

ÉTUDE SUR L'UTILISATION ET L'IMPACT DES DONNEES TRIDIMENSIONNELLES EN MATIERE D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE SUR LE CANTON DE GENEVE AU SEIN DE LA SOCIETE GEODATANETWORK.

Société d'accueil : *GeoDataNetwork*
PFE présenté par : **Thomas Noirot**
Directeur (directrice) du PFE : *M. Stéphane Couderq*
Correcteurs : *M. Emmanuel Alby*
M. Mathieu Koehl



Introduction :

L'arrivée de la troisième dimension dans les SIG représente une avancée majeure pour mener à bien les politiques d'aménagement du territoire. La troisième dimension évoque pour le public une représentation commune, plus lisible, plus compréhensible du monde qui nous entoure. Ce sera l'un des atouts de ces données afin de communiquer plus aisément sur un projet avec des personnes non initiées à la lecture de plans comme les élus ou la population. Cependant, les possibilités offertes par la 3D ne s'arrêtent pas uniquement à la communication et à l'aide à la prise de décision. La compréhension des projets et la gestion du territoire sont des exemples de domaines qui peuvent bénéficier de l'apport des données tridimensionnelles.

La Direction Générale de l'Aménagement du Territoire de l'Etat de Genève souhaite connaître les conséquences de cette évolution technique sur les outils informatiques et sur les processus actuellement utilisés en matière d'aménagement du territoire.

Les outils de l'aménagement du territoire :

La Direction Générale de l'Aménagement du Territoire (DGAT) est chargée de contribuer à l'élaboration de la politique de l'aménagement du territoire du canton de Genève et de la mettre en œuvre. Pour cela, elle possède deux grandes catégories de plans : les plans directeurs et les plans d'affectations :

Principaux plans d'aménagement du territoire	
<p><u>Planification directrice</u> Définit les objectifs d'aménagement à moyen ou long terme. A force obligatoire pour les autorités.</p> <p><u>Plan directeur cantonal</u></p> <p><u>Plan directeur localisé:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• plan directeur communal• plan directeur de quartier	<p><u>Plan d'affectation</u> Règle le mode d'utilisation du sol et délimite en premier lieu les zones à bâtir, les zones agricoles et les zones à protéger. Est opposable aux tiers.</p> <ul style="list-style-type: none">• plan localisé de quartier• plan de zone• plan directeur de zone de développement industriel• plan de site

Figure 1: principaux plans de l'aménagement du territoire

La Figure 1 présente les principaux outils à disposition des services de la DGAT pour contribuer à l'élaboration de la politique de l'aménagement du canton de Genève.

Ensuite, pour chaque plan, l'inventaire des données utilisées et des logiciels de travail a été réalisé afin de connaître le processus de circulation des données. Nous obtenons le résultat suivant :

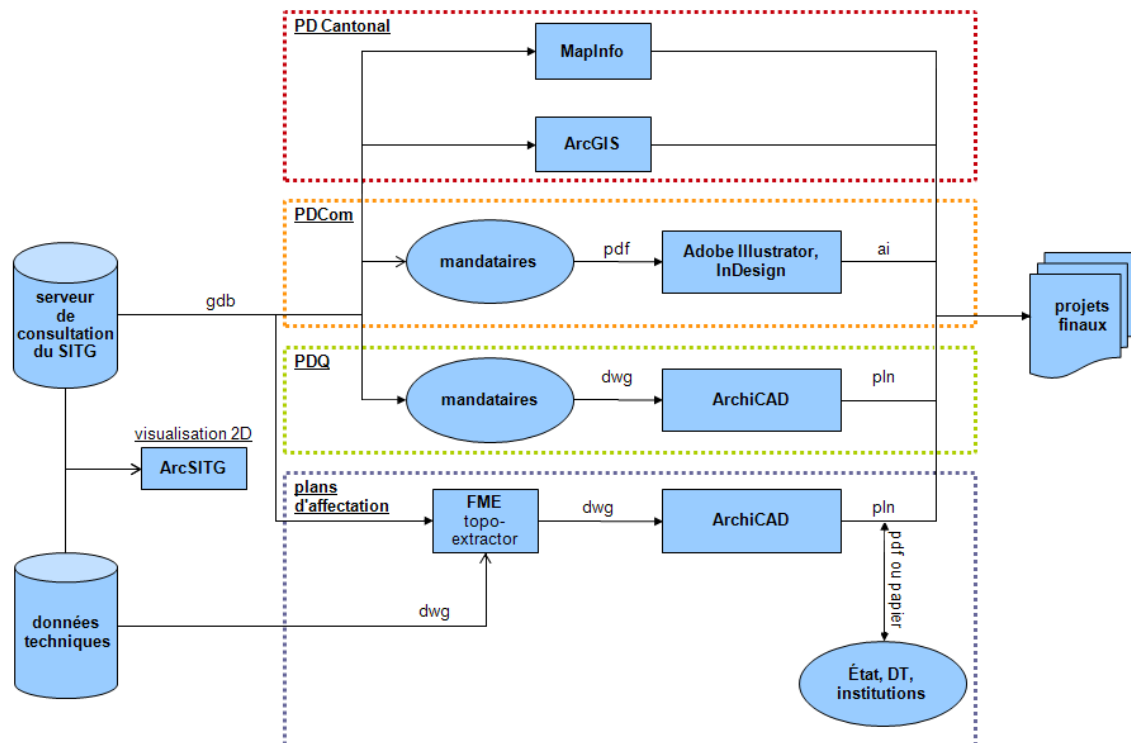


Figure 2: schéma de circulation des données

Le schéma représenté sur la Figure 2 correspond à la circulation actuelle des données conçues pour travailler avec des données exclusivement 2D. Rappelons que l'objectif de cette étude est de déterminer l'impact de l'intégration de données tridimensionnelles. Nous pouvons par conséquent tirer les conclusions suivantes :

- les logiciels Adobe Illustrator et InDesign ne peuvent pas restituer des données 3D,
- le logiciel ArcSITG permet de visualiser uniquement des données 2D,
- il existe une grande disparité de logiciels (MapInfo, ArcGIS, ArchiCAD et Adobe),
- il n'existe pas de liaison entre les plans directeurs et les plans d'affectation,
- les données finales ne sont pas réintégrées dans la geodatabase du serveur de consultation.

Les processus de l'aménagement du territoire sont maintenant connus, la partie suivante sera consacrée à l'étude des données 3D.

Les données 3D :

Un inventaire des données tridimensionnelles essentielles à la réalisation des plans a été effectué avec les collaborateurs de la DGAT. Il résulte trois éléments importants à leurs yeux :

- le modèle numérique de terrain (MNT) :

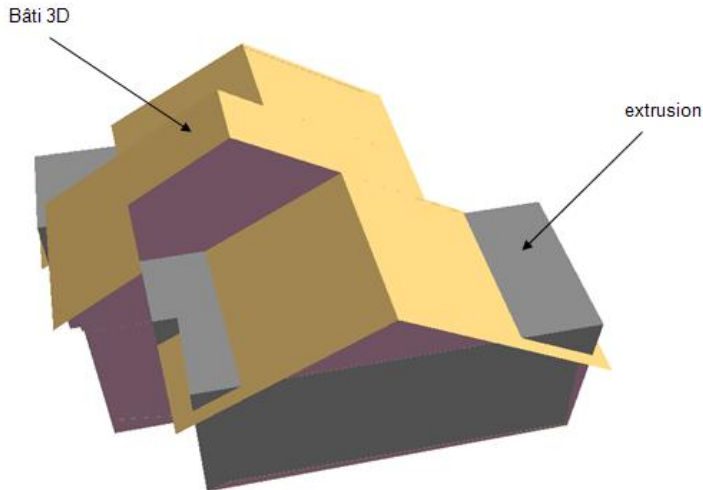
Le MNT est modélisé à partir d'une image raster. La résolution de cette image est de 1m, la précision planimétrique et altimétrique de 0.5m. La précision de ces données est suffisante pour les plans directeurs. Il serait intéressant de compléter ces données par un levé GPS existant notamment pour les plans d'affectations.

- les bâtiments :

Il est possible de représenter les bâtiments de deux manières différentes. Les bâtiments extrudés et le bâti 3D. Les bâtiments extrudés sont des parallélépipèdes rectangles. Alors que le bâti 3D fait l'objet d'une acquisition plus à partir de photographies aériennes obliques et d'un levé LIDAR (Light Detection and Ranging). Une fois les bâtiments modélisés, les entités sont exportées en Multipatch d'ESRI en cinq classes d'entités distinctes.

Les bâtiments extrudés et le bâti 3D reposent sur une base identique (précision planimétrique de $\pm 30\text{cm}$ des données cadastrales) et peuvent donc être comparés. Si la précision planimétrique est identique entre les deux types de données, ce n'est pas le cas de la précision relative à la hauteur du bâtiment.

En effet, la hauteur des bâtiments extrudés est calculée à partir du MNT et du modèle numérique de surface (MNS). La hauteur du bâtiment correspond à la différence entre la valeur moyenne du MNS et la valeur moyenne du MNT sur une surface correspondant à l'intersection avec l'emprise au sol des bâtiments. Par conséquent, pour des toits non plats, la hauteur des bâtiments extrudés sera inférieure à sa valeur théorique. Un exemple de la situation est illustré sur la Figure 3 :



La méthode d'extrusion des bâtiments donne en moyenne un résultat de 3,7m (échantillon de 2000 bâtiments) inférieur au bâti 3D soit l'équivalent d'un étage et demi. Sous estimer la hauteur d'une construction peut induire des fausses interprétations comme par exemple :

- l'ombre portée est réduite
- l'ensoleillement est plus important et plus long
- les masques des édifices sont moins importants sur le paysage.

Figure 3: différence entre extrusion et bâti 3D

Il est donc recommandé d'utiliser pour tous les plans, les données issues du socle bâti 3D. De plus, le bâti 3D permet par sa modélisation fine d'identifier le type de bâtiment représenté.

- **La végétation :**

Cette classe d'entité recense tous les arbres situés hors des forêts. La précision planimétrique des données est indiquée par le Système d'Information du Territoire Genevois :

- avant 2000 : $\pm 25\text{m}$
- après 2000 : $\pm 1\text{m}$

Tous les arbres observés avant 2000 ont une précision trop médiocre en planimétrie ($\pm 25\text{m}$). Cette valeur ne permet pas une analyse fiable et certaine. Par conséquent, il serait préférable de séparer les informations en deux couches, suivant que l'arbre ait été relevé avant ou après l'an 2000. La végétation pourra être affichée en 3D sous ArcGIS à l'aide de la symbologie 3D.

Toutes les données présentées ci-dessus sont stockées dans une geodatabase. Par conséquent, les données peuvent être visualisées directement dans un logiciel de SIG. En revanche, le problème se pose lors de l'utilisation de logiciel de DAO (ArchiCAD par exemple). Il sera nécessaire de convertir les données.

Conversion des données :

Cette conversion consiste à convertir les données 3D contenues dans la geodatabase du serveur de consultation vers ArchiCAD. Le SOSI (service de géomatique de l'Etat) a converti un échantillon de données multipatch en différents formats (dxf AutoCAD, dxf AutoCAD map 3D, kml, 3ds, gml et shp). Ces fichiers ont été testés dans ArchiCAD et seuls les fichiers dxf permettent de restituer dans le logiciel les objets 3D.

La structure de conversion existante pour les données 2D sera conservée. La nouveauté est que l'utilisateur aura la possibilité de convertir les données tridimensionnelles. Pour des problèmes de sélection et de modification des objets 3D dans ArchiCAD, la sélection des objets 3D à convertir

s'effectuera manuellement. Par conséquent, la conversion des données 2D et 3D s'opérera en deux étapes distinctes.

Modifications apportées :

La Figure 1 permet de constater l'hétérogénéité des logiciels. Afin d'harmoniser la conception, mais sans bousculer le schéma de la circulation des données, il a été décidé de se concentrer sur deux types de produit ; l'un SIG (ArcGIS) pour la réalisation des plans et l'autre DAO (ArchiCAD) pour la conception. Ces outils constitueront la base de l'élaboration des projets finaux.

L'échelle du rendu conditionnera en grande partie le choix du logiciel. Les produits ESRI seront adaptés pour concevoir des plans à une grande échelle. Inversement, ArchiCAD sera choisi pour des projets à une petite échelle.

Afin d'améliorer l'analyse des projets, il serait envisageable d'intégrer le logiciel LandSim3D. La particularité de ce logiciel est d'inclure une échelle de temps afin de visualiser l'évolution du paysage. LandSim3D serait associé en parallèle d'ArcGIS.

Les données tridimensionnelles ne peuvent plus être visualisées par le logiciel ArcSITG existant. Afin de le remplacer, les deux applications de l'extension 3D Analyst d'ArcGIS (ArcScene et ArcGlobe) ont été comparées. Nous conseillons d'opter pour l'extension ArcGlobe pour son confort de navigation.

A l'heure actuelle, il n'existe pas de liaison entre les plans directeurs et les plans d'affectation. La DGAT souhaite que les projets finaux soient réintégrés dans le serveur de consultation. Ceci permettrait de réaliser la liaison souhaitée.

Le projet final ne serait pas réintroduit dans son intégralité. Seul un rendu schématique 2D serait réintégré ce qui implique de redessiner une partie du projet sous ArcGIS. Les informations suivantes seraient conservées :

- les bâtiments avec des attributs (affectation, hauteur),
- l'occupation des sols,
- la végétation projetée,
- les réseaux,
- un lien vers l'orthophoto de l'époque du plan sera aussi disponible afin de montrer l'existant au moment de l'élaboration du plan.

Une deuxième solution serait d'utiliser la technologie TopoCMS. Cet outil développé par Topomat Technologies serait inclus à ArcMap et servirait d'archivages des données. Le but de cet outil est de relier des documents électroniques de toutes sortes à des entités géographiques afin de retrouver ces documents à partir des données territoriales et inversement, de connaître le lieu géographique auquel se réfèrent les documents. Cette solution peut s'appliquer à tous les formats de données.

Conclusion :

L'introduction des données tridimensionnelles aura des conséquences sur les outils informatiques utilisés. La facilité prônerait d'abandonner tout autre logiciel différent d'ArcGIS afin de contourner les problèmes de conversion de données. Cependant, le souhait était de conserver la structure générale du processus et de conserver le logiciel ArchiCAD.

Ce type de données rend caduque les échanges de données sous format papier ou de fichier non modifiable. L'intérêt de la 3D est de pouvoir se déplacer dans le projet en profitant de points de vue différents. Par conséquent, un compromis devra être trouvé entre les mandataires et la DGAT sur ce point de vue. L'utilisation des PDF 3D pourrait convenir aux deux parties.

L'évolution des technologies, la dépendance à l'informatique dans notre travail peut nous amener à supposer que dans le futur, l'aménagement du territoire s'effectuera par une intelligence artificielle sans l'intervention de l'homme. Est ce que des algorithmes seraient capables d'effectuer la relation entre le bâti et le milieu naturel ?