulait en effet offrir une vue réaliste de la ville, afin que le spectateur la regarde de haut, comme le ferait un géant. Après de nombreux essais, l'architecte s'est décidé pour un système utilisant trois échelles différentes : 1/250^e pour le plan, 1/200^e pour les hauteurs des bâtiments, et 1/100^e pour les déclivités du terrain. En exagérant ainsi de deux fois les pentes du terrain, et d'un quart les hauteurs des bâtiments, l'architecte offre aux spectateurs une vue réaliste de l'organisation des fortifications et des quartiers, tout en leur permettant d'identifier facilement les édifices importants, telle la cathédrale.

Une maquette achevée in extremis

Après plusieurs péripéties liées à des difficultés de financement, le Relief de Genève en 1850 put être achevé juste à temps pour être installé dans le Parc

de plaisance de l'Exposition nationale suisse, tenue à Genève, sur la Plaine de Plainpalais, entre le 1^{er} mai et le 18 octobre 1896. Par la suite, la maquette fut démontée et il fallut attendre 1901 pour qu'elle soit à nouveau montrée au public dans la nouvelle École de Commerce.

En 1910, l'imposante maquette est transférée dans le nouveau Musée d'art et d'histoire où elle sera admirée par des générations d'élèves des écoles genevoises. En 1981, elle est soustraite au regard du public pour bénéficier de 4 ans de minutieux travaux de restauration. En 1984, enfin, elle trouve sa place actuelle dans les combles de la Maison Tavel [TAV], la plus ancienne maison privée de la ville, qui est aujourd'hui un musée (*figure 1*).

Un témoignage pour les générations futures

Si Auguste Magnin a mis autant d'énergie, d'argent et de talent dans la construction du Relief de Genève en 1850, c'est parce qu'il voulait offrir aux générations futures un témoignage parlant de l'histoire de leur ville. Avec son imposante ceinture de fortifications, et avec ses bâtiments resserrés les uns contre les autres, la Genève fortifiée avait non seulement un aspect très pittoresque, mais elle traduisait aussi des siècles de résistance d'une république protestante face à des ennemis catholiques. Ses vastes défenses, qui occupaient la moitié du territoire, avaient demandé d'immenses investissements humains et financiers. La décision politique de les détruire pour agrandir la ville et l'ouvrir au monde n'avait pas été facile à prendre.

Le portrait d'une ville à un tournant de son histoire

Ainsi, le Relief de Genève en 1850 est le portrait d'une ville à un tournant important de son histoire. En 1846, en effet, la cité a vécu une révolution qui a abouti à une nouvelle constitution cantonale et à l'arrivée au pouvoir d'une majorité décidée d'obtenir des avancées sociales. En 1849, après de longues discussions, le nouveau Grand conseil vota la démolition

des fortifications et le comblement des fossés. Le but était, d'une part, d'effacer les barrières entre la ville haute (plus bourgeoise) et la ville basse (plus populaire), et, d'autre part, de permettre la construction de nouveaux quartiers. À l'époque, comme beaucoup de villes européennes, Genève devait faire face à une forte augmentation de sa population, due à la natalité et à l'immigration. L'année 1850 est ainsi un véritable tournant dans l'histoire de Genève, qui se transforme rapidement en une ville ouverte sur le monde et cosmopolite : la population de la ville va doubler en à peine 30 ans.

Le prix du Relief : 60 000 Francs Suisses (équivalent CHF 2,5 millions en 2018)

Auguste Magnin a travaillé sur le Relief de Genève en 1850 à ses frais de 1880 à 1890, en y consacrant 30 000 francs de sa fortune personnelle (à l'époque, le salaire annuel d'un facteur était d'environ 1 600 francs). Pour achever le travail (dont la moitié restait à faire) et se rembourser du travail déjà effectué, il vendit le Relief à la Ville de Genève. Au total, la maquette coûta 60 000 francs : 30 000 francs furent versés par le canton de Genève et la Ville de Genève ; 28 000 francs furent récoltés grâce à une souscription publique ; et les 2 000 francs restants furent apportés par Auguste Magnin, lui-même, qui se résolut à vendre son *Album des principaux édifices de la ville* [MAG90] à la Société auxiliaire des arts et lettres.

Donner au Relief de Genève en 1850 une immortalité numérique

En 2010, il a été décidé de créer un modèle 3D numérique de la maquette, afin de pouvoir la reproduire en cas de destruction accidentelle. De plus, on imaginait pouvoir utiliser le modèle 3D dans les musées, et, peut-être aussi, pour faciliter le travail des géomètres – notamment pour identifier les zones de la ville actuelle, où des excavations risquent de se heurter à d'anciens murs d'enceinte. Mais il fallait pour cela que la maquette se révèle assez précise...

La mesure du Relief

Étant donné que le Relief de Genève en 1850 est abrité dans les combles de la Maison Tavel, les ingénieurs géomètres ont commencé par s'assurer que le plancher ne bougeait pas. Pendant près d'un mois, ils ont surveillé, par des mesures automatiques, les éventuels mouvements du bâtiment avec un théodolite de haute précision (*figure 4*). Finalement, les lieux se sont avérés très stables (écarts constatés inférieurs à 0,3 mm), et le travail de numérisation a pu débuter. Le système de contrôle de stabilité a cependant été maintenu pendant toute la durée des mesures afin d'en assurer la validité.

Pour éviter d'endommager le Relief, les ingénieurs ont installé un portique au-dessus de la ville miniature, d'où ils ont pu piloter un système de photogrammétrie de précision (TRITOP), un scanner optique ATOS II et un appareil photographique haute définition (Canon EOS-1Ds Mark III, 21 MP). Ils ont aussi placé délicatement 1 268 cibles régulièrement réparties sur la maquette, pour disposer des points de repères nécessaires à des mesures précises (*figure 5*).

TRITOP, développé par la société Gom, est un système de métrologie photogramétrique composé d'un appareil photographique numérique, de cibles codées et de deux règles étalons. Ce système est spécialement conçu pour la mesure de coordonnées 3D de points (cibles, points caractéristiques d'un



Figure 4. Vérification de la stabilité du Relief (TDA 5005)

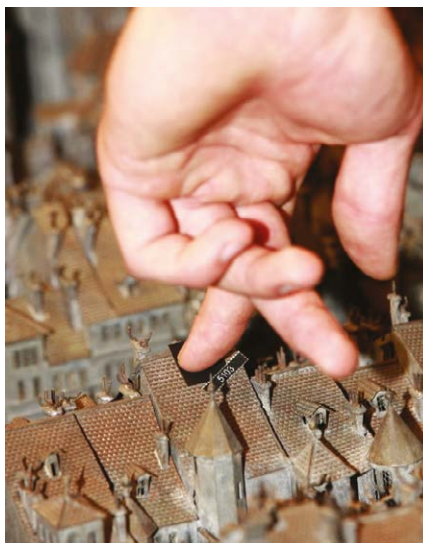


Figure 5. Pose des cibles sur le Relief Magnin

objet, etc.). Il a permis de déterminer les coordonnées des 1 268 cibles. Une détermination indépendante réalisée sur 61 cibles avec un théodolite de précision Leica TDA 5005 a mis en évidence un écart moyen quadratique de 0,09 mm entre les deux méthodes de mesure.

ATOS II est un scanner 3D optique développé par la société Gom. Il est composé de deux capteurs photographiques numériques disposés de part et d'autre d'un projecteur de lumière structurée, le tout intégré dans un seul et même instrument de mesure. La synchronisation temporelle des trois éléments permet d'obtenir, par corrélation, un nuage de points y compris sur des surfaces à texture uniforme. Dans le cas du Relief, le scanner travaille à une distance d'environ 70 à 90 cm de l'objet avec un champ de mesure de l'ordre de 55 x 40 cm. Il a donc fallu multiplier les points de vue pour capturer l'ensemble du Relief et combler tous les masques.

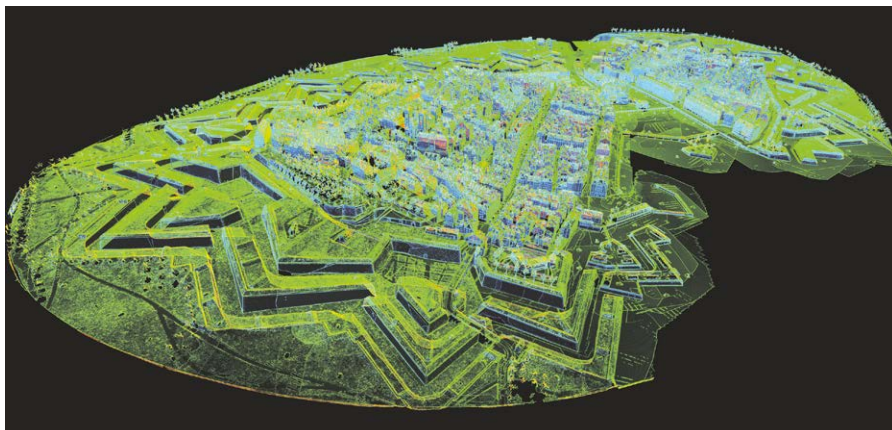


Figure 6. Nuage de points issu du scanner optique ATOS II

Chaque scan 3D élémentaire est recalé dans le système général grâce au réseau de cibles.

Pour travailler en sécurité au-dessus du Relief Magnin, il a fallu concevoir et mettre en place un bras articulé permettant de positionner et d'orienter le système ATOS II partout où une mesure était nécessaire.

En utilisant les 1 268 cibles mesurées avec le système TRITOP, le scanner optique ATOS II a finalement fourni un nuage de 77 millions de points d'une précision de 0,1 mm et une densité de l'ordre d'un point tous les 0,5 mm (*figure 6*).

Pour sa part, l'appareil photographique a délivré 1 280 images en très haute résolution (taille de pixel de l'ordre de 0,1 mm), qui ont toutes été orientées par un processus de photogrammétrie classique (Logiciel ImgSurveyor).

Démontrer que le Relief de Genève en 1850 est aussi un chef-d'œuvre de précision géométrique

Dans la première étape du projet, avant d'envisager une modélisation 3D, il fallait démontrer que la précision du Relief Magnin permettait de basculer l'ensemble du Modèle 3D à l'échelle 1:1 puis de le recalé en système national MN95.

Le système de coordonnées nationales suisses MN95 est basé sur le système de référence CH1903+ (ellipsoïde de Bessel 1841) et sur une double projection cylindrique conforme à un axe oblique dont le point fondamental se trouve à l'ancien observatoire astronomique de Berne.





Ce cadre de référence est constitué de points fixes, maintenus, dans différentes classes de précision, par l'office fédéral de topographie (swisstopo) et par les différents cantons. Ce système est en vigueur dans toute la Suisse depuis fin 2016.

Pour réaliser ce recalage, des points homologues entre le Relief et la réalité de la ville en 2009 ont été identifiés en planimétrie et en altimétrie. Cette identification des points homologues a été le fruit d'un travail commun entre géomètres et historiens.

En altimétrie, une liste de 444 points communs entre les deux époques a permis de calculer par les moindres carrés, les paramètres les plus probables d'une transformation affine des altitudes du sol :

$$Z_{Sol\ 2009}(m) = Z_{Sol\ Relief}(mm) \times 0,10598 + 285,89$$

Il résulte de cette compensation un écart-type de 1,40 m en grandeur réelle soit 1,4 cm à l'échelle de la maquette. Si l'on utilise cette formule pour calculer l'altitude du lac à partir de la maquette, on obtient un écart de 0,68 m seulement avec la réalité actuelle !

Des vérifications ont également été faites sur les hauteurs des bâtiments ; elles donnent un écart-type comparable au précédent de 1,67 cm dans la maquette soit 3,34 m dans la réalité.

En planimétrie, ce sont 25 280 points qui ont pu être identifiés issus principalement des plans Céard (1837-1840) (figure 7) et Grange (1896-1911), mais également d'anciens plans militaires des fortifications de la ville.

Un premier calcul d'une transformation de Helmert sur l'ensemble de la maquette a montré un sigma 0 de 4,67 m ; cependant la cartographie des écarts a montré une très grande cohérence des écarts par bloc (entité élémentaire de construction de la maquette ; en général un bloc = un quartier de la ville). En réalisant les calculs par bloc on obtient un sigma 0 de l'ordre de 1,5 m, soit 0,75 cm à l'échelle de la maquette !

Auguste Magnin a donc réalisé son Relief avec une très grande précision, compte tenu des instruments de son époque. Il était donc possible d'utiliser la maquette pour produire un modèle 3D complet de Genève de 1850, calé sur le système de coordonnées nationales suisses. Et même mieux, il est possible de recréer une ville de Genève 1850 virtuelle, et l'ouvrir aux visites sur l'Internet.

Modélisation 3D de Genève 1850

18 mois de travail ont ensuite été nécessaires pour extraire du nuage de points acquis au scanner et des photographies orientées un modèle 3D précis du Relief de Genève en 1850.

Ce travail, réalisé sous 3dsMax, s'est également appuyé sur les milliers d'images d'archives du Centre d'iconographie de la Bibliothèque de Genève [CIG] : anciennes photos prises dans les rues de Genève dès 1848, plans et

dessins des bâtiments remarquables réalisés par Auguste Magnin lui-même, gravures et tableaux d'époque – sans oublier les plans topographiques et les cadastres du XIX^e siècle.

La modélisation a été faite manuellement. La forme générale des objets est créée à partir du nuage de points issu du système ATOS II à l'aide des fonctionnalités de modélisation native de 3dsMax. Le nuage étant injecté sous 3dsMax, il sert de référence à la modélisation.

Ce sont ensuite les images orientées qui prennent le relais pour extraire l'ensemble des détails. A cet effet un utilitaire de restitution photogrammétrique a été développé sous 3dsMax (dénommé Caméra Constrain). Cet utilitaire permet dans un premier temps de mettre une vue 3dsMax en concordance avec une image orientée et de placer cette image en fond de vue, la modélisation filaire se trouvant elle, au premier plan. On peut ainsi disposer d'une à quatre images orientées simultanément. Cela étant fait, il est possible de contraindre l'ensemble de la modélisation sur l'une des vues et de la modifier dans les autres vues. Le déplacement d'un sommet dans une vue non contrainte se fait alors le long du rayon optique (centre de perspective – point dans l'image) issu de la vue contrainte.

Par ailleurs, un grand nombre d'utilitaires de modélisation a été développé en script ou en C++ via le kit de développement de 3dsMax. Ces utilitaires permettaient entre autres, de créer et positionner l'ensemble des éléments répétitifs de la maquette (cheminées, chiens assis, épis, arêtiers, lampadaires, cadres de fenêtres, bossages, etc.), de créer des ouvertures courbées, de garder les façades planes, de calculer les attributs géométriques des objets (surface, volume, etc.) (figure 8).

Des outils de contrôles ont également été développés : contrôle topologique des géométries créées, contrôle du modèle de données (structuration en couches et nom des objets), contrôle de la précision de la modélisation.

C'est ainsi que furent modéliser les trois rangs de fortifications, les 2 000 bâtiments avec leurs 40 000 fenêtres et leurs



Figure 7. Plan Céard (1837-1840)

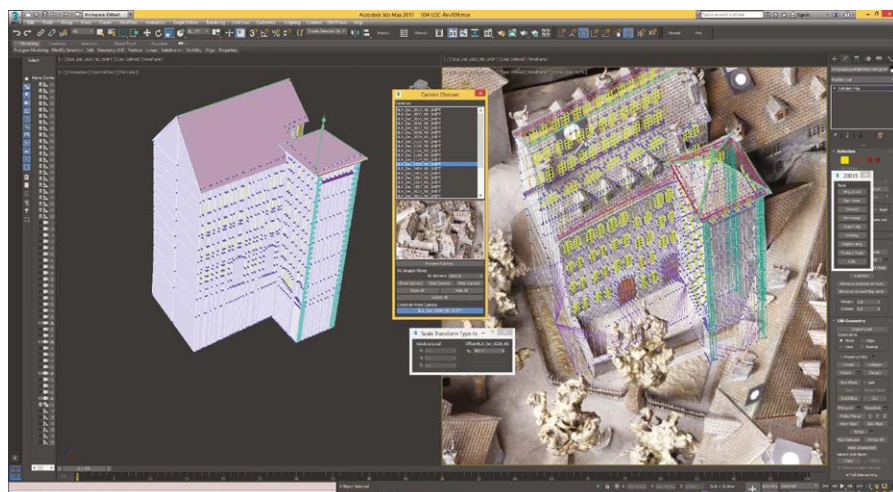


Figure 8. Technique de modélisation 3D sous 3dsMax



Figure 9. Maquette blanche

8 000 lucarnes – sans parler des cheminées, des escaliers, des fontaines, des arbres et des innombrables détails que comporte la ville miniature. Finalement, l'ensemble du Relief a été reproduit sous la forme d'un modèle 3D numérique, fidèle à l'œuvre de son créateur (figure 9).

Basculer le Relief de Genève en 1850 en MN95

Comme nous l'avons vu précédemment, le Relief fut construit avec 3 échelles de réduction différentes : 1/250^e pour le plan, 1/200^e pour les hauteurs des bâtiments, et 1/100^e pour les déclivités du terrain. Ce choix, dicté par des critères esthétiques et pédagogiques, a évidemment déformé les bâtiments et la topographie, surtout pour les quartiers construits dans la pente. La cohabitation de deux échelles distinctes pour la composante altimétrique ne pouvait se faire sans distorsion dans les parties basses des bâtiments. En effet, la partie des bâtiments située sous le Z maxi-

mal d'intersection avec le sol est en fait prisonnière de l'échelle du sol. Pour réussir sa maquette, Auguste Magnin a donc imaginé différentes astuces permettant de pallier cette impossibilité mathématique. En retour, il a fallu développer diverses stratégies pour ramener la maquette à l'échelle 1:1 de manière vraisemblable (figure 10).

Aucun outil informatique n'existait pour prendre en compte les trois échelles du Relief de Genève en 1850, ramener l'ensemble du modèle à l'échelle 1:1 et, finalement, recalculer le tout dans les coordonnées de la cartographie nationale suisse. Il a donc fallu écrire la plupart des programmes nécessaires. La trans-

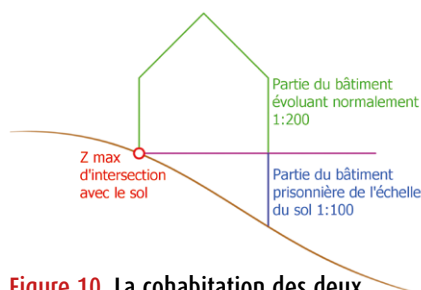


Figure 10. La cohabitation des deux échelles altimétriques

formation s'est faite en deux étapes ; la première permettait, en s'appuyant sur les points homologues planimétriques et la transformation affine globale du sol, de ramener chaque bloc en MN95 pour la planimétrie et l'altimétrie du sol ; la deuxième consistait à redéployer les bâtiments qui, ayant subi la même transformation que le sol, se trouvaient alors deux fois trop petits.

Travaillant bloc par bloc, les géomètres ont dû aussi surmonter une autre difficulté : les défauts d'ajustement existant entre les 118 blocs qui composent le Relief. En effet, Auguste Magnin a fabriqué sa maquette de 30 m² en plusieurs parties, qui ont été ensuite assemblées. Son but était, premièrement, de faciliter le travail minutieux des artisans qui façonnaient les bâtiments, et, secondement, de pouvoir déplacer l'ensemble. Étant donné que le Relief a été démonté et remonté plusieurs fois depuis son achèvement en 1896, les frontières des blocs ont souffert, et leur juxtaposition n'est aujourd'hui pas idéale.

Chaque bloc de la ville miniature a donc été traité séparément. Si une grande partie des opérations a pu être automatisée, de nombreux détails et raccords ont dû être réglés à la main. D'ailleurs, les géomètres n'y seraient pas parvenus sans l'aide des historiens spécialisés dans les monuments de la ville – ni sans l'aide de leurs collègues du... 19^e siècle. En effet, ils ont eu recours au très détaillé "Plan Céard" de 1840, soit 30 planches à l'échelle 1/250 dessinées par le géomètre François Janin. Ils ont aussi consulté l'album des principaux édifices de la ville, dessiné par Auguste Magnin lui-même, qui comporte toute une série de plans et de magnifiques dessins d'architecture.

Les 118 blocs du Relief ont ainsi été modélisés, contrôlés, transférés en système MN95 et finalement validés par la Direction de la mensuration officielle. On dispose donc, à ce stade, d'un modèle 3D complet de Genève 1850, tiré de la maquette d'Auguste Magnin, et parfaitement intégré dans le modèle numérique du territoire et le cadastre officiel. Il est ainsi possible de voir quels bâtiments ou quelles portions de fortifications ont disparu, lesquels ont été transformés et lesquels sont toujours en place.



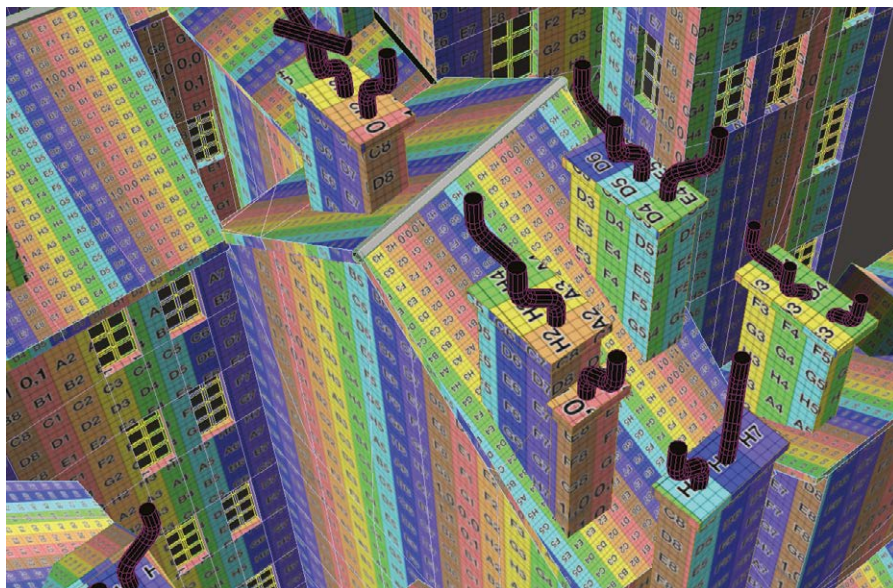


Figure 11. Génération automatique des coordonnées de texture uv sur l'ensemble de la maquette

Donner de la vie au modèle de Genève 1850 et l'entourer des paysages d'époque

Le modèle 3D de Genève 1850 est une ville "blanche" et lisse, sans textures ni couleurs, comme si elle avait été coulée dans le plâtre. Pour l'habiller et lui donner une ambiance conforme à son époque, des spécialistes de plusieurs disciplines ont collaboré : géomètres, géomaticiens, historiens et designers 3D.

Les spécialistes ont d'abord recherché et photographié sous tous les angles des bâtiments qui ont été très peu modifiés depuis 1850, afin de constituer une base documentaire pour la création des matériaux : pavés, tuiles, crépis, pierres de taille, bois des portes et des fenêtres, etc. Au total, une palette d'une cinquantaine de matériaux a été recrée numériquement. Chacun de ces matériaux a ensuite été décliné en trois variantes de vétusté : propre, un peu sale et très sale. En plus, une légère variation aléatoire a été appliquée, afin d'éviter que la ville virtuelle ait un aspect trop uniforme.

Des algorithmes informatiques ont été développés pour faciliter le travail répétitif, en particulier pour la génération des coordonnées de texture uv. Chaque élément de la maquette est représenté dans un espace en trois dimensions.

Les objets sont tous des maillages 3D triangulaires. Les textures, elles, qu'elles soient génériques ou basées sur des images, se développent dans un espace en deux dimensions. Dans cet espace les abscisses sont notées u et les ordonnées v. Ainsi chaque face 3D doit-elle être projetée dans l'espace uv des textures (figure 11). Pour passer de la 3D au plan, toutes les projections sont possibles et l'on peut même utiliser plusieurs projections au sein d'un même objet.

Comme les bâtiments de la ville sont particulièrement serrés et imbriqués, une partie du travail a été menée à la main avec – toujours sous les yeux – les nombreuses et précieuses images d'archives du Centre d'iconographie.



Figure 12. Le décor de Genève 1850

Les variétés d'arbres et la végétation qui poussaient dans la ville et ses fortifications ont été choisies avec l'aide des botanistes du Conservatoire et jardins botaniques de la Ville de Genève – toujours en s'appuyant sur les documents d'époque.

Lorsque le modèle 3D de Genève 1850 commença à prendre des couleurs (figure 12), les spécialistes se sont vite convaincus que la ville fortifiée gagnerait beaucoup à être entourée des paysages de son époque. Les montagnes n'étaient pas trop difficiles à reconstituer : la chaîne du Jura, le Mont-Salève et les Alpes n'ont guère changé depuis 1850. Par contre, une grande partie des campagnes peu peuplées qui entouraient autrefois Genève ont fait place à l'urbanisation... Et c'est encore d'un géomètre du XIX^e siècle que l'aide est venue : Jean-Rodolphe Mayer, qui a cartographié l'ensemble du canton de Genève entre 1828 et 1831 à l'échelle 1/15 000, en indiquant minutieusement sur ces plans non seulement les bâtiments, les chemins et les rivières, mais aussi la nature de ce qui occupait le sol : champs, forêts, vignes, hutins, gravières, prairies, jardins, etc. Les gravures et tableaux d'époque ont également servi de source d'information. Le travail a été grandement facilité par la richesse du Système d'information du territoire à Genève-SITG, qui contient de nombreuses cartes historiques calées dans le système cadastral actuel. Pour produire un décor de qualité : tous les éléments proches des fortifications de la ville existent en 3 dimensions.



Ainsi, plusieurs centaines de milliers d'arbres et de buissons 3D ont été "plantés". Quant aux brins d'herbe 3D, ils se comptent par milliards...

Préparer Genève 1850 pour une promenade sur le web www.geneve1850.ch

Tandis que le modèle 3D de Genève 1850 s'habillait de texture réaliste, une équipe d'informaticiens a développé les outils web nécessaires à visiter l'ancienne ville fortifiée sur internet. Dénommée PromenAdd, leur technologie utilise à la fois la 3D en temps réel (employée pour les jeux vidéo) et la 3D précalculée (employée pour le cinéma). Pour la visite, l'internaute n'a pas besoin de télécharger de logiciel particulier : un ordinateur ordinaire avec une vitesse de connexion standard suffisent. Le déplacement dans la ville ressemble un peu à la navigation dans Google Street View. Cependant, dans Genève 1850, les pas sont beaucoup plus courts, les images sont mieux définies et on peut aussi se déplacer dans le ciel pour profiter d'une vue plongeante sur la ville et ses environs. Au total, l'internaute peut se promener le long de 1 333 chemins et s'arrêter sur 963 croisements qui sont autant de points d'intérêt.

Les différentes vues de Genève 1850, présentées aux internautes lors de leur

progression dans les rues et le ciel de la ville, sont au nombre de 200 000. Pour générer toutes ces images haute résolution à partir du modèle 3D, 16 puissants serveurs ont travaillé pendant six mois – une somme de travail qui représente l'équivalent de la production de deux longs métrages hollywoodiens en 3D. La lumière choisie pour éclairer la ville fortifiée et ses environs est celle du mois de juin à 10 h du matin.

Faire un grand pas dans l'ère des Humanités numériques

Bien sûr, le modèle 3D de Genève 1850 diffère par rapport à la réalité historique, puisqu'il est basé en grande partie sur la maquette d'Auguste Magnin. C'est une sorte de ville idéale dépeuplée (pour l'instant), dont tous les bâtiments ont une allure plutôt standard, notamment au niveau des portes, des fenêtres et des cheminées. Pour mieux se rendre compte de la réalité de l'époque, il faut regarder les photographies du XIX^e siècle, sur lesquelles on voit des maisons noircies par la fumée de charbon, des façades souvent décrépies arborant des publicités, des rues encombrées de marchandises et de linge à l'étendage, et des annexes en vieilles planches qui agrandissent les espaces de vie et

de travail. Néanmoins, le modèle 3D Genève 1850 offre une bonne idée de la ville fortifiée et de ses alentours. C'est aussi une base documentaire solide, et capable d'évoluer vers davantage de réalité historique, pour entrer de plein pied dans l'ère des Humanités numériques : dans le décor de la ville, on peut "accrocher" toute sorte d'informations liées à l'histoire des lieux et au développement de l'urbanisme. Comme déjà dit, des milliers d'images attendent d'être valorisées dans les archives du Centre d'iconographie de la Bibliothèque de Genève.

www.geneve1850.ch (figure 13) ébauche ainsi une étape dans l'histoire du web, démontrant qu'il est possible de réaliser une sorte de Wikipédia en 3D, où les informations se trouvent à leur place naturelle et où la navigation dans un monde virtuel est possible pour tous les internautes, même sans télécharger de logiciel particulier. Un petit pas a déjà été franchi dans ce sens : dans les rues et les fortifications, on pourra accéder d'ici la fin du 1^{er} semestre 2018 à une centaine de fiches explicatives (format pdf, en français seulement) pour obtenir des informations historiques sur les bâtiments et les ouvrages d'art remarquables. Il faut savoir que la liste des objets remarquables a été établie par Auguste Magnin lui-même.



Figure 13. Genève 1850 en 3D sur le web



Auguste Magnin (1841-1903)



Auguste (Jean-Henri) Magnin est l'auteur du Relief de Genève en 1850, auquel il a consacré une bonne partie de sa vie et de sa fortune. Il est né à Genève, le 13 décembre 1841, dans une famille plutôt modeste : son père était artisan (monteur de boîtes) dans une fabrique d'horlogerie. Le jeune Auguste a suivi sa scolarité et ses études secondaires à Genève, montrant très tôt une passion pour les maquettes qui va le guider naturellement vers l'architecture. Cependant, au cours de sa carrière, il ne construira apparemment qu'un seul "vrai" bâtiment ; son activité professionnelle sera partagée entre l'enseignement des disciplines de l'architecture et

la réalisation de maquettes. Outre son célèbre Relief, on sait qu'il a modélisé le château de Chillon (maquette disparue), l'Église anglaise de Genève (il en existe une photo datée de 1896) et le Palais du Trocadéro de Paris (maquette disparue). On ne connaît qu'un seul portrait photographique d'Auguste Magnin, pris en 1903, l'année de sa mort. Le portrait a sans doute été réalisé pour figurer aux côtés du Relief de Genève en 1850, qui était alors exposé à l'École de commerce.

Dates-repères

- 1841 : naissance à Genève, le 13 décembre.
- 1861 : il est admis à la Section d'architecture de l'École des Beaux-Arts, à Paris.
- 1863 : il abandonne l'École des Beaux-Arts, sans diplôme, et travaille vraisemblablement dans un atelier d'architecture.
- 1865 : retour à Genève.
- 1867 : il ouvre un atelier à la rue Bonivard 8, où il enseigne le dessin d'architecture, la perspective, la géométrie et l'arithmétique, le modelage et l'art des ornements.
- 1868 : il transfère son atelier à la Rue des Allemands 17 (aujourd'hui Rue de la Confédération), dans un immeuble (aujourd'hui démolie) dont il redessine la façade. Il conservera cet atelier jusqu'en 1898. Parallèlement à ses leçons particulières, il donne des cours au gymnase et à l'École d'art appliqué à l'industrie.
- 1869 : la Ville lui confie la construction de l'école enfantine de Saint-Gervais (c'est la seule construction qu'on lui connaisse).
- 1873 : il épouse Françoise Redard.
- 1876 : naissance de sa première fille, Julia (Aline).
- 1878 : premières réflexions sur le Relief de Genève en 1850.
- 1879 : naissance de sa seconde fille, Jeanne (Françoise).
- 1880-1896 : il travaille sur le Relief de Genève en 1850, avec une pause en 1893, faute de financement.
- 1896 : le Relief de Genève en 1850, tout juste achevé, est montré au public lors de l'Exposition nationale suisse, à Genève. Auguste Magnin y reçoit une médaille d'or pour son travail.
- 1896 : il complète la Maquette de Genève en 1815 de Pierre-David Matthéy (1752-1826), en y ajoutant l'enceinte de défense et les glacis.
- 1903 : décès à Genève, le 13 mars.

Références

- [MAG90] : MAGNIN, Auguste. "Album des principaux édifices de la ville", 1890. Consultable au Centre d'iconographie de la Bibliothèque de Genève [CIG].
- [MAG92] : MAGNIN, Auguste. "Notice du Relief de Genève en 1850", 1892.
- [FOR90] : FORNARA, Livio. "Le Relief de Genève en 1850", Maison Tavel, Genève, 1990.
- [CIG] : Centre d'iconographie de la Bibliothèque de Genève. www.ville-geneve.ch/plan-ville/musees/centre-iconographie.
- [TAV] : Site internet de la maison Tavel, Musée D'art et d'Histoire de Genève. institutions.ville-geneve.ch/fr/mah/lieux-dexposition/maison-tavel/.

Contacts

- David DESBUISSON
(TPLM-3D – Chasse-sur-Rhône – France)
david.desbuisson@tplm-3d.fr
- Christian HALLER (HALLER-SA – Genève – Suisse) - christian@haller-sa.ch
- Pierre-Alain LINDEMAN
(Depth-SA – Monthey – Suisse)
pierre-alain.lindemann@depth.ch
- Pierre André MAGNIN
(inScience Communication – Genève – Suisse)
p-a.magnin@inscience.ch
- Thierry SANGOUARD (HALLER-SA – Genève – Suisse) - tsangouard@spatial-sa.ch

ABSTRACT

The Maison Tavel (Tavel House) in Geneva shelters the Magnin relief map ; an impressive representation of the city in 1850 build by the architect Auguste Magnin. The «Geneva 1850» project began in 2009 with a feasibility study concerning the relief map measurement for digital backup purposes. In 2010 the relief has fully be measured by photogrammetry and optical 3D scanner ; a second study concluded that it was possible to fully model it and to transform it into the swiss national coordinate system. This phase has begun in 2014 and led to the immersive web experience « www.geneve-1850.ch » after two and a half years of work in programming, 3D modeling, geometric transformation, texture and 3D rendering.