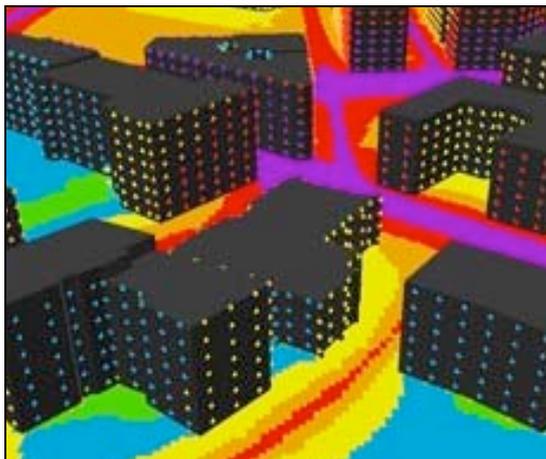


Rapport de stage

Université de Genève - Certificat de spécialisation en Géomatique

**CARTOGRAPHIER LE BRUIT ROUTIER GENEVOIS :
AMBIANCE SONORE ET DÉMARCHE EXPLORATOIRE DE
LA REPRÉSENTATION 3D DU CADASTRE ROUTIER
&
GÉRER LES DEMANDES DE SUBVENTION
ÉNERGÉTIQUES CANTONALES POUR
L'ASSAINISSEMENT DES BÂTIMENTS**



Immission du bruit routier et sa propagation



Programme Chèque-Bâtiment-énergie

Katia De Conto

Sous la direction de Alain Dubois et Claudine Métral

Avril 2010

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont en premier lieu à Nicolas Gouneaud, du service de la protection contre le bruit et les rayonnements non ionisants (SPBR), et à Philippe Minier du service des systèmes d'information, logistique et organisation (SILO), pour m'avoir donné l'opportunité de faire ce stage et pour l'avoir co-dirigé.

Je tiens à remercier également toute l'équipe du Service de l'Organisation et des Systèmes d'Information (SOSI) pour leur accueil, en particulier François Mumenthaler pour m'avoir autorisée à m'installer dans leurs locaux. De plus, je remercie Michel Terrond et Adrien Vieira de Mello pour leurs disponibilités et leurs conseils avisés tout au long de mes divers travaux.

Je remercie aussi toute l'équipe du service de l'énergie (ScanE) pour leur sympathie, et en particulier Emile Spierer, avec qui j'ai collaboré pour un de mes travaux de stage.

Je tiens aussi à remercier Stéphane Couderq de la société Topomat Technologies pour m'avoir fait confiance et m'avoir permis de participer à un de leurs projets.

Enfin, je remercie sincèrement Alain Dubois, sans qui ce stage n'aurait pas eu lieu, et Claudine Métral, professeurs à l'Université de Genève et membres du jury.

RÉSUMÉ

Il s'agit pour le service de la protection contre le bruit et les rayonnements non ionisants (SPBR) de produire une carte des ambiances sonores de divers espaces publics du canton de Genève et de réaliser en 3D la modélisation du bruit routier, grâce au logiciel de simulation acoustique IMMI et des outils ESRI. Quant au service de l'énergie (SCANE), le travail porte sur la thématique du « Chèque-Bâtiment-énergie ». Il s'agit de géolocaliser en partie les demandes de subvention de 2009 et de développer un outil SIG pour la saisie et le suivi des demandes de subventions de 2010.

MOTS CLÉS

Systèmes d'information géographique, bruit routier, modélisation 3D, ambiance sonore, transférabilité, énergie, assainissement, masques de saisie, guichet énergie, sémiologie

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements.....	2
Résumé.....	2
Mots clés.....	2
Table des matières.....	3
1. Introduction.....	4
1.1. Contexte du stage.....	4
1.2. Objectifs du stage.....	4
2. Cartographier le bruit routier.....	5
2.1. Introduction.....	5
2.2. L'Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB).....	6
2.3. Le Service de la protection contre le bruit et les rayonnements non ionisants (SPBR)	7
2.4. Cartographie de l'ambiance sonore des espaces publics genevois.....	9
2.4.1. Introduction.....	9
2.4.2. Contexte.....	9
2.4.3. Méthodologie.....	11
2.4.4. Résultats.....	12
2.5. Cartographie 3D du bruit routier.....	12
2.5.1. Introduction	12
2.5.2. Contexte.....	14
2.5.3. Méthodologie et résultats.....	15
a. Introduction.....	15
b. IMMI	16
c. ArcScene.....	16
d. ArcScene et les bâtiments 3D.....	17
2.5.4. Réflexions sur la 3D.....	25
2.5.5. Conclusions et perspectives.....	27
3. Gérer les subventions énergétiques pour l'assainissement des bâtiments...28	
3.1. Introduction.....	28
3.2. Le Chèque-Bâtiment-énergie.....	29
3.3. Le Service de l'énergie (SCANE)	30
3.4. Le Chèque-énergie 2009.....	33
3.4.1. Introduction.....	33
3.4.2. Méthodologie.....	33
a. Saisie.....	33
b. Création du guichet énergie.....	35
b.1. Nettoyage de la table de saisie.....	35
b.2. Intégration d'une table Excel.....	38
b.3. Ajout des couches adéquates.....	38
3.5. Le Chèque-Bâtiment-énergie 2010.....	38
3.5.1 Introduction.....	38
3.5.2. Analyse des masques de saisie.....	39
a. Questionnements sémiologiques.....	39
b. Eléments retenus pour les masques de saisie.....	40
c. Tests et résultats.....	42
3.6. Conclusions et perspectives.....	49
Bibliographie.....	50
Annexes.....	52

1. INTRODUCTION

1.1. CONTEXTE DU STAGE

Le présent rapport est le résultat d'un stage de trois mois effectué du 18 janvier au 17 avril 2010 en collaboration avec deux services: le service de la protection contre le bruit et les rayonnements non ionisants (SPBR) et le service de l'énergie (SCANE).

Le lieu de travail était principalement situé au service de l'organisation et des systèmes d'information (SOSI). Pour le travail en collaboration avec le service de l'énergie, un bureau a été mis à disposition au sein du ScanE.

1.2. OBJECTIFS DU STAGE

Ce stage a pour but de prendre contact avec le monde du travail dans le domaine de la géomatique et des systèmes d'information géographique. Il vise à mettre en pratique les connaissances acquises dans le cadre du Certificat de spécialisation en Géomatique.

Dans le cadre du SPBR, il s'agit d'une part de créer une carte des ambiances sonores de treize espaces publics genevois. D'autre part, il s'agit d'accomplir une démarche exploratoire quant à la possibilité de visualiser le cadastre routier en 3D. Pour réaliser ce projet, il faut tout d'abord utiliser le logiciel de simulation acoustique IMMI pour les calculs de bruit en façade et de propagation. Puis, transférer les résultats d'IMMI sur ArcScene et les visualiser en 3D.

Dans le cadre du ScanE, il s'agit d'une part de géolocaliser les demandes de subventions de Chèque-énergie 2009. Et si le temps le permet, participer à l'élaboration du guichet énergie. D'autre part, il s'agit de contribuer à l'analyse des informations à inscrire dans les masques de saisie, permettant ainsi l'acquisition des données des demandes de subvention pour le Chèque-Bâtiment-énergie (2010).

2. CARTOGRAPHIER LE BRUIT ROUTIER

2.1. INTRODUCTION

Le bruit en ville a pendant longtemps été considéré comme inévitable ; une caractéristique nécessaire à la vie urbaine. Cependant, depuis quelques décennies, les nuisances sonores sont devenues omniprésentes, voire obsédantes dû à l'augmentation des transports motorisés notamment. Dès lors, les sociétés prennent conscience que la préservation d'une « bonne » qualité de vie passe par la sauvegarde de l'environnement.

La pollution par le bruit (ou sonore) est parmi toutes les nuisances, un peu particulière. Elle peut se révéler très désagréable, voire dangereuse. Depuis quelques années, un grand nombre de recherches ont été menées sur le bruit et ses effets sur la santé de l'Homme. Ainsi, il est prouvé qu'une exposition répétée à un bruit de niveau relativement élevé peut avoir pour conséquence une modification du rythme cardiaque et de la pression artérielle, une augmentation de l'agressivité et enfin, une diminution de la concentration¹.

Toutefois, les transports appartiennent à notre quotidien. Les systèmes de transport organisent notre société, tant sous leur forme physique avec l'appui des infrastructures qui permettent la mobilité des individus sur le territoire, que sous leur forme psychique par les représentations que les individus ont de leur territoire à un moment donné. La connaissance et la maîtrise des transports est indubitablement capitale pour la gestion organisationnelle des habitants d'un pays, d'une région ou d'une ville. En effet, l'organisation spatiale d'une société est dépendante du système de transport qui a été mis en place par la société elle-même. Ainsi, les activités (professionnelles, quotidiennes, etc.), les modes de vie et les pratiques spatiales ne sauraient se priver des transports.

Donc, le service de transport est en étroite relation avec les systèmes socio-économiques, politiques et culturels d'un pays. Nous sommes par conséquent toutes et tous dépendants des transports. De plus, nos pratiques de mobilité ne sont pas neutres. Elles ont un impact sur le territoire, mais également sur les « espaces de vie » des autres habitants. Ainsi, les échelles géographiques se transforment, permettant d'effectuer des distances toujours plus longues avec le même intervalle de temps. C'est pourquoi, les transports suscitent une mobilité accrue, signe de qualité de vie pour certains. Cependant, pour d'autres, les externalités² des transports sont négatives en raison de la forte pollution environnementale et sonore. Le bruit occasionne donc des coûts autant pour l'individu que pour la collectivité. Il entraîne également une dégradation du cadre de vie qui a pour conséquence une perte de l'attractivité des lieux et donc un dépeuplement, une baisse de la rente foncière, etc. Il en revient donc aux politiques publiques dans l'aménagement du territoire de faire des choix tant au niveau des types de transports et de leur localisation sur le territoire que des normes et des mesures à mettre en place pour atténuer ces coûts externes et indirectement maintenir le bien-être de la population.

¹ L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) : [en ligne:], <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs258/fr/>, consulté le 29.03.2010

² Par externalité (ou coût externe), nous entendons un « coût économique qui n'est pas pris en compte par les marchés ni dans les décisions des agents du marché. » Dans le cas des coûts externes des transports, ce sont les coûts qui ont été produits par les utilisateurs. G. PINI, « Cours de géographie des transports, semestre d'été 1999 », p.14

Mais qu'est-ce que le bruit ? Le bruit est un phénomène physique. Il s'agit d'un mélange d'ondes qui se propagent sous la forme d'une variation de la pression de l'air³. Grâce à l'invention du sonomètre, il fut possible de mesurer les niveaux de bruit. Nous sommes donc passés d'une impression subjective (ex. « c'est calme, c'est bruyant ») à des valeurs métrologiques. Ainsi, les niveaux de bruit ont été utilisés pour qualifier un environnement sonore. Ces derniers étant variables dans le temps et dans l'espace, les scientifiques ont mis en place « des modes de saisie permettant d'obtenir des valeurs moyennes sur une durée déterminée. » (ARLAUD; 1996; 23)

L'unité de mesure des valeurs de bruit est en décibel. Le décibel (dB) est « la puissance physique des sons, exprimée en unités de pression sur le tympan, [qui] varie de 0 à plusieurs milliards ; les acousticiens ont créé le décibel qui traduit la puissance des sons selon une échelle logarithmique. Une augmentation de 3 décibels correspond au doublement de la puissance d'un bruit, l'addition de deux bruits de 60 décibels produit un bruit de 63 décibels (et non 120 décibels). »⁴ Mais comme l'être humain ne perçoit pas de la même façon les sons graves et les sons aigus, les valeurs sont calculées en décibels pondérés dB(A). À titre d'exemple, le niveau de dB(A) à l'immission⁵ dans une chambre calme est d'environ 25 à 30 dB(A), alors que dans une rue dite « à gros trafic routier », le niveau peut atteindre 80 à 90 dB(A).

L'une des premières cartes de bruit a été réalisée à Berlin en 1938. Depuis, de nombreuses villes en Europe se sont dotées de telles cartes. De nos jours, elles sont conçues de manière à répondre aux exigences légales des pays concernés. Elles traitent des nuisances mesurables et/ou calculables (ex. modélisation) pour lesquelles des valeurs limites ont été définies (ARLAUD; 1996; 23).

2.2. L'ORDONNANCE SUR LA PROTECTION CONTRE LE BRUIT (OPB)

Pendant longtemps, il revenait aux citoyens de respecter les bons « usages » et de « s'abstenir de tous agissements au détriment du voisin » (LAGUERRE ; 1991 ; 42). Puis, durant le XX^{ème} siècle, certaines règles ont vu le jour en Suisse comme la valeur limite d'émission pour véhicules (depuis 1952) et d'avions (1971). D'autres mesures comme l'interdiction aux camions de rouler pendant la nuit ont été instaurées (LAGUERRE ; 1991 ; 44).

Cependant, la Confédération ne se préoccupe légalement des nuisances sonores que depuis l'adoption d'un article constitutionnel datant de 1971. Cet article attribue une compétence fédérale en matière de protection de l'environnement. Puis, le 15 décembre 1986, a été adoptée une Ordonnance sur la Protection contre le Bruit (OPB). Elle fixe des seuils de valeurs limites d'immission selon les zones de sensibilité préalablement définies, de telle manière à assurer le bien-être de la population. L'OPB impose ainsi aux cantons de prévoir un programme d'assainissement afin de respecter les limites déterminées. Ces mesures d'assainissement obligent notamment les propriétaires à effectuer des isolations acoustiques des bâtiments dits « problématiques » (insonorisation des fenêtres, ...) (BEUCHAT ; 1998 ; 10).

³ Le journal du CNRS, [en ligne:], <http://www2.cnrs.fr/presse/journal/3232.htm>, consulté le 21 mars 2010

⁴ G. PINI, « Cours de géographie des transports, semestre d'été 1999 », p. 29.

⁵ On entend par immission les effets du bruit enregistrés par les capteurs de mesure et non pas à la source.

Cette Ordonnance sur la Protection contre le Bruit intervient sur trois échelons différents (se complétant les uns les autres): (LAGUERRE ; 1991 ; 44).

- 1) La restriction du bruit à la source en limitant les émissions.
- 2) Aménager des éléments sur le territoire (ex. parois de protection contre le bruit) et planifier le trafic au niveau de l'aménagement du territoire.
- 3) Installer des mesures de protection passive contre le bruit chez les personnes touchées par les immissions sonores (ex. fenêtres anti-bruit).

Lorsque les valeurs limites sont dépassées au niveau des immissions, la Confédération accorde des subventions afin d'assainir les installations visées. Ces montants sont prélevés sur les droits de douane et les suppléments perçus sur les carburants (LAGUERRE ; 1991 ; 45).

2.3. LE SERVICE DE LA PROTECTION CONTRE LE BRUIT ET LES RAYONNEMENTS NON IONISANTS (SPBR)

Le service de la protection contre le bruit et les rayonnements non ionisants (SPBR) fait partie du département de la sécurité, de la police et de l'environnement (DSPE). Pour ce qui concerne le bruit, le SPBR cherche à contrôler et à gérer les nuisances sonores, notamment liées aux systèmes de transport, aux chantiers et aux établissements publics. Pour ce faire, le service se base sur l'Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) et s'occupe, entre autres activités, de faire des expertises, préavisier les autorisations de construire, contrôler les établissements publics et enfin, mettre en oeuvre et à disposition le cadastre du bruit routier du canton de Genève.

Ainsi, l'OPB fixe des valeurs limites d'exposition au bruit pour les principaux types de bruit (routier, ferroviaire, aérien, industriel et installations de tir). Ces valeurs sont différenciées selon le jour ou la nuit et selon quatre degrés de sensibilité (zones de détente, zones d'habitations, zones mixtes et zones industrielles). Voici la carte des degrés de sensibilité (pour les valeurs « jour ») pour le canton de Genève.

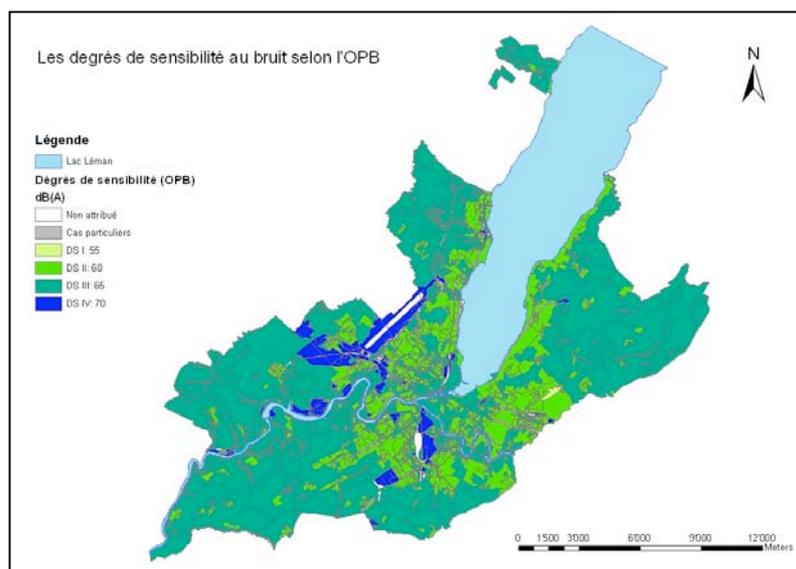


Figure 1 : Les degrés de sensibilité au bruit selon l'OPB
(carte réalisée lors d'un précédent travail, mai 2008)

DS I. Zones qui requièrent une protection accrue contre le bruit: zones de détente
DS II. Aucune entreprise gênante n'est autorisée: zones d'habitation
DS III. Zones où sont admises des entreprises moyennement gênantes : zones d'habitation et artisanales, et les zones agricoles.
DS IV. Les zones où sont admises des entreprises fortement gênantes: zones industrielles.

Comme il a été dit précédemment, le SPBR effectue le cadastre du bruit routier du canton de Genève. Il est basé en fonction des amplitudes de dépassements des niveaux de bruit par rapport aux degrés de sensibilité. Les principaux axes routiers ont été mesurés et évalués pour ensuite mettre en exergue - dans le cadastre routier - les bâtiments qui font l'objet d'un dépassement de valeur d'immission. La mise à jour du cadastre est effectuée si un nouveau quartier voit le jour ou si le trafic a été fortement modifié à un endroit ; incluant des modifications définitives telles que de nouveaux feux de signalisation, un nouveau revêtement de sol, un nouveau rond-point, etc (GOUNEAUD ; 2009 ; 4).

Le cadastre routier est cartographié selon un mode de représentation en deux dimensions. Les résultats obtenus sont le fruit de calculs effectués au point de réception des immissions provenant de sources linéaires (les routes). Ces résultats se basent sur une première couche de mesure de bruit (points). À partir de cette couche sont établies les routes (émissions). Et enfin, les façades prises en considération sont celles qui sont touchées par les rayons de bruits émanant des routes (immissions). Le point de calcul se situe à mi-hauteur de la façade (partie sensible au bruit), sachant que la hauteur est limitée à 10 mètres (GOUNEAUD ; 2009 ; 6). Les résultats ainsi obtenus sont représentés géométriquement sous forme de ligne, en tenant compte du code couleur officiel : violet (plus de 70 dB(A)), rouge (plus de 65 dB(A)), orange (plus de 60 dB(A)) et jaune (plus de 55 dB(A)).

Voici un extrait du cadastre du bruit routier.

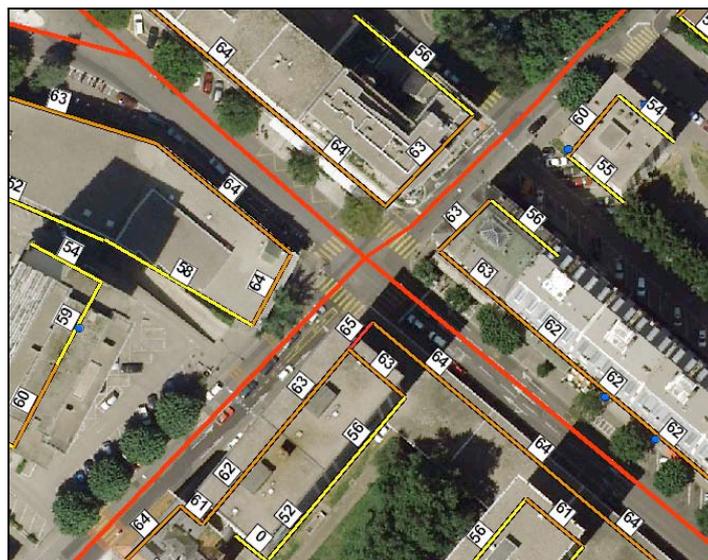


Figure 2 : Extrait du cadastre du bruit routier, réalisé par le SPBR

2.4. CARTOGRAPHIE DE L'AMBIANCE SONORE DES ESPACES PUBLICS GENEVOIS

2.4.1. INTRODUCTION

La perception d'une ambiance est pluri-sensorielle car elle combine nos cinq sens (ex. images, odeurs, température, courants d'air, etc.). Selon Augoyard (in ARLAUD; 1996; 9), l'ambiance est constituée à la fois des conditions extérieures agissant sur l'individu (signaux physiques repérables dans l'espace) et également des perceptions sensibles et des usages des sujets ainsi que des représentations sociales et culturelles. Donc, le bruit n'est pas seulement un élément chiffrable, il est également une perception personnelle et subjective. De plus, le paysage sonore est considéré comme une caractéristique indissociable de la vie en ville.

L'approche quantitative permet de résoudre de nombreux problèmes, tels que le repérage de situations critiques et la réponse aux exigences légales. Mais elle néglige d'autres aspects et n'offre qu'une compréhension partielle de la réalité sonore. C'est pourquoi, il est important d'associer une approche qualitative pour tenir compte des aspects non identifiables par l'approche quantitative. Un des procédés utilisés comme outil de communication est l'écriture. C'est un moyen de communication qui permet de différencier divers aspects de l'analyse sonore d'un lieu (ARLAUD; 1996; 6). Cependant, un écrit à lui seul ne permet pas d'avoir une représentation précise de l'ambiance sonore. C'est pourquoi l'adéquation des observations écrites à une représentation cartographique semble intéressante et importante pour clarifier les résultats analysés, de manière plus opératoire⁶.

Toutefois, la cartographie de l'ambiance sonore a ses limites car d'une part, la représentation cartographique impose un temps arrêté, alors que l'environnement sonore n'est perceptible qu'en fonction du temps qui passe (secondes, jours de la semaine, saisons, jours fériés, etc.). D'autre part, la carte ne comporte que deux dimensions alors que le son se propage dans toutes les directions, incluant de ce fait la 3^{ème} dimension (ARLAUD; 1996; 16).

2.4.2. CONTEXTE

Pour ce travail sur l'ambiance sonore, treize espaces publics ont été choisis.

Les espaces publics sélectionnés sont les suivants :

- Squares Bd. D'Yvoy (deux espaces publics différents)
- Parc Gourgas
- Square rue Dancet, rue Moulins-Raichlen
- Place des Augustins
- Croisement Bd. Emile Jaques-Dalcroze et Bd. des Philosophes
- Croisement Bd. Emile Jaques-Dalcroze et rue de l'Athénée
- Croisement Bd. Emile Jaques-Dalcroze et rue Charles Galland
- Parc des Bastions
- Croisement Bd. James-Fazy et Quai du Sujet
- Parc des Acacias
- Square rue Ernest-Bloch; route Frontenex; Av. William-Favre
- Croisement Bd. des Promenades et Av. Vibert

⁶ Une telle approche pourrait être effectuée également pour d'autres types de travaux, comme par exemple la pollution de l'air atmosphérique.

Les mesures ont été prises durant les mois d'août et de septembre 2009 par une stagiaire engagée par le SPBR. Pour chaque espace public étaient définis différents points de mesures. Son travail a consisté à se rendre dans les treize espaces publics, à deux reprises (à des journées et à des heures différentes). Le sonomètre était placé à 1,5 mètres du sol et mesurait le niveau de bruit ambiant pendant 15 minutes. Entre-temps, la stagiaire inscrivait ses impressions sur l'ambiance sonore du lieu pour ainsi apporter une dimension « subjective » aux mesures « objectives ».

Une fois les mesures terminées, elles les a retranscrites sur un fichier Word, en y intégrant ses remarques. Voici un exemple de ces retranscriptions :

17 septembre 2009

Localisation Bastion G

Entre 10h13 et 10h28

LEQ ⁷	MinL	MaxL	L1	L10	L50	L90	L99	Durée
52	44,3	65,5	59	54	51	48	46,5	15

Source des bruits :

Les bruits routiers sont assez faibles et proviennent de la rue surplombant le parc qui est assez éloignée mais plutôt bruyante, et aussi de la rue attenante, nettement plus proche mais bien moins fréquentée. L'endroit est très calme.

On entend les gens, les voix, les pas. On perçoit les chants des oiseaux et même leurs mouvements dans les arbres, lorsqu'ils font bouger les branches. C'est un endroit très agréable, ensoleillé, assez vivant sans être trop bruyant.

Son par minute :

3^e minute : sirène + camionnette

6^e minute : camion

9^e minute : klaxon

11^e minute : klaxon + bande d'enfants

14^e minute : groupe de jeunes qui font du jogging + touristes + camion dans le parc.

C'est à partir de ces données que j'ai ensuite pu créer sur ArcMap un nouveau projet représentant les ambiances sonores des divers espaces publics concernés.

⁷ Le LEQ (Level Equivalent) est une moyenne dans le temps de l'énergie acoustique diffusée.

2.4.3. MÉTHODOLOGIE

Le but est de digitaliser les différents points de mesures dans les divers espaces publics et d'intégrer les remarques « subjectives » retranscrites par la stagiaire.

Voici les étapes:

1. Vérification des données de mesures de bruit dans les parcs.
2. Intégration des données sur Excel et mise en forme adéquate
3. Sur ArcCatalogue: création d'une géodatabase file (gdb)
4. Création d'une nouvelle couche point_digitalisation avec comme attributs ID_MESURE_POINT (short integer)
5. Sur ArcMap: ajout de cette nouvelle couche
6. Début de la digitalisation avec Editeur: attention particulière à ce que l'identifiant du point digitalisé coïncide avec l'identifiant de la table Excel
7. Une fois les points digitalisés: jointure avec la table Excel. Mais dû à la question des caractères très nombreux dans la colonne remarque, choix de faire cette jointure via FME. De plus, ajout de l'attribut remarque et de ses champs de texte correspondants dans la couche ambiance_sonore_digitalisation
8. Ajout sur ArcMap de la nouvelle couche avec tous les attributs nécessaires: ambiance_sonore (mdb)
9. Vérification: toutes les informations figurent lorsque l'on clique sur le point avec « i »
10. Pour pouvoir lire les textes en entier dans la table attributaire, il faut cliquer sous option « appearance » et augmenter au maximum la hauteur des cellules, puis élargir au maximum les colonnes.
11. Création d'un projet mxd avec les couches: ambiance_sonore et A.GEO_RASTER_ORTHOPHOTO_16CM

2.4.4. RÉSULTATS

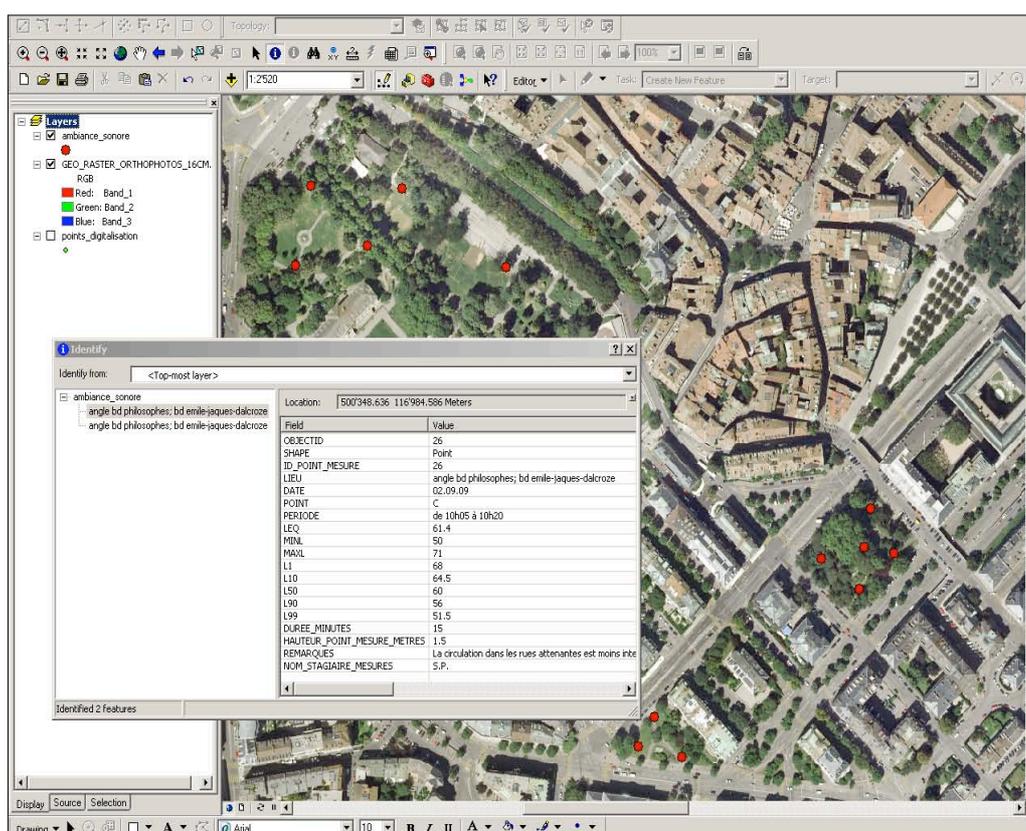


Figure 3 : Cartographie des ambiances sonores (mesures et remarques)

2.5. CARTOGRAPHIE 3D DU BRUIT ROUTIER

2.5.1. INTRODUCTION

La modélisation 3D a pris des proportions de plus en plus importantes ces dernières années. En effet, la 3D n'est plus cantonnée qu'aux domaines spécifiques tels que le design ou les projets d'architectes, mais prend d'avantage de place dans les jeux vidéos, dans le cinéma ou encore dans le domaine médical. Les systèmes d'Informations Géographiques (SIG) s'intéressent - eux aussi - d'avantage au développement des modes de représentations 3D. Grâce aux progrès techniques dans le domaine de l'imagerie virtuelle (surtout grâce aux améliorations techniques dans les jeux vidéos) et de la cartographie graphique ; ces diverses compétences séduisent particulièrement les professionnels de l'aménagement du territoire (KOEHL ; 2008). En effet, représenter une réalité territoriale sous forme virtuelle géoréférencée constitue un enjeu important, tant pour la planification territoriale (simulations) que pour la gestion normative dans les différents domaines urbains (mobilité, environnement, tourisme, etc.). Cependant, pour pouvoir utiliser l'imagerie 3D, il est important de structurer les données 3D de manière pertinente, et ainsi permettre une exploitation plus riche qu'une simple visualisation.

En 2006, une étude prospective (du centre-ville genevois) a été effectuée afin de montrer la faisabilité de l'acquisition et de la gestion des bâtiments et des ouvrages d'art en 3D⁸. Le résultat a été concluant et a suscité un vif intérêt envers les

⁸ <http://etat.geneve.ch/dt/dcmo/historique-763-4269-9247.html>, consulté le 8 avril 2010

possibilités qu'offre la 3D par rapport à la 2D. Puis, l'administration genevoise a confié au service de la mensuration officielle (SEMO), et à d'autres partenaires, le projet 3D-MO Genève. Il s'agissait de créer un socle de données tridimensionnelles constitué des bâtiments, des ouvrages d'art, des infrastructures de transport, des signalisations et enfin de la végétation (NIGGELER ; 2008 ; 11).

En ce qui concerne les bâtiments, ils ont été modélisés manuellement au nombre de 76'000 (avec une précision moyenne de 30 cm), sur la base de photos aériennes orientées (avec une résolution de 16 cm) et avec la base de données vectorielles cadastrales en 2D (NIGGELER ; 2008 ; 11). Les photos aériennes orientées ont été produites grâce au procédé de photogrammétrie. Il s'agit de photos aériennes prises selon différents points de vue, mais avec un morceau de territoire en commun. Aussi, sur le principe de vision stéréoscopique, il a été possible de reconstituer une image 3D du territoire.

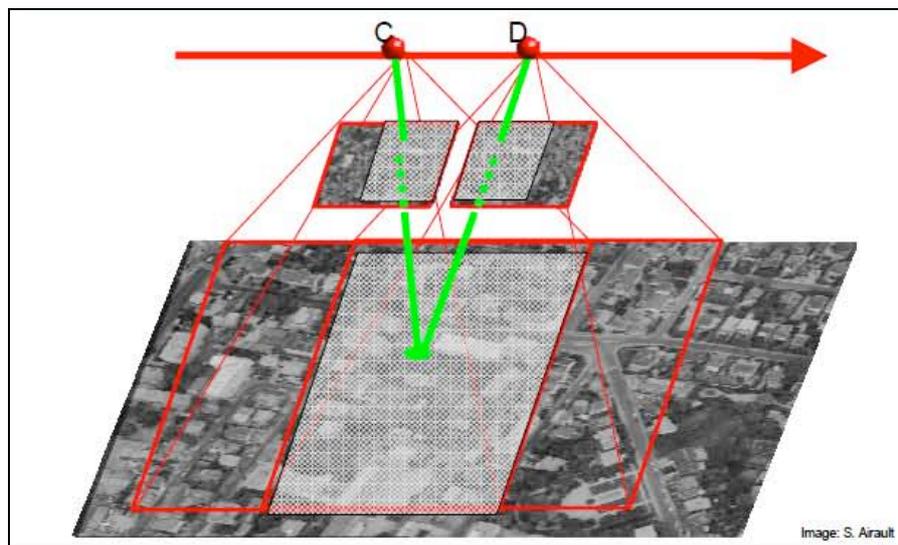


Figure 4 : Photogrammétrie,
(METRAL C., cours « space-city », automne 2009)

Ainsi, le résultat du projet 3D-MO est constitué de données vectorielles 3D, de données raster (orthophotos) qui sont superposées sur le modèle numérique de terrain (jusqu'à un mètre de précision) (WERNLI ; 2009 ; 10).



Figure 5 : La modélisation 3D des bâtiments de Genève, interface du SITG

L'interface 3D semble être séduisante pour le bruit également. En effet, la 3D pourrait apporter des informations supplémentaires par rapport à la 2D, ce qui pourrait être très profitable pour une meilleure analyse et gestion des nuisances sonores au sein du SPBR. C'est pourquoi, un des travaux de ce présent stage a été d'étudier cette question et d'effectuer une recherche exploratoire sur la faisabilité de représenter le cadastre routier en 3D.

2.5.2. CONTEXTE

Pour ce travail exploratoire sur la 3D, des portions de territoires ont été sélectionnées. Il s'agit des mêmes treize espaces publics que pour le travail sur l'ambiance sonore.

Les données utilisées sont les suivantes : (extraites du serveur métier du SITG)⁹

- Courbes de niveaux :
 Nom de la couche : A.GEO_MNA_COURBE_NIVEAU
 Type de donnée: vectorielle
 Date d'acquisition : 2009
- Routes :
 Nom de la couche : A.SPBR_ROUTES (pas consultable)
 Type de donnée: vectorielle
- Bâtiments (ayant la hauteur comme attribut) :
 Nom de la couche : A.GEO_HAUTEUR_BAT
 Type de donnée: vectorielle
 Date d'acquisition : 2005
- Orthophotos :
 Nom de la couche : A.GEO_RASTER_ORTHOPHOTOS_16CM
 Type de donnée: raster
 Date d'acquisition : 2005
- Modèle numérique de terrain (MNT) :
 Nom de la couche : A.GEO_MNA_GRID_TERRAIN

⁹ Les couches ne sont pas prises dans leur totalité. Elles ont été découpées pour ne prendre que les morceaux de territoire concernés.

- Type de donnée: raster
Date d'acquisition : 2009
- Bâtiment 3D¹⁰ :
Nom de la couche : A.CAD_BATIMENT_3D
Type de donnée: vectorielle
Classes d'entité :
 - les fondations : BATIMENT_BASE
 - les façades principales : BATIMENT_BASIC_FACADE
 - les toits principaux : BATIMENT_BASIC_TOIT
 - les façades des superstructures : BATIMENT_SP_FACADE
 - les toits des superstructures : BATIMENT_SP_TOITL'*EGID*, c'est-à-dire l'identifiant unique fédéral du bâtiment, est le lien entre les différentes couches SIG.

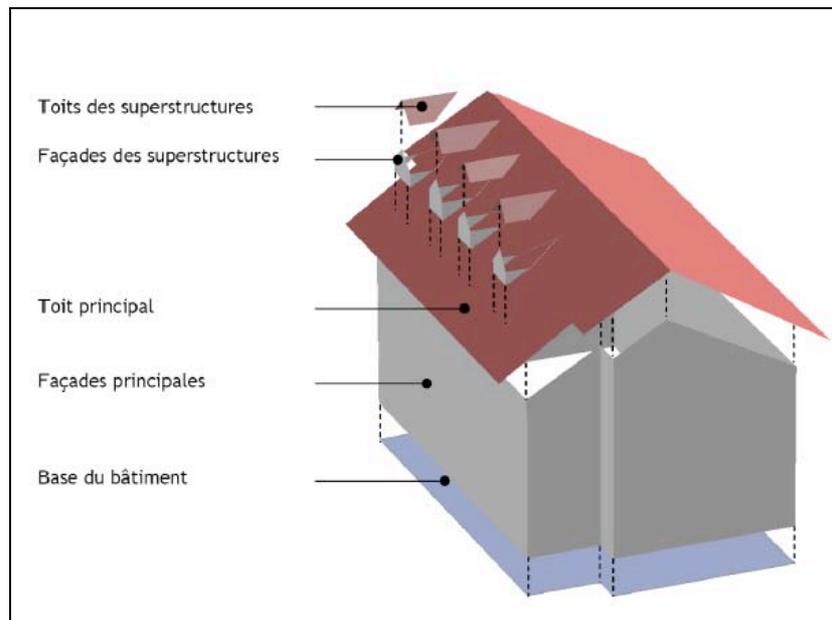


Figure 6 : Composition d'un bâtiment 3D de Genève
(VIEIRA DE MELLO A., 2006)

2.5.3. MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS

A. INTRODUCTION

L'objectif principal de cette partie 3D est de tester la faisabilité du transfert d'informations, c'est-à-dire des simulations d'immissions du bruit routier, entre le logiciel IMMI de Wölfel et l'interface ArcScene d'ESRI.

Cette étude exploratoire se divise en trois parties. Tout d'abord, il a fallu découvrir et apprendre à utiliser le logiciel IMMI afin de saisir et comprendre ses potentialités de simulations acoustiques. Deux types de simulations ont été effectuées, à savoir l'immission en façade du bruit routier ainsi qu'une grille de propagation du bruit routier. Ensuite, les résultats obtenus ont été importés sur ArcScene pour une visualisation en 3D. Et enfin, dans le but d'avoir une représentation plus réaliste et plus précise, les résultats des simulations de bruit ont été ajoutés à la nouvelle couche de bâtiment 3D.

¹⁰ Des informations supplémentaires seront apportées au point 2.5.3.d

B. IMMI

IMMI, créé par l'entreprise allemande Wölfel, est un programme qui permet entre autres de simuler et cartographier différentes sources de bruit, tels que le bruit routier, le bruit ferroviaire, le bruit aérien et le bruit industriel. Ce programme produit ainsi des algorithmes capables de simuler la propagation de ces diverses sources tout en prenant en compte les émissions et les immissions. Ce programme est en constante adaptation par rapport aux normes et standards nationaux et internationaux des méthodes de calcul du bruit. Afin d'assurer une meilleure interopérabilité¹¹ des données entre IMMI et d'autres programmes, il existe plusieurs formats d'importations et d'exportations, dont notamment : DXF (ex. AutoCAD), ASCII, ArcGIS (.dbf, .shx, .shp) et MapInfo (.mif, .mid).

Pour ce qui nous concerne, nous avons utilisé IMMI pour simuler le bruit routier, en fonction des mesures issues du cadastre de bruit genevois. Nous avons utilisé les fonctions « calcul en façade » et « calcul de grille »¹².

C. ARCSCENE

ArcScene est une application d'ESRI qui permet de visualiser la 3D et ainsi les données SIG en trois dimensions. Cette application permet de superposer différentes couches dans un environnement 3D¹³. Les couches sont automatiquement placées à la bonne altitude pour autant que ce soit des objets ayant une géométrie 3D avec des informations concernant la hauteur (z). Si tel n'est pas le cas, la couche est placée à l'altitude 0. De plus, ArcScene dispose de plusieurs extensions favorisant l'utilisation d'objets et de couches 3D¹⁴.

¹¹ Il s'agit de la « capacité à échanger des informations et des données de manière fiable et consistante entre deux applications logicielles différentes ». METRAL C., 2009, *Dimensions spatiales, temporelles et sémantiques de l'environnement urbain*, p.21, [en ligne]: http://infogeo.unige.ch/IMG/pdf/Metral_Intro_080109.pdf

¹² La description technique des étapes à suivre se trouve dans la partie « annexe » (1).

¹³ ArcGis 9.2. Desktop Help, [en ligne]: http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=2804&pid=2800&topicname=ArcScene_3D_display_environment, consulté le 09.04.2010

¹⁴ La description technique des étapes à suivre se trouve dans la partie « annexe » (2).

Voici le résultat obtenu (calcul en façade et grille)

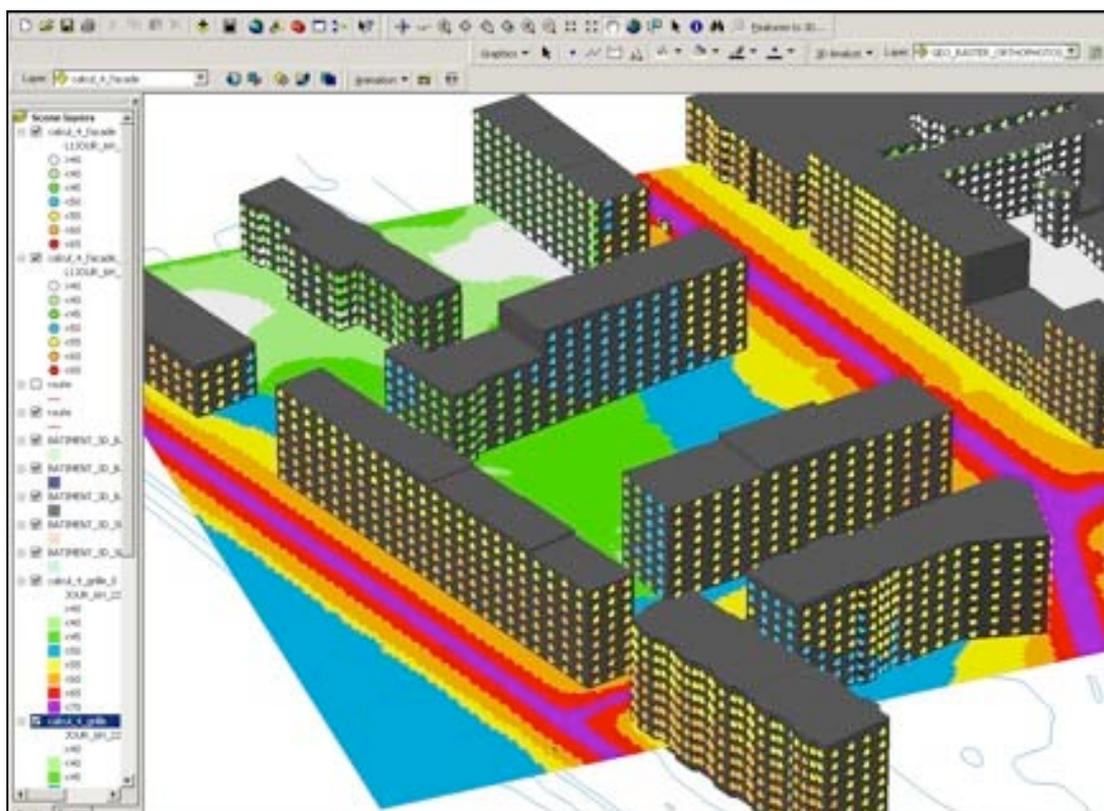


Figure 7 : Représentation de l'immission du bruit routier sur les façades et de la propagation du bruit routier, sur l'interface ArcScene

Le résultat obtenu est dans l'ensemble satisfaisant. L'image semble à première vue intéressante car la juxtaposition de l'immission du bruit en façade et de la grille de propagation présente de manière explicite la diffusion et l'exposition au bruit des habitants. De plus, la 3D permet de mettre en évidence que la valeur des décibels varie selon les étages et la proximité à une route, alors que la 2D à elle seule ne pourrait pas nous éclairer sur cette réalité. C'est pourquoi, la forme géométrique de point semble pertinente, tant pour l'analyse que l'expertise au sein du SPBR. Toutefois, si on regarde de plus près, on peut voir que certaines façades n'ont pas été calculées. Il s'agit des façades qui sont attenantes à des bâtiments de hauteur plus basse. Donc, avant de procéder à une analyse plus détaillée, il faudrait résoudre ce problème sur IMMI¹⁵.

S'il est vrai que cette présentation est à priori séduisante, il ne s'agit que d'une visualisation 2,5D car la troisième dimension est déduite des informations attributaires de l'altitude z des données vecteurs 2D (extrusion du polygone bâtiment). C'est pourquoi, l'étape suivante vise à intégrer les bâtiments 3D modélisés par le SEMO et ses partenaires.

D. ARCSCENE ET LES BÂTIMENTS 3D

Le géoportail du SITG se base sur les produits ESRI. L'application ArcSDE, lié à la base de donnée relationnelle Oracle, permet de gérer les données. Le format des bâtiments 3D est le Shapefile 3D Multipatch et Polygone 3D. Pour ce travail, les données ont été téléchargées du serveur métier en format Polygone 3D. Le but était

¹⁵ En attente de la réponse du responsable technique d'IMMI.

d'avoir les faces des bâtiments différenciées des unes des autres (à leurs sélections) en cas de besoins pour d'autres utilisations.

Lorsque que l'on importe les différentes couches des bâtiments 3D, elles se placent automatiquement à la bonne altitude, de même que pour la couche de calculs de bruit. Afin d'apporter une impression de réalisme, la couche des orthophotos a été drapée à celle du MNT ; cette dernière étant elle aussi à la bonne altitude. La couche grille de propagation du bruit a été mappée également au MNT, mais avec 1,5 mètres de hauteur en plus.

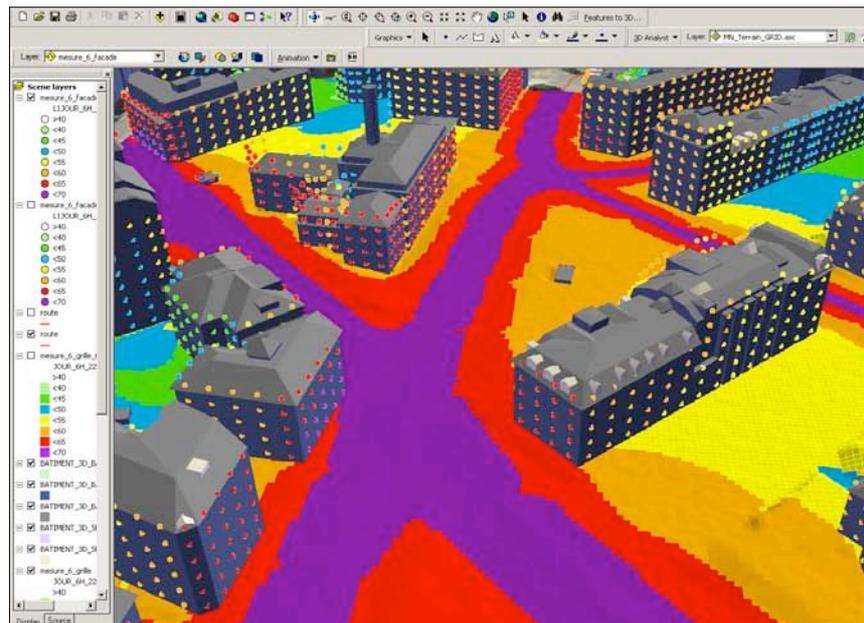


Figure 8 : Représentation 3D de l'immission du bruit routier sur les façades et de la propagation du bruit routier, sur l'interface ArcScene

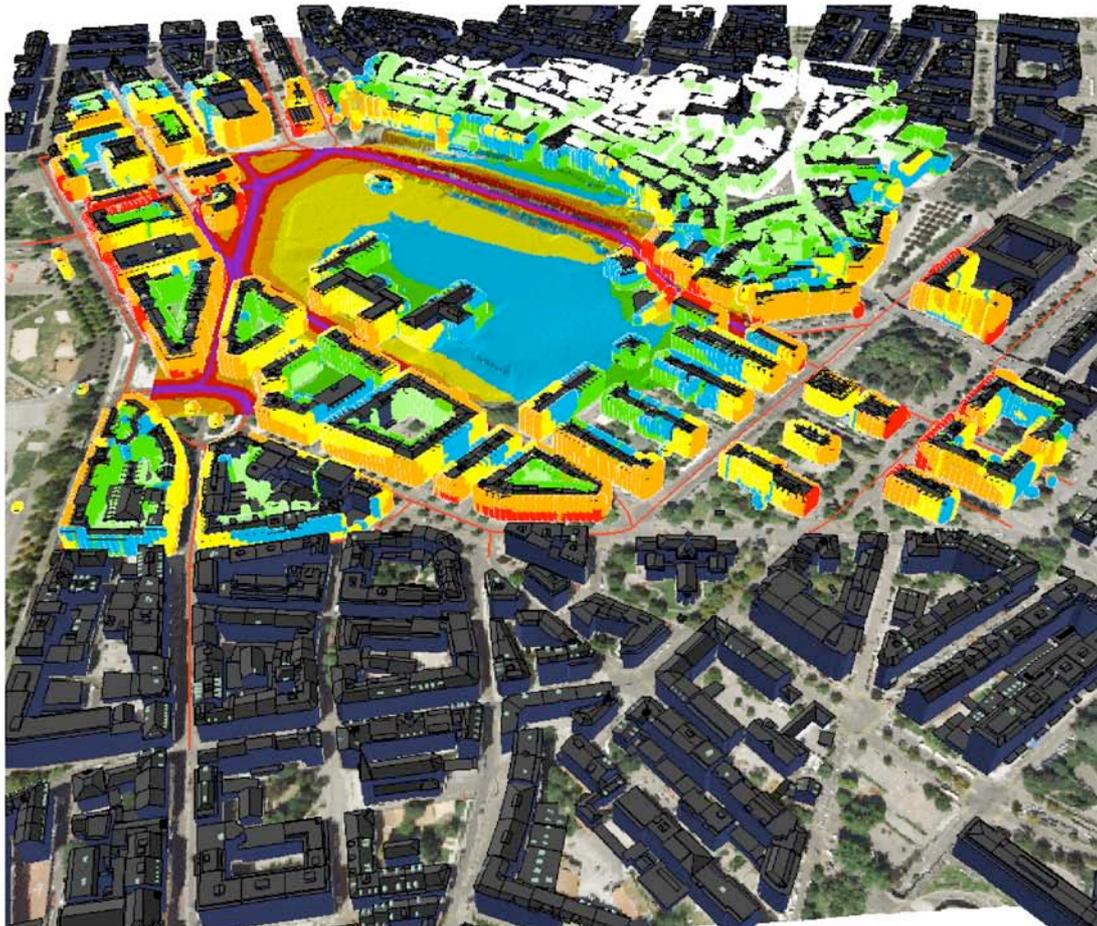
Afin de pouvoir mettre en forme les résultats obtenus avec un titre, une légende, etc., il a fallu exporter en 2D ces objets 3D (selon l'angle de vue choisi), et les importer sur ArcMap. Puis, en cliquant sur « Layout », il a été possible de faire la mise en page.

Voici les résultats pour un des espaces publics sélectionnés, le parc des Bastions (selon six différents angles de vue)¹⁶:

¹⁶ Les mêmes procédés ont été réalisés pour tous les espaces publics sélectionnés au départ.

Immission du bruit routier sur les façades des bâtiments
et grille de propagation du bruit routier

Vue d'ensemble



Secteur: parc des Bastions

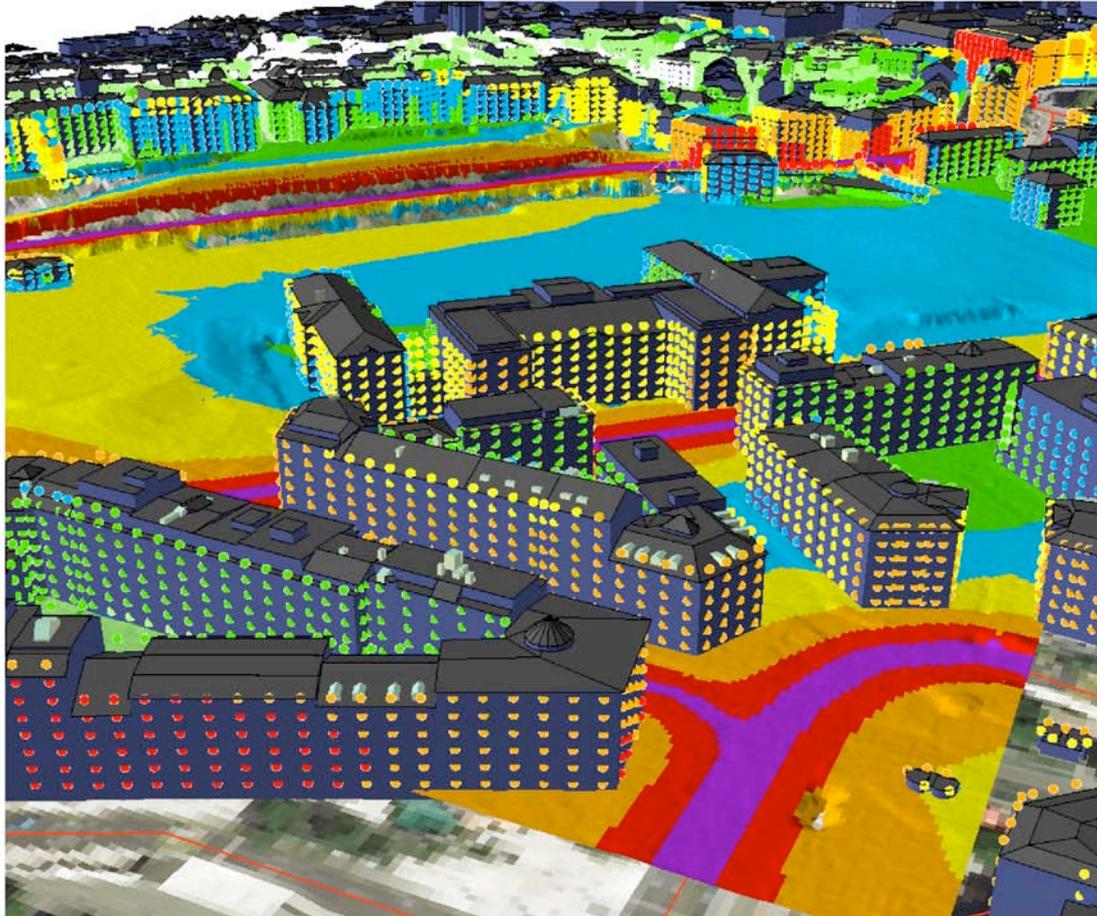
26.03.2010



Figure 9 : Parc des Bastions, vue d'ensemble

Immission du bruit routier sur les façades des bâtiments
et grille de propagation du bruit routier

Vue Est



Secteur: parc des Bastions

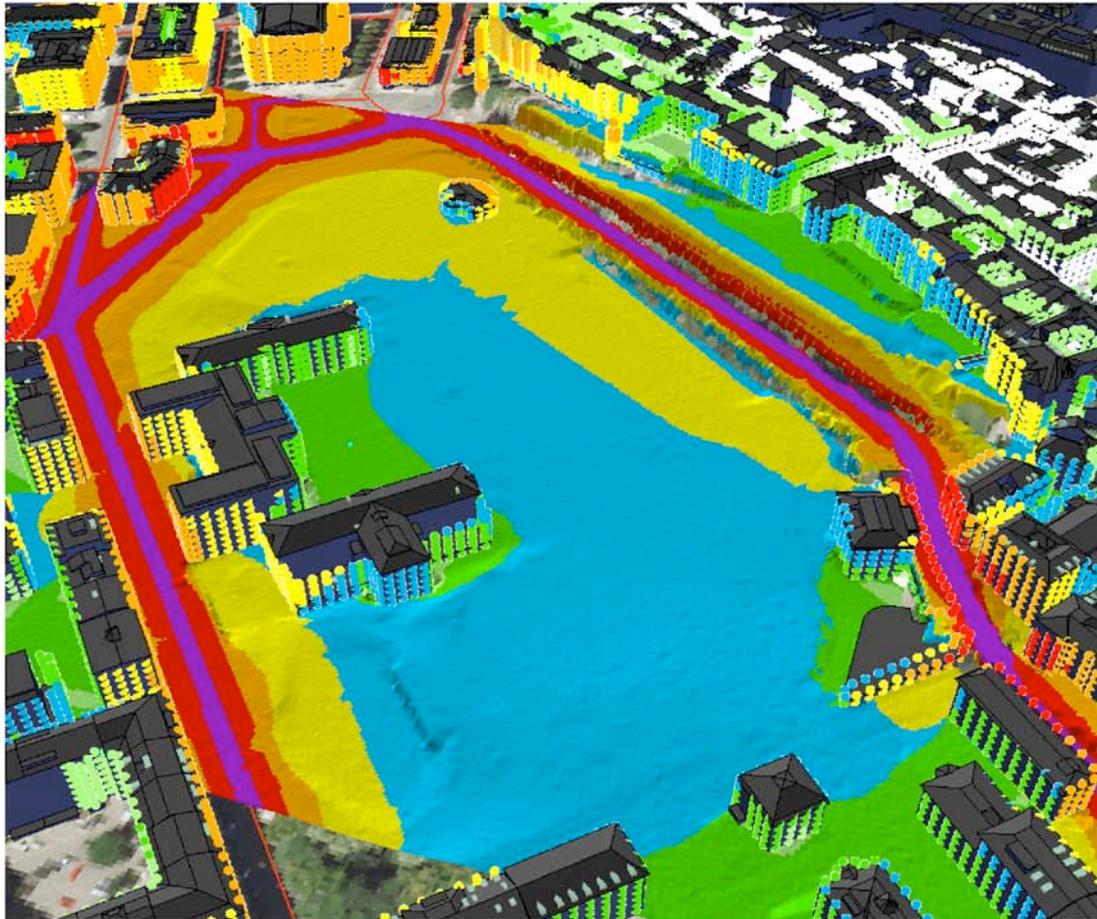
26.03.2010



Figure 10 : Parc des Bastions, vue Est

Immission du bruit routier sur les façades des bâtiments
et grille de propagation du bruit routier

Vue Nord



Secteur: parc des Bastions

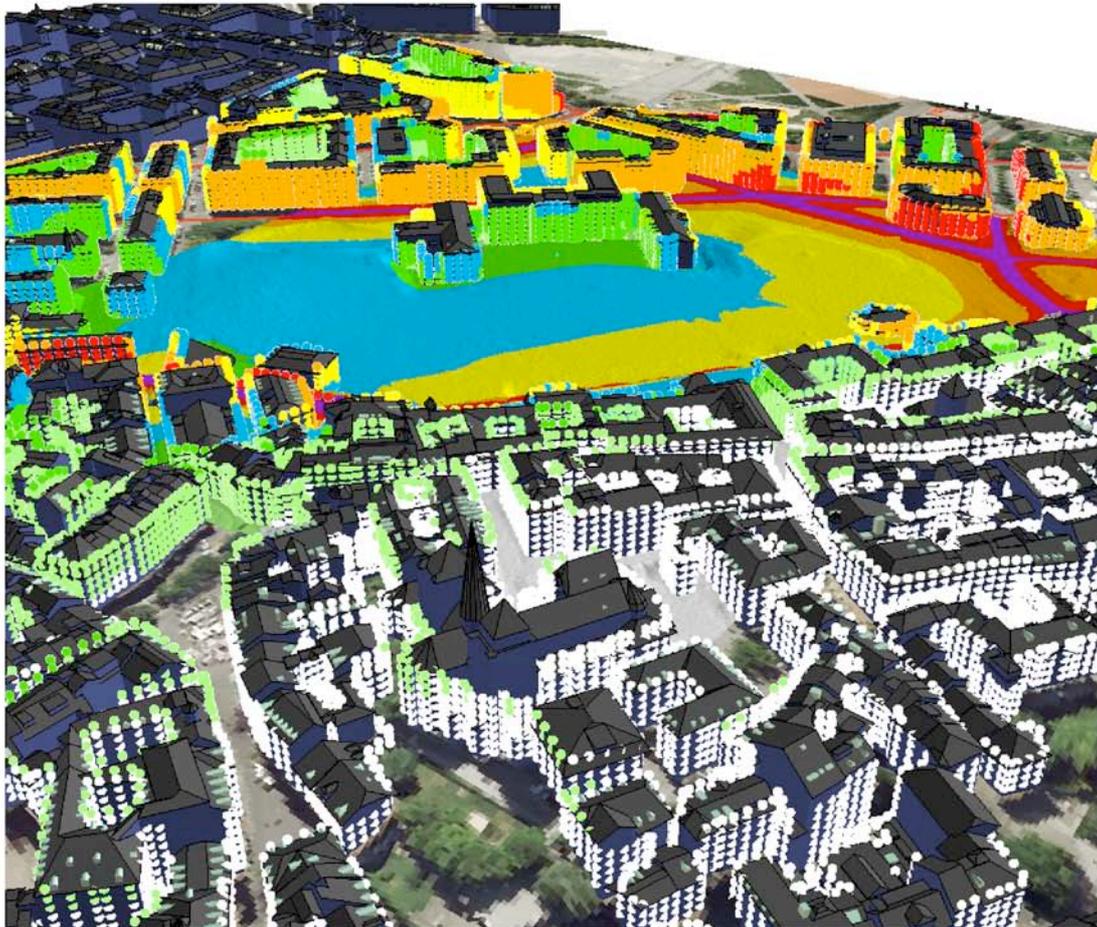
26.03.2010



Figure 11 : Parc des Bastions, vue Nord

Immission du bruit routier sur les façades des bâtiments
et grille de propagation du bruit routier

Vue Ouest



Secteur: parc des Bastions

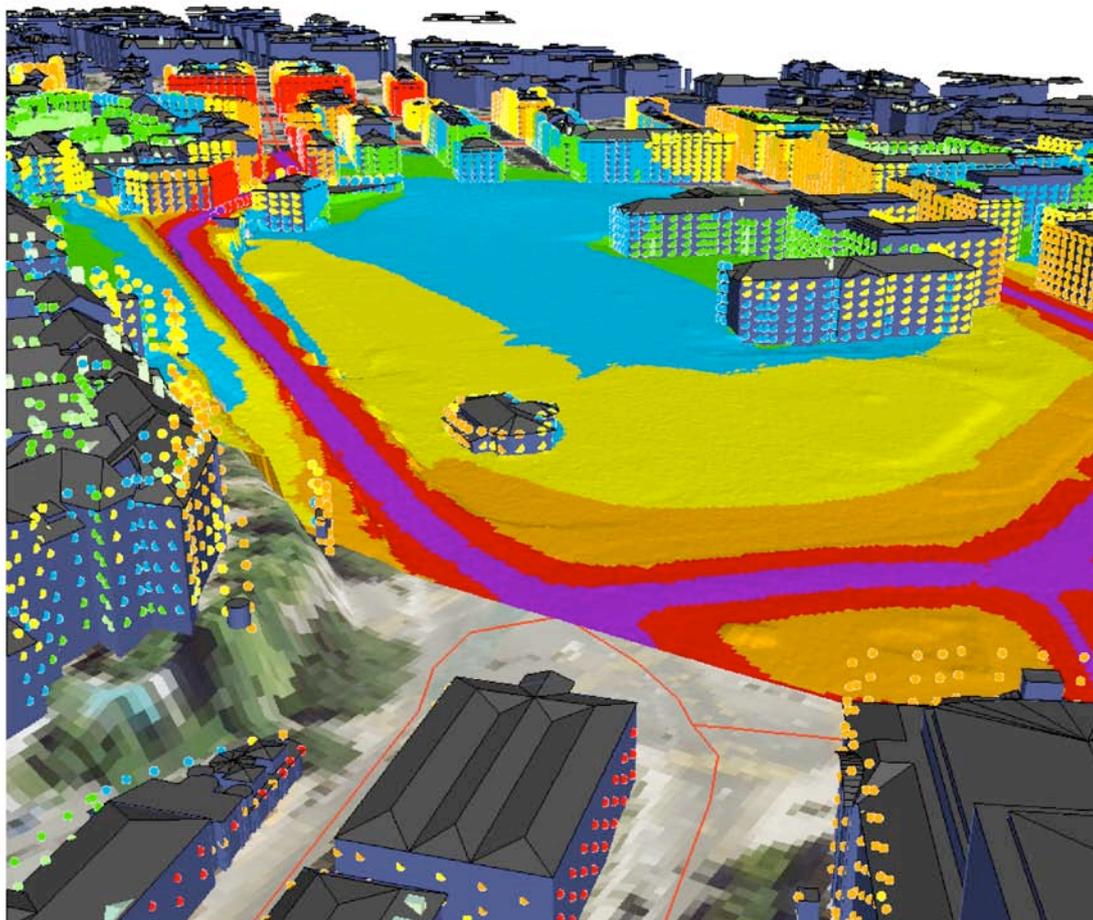
26.03.2010



Figure 12 : Parc des Bastions, vue Ouest

Immission du bruit routier sur les façades des bâtiments
et grille de propagation du bruit routier

Vue Sud



Secteur: parc des Bastions

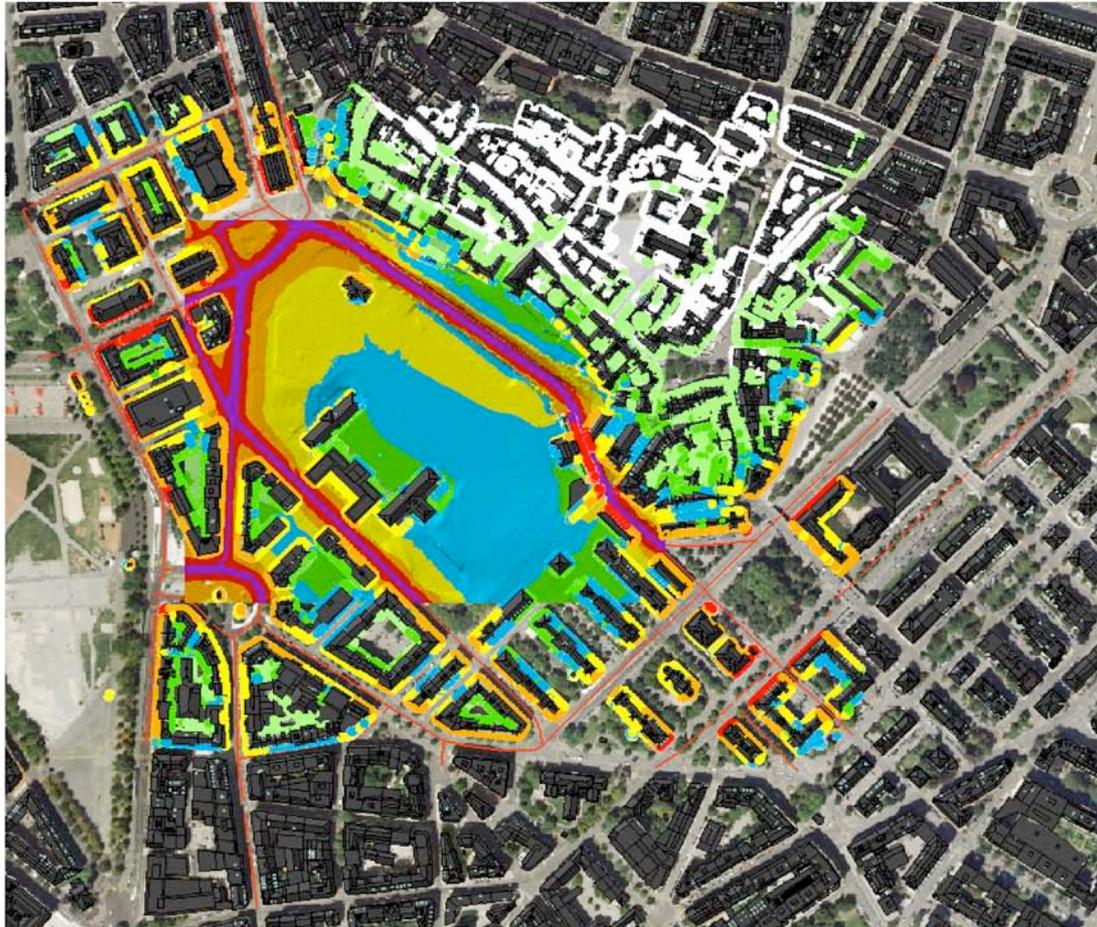
26.03.2010



Figure 13 : Parc des Bastions, vue Sud

Immission du bruit routier sur les façades des bâtiments
et grille de propagation du bruit routier

Vue Zénithale



Secteur: parc des Bastions

26.03.2010



Figure 14 : Parc des Bastions, vue Zénithale

Selon l'échelle à laquelle on examine les résultats, les impressions changent. À petite échelle, le résultat est intéressant pour avoir une idée générale de la diffusion du bruit. La visualisation avec la couche bâtiment 3D apporte bien plus de réalisme que la 2,5D. Cependant, à grande échelle, on peut constater quelques problèmes. En effet, les points de calculs de bruit en façade ne tombent pas toujours parfaitement sur les façades des bâtiments car les calculs sur IMMI ont été effectués à partir de la couche bâtiment 2D qui date de 2005, et n'est donc pas à jour.

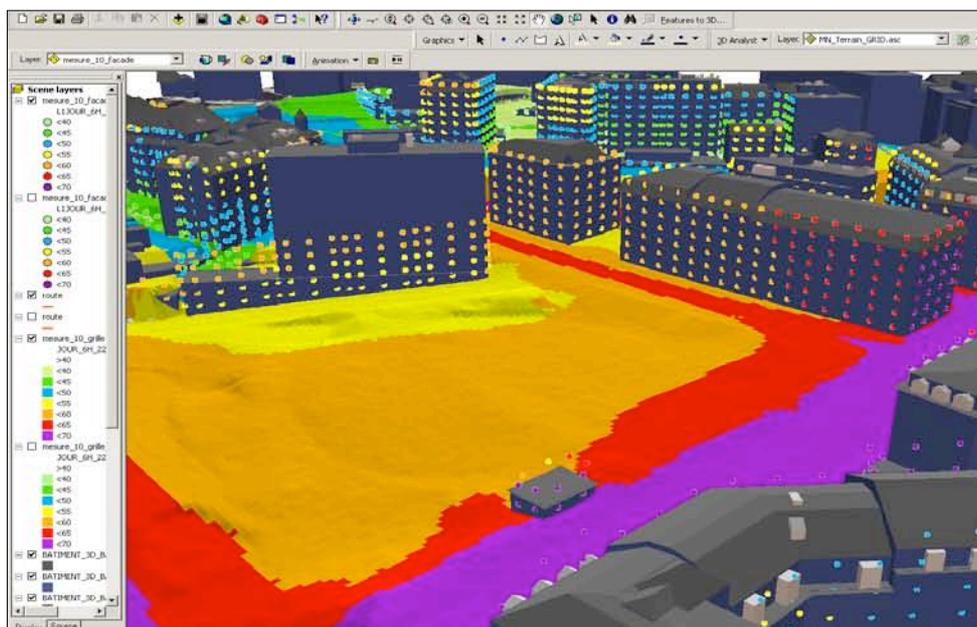


Figure 15 : Problème de juxtaposition entre les résultats d'IMMI et la couche des bâtiments 3D

Afin de remédier à ce problème, il faudrait pouvoir intégrer la couche bâtiment 3D dans IMMI ; où la classe d'entité `BATIMENT_BASIC_FACADE` serait la seule nécessaire au calcul de façade. Cependant, IMMI est un programme qui travaille sur des données en 2D, malgré qu'il soit doté d'un visualiseur 3D¹⁷. Donc IMMI ne peut pas distinguer les quatre façades de la même base, mais ne prend que la base ayant pour attribut une hauteur¹⁸. Cela constitue par conséquent une limite non négligeable par rapport à l'opérabilité de la 3D pour le cadastre routier ; à moins que la couche bâtiment (avec la hauteur) ne soit mise à jour. Mais cela ne semble pas d'actualité d'autant plus que la couche bâtiment 3D fait partie des nouveaux enjeux SIG.

2.5.4. RÉFLEXIONS SUR LA 3D

Comme il l'a été mentionné dans la partie introductive, la 3D envahit de plus en plus notre quotidien. Mais est-ce pour autant une nécessité ? Pour qui la 3D est-elle utile et utilisable ? Qu'est-ce que la 3D apporte de plus par rapport à la 2D ?

La création et la maintenance des modèles urbains 3D impliquent un coût non négligeable car le résultat est issu de techniques et de processus complexes. De plus, il y a encore peu d'automatisations pour l'obtention de résultats précis et, l'utilisation de la 3D nécessite un apprentissage. C'est pourquoi, avant de se lancer dans une telle démarche, il faut s'assurer que la 3D est bien nécessaire.

¹⁷ Le visualisateur 3D d'IMMI n'est pas encore très performant.

¹⁸ En attente de réponse du responsable technique d'IMMI pour savoir s'il est possible d'intégrer des données 3D dans le programme ou si cela est envisagé dans un futur proche.

Selon Nielson (1993), il faut deux conditions pour que la 3D suscite de l'intérêt : d'une part une *utilité* (une pertinence de la 3D), et d'autre part, une *utilisabilité* (une pertinence de l'interprétation cognitive 3D proposée)¹⁹. Cette dernière, selon Mandran, est le « degré selon lequel un produit peut être utilisé par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis, avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié. »²⁰ Ces deux conditions sont étroitement liés aux types d'utilisateurs, ainsi qu'aux tâches qu'ils/elles peuvent réaliser avec cet outil. C'est pourquoi, il est important de définir quels sont les besoins des utilisateurs envers les outils 3D car la réponse « visuelle » ne serait pas la même. En effet, selon les besoins, les indicateurs urbains seraient différents, ainsi que les niveaux de détails et les modes de représentation.

La 3D possède des applications potentielles variées. Elle permet d'une part, une expertise approfondie du territoire car elle intègre des volumes réels. Les modèles urbains 3D permettent d'obtenir par exemple des études d'impact de nouveaux projets/bâtiments dans un environnement urbain déjà existant, de visualiser le sous-sol (ex. conduites d'eau), ou encore de visualiser le tracé de nouvelles routes. D'autre part, la simulation 3D représente un outil efficace pour par exemple la gestion de catastrophes (cyclones, inondations, incendies, etc.) ou l'évaluation et l'analyse du bruit et de la pollution de l'air, causé par le trafic routier/aérien. En d'autres termes, la visualisation 3D permet de mieux gérer les projets de constructions, que ce soit à petite échelle (ex. planification urbaine) ou à grande échelle (ex. esthétisme architectural). Niggeler récapitule dans le schéma suivant les différents domaines susceptibles d'utiliser la 3D.

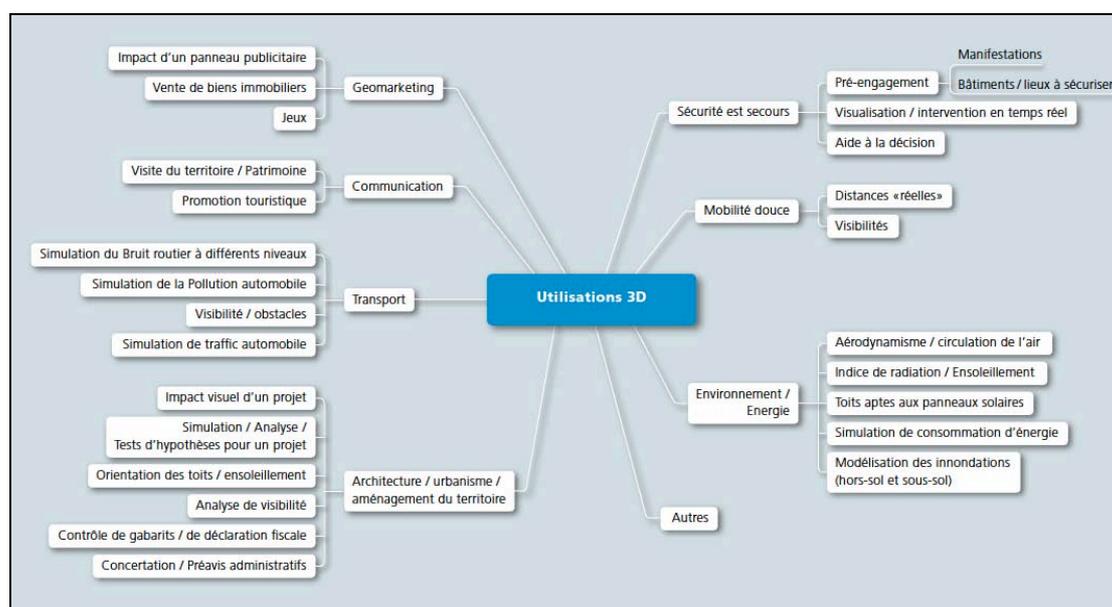


Figure 16 : Principales utilisations potentielles de la 3D
(NIGGELER L., 2008)

Ainsi, la 3D semble être principalement exploitable par les professionnels du territoire, tels que les architectes, les urbanistes, les aménagistes, les paysagistes, les environnementalistes ou encore les ingénieurs civils. Les personnes destinées à recevoir ces informations, autres que les professionnels eux-mêmes, sont les élus (pouvoir décisionnel) et la population (compréhension des projets). Au premier

¹⁹ C. METRAL, cours « space-city », automne 2009

²⁰ Ibidem.

abord, cela peut favoriser la concertation entre les différents acteurs. Cependant, la visualisation de projets en 3D peut également susciter des « peurs » et par conséquent des recours plus virulents si le projet ne satisfait pas les attentes.

Concernant le SPBR, avant de développer concrètement les outils 3D pour le cadastre routier, le service doit se poser ces questions relatives à l'utilité et à l'utilisabilité. Les utilisateurs sont des professionnels, utilisant les outils 3D à des fins d'analyses et expertises, pour une gestion « acoustique » du territoire, en fonction des normes suisses. La visualisation 3D prend tout son sens au niveau de la pertinence, notamment pour l'analyse de l'immission en façade du bruit routier. En effet, la dimension z apporte un réalisme nécessaire à l'expertise tangible de la réalité. Les résultats obtenus précédemment dévoilent les atouts de la 3D, comparée à la 2D. Quant à l'utilisabilité du cadastre routier en 3D, cela semble être également évident car suite aux résultats visualisables en 3D, les professionnels peuvent effectuer des contrôles et des expertises des dépassements des valeurs limites. Par conséquent, le développement des outils 3D pour le cadastre routier semble être approprié.

D'autres questions peuvent se poser quant à la représentation. En effet, est-ce que la visualisation 2,5D est-elle suffisante ? Car si le cadastre 3D n'est visualisable que par les professionnels du service du SPBR, l'esthétisme n'a pas grande importance. Donc la 2,5D s'avère suffisante (pour autant que la couche géographique soit mise à jour). Par contre, si la visualisation s'étend au grand public, alors la précision des bâtiments avec la couche des bâtiments 3D semble être d'avantage nécessaire pour un meilleur réalisme. De plus, est-il utile d'avoir les fenêtres représentées sur les façades pour une expertise plus précise ? Si tel est le cas, les textures des bâtiments peuvent être ajoutées ; impliquant néanmoins des données plus volumineuses.

2.5.5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Ce travail exploratoire sur la représentation 3D du cadastre du bruit routier est plutôt « optimiste », d'autant plus que la 3D offre de nombreuses opportunités par rapport à la 2D. Les calculs sur IMMI et leur transfert sur l'interface ArcScene montrent une bonne interopérabilité des données. Les résultats représentés en 2,5D sont très intéressants pour un développement futur, à plus large échelle. Cependant, comme nous l'avons vu, il existe encore de limites quant aux outils 3D (autant sur IMMI que sur ArcScene). C'est pourquoi le cadastre 3D du bruit routier ne pourrait pas être praticable à l'heure actuelle.

Enfin, l'acquisition d'IMMI par le SPBR, ainsi que ce travail sur le cadastre du bruit routier en 3D, dévoile une nouvelle vision concernant les pratiques d'expertises. En effet, jusqu'à présent les cartes étaient produites à la main (travail de digitalisation sur ArcMap) alors qu'avec IMMI et la 3D en général, la simulation devient une nouvelle méthode de reproduire une réalité territoriale.

3. GÉRER LES SUBVENTIONS ÉNERGÉTIQUES POUR L'ASSAINISSEMENT DES BÂTIMENTS

3.1. INTRODUCTION

De nos jours, de profonds changements traversent les sociétés et se manifestent - entre autres formes – sous celle de changements climatiques. La question liée à un nouveau mode de développement sort ainsi avec force des élites académiques pour investir la conscience globale des citoyens. Chaque jour plus consciente, notre société a compris qu'il n'est plus possible d'affronter de manière efficace ces grandes thématiques sans discuter sérieusement du modèle de développement économique qui a été embrassé par le monde occidental. Le thème du passage d'un modèle de développement à un modèle de développement durable - en tant que nouveau paradigme - compatible avec l'utilisation des ressources par les générations futures, devient irréversible et irrévocable. La redéfinition du concept même de besoin semble être le point de départ vers la recherche d'un nouveau modèle de développement économique, environnemental et social.

En Suisse, le développement durable n'est pas une tâche facultative: l'article 2 de la Constitution fédérale élève le développement durable au rang de but constitutionnel²¹ et l'article 73 demande à la Confédération et aux cantons d'œuvrer « à l'établissement d'un équilibre durable entre la nature, en particulier sa capacité de renouvellement, et son utilisation par l'être humain »²². À Genève, où la conscience environnementale est particulièrement développée, le canton a érigé sa propre loi sur l'action publique en vue d'un développement durable (Agenda 21)²³. L'Agenda 21 constitue un véritable programme d'actions, un mode d'emploi du développement pour le 21^{ème} siècle. Bien plus qu'une déclaration de principe, l'Agenda 21 marque une volonté d'activer un développement à travers des réalisations concrètes. Enfin, elle invite les collectivités locales à s'engager dans un développement durable du territoire. De ce point de vue, la compréhension des enjeux et des tendances en cours est un aspect fondamental dans la conception d'un plan de réorganisation spatial du territoire.

L'énergie joue un rôle fondamental pour le progrès technologique, et pour la croissance économique également. Par conséquent, les nouvelles technologies de l'énergie représentent un moteur pour l'innovation. Aujourd'hui, les technologies à faible taux d'émission de carbone, et plus particulièrement les « nouvelles énergies renouvelables », semblent prometteuses à cet égard (ROMERIO ; 2007 ; 21).

Le temps où l'habitat constituait un simple abri semble révolu. Aujourd'hui, les représentations ont évolué et désormais, choisir où habiter, dans quel environnement, dans quels rapports d'harmonie avec la nature, quels types d'énergie, etc. constituent des choix essentiels qui influent sur les comportements et la qualité de vie des habitants (BAUDOIN ; 2008 ; 29). Cela va de pair avec la nouvelle idéologie de nos sociétés par rapport au développement durable et aux choix d'utiliser de l'énergie « propre », afin de protéger l'environnement.

²¹ Constitution fédérale de la Confédération suisse, art. 2 (But), [en ligne:] <http://www.admin.ch/ch/f/rs/101/a2.html>, consulté le 10.04.2010

²² Constitution fédérale de la Confédération suisse, art. 73 (Développement durable), [en ligne:] <http://www.admin.ch/ch/f/rs/101/a73.html>, consulté le 10.04.2010

²³ Loi sur l'action publique en vue d'un développement durable A 2 60 (Agenda 21), [en ligne:] http://www.ge.ch/legislation/rsg/f/s/rsg_a2_60.html, consulté le 10.04.2010

Mais qu'est-ce que l'énergie ? L'énergie correspond à un travail ou à la capacité de fournir un travail. Quant à la puissance, elle donne l'énergie par unité de temps. Le watt (W) exprime la puissance et le kilowattheure (kWh) exprime l'énergie (ROMERIO ; 2007 ; 16). Il faut garder à l'esprit que le rendement d'une centrale ou d'une machine est inférieur à 100% car la transformation de l'énergie implique inévitablement sa dégradation, à cause notamment des pertes dues aux frottements et des circuits de transmission. De plus, il existe une complexité de relations entre l'exploitation des *ressources d'énergie primaires* qui sont présentes dans la nature (ex. le soleil, le bois) ; leur transformation en *énergie secondaire* (ex. l'électricité) ; leur livraison aux consommateurs sous forme d'*énergie finale* (ex. l'électricité à la prise) ; et enfin leur utilisation sous forme d'*énergie utile* (ex. la lumière pour l'éclairage, la chaleur pour le chauffage) (ROMERIO ; 2007 ; 17).

3.2. LE CHÈQUE-BÂTIMENT-ÉNERGIE

La politique énergétique des pouvoirs publics repose sur des normes constitutionnelles et soumet des objectifs et des outils de mise en œuvre. Les outils de la politique sont les « instruments de commande et de contrôle », comme par exemple les autorisations ou les normes de construire, les mesures incitatives, les taxes, ainsi que l'information publique et l'éducation (ROMERIO ; 2007 ; 65).

La Confédération suisse - par souci d'économie d'énergie et volonté d'une meilleure maîtrise de l'énergie - a mis en place le Chèque-Bâtiment-énergie. Il est divisé en deux volets²⁴ :

- Un programme national de subvention (soutenu par le centime climatique²⁵) – intitulé « Programme Bâtiments » - qui cherche à améliorer l'isolation thermique des bâtiments existants (les fenêtres, les toitures et les façades). Il a une durée de 10 ans (à partir de 2010). Il bénéficiera chaque année de 133 millions de francs provenant de la taxe sur le CO₂. Ce programme national est administré, de manière opérationnelle, par un centre national de traitement (EnDZ) qui a mandaté une société privée afin de définir les outils de systèmes d'information à mettre en place pour le suivi des subventions qui seront traitées par les cantons eux-mêmes²⁶.
- Une action cantonale qui complète le programme national grâce à un bonus et finance également d'autres projets, telles que les énergies renouvelables, la récupération des rejets de chaleur, les réseaux thermiques, les audits énergétiques, les contrats à la performance, etc.

Ainsi, le Chèque-Bâtiment-énergie est un programme qui cherche à encourager les propriétaires (individuels ou collectifs) à réaliser des travaux, en faveur d'une meilleure utilisation énergétique. Mais ce programme n'est en fait que la suite d'une action effectuée l'année précédente, en 2009, à savoir le Chèque2009énergie. Le

²⁴ Le service de l'énergie, [en ligne:] <http://etat.geneve.ch/dt/energie/accueil.html>, consulté le 10.04.2010.

²⁵ Suite au protocole de Kyoto, qui est entré en vigueur le 6 février 2005, la Suisse s'est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre, notamment celles de CO₂. Le Conseil fédéral a décidé le 23 mars 2005 d'atteindre ces objectifs en prenant plusieurs mesures, dont notamment le prélèvement d'un centime climatique sur les carburants. Les recettes du centime climatique sont investies dans divers domaines: le négoce des émissions, les projets de protection du climat dans d'autres pays ainsi que dans les mesures de protection du climat en Suisse, [en ligne:] <http://www.bfe.admin.ch/energie/00572/00575/index.html?lang=fr>, consulté le 10.04.2010.

²⁶ *Chèque-énergie 2010 – rapport d'analyse*, MINIER P., COUDERQ S., 2009, p.3

succès de cette action a démontré un vif intérêt de la part de la population dans le domaine des énergies « propres ».

3.3. LE SERVICE DE L'ÉNERGIE (SCANE)

Le service de l'énergie (ScanE) fait partie du département de la sécurité, de la police et de l'environnement (DSPE). Le ScanE se base sur le principe de développement durable. Il a pour mission, d'une part, de modérer/optimiser la consommation énergétique du canton de Genève et, d'autre part, d'encourager la production et l'utilisation d'énergies renouvelables, au détriment de l'énergie nucléaire et des énergies fossiles.

Le ScanE propose diverses prestations : le classeur énergie (il expose les dispositions de la législation énergétique s'appliquant aux constructions et aux installations notamment), les informations énergie (présentation et conseil des diverses ressources énergétiques), le réflexe énergie (comment économiser de l'énergie) et le Chèque-Bâtiment-énergie.

Une des priorités du canton de Genève est l'assainissement du parc immobilier. En effet, la politique énergétique cantonale cherche à prendre des mesures visant à ce que le canton ne consomme plus que 2'000 watts sans nucléaire. Ce concept préconise par conséquent une réduction massive de la consommation, sans pour autant diminuer le confort et la qualité de vie des habitants genevois. L'accent est donc mis sur le parc immobilier car la consommation énergétique des bâtiments pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire (essentiellement fournie par des énergies fossiles) représente près de 50% de l'énergie totale utilisée dans le canton.²⁷ C'est pourquoi, le recours à des énergies renouvelables est une priorité pour le canton car consommer moins d'énergie permet de réaliser d'importantes économies, tant en chauffage qu'en électricité.

En ce qui concerne le Chèque-Bâtiment-énergie, le ScanE gère le programme cantonal. Les subventions peuvent être sollicitées par les propriétaires (individuels ou collectifs) de bâtiments, qui se trouvent dans le canton de Genève. Les montants des subventions varient selon les différents types de projets, et peuvent représenter jusqu'à 30% des coûts des travaux²⁸.

Par le biais d'un formulaire pdf en ligne²⁹, le requérant peut effectuer sa demande de subvention et l'imprimer, et ensuite l'envoyer au ScanE. Cependant, il existe des contraintes pour bénéficier de la subvention : la requête doit être faite avant le début des travaux, et une fois la subvention accordée par le ScanE, la réalisation des travaux doit être terminée dans les deux ans. Voici les étapes à suivre pour bénéficier de la subvention cantonale³⁰ :

²⁷ Le service de l'énergie, [en ligne:] http://etat.geneve.ch:80/dt/energie/actualite-chequebatimentenergie_millions_supplementaires_pour_proprietaires_genevois_2010-11312.html, consulté le 11.04.2010.

²⁸ Le service de l'énergie, [en ligne:], <http://etat.geneve.ch/dt/energie/chequebatimentenergie-849.html>, consulté le 11.04.2010.

²⁹ Le formulaire de demande : [en ligne:], http://etat.geneve.ch:80/dt/SilverpeasWebFileServer/formulaire_complet.pdf?ComponentId=kmelia849&SourceFile=1266329538078.pdf&MimeType=application/pdf&Directory=Attachments/Images/, consulté le 19.04.2010

³⁰ Le service de l'énergie, [en ligne:], http://etat.geneve.ch:80/dt/energie/comment_proceder-849-4591.html, consulté le 11.04.2010.

- 1) Se renseigner sur le Chèque-Bâtiment-énergie
- 2) Demander des offres (établir un cahier des charges)
- 3) Constituer le dossier (remplir le formulaire de requête, avec les différents éléments requis dans le formulaire)
- 4) Signer le formulaire et le transmettre au ScanE
- 5) Si nécessaire demander les autorisations de construire
- 6) Réaliser les travaux (sur une durée maximum de 2ans)
- 7) Transmettre au ScanE les pièces justificatives (ex. factures)

En mars dernier, la Commission des finances du Grand Conseil (sollicitée par le Conseil d'Etat), a accordé 10 millions de francs supplémentaires en faveur du Chèque-Bâtiment-énergie. Ces 10 millions de francs s'ajoutent aux 5 millions initialement prévus. Donc au total, 15 millions de francs sont disponibles pour l'année 2010³¹.

Sur le plan cantonal, les projets suivants peuvent bénéficier d'une subvention (dès 2010), et sont gérés par le ScanE:

- *Minergie-P neuf*: « Le standard MINERGIE-P décrit et certifie des bâtiments qui visent à une consommation énergétique encore inférieure à celle de MINERGIE. Le standard MINERGIE-P s'applique à une conception de bâtiment spécifique, orientée vers une faible consommation énergétique.»³²
La subvention cantonale concerne les constructions neuves.
- *Solaire thermique*: Il s'agit d'utiliser l'énergie solaire pour le chauffage d'appoint et/ou le pré-chauffage de l'eau chaude sanitaire, grâce à des capteurs solaires.
- *Bois-énergie*: Il s'agit des chauffages alimentés au bois qui respectent les normes des services de la protection de l'air (Spair) et de l'énergie (ScanE). Les critères varient selon les communes du canton de Genève.
- *Forage géothermique*: Il s'agit d'un système de production de chaleur à haute performance énergétique. L'énergie naturelle, stockée dans le sol, est utilisée comme source de chaleur grâce à des sondes géothermiques.
- *Récupération de chaleur*: Il s'agit de la « Récupération de chaleur (RCh) pour le préchauffage de l'air amené permettant de réduire les déperditions thermiques dues au renouvellement d'air. »³³
- *Audits énergétiques et avants projets*: Il s'agit d'« une analyse personnalisée des actions à entreprendre pour optimiser l'utilisation de l'énergie d'un bâtiment. L'audit, qui permet d'identifier rapidement toutes les opportunités d'économies, est une étape utile pour optimiser ses travaux de rénovation. »³⁴

³¹ Le service de l'énergie, [en ligne:], http://etat.geneve.ch:80/dt/energie/actualite-chequebatimentenergie_millions_supplementaires_pour_proprietaires_genevois_2010-11312.html, consulté le 11.04.2010.

³² Minergie : <http://www.minergie.ch/standard-minergie-p-fr.html>, [en ligne:], consulté le 26.03.2010

³³ <http://www.minergie.ch/aeration-douce-avec-recuperation-de-chaleur.html>, [en ligne:], consulté le 26.03.2010

³⁴ http://etat.geneve.ch/dt/energie/campagne_information-849-4672.html, dépliant, [en ligne:], consulté le 26.03.2010

- *Réseaux thermiques* : « Les réseaux thermiques sont des réseaux d'énergie reliés à plusieurs bâtiments pouvant offrir un ou plusieurs des services suivants: chauffage, refroidissement et électricité. »³⁵
- *Contrat à la performance* : Il s'agit d'un « contrat qui lie l'installateur au propriétaire. La rémunération de l'installateur est proportionnelle aux économies d'énergie qu'il fait réaliser au propriétaire sur le bâtiment en question. Les contrats à la performance sont en principe destinés aux bâtiments d'une certaine importance (plus de 1500 m² chauffés) »³⁶.

Le 7 mars dernier, le peuple genevois a voté favorablement pour une nouvelle loi sur l'énergie. Selon Robert Cramer (Conseiller aux Etats, Les Verts, et Co-Président du Comité « Oui à la loi sur l'énergie »), le but de cette loi est double³⁷. D'une part, les nouveaux bâtiments sont soumis à des standards très stricts en matière d'isolation. Et d'autre part, en ce qui concerne les bâtiments déjà existants, de fortes incitations voire des exigences seront émises pour les bâtiments les plus gaspilleurs d'énergie, afin qu'il soient assainis. Ainsi, la cible prioritaire de cette loi est la consommation énergétique des bâtiments. Les principales innovations prévues sont les suivantes³⁸ :

- Tous les bâtiments neufs devront être conformes à un standard de haute performance (ex. Minergie)
- L'installation des panneaux solaires thermiques (produisant au minimum 30% de la consommation d'eau chaude des bâtiments) est rendue obligatoire pour les nouvelles constructions ou les rénovations de toitures existantes
- La consommation énergétique des bâtiments existants fera l'objet d'un suivi, des audits devront être réalisées en cas de performance insatisfaisante et des travaux d'amélioration pourront être prescrits en cas de forte déperdition énergétique
- Une certification énergétique sera introduite pour les bâtiments de haute performance énergétique et pour ceux qui ont fait l'objet d'un contrôle.

Par ces innovations, on voit bien que les rénovations et les constructions sont en adéquation avec le programme Chèque-Bâtiment-énergie.

Afin de pouvoir optimiser et gérer au mieux les subventions cantonales, le comité de pilotage « chèque énergie », présidé par D. Chambaz (directeur général de l'environnement), a demandé à ce que soit créé un « guichet énergie »³⁹ ; où les informations concernant toutes les requêtes subventionnées des différentes années y soient répertoriées. Ainsi, ce portail énergétique ferait office d'inventaire des demandes de subventions et devrait éviter que des demandes de subventions ne soient payées deux fois au même requérant.

³⁵ <http://www.mah.gov.on.ca/Page4839.aspx>, [en ligne:], consulté le 29.03.2010

³⁶ http://etat.geneve.ch/dt/energie/contrats_performance-849-4612.html, [en ligne:], consulté le 19.04.2010

³⁷ IMMOSCOPE, Chambre Genevoise Immobilière, p.6

³⁸ IMMOSCOPE, Chambre Genevoise Immobilière, p.5

³⁹ Des informations supplémentaires seront apportées ultérieurement.

3.4. CHÈQUE-ÉNERGIE 2009

3.4.1. INTRODUCTION

Le Chèque-énergie 2009, initié en 2009 par le canton de Genève, avait pour objectif d'encourager financièrement les propriétaires à effectuer des travaux pouvant permettre une meilleure utilisation énergétique. Le montant de la subvention, débloqué par l'Assemblée fédérale, s'est élevé à 14 millions de francs. Présentée en mars 2009, cette action a très vite suscité un large engouement de la part des propriétaires. C'est pourquoi, la Commission des finances du Grand Conseil (sollicité par le Conseil d'Etat), a alloué 10 millions de francs supplémentaires.

Au final, près de 2'200 requêtes ont bénéficié des subventions, sur plus de 3'200 requêtes initialement déposées. Voici quelques chiffres dévoilés par le ScanE⁴⁰ :

- Enveloppe globale (canton et Confédération) : 24 millions
- Nombre total de requêtes reçues : 3201
- Nombre de décisions positives : 2186
- Statut des bénéficiaires :
 - 90% de propriétaires privés,
 - 10% de propriétaires institutionnels
- Montant des travaux générés : environ 100 millions
- Énergie économisée sur la durée de vie des assainissements réalisés : plus de 1 TWh (soit l'équivalent de 100 millions de litres de mazout)

Suite à ce qui a été demandé par le comité de pilotage « chèque énergie », il a fallu créer un Géoportail énergétique, comprenant toutes les demandes de subventions (celles qui ont été réalisées en priorité), et ce dans une géodatabase personnelle. Afin de réaliser ce projet, il a fallu tout d'abord saisir manuellement les requêtes. Les bâtiments concernés (grâce à leur numéro d'EGID) ont été géoréférencés avec leur numéro officiel de requête (attribué par le ScanE). Ainsi, le numéro d'EGID et le numéro de requête sont les deux champs les plus importants car ils vont permettre de faire les liens entre les couches et la table, figurant dans la géodatabase personnelle du guichet énergétique.

3.4.2. MÉTHODOLOGIE

A. SAISIE

Durant l'année 2009, toutes les demandes écrites ont été numérisées dans la base de données Aigle, puis enregistrées manuellement dans un fichier Excel nommé SCANE_Master_2009. Les documents papiers ont ensuite été classés dans les classeurs respectifs.

La saisie manuelle, c'est-à-dire plus de 3'000 requêtes, a été accomplie par les collaborateurs ScanE et une partie par moi-même⁴¹. Depuis le serveur Erbium

⁴⁰ Le service de l'énergie, [en ligne:] http://etat.geneve.ch/dt/energie/actualite-cheque_batiment_energie_subventionne_vos_travaux-11218.html, consulté le 11.04.2010

⁴¹ J'ai travaillé sur la saisie Chèque-énergie 2009 au sein du ScanE, pendant environ quatre

(interne à l'Etat de Genève), et avec l'application ArcMap des produits ESRI, nous avons pu tout d'abord localiser le bâtiment concerné sur la couche « A.CAD_BATIMENT_HORSOL » (grâce à l'adresse du requérant). Puis, nous avons activé et ouvert les mises à jour de l'extension Editeur afin que les informations soient inscrites dans la table de correspondance, nommée « A.NRG_TABLE_REF_CHEQUE_ENERGIE ». Ensuite, grâce à un outil développé par le service de l'organisation et des systèmes d'information (SOSI), nous avons pu sélectionner l'EGID et saisir le numéro de requête à la main.



Figure 17 : Outil « saisie références par bâtiment »

Les demandes réalisées ainsi que celles inabouties ont été saisies et donc géoréférencées de cette manière. Par souci d'inscrire des informations plus détaillées sur la demande, ont été ajoutées des informations supplémentaires (ex. toiture, requête refusée, etc.) à côté du numéro de requête. Or, cela a constitué un problème pour la suite des opérations car selon le principe de requête des bases de données, la colonne numéro de requête ne peut que comporter le numéro de requête correspondant, sinon les liens ne peuvent pas être effectués. C'est pourquoi, cette nouvelle table a été nettoyée⁴².

OBJECTID *	EGID	REFERENCE
19015	1018541	09/176B RES PANN.SOL.6m2
12220	1005708	09/1275 ATB FENETRES
2659	1008655	09/203 ATB FACADES
23579	1004307	09/296 CHA -VT
20236	1004328	09/266 RES PANN.SOL NON-FACTURÉ
28756	2037872	09/04 CEB certificat énergétique-immolabel
24434	295083407	09/586 CHA - inabouti
23224	1015780	09/238 CHA - VT
26056	1027350	09/657 CHA VT
22951	1001972	09/08 EAU
3262	1027582	09/314 ATB FACADES
9746	295085922	09/824 ATB FACADE
2738	1002525	09/258 ATB FENETRES
30252	1021890	09/15 AUD
19858	1018609	09/216 RES PANN.SOLAIRE 10m2
36609	1029574	09/114 ATB
14189	1014478	TRAVAUX EN 2011
2635	1002280	09/166 ATB FENETRES
30421	1015877	09/117 AUD inabouti
24197	3132091	09/46 EAU

Figure 18 : Table de correspondance

semaines.

⁴² Cette étape est détaillée au point (3.4.2.b.1.)

B. CRÉATION DU GUICHET ÉNERGIE

B.1. NETTOYAGE DE LA TABLE DE SAISIE

Comme il a été dit précédemment, la nouvelle table de saisie de demandes de subventions doit être nettoyée afin de pouvoir l'utiliser dans le guichet énergie. Le nombre de saisies étant très conséquent (plus de 3'000), reprendre tout à la main n'était donc pas envisageable. C'est pourquoi, il a fallu trouver un moyen informatique pour résoudre ce problème et aussi pour ne pas perdre ces informations supplémentaires.

Avec l'aide d'un collaborateur du SOSI, M. Terrond, nous avons utilisé le programme Feature Manipulation Engine (FME) pour ce travail d'épuration de table. FME est un outil ETC géospatial de la société SAFE Software. Il permet de convertir 200 formats de données de tout type (3D, texte, base de données, CAO, SIG, raster, grid, etc.) . Il contient également plus de 300 fonctions de manipulation de données prédéfinies⁴³. Voici le script que nous avons créé à l'aide des nombreux instruments dont dispose FME.

⁴³ C. METRAL, Cours « Space-city », automne 2009.

Le but était de séparer les numéros de référence des remarques. Nous avons laissé la colonne originale (avec toutes les inscriptions) et en avons créé deux autres : une colonne avec le numéro de référence et l'autre avec les remarques.

La saisie ayant été faite par plusieurs intervenants, les informations n'étaient donc pas inscrites avec les mêmes mots, les mêmes traits de caractères, etc. Il a fallu donc uniformiser les écrits avant de les séparer en deux colonnes différentes. Voici les étapes générales du script:

- Remplacer tous les « - » et les « _ » par un espace
- Chercher tous les attributs commençant par 0 (car tous les numéros de références commencent par 0). Ceux qui ont été mal saisis ont été mis de côté. Ils seront repris à la main. Cela sera possible grâce au numéro d'EGID.
- Séparer tous les éléments où il y a un espace, en plusieurs petites entités
- Renommer la partie 1 (ex. 09/544) et 2 (ex. ATB), les autres parties n'ont pas été renommées
- Relier partie 1 et 2 pour en faire une seule entité (grâce à l'EGID), et mettre dans la colonne REFERENCE
- Séparer dans une nouvelle colonne REMARQUE, lorsqu'il y a un espace, à partir du 9^{ème} caractère (ce qui vient après l'entité 1 et 2).
- Joindre dans la même table les données traitées et celles qui n'ont pas été prises en compte (saisie erronée)

Ce script a été fait avant que la saisie totale n'ait été terminée. Donc, à la fin de la saisie, il a fallu reprendre la table (la dernière mise à jour) et la faire « tourner » dans FME pour avoir la nouvelle table. Environ 300 requêtes ont été reprises à la main (celles pour qui FME ne pouvait rien changer). Pour ce faire, il a fallu aller dans ArcMap, ouvrir la table, sélectionner la colonne EGID et la faire apparaître en ordre croissant. Ainsi, il était plus facile de retrouver les mêmes EGID. Ensuite, grâce à l'extension Editeur, il a été possible de corriger les erreurs. Voici le résultat final.

OBJECTID *	EGID	REFERENCE_ORIGINALE	REFERENCE	REMARQUE
376	1001972	09/08 EAU	09/08 EAU	
377	1027582	09/314 ATB FACADES	09/314 ATB	FACADES
378	295085922	09/824 ATB FACADE	09/824 ATB	FACADE
379	1002525	09/258 ATB FENETRES	09/258 ATB	FENETRES
380	1021890	09/15 AUD	09/15 AUD	
381	1018609	09/216 RES PANN.SOLAIRE 10m2	09/216 RES	PANN.SOLAIRE 10m2
382	1002280	09/166 ATB FENETRES	09/166 ATB	FENETRES
383	1015877	09/117 AUD inabouti	09/117 AUD	inabouti
384	1006956	09/07 CEB	09/07 CEB	
385	3132091	09/46 EAU	09/46 EAU	
386	1015356	09/877 ATB FENETRES 09/827 ATB F	09/877 ATB	FENETRES 09/827 ATB FENETRES
387	1020209	09/93 CHA pose 189 vannes thermost	09/93 CHA	189vannes thermost (ChdesSemailles 7A,7B,7CExec)
388	1011591	09/362 CHA VT	09/362 CHA	VT
389	2041041	09/82 ATB TOITURE	09/82 ATB	TOITURE
390	1009150	09/242 ATB Fenêtres n°23 25 27 et 29	09/242 ATB	Fenêtres n°23 25 27 et 29 non executé
391	295099117	09/142 ATB Fenêtres	09/142 ATB	Fenêtres
392	1000761	09/51 FOR Inabouti	09/51 FOR	Inabouti
393	1015393	09/850 ATB FENETRES	09/850 ATB	FENETRES
394	1009334	09/91 CHA REFUSÉ PAS ENORME	09/91 CHA	REFUSÉ PAS ENORME
395	1021487	09/06 CHA 146 vannes thermostatique	09/06 CHA	146 vannes thermostatique
396	1002988	09/04 CEB certificat énergétique immol	09/04 CEB	certificat énergétique immolabel
397	295085284	09/525 ATB TOITURE	09/525 ATB	TOITURE
398	1015356	09/930 ATB FEN. 09/931 ATB FEN.	09/930 ATB	FEN. 09/931 ATB FEN.
399	1028854	09/23 RES Panneaux solaire 6.72 m2	09/23 RES	Panneaux solaire 6.72 m2
400	1021902	09/68 CHA NON EXECUTÉ EN 2009	09/68 CHA	NON EXEC EN 2009(ch du vieux moulin 2 4 6 8,Onex)
401	1001173	09/429 RES panneaux sol. complement	09/429 RES	panneux sol. complement
402	1032312	09/530 ATB FENETRES	09/530 ATB	FENETRES
403	1015352	09/941 ATB FENETRES 09/942 ATB F	09/941 ATB	FENETRES 09/942 ATB FENETRES
404	1017943	09/550 ATB MURS RETIRE (TRAV NO	09/550 ATB	MURS RETIRE (TRAV NON EX 2009)
405	2375636	09/148 AUD	09/148 AUD	
406	295085755	09/1501 ATB MURS	09/1501 ATB	MURS
407	1030366	09/104 PER	09/104 PER	
408	2037982	09/1212 ATB Fenêtres	09/1212 ATB	Fenêtres
409	3132107	09/331 RES PANNEAUX SOLAIRES	09/331 RES	PANNEAUX SOLAIRES
410	1029249	09/796 ATB FACADE RETIRE (TRAV N	09/796 ATB	FACADE RETIRE (TRAV NON EX 2009)

Figure 20 : Table de correspondance épurée

B.2. INTÉGRATION D'UNE TABLE EXCEL⁴⁴

Le fichier Excel SCANE_Master_2009 contient beaucoup de colonnes (les informations des demandes de subventions). Pour le Géoportail, la totalité de ces informations n'est pas nécessaire. C'est pourquoi il a fallu faire un choix. Voici les informations qui ont été retenues utiles :

- Le numéro de référence
- Les informations concernant le requérant
- La date de paiement des demandes de subvention

B.3. AJOUT DES COUCHES ADÉQUATES^{45 46}

Les couches qui ont été ajoutées dans la géodatabase personnelle et donc dans le guichet énergie sont les suivantes : (extraites du serveur métier du SITG)

- Les bâtiments :
 - Nom de la couche : A.CAD_BATIMENT_HORS_SOL
 - Type de donnée: vectorielle
- Les bâtiments en projet :
 - Nom de la couche : A.CAD_BATI_PROJET
 - Type de donnée: vectorielle
- Les bâtiments en projet :
 - Nom de la couche : A.CAD_BATIMENT_SOUSOL
 - Type de donnée: vectorielle
- Les communes :
 - Nom de la couche : A.CAD_COMMUNE
 - Type de donnée: vectorielle
- Parcellaire (mensuration) :
 - Nom de la couche : A.CAD_PARCELLE_MENSU
 - Type de donnée: vectorielle

3.5. CHÈQUE-BÂTIMENT-ÉNERGIE 2010

3.5.1 INTRODUCTION

L'objectif principal de cette partie a été d'optimiser et d'automatiser la gestion des demandes de subventions cantonales au sein du service de l'énergie de Genève. Il s'agit là de l'acquisition de données et de leurs gestions par le ScanE.

Le ScanE a travaillé en étroite collaboration avec la société Topomat Technologies⁴⁷. Cette dernière a mis au point les masques de saisies qui seront utilisés par les collaborateurs ScanE. Les masques de saisie ont été créés grâce à la solution TopoForms (développée par la société Topomat Technologies). TopoForms est une extension qui permet de créer des masques de saisie dans ArcGIS sans avoir à utiliser un outil de développement⁴⁸. Donc, les collaborateurs ScanE utiliseront

⁴⁴ Cette étape est en train d'être effectuée par le nouveau stagiaire car mon stage touche à sa fin.

⁴⁵ Ibidem.

⁴⁶ En annexe (3), une capture d'écran du guichet cartographique.

⁴⁷ Pour d'avantage d'informations concernant Topomat, se rendre sur leur site internet : [en ligne:] <http://www.topomat.ch/>

⁴⁸ Topomat Technologies : [en ligne:] <http://www.topomat.ch/produits.htm>, consulté le 11.04.2010

l'application ArcMap, à partir du serveur Erbium, puis inscriront les informations reçues (de la part des requérants (fichier pdf)) dans les masques de saisie métier, s'appuyant sur une géodatabase ESRI. Ensuite les informations seront conservées dans le serveur Stevinus. Voici un schéma récapitulatif.

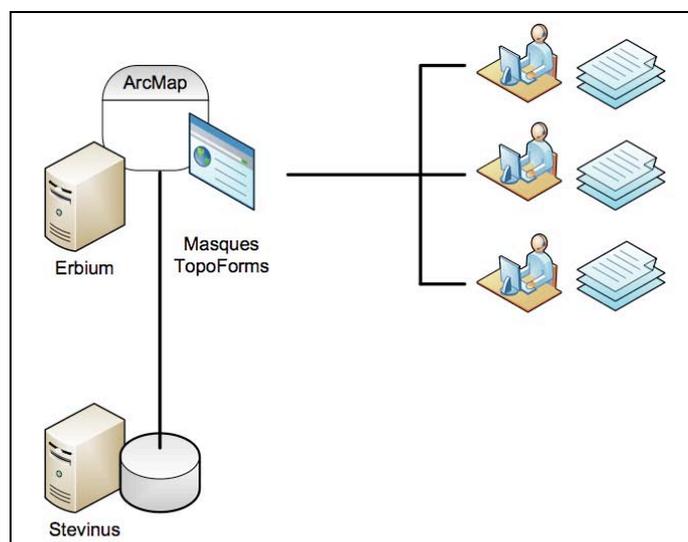


Figure 21 : Architecture informatique et produits utilisés
(MINIER, COUDERQ ; 2009 ; 13)

Pour cette partie, mon travail a été celui d'intermédiaire entre le ScanE et Topomat Technologies. En effet, j'ai d'une part, analysé avec E. Spierer - ingénieur responsable au ScanE - quelles seraient les informations à transcrire dans les masques de saisie. Et, d'autre part, j'ai transmis ces informations à Topomat Technologies, par le biais d'un rapport et d'une discussion avec la collaborative en charge d'effectuer les masques de saisie.

3.5.2. ANALYSE DES MASQUES DE SAISIE

A. QUESTIONNEMENTS SÉMIOLOGIQUES

La sémiologie (du grec « séméion », le signe, et « logia », la science)⁴⁹ est une discipline qui s'apparente à la linguistique. De nombreux auteurs ont tenté de définir ce qu'est la sémiologie, mais ce qui nous paraît important de retenir, de manière très générale, c'est que la sémiologie est la science des signaux et des sens, de leur transmission et donc de la communication.

La communication est une pratique qui associe deux ou plusieurs sujets (émetteurs et récepteurs). Elle peut prendre diverses formes, à savoir le langage oral, écrit, visuel sensoriel, etc. Mais cette pratique est en relation avec la notion de pertinence car elle répond à un but réalisé par un moyen. Par exemple, une carte touristique ne sera pas pertinente pour un militaire et ce dernier ne l'utilisera probablement pas pour des raisons professionnelles (donc pas de pratique).

La notion de code est capitale pour communiquer. Prieto a approfondi cette notion et l'a définie de cette façon : « Le code dont on se sert dans un acte sémique est la structure sémiotique sur laquelle se fonde la connaissance que l'émetteur et le récepteur ont du signal dont la production caractérise cet acte. » (PRIETO ; 1975 ; 129). Quant à Hussy, il définit le code en mettant l'accent sur les pratiques sociales

⁴⁹ Vu en cours de sémiologie graphique, donné par Charles Hussy, automne 2005

et les objets culturels qui permettent la compréhension d'un code : « Tout code associe de façon nécessaire telle classe de signaux à telle classe de sens, il est une structure sémiotique imposée par la pratique collective et par sa fonction sociale. Il est admis de tous en raison de son efficacité dans la vie de tous les jours. » (HUSSY ; 1998 ; 27). En d'autres termes, le code permet de délivrer un message dans la mesure où il est connu par l'émetteur et le récepteur (ex : le même langage). Cependant, pour que la communication soit bien réalisée à travers le code, il faut que le système d'intercompréhension soit acquis autant par l'émetteur que le récepteur. Prieto le définit ainsi : « ...lorsque le système de classement qui détermine l'incertitude du récepteur, c'est-à-dire celui auquel il se réfère pour déterminer ce qu'il comprend, coïncide avec le système de classement auquel s'en remet l'émetteur pour déterminer ce qu'il « veut dire ». Nous appellerons le système de classement auquel s'en remet l'émetteur pour déterminer ce qu'il « veut dire », le système d'intercompréhension sur lequel se fonde l'acte sémiotique. » (PRIETO ; 1975 ; 53)

Pourquoi est-il important de parler de sémiologie? Car les questionnements que nous nous sommes posés avec E. Spierer reposaient sur cette dimension sémiologique. En effet, il est arrivé maintes fois que nous nous posions la question de la pertinence des informations à inscrire, du vocabulaire à utiliser ou encore de la structure des informations. Toutes ces questions étaient étroitement liées à la communication ; entre un émetteur c'est-à-dire le requérant ou le collaborateur du ScanE (lorsqu'il rentre des informations concernant le requérant et sa demande de subvention) et le récepteur (les collaborateurs ScanE qui décident de la décision d'octroi de la subvention), mais aussi l'OCSTAT par exemple qui voudrait utiliser ces informations pour des études. De plus, la prochaine étape du ScanE (dans un futur proche) est de faire en sorte que le requérant puisse faire sa demande en ligne. Donc une fois encore, la communication entre le requérant et le ScanE se doit d'être claire pour une meilleure compréhension et gestion des demandes de subventions.

B. ÉLÉMENTS RETENUS POUR LES MASQUES DE SAISIE

Les informations inscrites dans les masques de saisie sont directement liées au formulaire de demande de subventions (que le requérant envoie au ScanE). La structure des masques suit cette logique : tout d'abord, les informations concernent le bâtiment qui fait office de la demande de subvention; et ensuite les informations concernent le requérant et le projet en général, et les demandes de subvention (travaux) qu'il envisage de réaliser. Ainsi, les étapes que l'opérateur ScanE effectue - lorsqu'il transcrit les informations - sont les suivantes :

- 1) Localiser et désigner le bâtiment
- 2) Initier un projet
- 3) Associer un requérant/assistant technique
- 4) Détailler le(s) demande(s) de subvention:
 - Données de base (nécessaires à la détermination)
 - Barème
 - Montants
 - Descriptions complémentaires (statistiques)
- 5) Confirmer et envoyer

De plus, il faut que les masques de saisie prennent en compte les conditions suivantes⁵⁰ : (les particulières figurent dans les demandes de subvention elles-mêmes)

⁵⁰ Ce sont les conditions *sine qua non* pour pouvoir bénéficier des subventions.

- Ne s'allument que les projets sélectionnés dans l'onglet « projet »
- La valeur de la subvention doit être supérieure ou égale à 1'000 Frs.
- La requête doit être déposée avant le début des travaux, sinon refus de la requête! (la date prime)
- Les délais des travaux ne doivent pas dépasser 24 mois (à compter de la décision).
- Les subventions ne sont versées qu'au propriétaire du bâtiment.

En outre, il a fallu convenir de certaines règles pour la gestion de demandes de subventions. Voici un glossaire explicatif des termes pouvant poser problème : (par ordre alphabétique)

- *Adresse*: « Ensemble d'indications (rue, numéro, localité, département, pays, etc.) qui situent précisément le domicile de quelqu'un ou le siège d'une collectivité »⁵¹

- *Bâtiment*: « Toute construction destinée à servir d'abri et à isoler »⁵²
 Un bâtiment peut avoir un ou n EGID et une ou n adresse(s).
 Un bâtiment peut faire l'objet d'une requête pour autant que cela constitue un chantier unique.

- *EGID*: « un identificateur fédéral de bâtiment »⁵³
 Le numéro d'EGID permet de relier les différentes couches et tables dans ArcMap.

- *Projet*: « Étude de conception de quelque chose, en vue de sa fabrication »⁵⁴
 Un projet peut comporter un ou n demande(s) de subvention.

- *Requérant*: Une personne qui effectue une requête
 Le requérant peut être le propriétaire ou une personne dûment mandatée par le propriétaire.

- *Demande de subvention*: Demande adressée à une autorité.
 Une demande de subvention est apparentée à un type de travaux (ex. Minergie-P, solaire thermique, etc.). Elle constitue le projet.

Enfin, une fois les masques de saisie terminés, il a fallu faire des tests afin de vérifier que l'opérabilité de ces masques soient appropriée.

⁵¹ Dictionnaire Larousse : <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/adresse>, [en ligne:], consulté le 26.03.2010

⁵² Dictionnaire Larousse : <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/b%C3%A2timent>, [en ligne:], consulté le 26.03.2010

⁵³ Office Fédéral de la Statistique : <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/news/00/00/06.html> [en ligne:], consulté le 26.03.2010

⁵⁴ Dictionnaire Larousse : <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/projet>, [en ligne:], consulté le 26.03.2010

C. TESTS ET RÉSULTATS

Les tests des masques de saisie ont duré 3 jours⁵⁵. Il a fallu tenir compte de plusieurs aspects :

- Le fonctionnement des divers onglets
- La structure générale (ex. faire en sorte que les diverses demandes de subvention ainsi que les barèmes soient liés à la date d'éligibilité)
- Le calcul des algorithmes
- Le vocabulaire et l'ergonomie

À la suite de ces tests, un rapport détaillé a été rédigé (en collaboration avec le nouveau stagiaire) afin de pouvoir transmettre les modifications au développeur de Topomat Technologies⁵⁶.

La démarche pour utiliser les masques de saisie suit la même logique que Chèque-énergie 2009, à savoir qu'il faut d'abord ouvrir ArcMap, ouvrir les mises à jours de l'extension Editeur, se localiser et sélectionner le bâtiment concerné. Ensuite, grâce à l'outil Topoform, on peut ouvrir les masques de saisie. L'EGID permet aussi ici de faire le lien entre les tables.

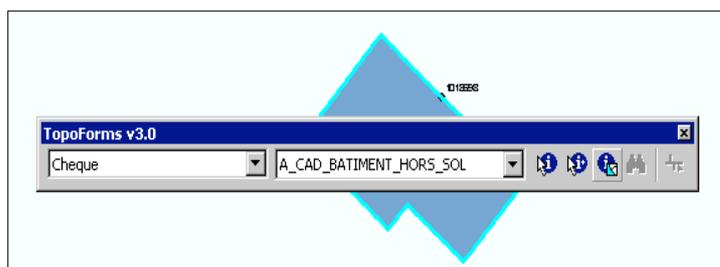


Figure 22 : Outil Topoform

Les informations saisies vont s'inscrire dans différentes tables de correspondance :

- ENERGIE_ASSISTANCE_TECH
- ENERGIE_AUDITS
- ENERGIE_AUDITS_TYPE
- ENERGIE_BATIMENT_PROJET
- ENERGIE_BATIMENTS
- ENERGIE_CHALEUR
- ENERGIE_DET_LOGEMENT_COLL
- ENERGIE_INST_BOIS
- ENERGIE_INST_GEOTHERMIE
- ENERGIE_INST_SOLAIRE
- ENERGIE_MINERGIE_P
- ENERGIE_PROJET
- ENERGIE_REFERENCE
- ENERGIE_REQERANT
- ENERGIE_RESEAU_THERM
- ENERGIE_SEQ_GLOBALE
- ENERGIE_TRANCHES
- ENERGIE_TYPES_INST

⁵⁵ Durant ma dernière semaine de stage.

⁵⁶ Cependant, certains points font encore l'objet de discussions, comme par exemple pouvoir sélectionner différents EGID pour un ou n propriétaires (dans le but d'éviter que le propriétaire ne fasse deux ou n demandes identiques, alors qu'il s'agit d'un même projet).

Voici les masques de saisie qui ont été testés⁵⁷ :

Figure 23 : Demande de subvention (le bâtiment)

Figure 24 : Le projet

⁵⁷ Il manque le masque « Contrat à la performance » car il n'a pas encore été développé.

The screenshot shows a window titled "Demande de subvention" with a sub-window "Formulaire". The "Requérant" tab is selected. The form contains the following fields:

- Requérant/e (propriétaire): Assistance technique pour l'assainissement
- Civilité: [Text input]
- Prénom: [Text input]
- Nom: [Text input]
- Société/organisation: [Text input]
- Rue, n°: [Text input]
- NPA: [Text input] Localité: [Text input]
- Téléphone: [Text input]
- E-mail: [Text input]
- Forme de propriété: <Null> [Dropdown menu]

Buttons at the bottom include "Valider" and "Annuler".

Figure 25 : Le requérant

The screenshot shows the same "Demande de subvention" window, but the "Assistance technique" tab is selected. The form contains the following fields:

- Société: [Text input]
- Rue, n°: [Text input]
- NPA: [Text input]
- Localité: [Text input]
- (Pour contact si questions lors de l'instruction)
- Prénom: [Text input]
- Nom: [Text input]
- Téléphone: [Text input]
- E-mail: [Text input]

Buttons at the bottom include "Valider" and "Annuler".

Figure 26: L'assistance technique

Information sur le bâtiment

Formulaire

Projet | Requêteur | Forage géothermique | Minergie-P neuf | Récupération de chaleur

Données de base (nécessaires à la détermination) *"Attention : conditions particulières"* Voir conditions (cf. questionnaire)

Subvention pour les projets géothermiques, installation collectives ou individuelles

Nombre d'installations (valeur demandée) / Nombre d'installations (valeur retenue pour décision)
 Puissance thermique [kWth] (valeur demandée) / Puissance thermique [kWth] (valeur retenue pour décision)

Date projetée pour le début des travaux : vendredi, 16. avril 2010 / Date projetée pour la fin des travaux : vendredi, 16. avril 2010

Barème
 Montant forfaitaire [F/installation] / Montant proportionnel [F/kW] / Montant forfaitaire pour décision [F/installation] / Montant proportionnel pour décision [F/kW]

Montants
 Montant demandé [F] / Paiement décidé [F] / Date (montant demandé) : vendredi, 16. avril 20 /
 Montant décidé [F] / Paiement décidé [F] / Date (paiement décidé) : vendredi, 16. avril 20

Descriptions complémentaires (facultatif mais exigé lors du paiement) (obligatoire)
 Marque et type de la pompe à chaleur avec certificat ou homologation / Marque et type de la pompe à chaleur avec certificat ou homologation

Puissance thermique de la pompe à chaleur [kWth]
 Puissance géothermique [kWgéo]
 Puissance électrique du compresseur [kWél]
 Nombre et longueur totale des sondes géothermiques ou des géostructures [m]
 Estimation de la consommation annuelle d'énergie électrique [kWh/an]
 Appoint énergétique fossile (s'il y a lieu) [kWh/an]
 Coûts d'investissement du projet forage géothermique, y compris coûts annexes [F]

Valider Annuler

Figure 27 : Forage géothermique

Information sur le bâtiment

Formulaire

Projet | Requêteur | Forage géothermique | Solaire thermique | Minergie-P neuf | Récupération de chaleur

Données de base (nécessaires à la détermination) *"Attention : conditions particulières"* Voir conditions (cf. questionnaire)

Type solaire thermique

Nombre d'installation (nombre demandé) / Surface de captures [m²] (valeur demandée) / Nombre d'installation (nombre retenue pour décision) / Surface de captures [m²] (valeur retenue pour décision)

Type de capteurs : Capteurs selectifs vitres / Facteur de pondération selon le type de capteur

Indiquer le Nr Reg. des capteurs ou du kit solaire

Bonus pour la réalisation d'une installation solaire à l'occasion du remplacement de la chaudière ou de la rénovation de la toiture (rénovation uniquement) : Non / Bonus[%] : 0

Date projetée pour le début des travaux : vendredi, 16. avril 2010 / Date projetée pour la fin des travaux : vendredi, 16. avril 2010

Utilisation prévue (préchauffage de l'ECS seulement ou préchauffage de l'ECS et appoint chauffage) : <Null>

Barème
 Montant unitaire [F] / Montant supplémentaire [F] / Montant unitaire pour décision [F] / Montant supplémentaire pour décision [F]

Montants
 Montant demandé [F] / Paiement demandé [F] / Date (montant demandé) : vendredi, 16. avril 2010 /
 Montant décidé [F] / Paiement décidé [F] / Date (paiement décidé) : vendredi, 16. avril 2010

Descriptions complémentaires
 Volume de l'accumulateur [litres]
 Estimation de l'apport énergétique annuel [kWh/an]
 Coûts d'investissement, y compris coûts annexes [F]

Valider Annuler

Figure 28 : Solaire thermique

Projet | Requérant | Forage géothermique | **Minergie-P neuf** | Récupération de chaleur

Données de base (nécessaires à la détermination) "Attention : conditions particulières" Voir conditions (cf. questionnaire)

Type d'immeuble: <Null>

Surface de référence énergétique [m²] (valeur demandée):

Surface de référence énergétique [m²] (valeur retenue pour décision):

Date projetée pour le début des travaux: vendredi, 16. avril 2010

Date projetée pour la fin des travaux: vendredi, 16. avril 2010

Barème

Montant forfaitaire [F]: Montant proportionnel [F/m²]:

Montant forfaitaire pour décision [F]: Montant proportionnel pour décision [F/m²]:

Montants

Montant demandé [F]: Paiement demandé [F]:

Montant décidé [F]: Paiement décidé [F]:

Date (montant demandé): vendredi, 16. avril 2010

Date (paiement décidé): vendredi, 16. avril 2010

Descriptions complémentaires

Description:

No de label (à compléter lors de l'octroi) (quelle relation avec MOME?):

Buttons: Valider, Annuler

Figure 31 : Minergie-P neuf

Projet | Requérant | Forage géothermique | **Bois-énergie** | Solaire thermique | Minergie-P neuf | Récupération de chaleur

Données de base (nécessaires à la détermination) "Attention : conditions particulières" Voir conditions (cf. questionnaire)

Chauffage automatique au bois-énergie:

Commune: <Null>

Nombre d'installation(s) (nombre demandé): Nombre d'installation(s) (retenu pour décision):

Puissance unitaire [kW] (valeur demandée): Puissance totale bois [kW] (valeur demandée):

Puissance totale autres agents énergétiques [kW] (valeur demandée): Energie produite/ an [MWh] (valeur demandée):

Energie produite autres agents énergétiques an [MWh] (valeur demandée):

Puissance unitaire [kW] (valeur retenue pour décision): Puissance totale bois [kW] (valeur retenue pour décision):

Puissance totale autres agents énergétiques [kW] (valeur retenue pour décision): Energie produite/ an [MWh] (valeur retenue pour décision):

Energie produite autres agents énergétiques an [MWh] (valeur retenue pour décision):

Date projetée pour le début des travaux: vendredi, 16. avril 2010

Date projetée pour la fin des travaux: vendredi, 16. avril 2010

Barème

Montant unitaire [F]: Montant supplémentaire [F]:

Montant unitaire pour décision [F]: Montant supplémentaire pour décision [F]:

Montants

Montant demandé [F]: Paiement demandé [F]:

Montant décidé [F]: Paiement décidé [F]:

Date (montant demandé): vendredi, 16. avril 2010

Date (paiement décidé): vendredi, 16. avril 2010

Descriptions complémentaires

Requête: Type de chaudière, et, homologation D-A-CH (voir le site www.energie-bois.ch chaudière à bois avec label de qualité.pdf) (facultatif, mais exigé lors du paiement)

Paielement: Type de chaudière, et, homologation D-A-CH (voir le site www.energie-bois.ch chaudière à bois avec label de qualité.pdf) (obligatoire)

Type de combustible: <Null>

Volume de l'accumulateur (s'il y a lieu): [m³] Coûts d'investissement du projet bois-énergie, y compris coûts annexes: [F]

Buttons: Valider, Annuler

Figure 32 : Bois-énergie

Demande de subvention

Information sur le bâtiment

Formulaire

Projet | Requérant | Réseaux thermiques | Forage géothermique | Audits énergétiques | Bois-énergie | Solaire thermique | Minergie-P neuf | Récupération de chaleur

Données de base (nécessaires à la détermination)

Création/extension d'un réseau thermique simple ou allimé

Energie transportée [MWh/an] (valeur demandée)

Energie transportée [MWh/an] (valeur retenue pour décision)

Date projetée pour le début des travaux: vendredi, 16. avril 2010

Date projetée pour la fin des travaux: vendredi, 16. avril 2010

Barème

Montant forfaitaire [F]

Montant forfaitaire pour décision[F]

Montant proportionnel [F/MWh]

Montant proportionnel pour décision[F/MWh]

Montants

Montant demandé[F] Paiement demandé [F] Date (montant demandé) vendredi, 16. avril 20

Montant décidé[F] Paiement décidé [F] Date (paiement décidé) vendredi, 16. avril

Descriptions complémentaires

Description du projet

Longueur du réseau [m]

Puissance thermique /géothermique [kW]

Niveaux de température (aller-retour) aller retour [° C]

Source d'énergie principale

Source d'énergie auxiliaire

Coûts d'unités d'investissement du projet réseaux thermiques, y compris coûts annexes [F]

Valider Annuler

Figure 33 : Réseaux thermiques

3.6. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La gestion des subventions cantonales devrait être facilitée par les masques de saisie, réalisé par Topomat Technologies. Le gain de temps et d'espace, ainsi que le contrôle des informations devraient être plus efficaces également. De plus, grâce à ces masques de saisie, les erreurs devraient être considérablement réduites (ex. les erreurs de saisie pour chèque-énergie-2009, ne pas octroyer une deuxième subvention pour un même projet, etc.). Ainsi, les outils SIG semblent être indispensables pour la gestion des subventions énergétiques.

Toutefois, cette gestion à elle seule ne peut pas éviter les probables fraudeurs. En effet, les informations inscrites dans le formulaire de demande doivent être obligatoirement vérifiées par des experts. C'est le cas notamment de la valeur SRE⁵⁸ qui mérite une attention toute particulière car elle peut déterminer le montant de la subvention.

Comme il l'a été mentionné précédemment, dans un futur relativement proche, le ScanE envisage de rendre possible la demande de subvention directement sur internet. Les requérants se connecteront sur le site du ScanE et pourront (MINIER, COUDERQ ; 2009 ; 17) :

- Se localiser (grâce à une adresse ou une autre information)
- Sélectionner le ou les bâtiment(s)
- Saisir les informations dans des masques de saisie spécifiques

Les données seront directement intégrées dans le système d'informations de l'Etat, sans avoir besoin de ressaisir ces informations. Par conséquent, l'e-gestion des subventions cantonales constitue une prochaine étape au sein du ScanE.

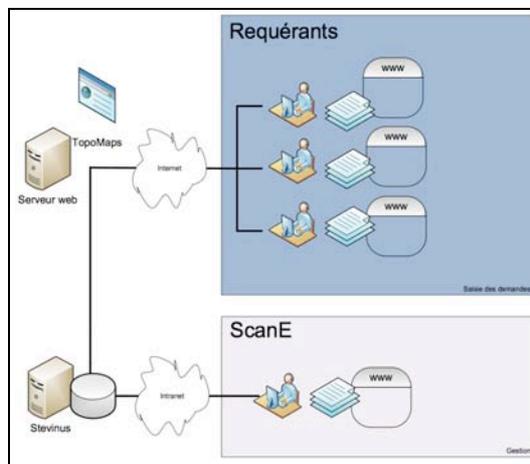


Figure 34: Architecture informatique et produits utilisés
(MINIER, COUDERQ ; 2009 ; 17)

⁵⁸ La surface de référence énergétique (SRE) correspond à la « somme des surfaces au plancher de tous les étages d'un bâtiment. Une maison de trois étages d'une surface au sol de 100 mètres carrés atteste ainsi d'une SRE de 300 m². La consommation énergétique d'un bâtiment étant étroitement liée à sa SRE, la surface certifiée est plus parlante, en termes de compatibilité avec l'environnement, que le nombre de bâtiments certifiés », Office Fédéral de la Statistique, [en ligne:], <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/21/02/ind32.informations.72506.html>, consulté le 11.04.2010

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages, articles et textes officiels confondus

ARLAUD, B., (1996), *Vers une cartographie qualitative de l'environnement urbain: Le quartier du Garet à Lyon*, Diplôme d'Etude Approfondies (Ambiances architecturales et urbaines: option acoustique et éclairagisme), Nante, 111 p.

BAUDOIN, B., (2008), *Construire une maison écologique : Les atouts du bon sens, de l'habitat sain et des économies d'énergie*, Editions Ambre, Genève, 221 p.

BEUCHAT, P., et al., (1998), *Plan des mesures d'assainissement du bruit routier selon OPB art 19*, République et Canton de Genève, [en ligne:],
<http://etat.geneve.ch/dt/SilverpeasWebFileServer/PDM.pdf?ComponentId=kmelia246&SourceFile=1155129540218.pdf&MimeType=application/pdf&Directory=Attachment/Images/>

GOUNEAUD, N., (2009), *Cadastre du bruit routier du SPBR*, Rapport / Service de la protection contre le bruit et les rayonnements non ionisants (SPBR), Etat de Genève.

HUSSY, C., (1998), *La carte, un modèle, un langage*, Genève, Université de Genève, Département de Géographie.

IMMOSCOPE, (2010), *Oui à la loi sur l'énergie du 7 mars 2010*, Chambre Genevoise Immobilière, n°97,
[en ligne:] http://www.cgionline.ch/usersimage/File/Immoscope_97-final.pdf

KOEHL, M., et al., (2008), *SIG 3D ET 3D dans les SIG : Application aux modèles patrimoniaux*, [en ligne:]
http://hal.archivesouvertes.fr/docs/00/27/84/04/PDF/ArticleMKEMCKCL_def.pdf

LAGUERRE, P., (1991), *Les jeunes et le bruit : Programme de sensibilisation des adolescents aux nuisances induites par le bruit*, Mémoire, Université de Genève, Faculté de Médecine, Lausanne, 229 p.

MANDRAN, N., (2009), *Méthodes et outils pour approcher l'utilisateur*, IHM 2009, Grenoble.

METRAL, C., (2009), *Dimensions spatiales, temporelles et sémantiques de l'environnement urbain*, Université de Genève, [en ligne]:
http://infogeo.unige.ch/IMG/pdf/Metral_Intro_080109.pdf

METRAL, C., (2009), *Utilité et utilisabilité des modèles urbains 3D*, Université de Genève.

MINIER, P., COUDERQ, S., (2009), *Chèque-énergie 2010*, Rapport d'analyse / Service des systèmes d'information, logistique et organisation (SILO), Etat de Genève.

NIGGELER, L., (2008), *Article technique, Genève en 3D: une nouvelle dimension pour gérer son territoire*, [en ligne] :
<http://www.cadastre.ch/internet/cadastre/fr/home/docu/publication/F006.parsys.43137.downloadList.97596.DownloadFile.tmp/info200833dgenfniggelerfr.pdf>

NIGGELER, L., (2008), *Cahier des charges technique Bâti 3D*, Direction cantonale de la mensuration officielle (DCMO).

PINI, G., (semestre d'été 2009), *Cours de géographie des transports*, Université de Genève.

PRIETO, L.J., (1975), *Pertinence et pratique: essai de sémiologie*, Paris, Ed. de minuit.

ROMERIO, F., (2007), *Les controverses de l'énergie : Fossile, hydroélectrique, nucléaire, renouvelable*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 141 p.

VIEIRA DE MELLO, A., (2006), *Projet 3D-MO*, Direction Cantonal de la Mensuration Officielle (DCMO) / Service des Systèmes d'Information et de Géomatique (SSIG), Etat de Genève.

WERNLI, L., (2009), *Les modèles de villes numériques 3D au format interopérable : le cas du projet 3D-MO à Genève*, Rapport de stage, Genève, Certificat de spécialisation en géomatique.

Sites internet

Constitution Fédérale de la Confédération suisse :
<http://www.admin.ch/ch/f/rs/101/index.html#id-3-2>

Office Fédéral de l'énergie (OFEN) :
<http://www.bfe.admin.ch/index.html?lang=fr>

Office Fédéral de la Statistique :
<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index.html>

Le service de l'énergie (SCANE) :
<http://etat.geneve.ch/dt/energie/accueil.html>

Le service de la protection contre le bruit et les rayonnements non ionisants (SPBR) :
<http://etat.geneve.ch/dt/bruit-rayons/accueil.html>

Le service de la mensuration officielle (SEMO) :
<http://etat.geneve.ch/dt/dcmo/accueil.html>

Le Système d'Information du Territoire Genevois:
<http://etat.geneve.ch/sitg/accueil.html>

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) :
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs258/fr/>,

ArcGis 9.3. Desktop Help :
<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=welcome>

Minergie en Suisse :
<http://www.minergie.ch/>

Topomat Technologies :
<http://www.topomat.ch/>

ANNEXES

1) MARCHE À SUIVRE SUR IMMI

1. Ouvrir IMMI

2. Créer un nouveau projet

2.1. Sous l'onglet « Spécification », s'assurer que les champs sont remplis ainsi:

The screenshot shows the 'Spécification' tab of the IMMI software. The interface is divided into two main sections: 'Déterminer les spécifications' on the left and 'Description du projet' on the right. The 'Déterminer les spécifications' section contains several fields: 'Projet modèle' (a text box with a browse button), 'Type de prévision' (radio buttons for 'Bruit', 'Bruit d'aviation', and 'Polluants', with 'Bruit' selected and a blue arrow pointing to it), 'Mode de prévision' (a dropdown menu set to 'Bruit (Méthodes nationales)', with a blue arrow pointing to it), 'Méthode d'évaluation' (a dropdown menu set to 'OPB bruit routier', with a blue arrow pointing to it), and 'Variante d'émission' (two text boxes for 'Jour' and 'Nuit') and 'Durée /h' (two text boxes for '16' and '8'). The 'Description du projet' section contains a large text area and a 'Mot de passe' field with the value 'N'est pas prévu.'.

3. Importer les trois couches : courbes de niveau, bâtiments et routes

3.1. Sous « Fichier »: « Importer »: « Arcview fichier »: « Shapefile »

3.2. Choix de la couche: courbes de niveau:

- cliquer ok (initialiser les projets)
- cliquer sur régler filtres
- cliquer sur nouveau
- remplir les champs suivants

The screenshot shows the 'Définir le filtre d'importation' dialog box. It has a title bar and three buttons: 'Nouveau', 'Ouvrir', and 'Enreg.'. Below the buttons are several fields: 'Libellé' (a text box with '---'), 'Type d'élément' (a dropdown menu set to 'HOEL - Courbe de niveau', with a blue arrow pointing to it), 'Marque distinctive' (a dropdown menu set to 'Non'), and 'z du fichier shape' (a dropdown menu set to 'hauteur absolue', with a blue arrow pointing to it). At the bottom, there is a table with the following data:

N°.	Colonne	Type de don.	Champ él.
1	OBJECTID	Unknown	- - -
2	ALTITUDE	Float	HAUT_ABS
3	EQUIDISTAN	SmallInt	- - -
4	SHAPE_LEN	Float	- - -

Blue arrows point to the 'Type d'élément' dropdown, the 'z du fichier shape' dropdown, and the 'SHAPE_LEN' row in the table.

- cliquer sur « Importer »

3.3. Choix de la couche: bâtiment: (avec hauteur)

- cliquer ok (initialiser les projets)
- cliquer sur régler filtres
- cliquer sur nouveau
- remplir les champs suivants

Définir le filtre d'importation

Filtre ... Nouveau Ouvrir Enreg.

Libellé ---

Type d'élément HAUS - Bâtiment ...

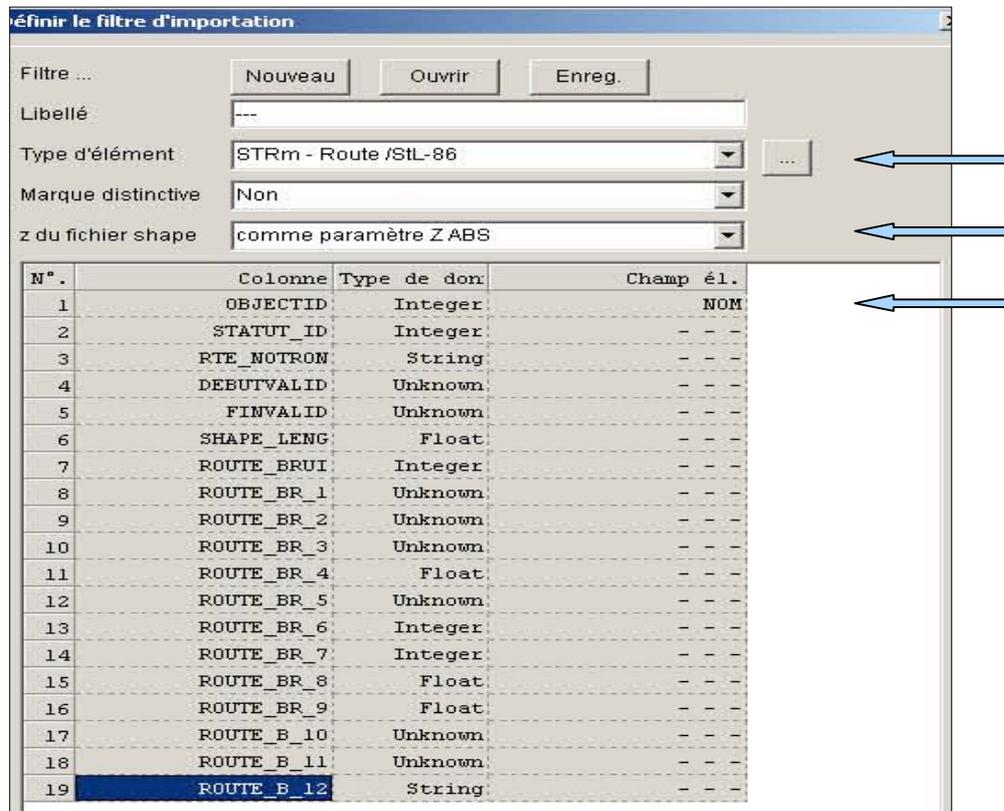
Marque distinctive Non

z du fichier shape hauteur relative

N°.	Colonne	Type de don	Champ él.
1	HAUTEURBAT	Float	HAUT_REL
2	MNT_ET	Float	- - -
3	MNS_ET	Float	- - -
4	MNT_MOY	Float	- - -
5	MNS_MOY	Float	- - -
6	FIABILITE	Float	- - -
7	NO_COMM	SmallInt	- - -
8	NO_BATIMEN	String	- - -
9	DESTINATIO	String	- - -
10	SURFACE	Unknown	SURFACE
11	NOMENCLATU	String	- - -
12	NOMEN_CLAS	String	- - -
13	COMMUNE	String	- - -
14	OBJECTID	Unknown	- - -
15	SHAPE_AREA	Float	- - -
16	SHAPE_LEN	Float	- - -

- cliquer sur « Importer »
- si des polygones de bâtiments apparaissent en trop, les éliminer (sélection + clique droit)

- 3.4. Choix de la couche: routes
- cliquer ok (initialiser les projets)
 - cliquer sur régler filtres
 - cliquer sur nouveau
 - remplir les champs suivants

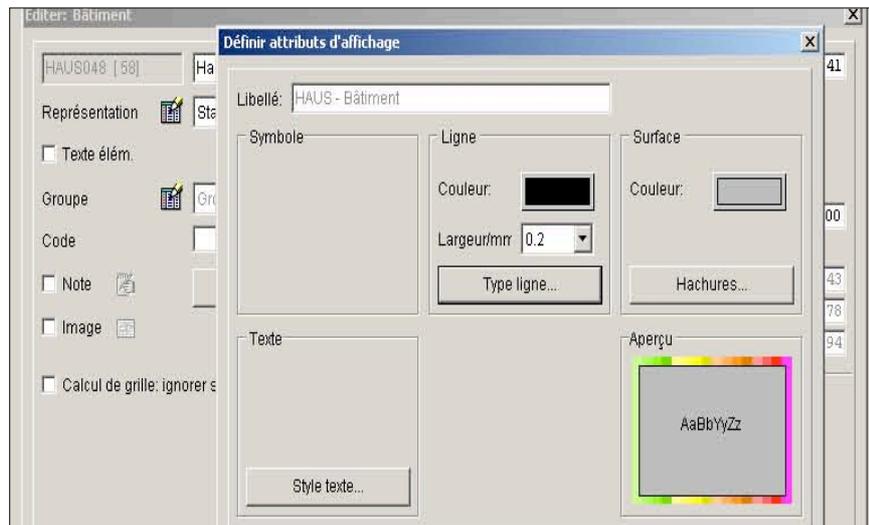


- cliquer sur « Importer »
- si des routes ne sont pas assez longues, les rallonger en les sélectionnant

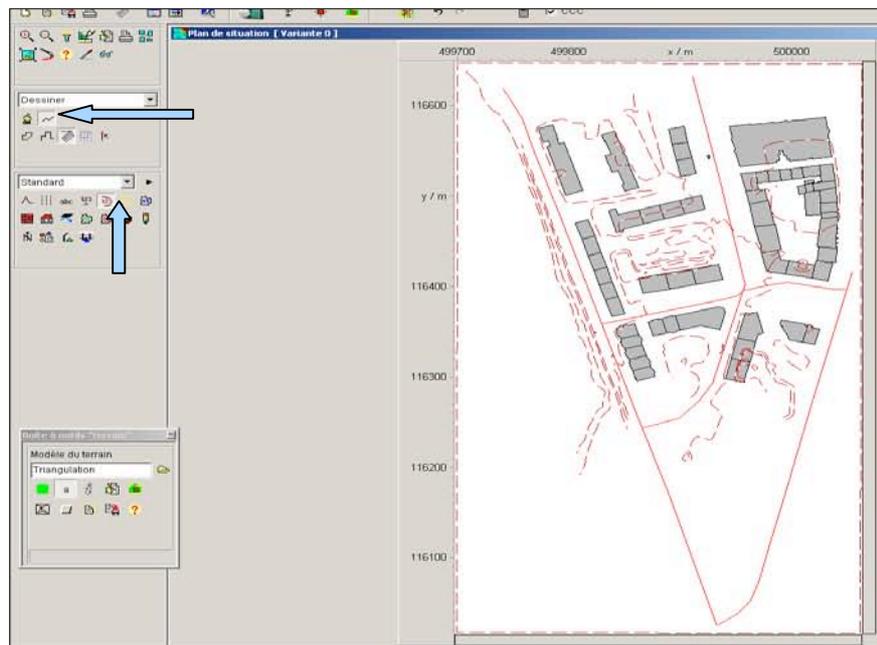
3.5. Voici ce qui devrait apparaître



4. Changer en gris la couleur des bâtiments. Pour ce faire, double-cliquer sur un bâtiment et cliquer à droite de « Représentation », puis ok sur « Pré-sélections ». Choisir noir pour ligne de pourtour et gris pour la surface, puis cliquer dans hachure et sélectionner noir. Ainsi, tous les bâtiments sont en gris.



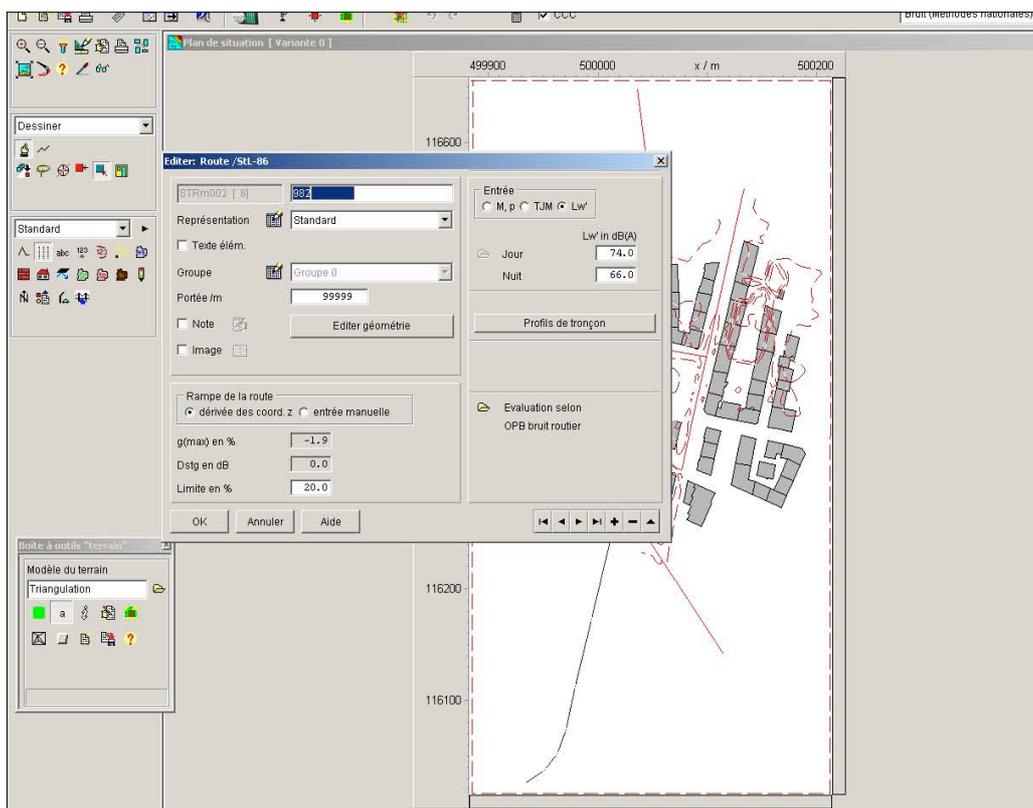
5. Mettre le plan à la même altitude que les courbes de niveau.
 - sélectionner dessiner et courbe de niveau.
 - dessiner un rectangle autour, et cliquer sur la main



- puis dans la fenêtre « Editer »: « Courbe de niveau », cliquer sur éditer géométrie
 - remplir dans la colonne z l'altitude, en l'occurrence 374

Noeud	x /m	y /m	z (abs) /m
1	499034.52	117496.95	374.00
2	499605.01	117496.95	374.00
3	499605.01	116833.87	374.00
4	499034.52	116833.87	374.00
5	499035.33	117496.95	374.00
6	499035.33	117496.95	374.00

6. Calculs de bruit à partir des données cadastrales. Double-cliquer sur une route et dans la fenêtre qui apparaît « Editer:Route/StL-86 », cliquer sur Lw⁵⁹ (en haut à droite), puis rentrer les chiffres dans les champs jour et nuit (+4 dB). Pour savoir quels chiffres inscrire, il faut voir la table attributaire de la couche (sur ArcMap) et prendre la valeur «Route_BR8 » pour le jour et la valeur « Route_BR9 » qu'il faut soustraire à « Route_BR8 » pour la nuit. Faire la même chose pour les autres routes.



⁵⁹ Il s'agit du niveau de puissance acoustique, qui est calculé à l'aide de la formule suivante: $L_w = 10 \log (\text{niveau de puissance acoustique/niveau de puissance de référence})$. Sachant que la puissance de référence est un billionième de watt (0,000 000 000 001 W). Par conséquent, $L_w = 10 \log (0,000 000 1/0,000 000 000 001) = 50 \text{ dB}$. [en ligne]: http://www.cchst.com/oshanswers/phys_agents/noise_basic.html, consulté le 09.04.2010

7. Calculer le bruit au niveau des façades (forme géométrique: points)

7.1. Régler les paramètres de calcul (dans « calculer »). Cliquer sur « Modèle de calcul »

- remplir les coches suivantes

Généralités Paramètres Réflexion Fréquences

Adaptation glissante de la zone de calcul à la position du récepteur

L/m

...pour récepteurs isolés 2000

...pour grille de niveau sonore 2000

Tenir des éléments sélectionnés indépendamment de la position des récepteurs

Réglage

...pour récepteurs isolés réglage de référence (le calcul suit judicieusement la méthode)

...pour grille de niveau sonore réglage de référence (le calcul suit judicieusement la méthode)

Modèle du terrain

Courbes de niveaux comme obstacles

Crêtes de terrain comme obstacles

Interpolation améliorée dans les bords

Champ libre devant surf. réfléch. /m 1.0

Maison: bord blanc dans la grille

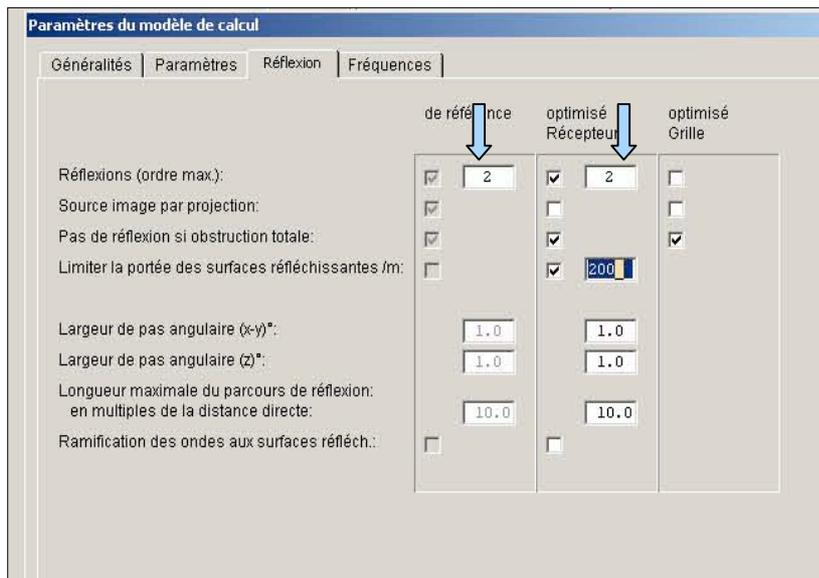
Messages intermédiaires

...pour récepteurs isolés Aucun

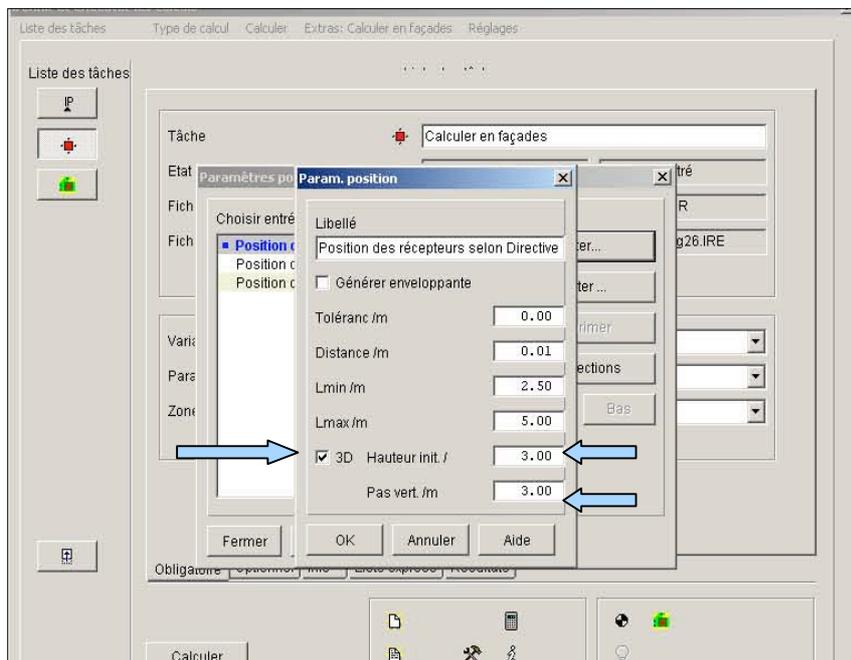
...pour grille de niveau sonore Aucun

Généralités Paramètres Réflexion Fréquences

	de référence	optimisé Récepteur	optimisé Grille
Projection sur sources linéaires:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Projection sur sources surfaciques:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Longueur minimale des tronçons /m:		1.0	1.0
Facteur additionnel pour le critère de distance:	1.0	1.0	1.0
limiter la portée des sources: Différence de niveau minimale/dB:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 30.0
limiter les perte par absorption: Valeur limite selon la méthode:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Calcul de l'effet écran dans le cas de VDI 2720, ISO9613			
Détour latéral:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Détour latéral pour sources images:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



- 7.2. Aller dans la fenêtre calcul: calcul en façade
- 7.3. Cliquer à gauche de paramètre position, puis éditer
- 7.4. Cocher « 3D », puis inscrire par exemple 3 dans « Hauteur Initiale », et 3 dans « Pas Vert ». Cela signifie que les points de mesure de bruit commencent à partir de trois mètres du sol et font des sauts de 3 mètres de haut (on peut supposer que ce sont les étages).

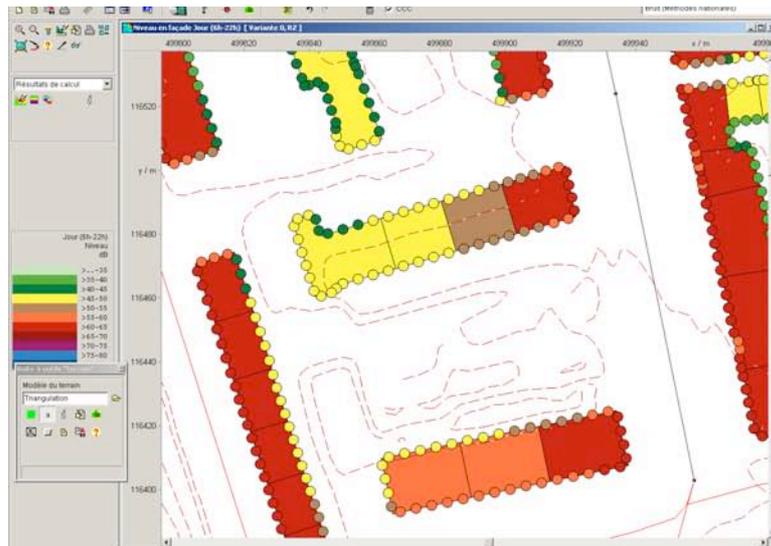


7.5. Cliquer sur calculer

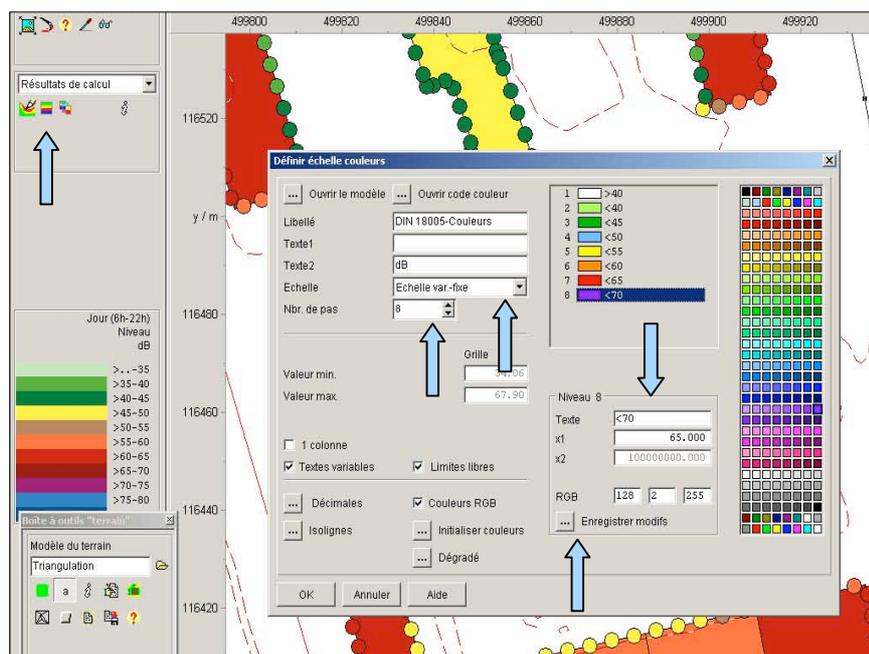
7.6. Il se peut qu'un problème apparaisse. Dans ce cas une fenêtre s'ouvre et indique les erreurs. Pour enlever un éléments qui pose problème, cliquer sous « Projet »: « Élément ». Sélectionner la couche qui pose problème (dans notre cas c'est la couche de niveau HOEL17 par exemple), et cliquer sur l'élément qui pose problème et ensuite cliquer sur supprimer.

7.7. Une fois que les problèmes sont résolus, retourner sur calcul en façade et cliquer sur calculer

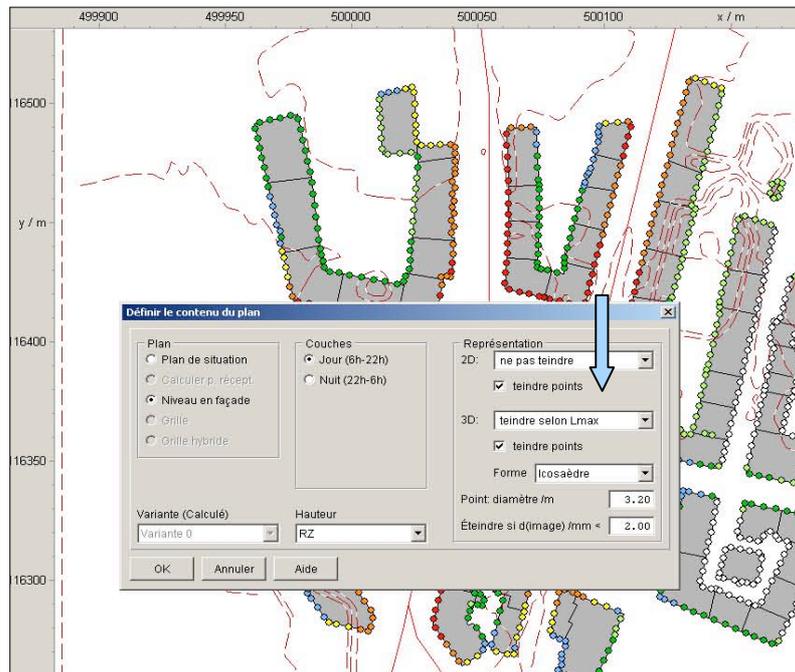
7.8. Une fois le calcul terminé, en zoomant sur la carte on peut voir les points sur les façades



7.9. Pour changer la légende, cliquer sur l'icône « Modifier le code couleur ». Mettre 8 classes et sélectionner « Echelle var.-fix. ». Puis, changer les couleurs et les chiffres en enregistrant à chaque fois les modifications. La sémiologie graphique, à savoir le code couleur, est le même pour toutes les cartes, à savoir violet (plus de 70 dB(A)), rouge (plus de 65 dB(A)), orange (plus de 60 dB(A)), jaune (plus de 55 dB(A)), bleu (plus de 50 dB(A)), vert foncé (plus de 45 dB(A)), vert clair (plus de 40 dB(A)), et blanc (moins de 40 dB(A)).



7.10. Afin que les bâtiments redeviennent gris (pour n'avoir que les points colorés), cliquer sur l'icône « Option d'affichage de la grille », et sous « Représentation 2D », sélectionner « ne pas teindre ».



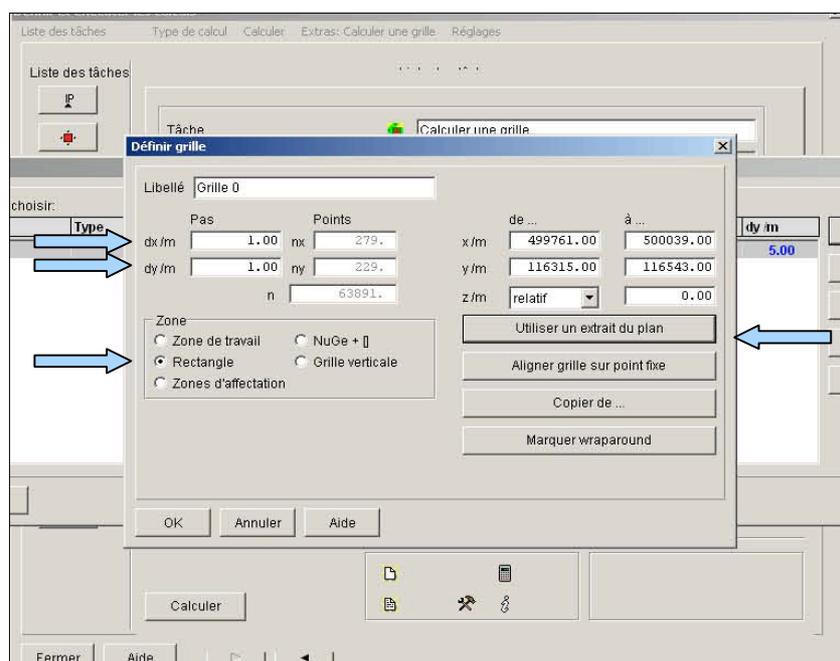
8. Calcul de la propagation du bruit (grille)

8.1. Zoomer sur la zone souhaitée

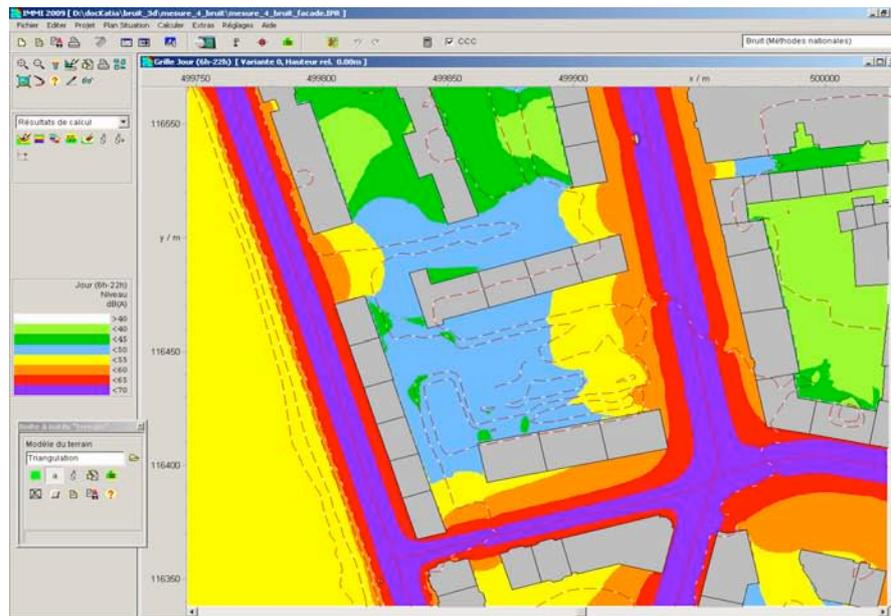
8.2. Aller dans la fenêtre « Calcul »: « Calculer une grille »

8.3. Cliquer à gauche de grille, puis éditer

8.4. Sous « Pas », mettre 1 (tous les mètres le logiciel fait un calcul d'extrapolation), puis cliquer sur utiliser un extrait du plan



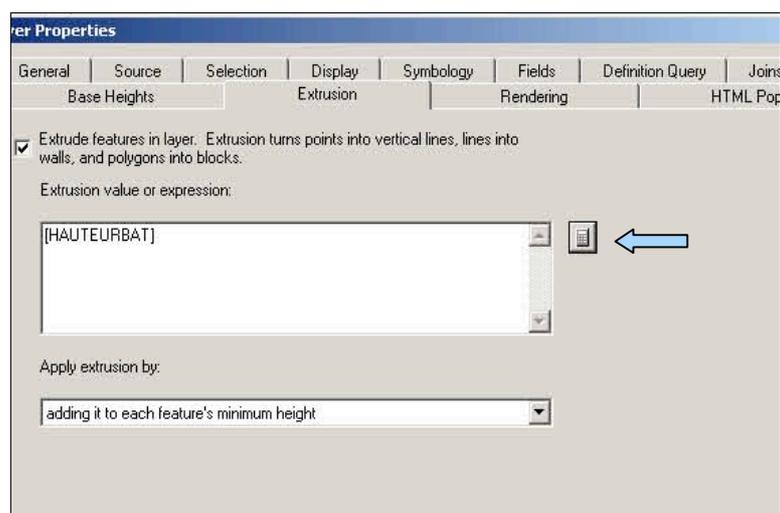
8.5. Une fois le calcul terminé, on peut voir comment se diffuse le bruit sur le territoire concerné



2) MARCHE À SUIVRE SUR ARCSCENE

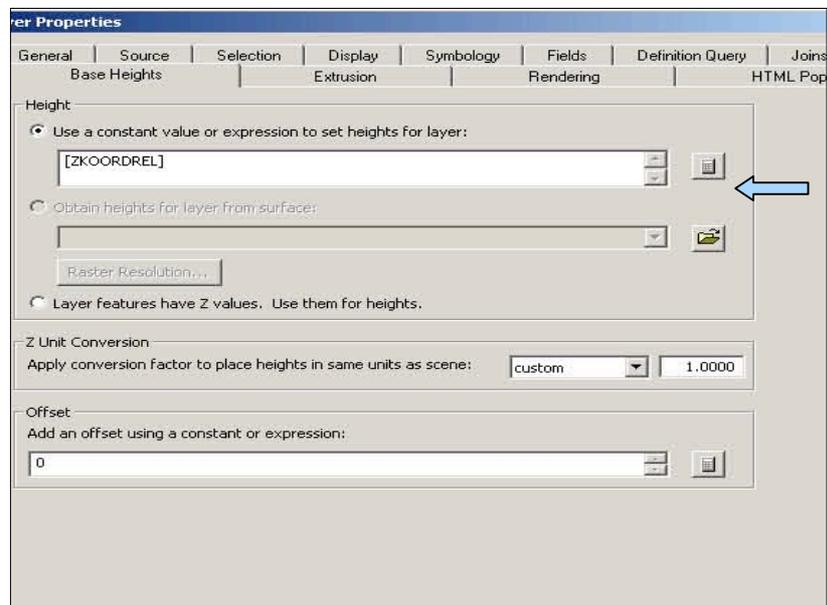
Voici les différentes étapes⁶⁰ :

1. Importer les couches suivantes: bâtiments, routes, courbes de niveau, calculs de bruit et propagation du bruit (celles créées grâce à IMMI)
2. Afin que les bâtiments prennent la forme 3D, il faut procéder à une extrusion. Pour ce faire, il faut aller sous « Propriétés » de la couche bâtiments: sous « extrusion » et remplir la fenêtre ainsi.

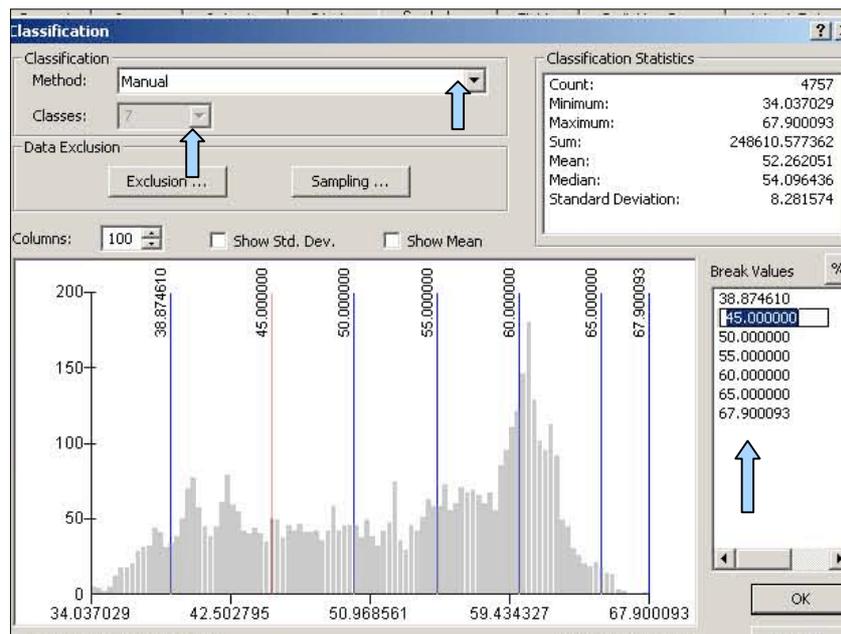


⁶⁰ Ces opérations ont été faites pour les treize espaces publics.

3. La couche de calculs de bruit n'est pas à la même altitude que les autres couches car elle est un objet 3D avec une altitude z, alors que les autres ne sont en fait que des objets 2D importés dans une interface 3D. Afin que la couche de mesure de bruit soit au même niveau des façades (donc à l'altitude 0), il faut aller sous « Propriétés » de la couche mesure de bruit, puis sous « Base Heights »: choisir « ZKOORDREL ». Il s'agit des points de mesure calculé sur les façades.

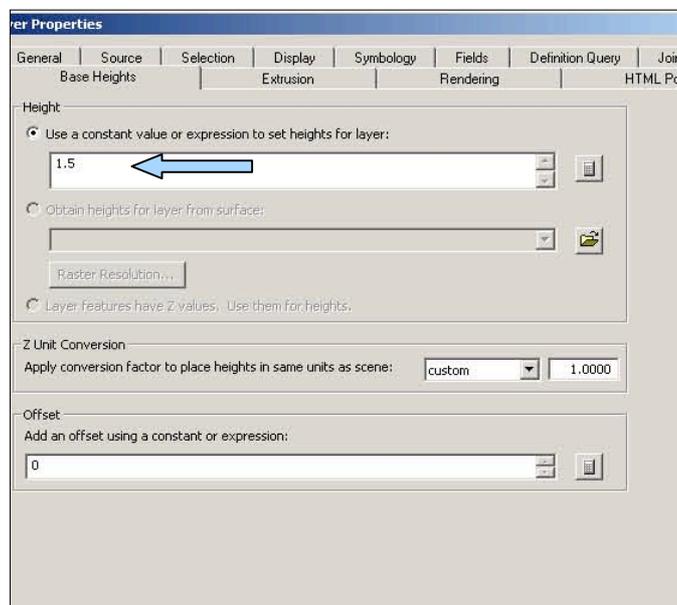


4. Afin de catégoriser les différents niveaux de mesure de bruit, il faut aller sous « Propriétés »: « Symbology », puis cliquer sous « Quantities: graduated colors ». Ensuite sélectionner l'attribut L1JOUR_6H (génééré par IMMI), et sous « Classification », cliquer « Classify ». Le choix du nombre de classes dépend du nombre de décibels. S'il y a plus de 70 dB, choisir 8 classes et s'il y en a moins, choisir 7 classes. Puis, sélectionner « Manual » et à droite inscrire à la main les classes souhaitées.



Ensuite, sous « Scene layers », on peut changer les chiffres afin de visualiser la légende comme on le souhaite (ex: 60,0000001-65,000000 en <60) et aussi changer les couleurs selon le code couleur officiel⁶¹.

5. Pour la grille, répéter le même processus. De plus, afin qu'elle se situe à 1,5 mètres du sol, aller dans « Propriétés » de la couche grille et dans « Base Height », inscrire 1,5.

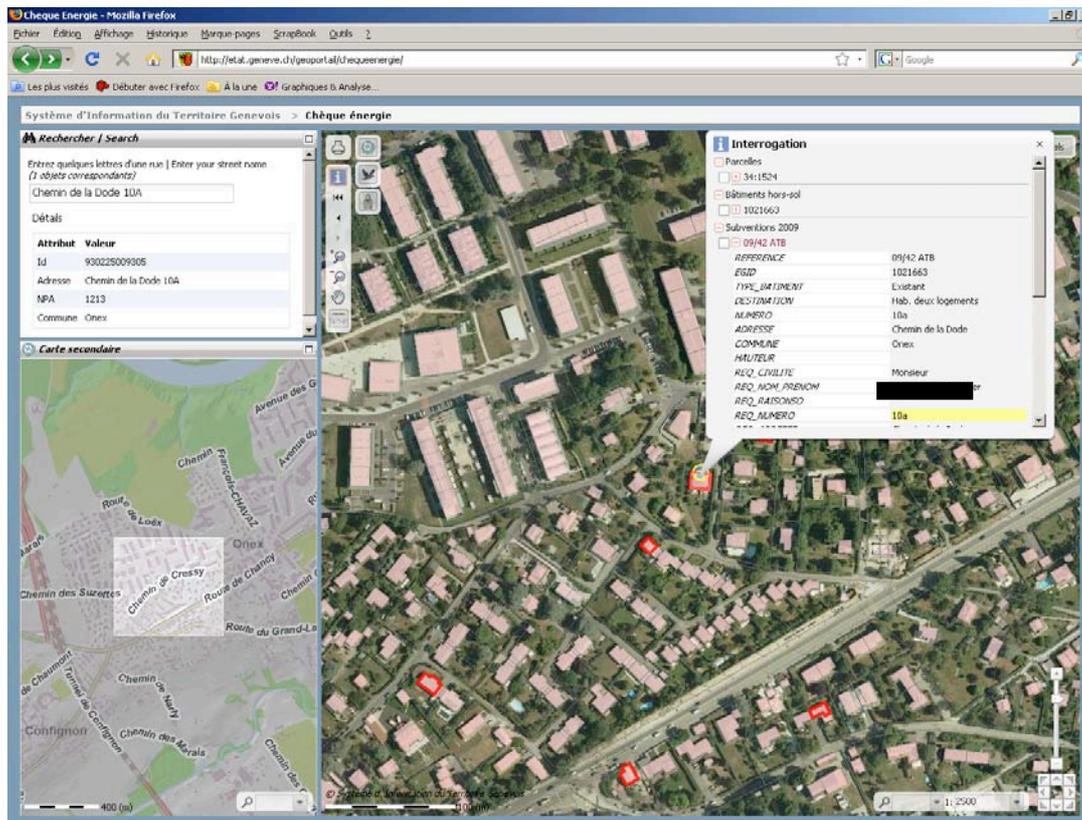


En outre, pour le code couleur, désélectionner la ligne de pourtour, ainsi les carreaux n'apparaissent plus.

6. Pour mettre en adéquation le système de coordonnées, aller dans ArcCatalogue, cliquer sur la couche de mesures de bruit et grille, et sous « Propriétés »: « Source », importer une couche de SITG (pour être sûr que c'est le bon système de coordonnées).

⁶¹ Voir le point 2.5.3.b. (7.9)

3) GUICHET ÉNERGIE⁶²



⁶² Le nom de la personne a été volontairement caché.