CETHIL
Centre de Thermique de Lyon

Communauté urbaine de Lyon
Service de l'Information GEOgraphique

SYNTHÈSE DE BESOINS ET CAHIER DES CHARGES

SOCLE 3D DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE DE LYON

Marielle Pascalon - Ingénieure d'étude, Centre thermique de Lyon.

Supervisé par :
Gilles Rusaouen (Centre thermique de Lyon).
Manuel Plane (Communauté Urbaine de Lyon).

Lyon, mai 2014.

Résumé

Cette étude présente la méthode et les résultats d'une enquête sur les usages de la donnée 3D collectivité menée de novembre 2013 à mai 2014, par le centre thermique de Lyon et la communauté urbaine de Lyon.
Elle fait suite au constat de sous exploitation de cette donnée 3D, et propose un modèle de structuration visant à augmenter le nombre d'usages et d'utilisateurs. Elle se termine par quelques interrogations soulevées lors de l'étude.

Sommaire

Résumé 2

Sommaire 3

Table des figures 5

1. Introduction 6

1.1. Présentation de la mission 6

1.1.1. Acteurs 6

1.1.2. Contexte 7

1.1.3. Objectifs 7

1.1.4. Mise en œuvre 8

1.1.5. Délais 8

1.2. Valeur de l'étude 8

2. L'enquête préliminaire : stratégie de recherche 9

2.1. Le questionnaire 9

2.1.1. Objectifs 9

2.1.2. Administration 10

2.2. Les interviews : éléments d'appréciation 11

2.3. Profil des interlocuteurs 12

2.3.1. Domaine d'activité 12

2.3.2. Rapport à la 3D 13

2.3.3. Connaissance IGEO 14

3. Résultats de l'enquête préliminaire 15

3.1. Usages 15

3.1.1. Intégration de projets urbains 18

3.1.2. Étude de luminosité 18

3.1.3. Sous-sol 19

3.1.4. PLU 19

3.1.5. Marketing territorial 20

3.1.6. Énergétique 20

3.1.7. Time-Line 21

3.1.8. Risques naturels 22

3.1.9. Promenade 3D 22

3.1.10. Acoustique 22

3.1.11. Visibilité 23

3.1.12. Socle pédagogique 23

3.1.13. Autres 23

3.2. La donnée 24

3.2.1. Objets 24

3.2.2. Informations au bâtiment 28

3.2.3. LOD (Level Of Détail) 30

3.2.4. Rendu 31

4. Structuration de la donnée 33
4.1. Actuellement à la Communauté Urbaine de Lyon 33
4.2. Structuration proposée 35
4.2.1. Modélisation des données 35
4.2.2. L'enrichissement de la sémantique 36
4.2.3. Les limites 37

5. Perspectives 39
5.1. Quelle définition pour un bâtiment ? 39
5.2. Le manque d'outils 3D 39
5.3. Le BIM, clé pour la pérennisation de la 3D ? 40
5.4. L'exploitation de données lourdes 40
5.5. L'appropriation de la 3D par les agents communautaires 41

6. Conclusion 42

Annexes 44

Table des figures

Figure 1 : *Domaines d'activités des interviewés.* 12

Figure 2 : *Diagramme synthétique des domaines d'activité des interviewé.* 13

Figure 3 : *Outils de travail SIG actuels des interviewés* 13

Figure 4 : *Popularité de la cellule 3D d'IGEO chez les interviewés.* 14

Figure 5 : *Usages 3D souhaités* 15

Figure 6 : *Usages 3D cités en interview* 16

Figure 7 : *Usages 3D souhaités, en nombre d'interviews.* 17

Figure 8 : *Classes d'objets souhaitée* 24

Figure 9 : *Classes d'objets souhaitées.* 25

Figure 10 : *Informations souhaitées à chaque bâtiment.* 28

Figure 11 : *Informations souhaitées à chaque bâtiment.* 28

Figure 12 : *Plus haut niveau de détail de bâtiment souhaité.* 30

Figure 13 : *Classes d'objets 3D souhaitées (non bâtiments).* 31

1.Introduction

1.1. Présentation de la mission

L'étude consiste à proposer un modèle de structuration de la donnée 3D Bâtiment.
Ce modèle doit viser à une plus grande interopérabilité de la donnée 3D, permettant d'en maximiser les usages et utilisateurs.
Cette proposition est consécutive à une enquête préliminaire sur les besoins 3D des utilisateurs métiers en collectivité (Communauté Urbaine de Lyon et partenaires).
Cette étude fut menée de novembre 2013 à mai 2014, par le centre thermique de Lyon et la communauté urbaine de Lyon.

1.1.1. Acteurs

- **CETHIL : Centre d'énergétique et de thermique de Lyon (CNRS - INSA de Lyon - Université Lyon 1)**

  Unité Mixte de Recherche, dont les activités sont intégralement dédiées à la thermique et à son application à des systèmes énergétiques.

  Référent : **Gilles Rusaouen** → Énergétique du bâtiment et des systèmes solaires.
  gilles.rusaouen@insa-lyon.fr
  Tel : 04.72.43.71.01

- **La communauté Urbaine de Lyon**

  Direction des systèmes d'information et de télécommunication > Service de l'information géographique > Unité Données de référence et 3D > Cellule 3D.
  La cellule 3D gère l'acquisition, la mise à jour, l'intégration et la diffusion des données 3D sur l'ensemble du territoire Grand Lyon.

  Référent : **Manuel Plane** → Responsable Cellule 3D
  mplane@grandlyon.org
  Tel : 04.26.99.39.76

- **Chargée d'étude**

  Marielle Pascalon → Ingénieure d'étude chargée de la mission « structuration de la donnée 3D ».
  marielle.pascalon@gmail.fr

1.1.2. Contexte

La mission fait suite à un double constat :

Pour le CETHIL :
Un besoin de **territorialisation** des travaux de simulation thermique : le CETHIL souhaite obtenir des données 3D locales optimisées pour l'usage thermique.

Pour la Communauté Urbaine de Lyon :
Un besoin de structuration et de valorisation de la donnée 3D, suite au constat de sa faible exploitation finale (au regard du temps passé et des moyens investis).
Ayant un rôle actuellement essentiellement esthétique, le but est de préparer la maquette pour des usages techniques, permettant l'analyse de phénomènes urbains.
Cette démarche s'inscrit également dans la politique communautaire de partage et réappropriation de la donnée (cf. Smart Data).

→ Suite à ces constats et dans le cadre des collaborations régionales d'acteurs locaux, le CETHIL et la Communauté Urbaine de Lyon ont mis en place une collaboration associant collectivités et monde de la recherche.
Pour la mise en œuvre du partenaria, le CETHIL a proposé d'engager un ingénieur d'étude ayant en charge la proposition de structuration de la donnée bâtiment 3D et la réalisation de l'enquête préliminaire.

1.1.3. Objectifs

Pour le CETHIL :

- Réaliser les travaux de modélisation de transfert thermique sur des données locales ;
- Participer à l'optimisation des donnes 3D pour l'usage thermique ;
- Œuvrer à l'étude de besoins.

Pour la Communauté Urbaine de Lyon :

- Prendre connaissance des besoins et usages pour adapter la modélisation des données 3D. Les rendre plus riches et interopérables, afin de maximiser les usages et utilisateurs ;
- Porter à connaissance les travaux et réalisations de la cellule 3D du service d'Information Géographique ;
- Partager les données avec des acteurs locaux ;

1.1.4. Mise en œuvre

Un ingénieur d'étude a été engagé.
L'ingénieur d'étude était financé par le Centre Thermique, mais exerçait ces fonctions au service de l'information géographique du Grand Lyon (IGEO).

1.1.5. Délais

Le délai établi pour la réalisation de cette mission était de 6 mois. Du 14 novembre 2013 au 14 mai 2013.

1.2. Valeur de l'étude

L'enquête présentée ici n'a de valeur que pour la Communauté Urbaine de Lyon et ses partenaires, et donnerai certainement d'autres résultats si elle était menée au sein d'une autre collectivité.
De plus, les résultats de l'enquête sont issus de réponses de personnes préalablement choisies, et souhaitant y participer.
Ainsi, nombre de personnes et besoins ont pu être occultés.
Également certains résultats sont sur-représentés du fait du nombre élevé d'interlocuteurs liés au domaine.

Cette enquête mériterait donc d'être étoffée et aurait plus de pertinence, si diffusée a plus d'utilisateurs potentiels et de manière plus équitable.

2. L'enquête préliminaire : stratégie de recherche

Cette partie présente la méthode et les résultats de l'enquête préliminaire sur les besoins 3D et usages envisagés au sein de la Communauté Urbaine de Lyon.

2.1. Le questionnaire

Le questionnaire fut choisi comme outil d'analyse des besoins de l'enquête.
L'objectif était de définir un enchainement de questions précises pour conduire l'interview et obtenir les informations nécessaires tout en laissant place à la discussion libre.

2.1.1. Objectifs

La première fonction du questionnaire était de connaitre les besoins de chaque interlocuteur en matière d'usage. Suite aux réponses, devait être déterminées les informations à stocker sur l'objet 3D, mais aussi les outils nécessaires (requêtes spatiales, ..)
Les interlocuteurs devaient également être interrogés sur le niveau de détail de l'objet bâtiment (quel niveau de précision se prête le mieux à leur usage ?) et sur l'habillage (maquette blanche, bicolore ou texturée).
Le questionnaire fut également l'occasion d'interroger les interlocuteurs sur leurs outils de travail (comment représentent-ils le territoire actuellement ?), ainsi que sur leur connaissance des données 3D produites par le service de l'information géographique de la Communauté Urbaine de Lyon (enquête de popularité).
Enfin, les interviews devaient également servir à interroger les enquêtés sur les données en leur possession, pouvant être partagées et enrichir le socle de données 3D.

En conclusion, pour la construction du questionnaire, les questions devaient permettre d'aider à la structuration optimale de la donnée. Il s'agissait donc de connaitre les besoins liés à la sémantique de l'objet bâtiment, à sa structure géométrique mais également son habillage graphique.
La lecture de la thèse de Claudio Magalhaes Carneiro soutenue en 2011 (*Extraction of Urban Environnemental Quality Indicators using LiDAR-Based Digital Surface Models*) et plus particulièrement le chapitre 4 *User Requirment Analysis* a beaucoup aidé à son élaboration.

2.1.2. Administration

Ce paragraphe présente le déroulement des entretiens.

Pour commencer, en amont du questionnaire devaient être présentés : l'enquêteur, le contexte, la mise en œuvre, et les objectifs de l'enquête.
Cette étape devait permettre de faciliter les échanges et de s'assurer de la bonne compréhension des enjeux de l'interview.

Une fois cette présentation faite, l'interview pouvait réellement commencer.
Premièrement, était demandée à l'enquêté, une présentation de sa fonction et de son travail. Celle-ci était essentielle pour comprendre ses besoins et sa légitimité.
Durant l'entretien et suite à « l'enquête de popularité » sur les données 3D, une présentation de cette dernière était organisée.
L'interview se terminait sur une synthèse des besoins exprimés, permettant à chacun de faire le point sur les conclusions de la rencontre.
Un modèle du questionnaire est disponible en annexe 1.

La durée de l'interview (introduction, questionnaire, conclusion) était initialement prévu pour une heure, mais il était demandé aux interlocuteurs de prévoir 1h30.

Avant chaque rencontre, les besoins supposés de chaque interlocuteur étaient recensés (et si possible illustrés). Cette démarche est très importante, car elle permet d'engager les réflexions et de stimuler l'émergence des besoins.

Finalement très peu d'interviews ont pu être menées selon les prescriptions initiales du questionnaire.
Le temps, l'interlocuteur, l'adaptation à ses questions, et plus généralement la conduite de l'interview, ont fait que la plupart du temps les interviews se sont transformées en échange et conversation spontanée, non guidés par le questionnaire.
Ainsi, une bonne partie des questions ne furent pas posées et n'obtinrent pas de réponses.

Principalement, les questions ayant obtenues le moins de réponses furent :

- Celles concernant les besoins, en termes de rendu et niveau de détail ;
- Celles sur le partage de données ;
- Celles sur les méthodes de travail ;
- Les informations sur l'enquêté (description du poste et de ses missions).

2.2. Les interviews : éléments d'appréciation

Afin de cibler les personnes les plus aptes à cerner les besoins 3D de chaque direction de la Communauté Urbaine de Lyon, une intervention en réunion MOI (Management Organisation Informatique→ Référent informatique de chaque Direction) fut organisée début décembre 2013.
De cette manière, la liste de départ des personnes à interviewer était de 17 personnes.
Par d'autres biais (personnes conseillées en entretien, ou autres) 27 autres personnes ont été contactées.

Sur ces 44 contacts finaux, 15 n'ont jamais répondu, n'ont pas souhaité participer à l'enquête, ou ont formulé leur besoins à d'autres personnes interviewées.

Finalement, 29 interviews ont été menées. La plupart se sont réalisées lors d'entretiens individuels, mais 9 comprenaient au moins 2 interlocuteurs. 1 s'est faite par mail.

Sur les 29 interviews, 23 se sont déroulées dans les bureaux ou salles de réunion des interlocuteurs et 7 se sont déroulées dans les locaux d'IGEO permettant aux interlocuteurs de rencontrer les agents 3D et de connaitre leurs productions et méthodes de travail.

L'essentiel des interviewé a duré entre 1 et 2h

Les interviews ont commencé le 14 janvier 2014 et se sont terminées le 26 avril. La majorité de ces rendez-vous se sont déroulés entre janvier et février.

Les interviews ont concerné les directions du Grand Lyon, les missions territoriales, les communes et des partenaires extérieurs. Au total, avec 29 interviews, 56 personnes ont été interrogées : 36 du personnel Grand Lyon, 12 des communes et 8 de l'extérieur.

La figure1 de la page suivante reprend précisément les interlocuteurs de chaque interview.

2.3. Profil des interlocuteurs

2.3.1. Domaine d'activité

Secteurs	Nombre total d'interviews	Nombre d'interviews	Nombre de personnes interviewées	Domaines
Délégation Générale au Développement Urbain	**12**	2	2	Mission Écologie
		1	1	Mission Énergie
		1	1	Observatoire et Valorisation de Données
		1	6	Pole ADS (autorisation droits des sols)
		1	1	Mission révision PLU H
		1	1	Mission territoriale Vénissieux
		1	1	Mission territoriale Carré de Soie
		1	1	Mission territoriale Part-Dieu
		1	1	Mission territoriale Gerland
		1	1	Mission territoriale Vallée de la Chimie,
		1	1	Plan Climat
Direction de la Voirie	4		7	-
DGDEI	**3**		3	-
Direction Logistique et Bâtiments	**2**		3	-
Direction de l'eau	**1**		2	-
Direction de la Propreté	**1**		1	-
Agence d'Urbanisme	**1**		3	-
Communes	**2**		12	-
Autres Externes Grand Lyon	**4**	1	3	Aéroports
		1	1	Éclairage Public
		1	1	Canalisation de Gaz
		1	3	Recherche Thermique
Total	**29**		**56**	

Figure 1 : ***Domaines d'activités des interviewés.***
Source : Enquête Besoins 3D en Collectivité (CETHIL GRANDLYON 2014).

Conformément aux réponses et activités des interlocuteurs, 6 différents domaines sont répertoriés :

- Environnement/Énergie, 9 interviews ;
- Urbanisme/Architecture, 6 interviews ;
- Valorisation Territoriale, 6 interviews ;
- Voirie/Mobilité, 5 interviews ;
- Services Publics (Eau, Propreté, Éclairage public), 3 interviews.

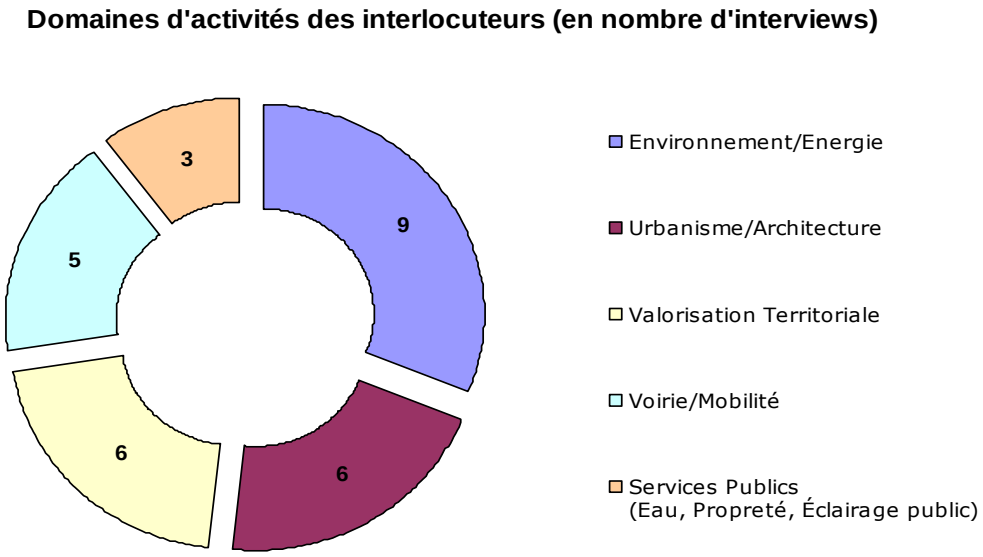

Figure 2 : ***Domaines d'activité des interviewés.***
Source : Enquête Besoins 3D en Collectivité (CETHIL GRANDLYON 2014).

2.3.2. Rapport à la 3D

Outil de travail	Réponses
2D	13
3D	14
Sans réponse	2
Nombre interviews total	29

Figure 3 : ***Outils de travail SIG actuels des interviewés, en nombre d'interviews.***
Source : Enquête Besoins 3D en Collectivité (CETHIL GRANDLYON 2014).

Comme le montre ce tableau, presque la moitié des interlocuteurs a utilisé ou utilise aujourd'hui des rendus 3D.

Cette valeur s'explique par le fait qu'une part importante des interlocuteurs était en relation avec la cellule 3D IGEO et que d'autres utilisent la 3D mais pas dans le cadre d'un SIG.

Le reste des interviewés utilisent le SIG 2D.

2.3.3. Connaissance IGEO

Connaissance Cellule 3D IGEO	Réponse
Collaboration	9
Bonne	3
Vague	8
Nulle	3
Nombre total interviews	29

A noter : Les réponses sont classées sur une échelle allant de « Nulle » à « Collaboration ».

Nulle : les interviewés ignoraient l'existence de la Cellule 3D.
Vague : les interviewés connaissent l'existence de la Cellule 3D mais ignorent ses activités et productions.
Bonne : les interviewés connaissent l'existence de la Cellule 3D, ainsi que ses activités et productions.
Collaboration : les interviewés sont en contact avec IGEO et ont collaboré sur un projet commun.

Figure 4 : *Popularité de la cellule 3D d'IGEO chez les interviewés.*
Source : Enquête Besoins 3D en Collectivité (CETHIL GRANDLYON 2014).

Le tableau ci-dessous reprend les rapports entre la cellule 3D et les interviewés.
23 réponses sur 29 interviews ont été obtenues.
Sur ces 23 réponses, une courte majorité (12) connaît très bien la cellule 3D, dont 9 échangent régulièrement avec.
Inversement, 11 ne connaissent pas ou très peu IGEO.

Plusieurs actions pourraient être menées pour augmenter la connaissance des données 3D au sein de l'espace communautaire :

- Des interventions lors des séances plénières des directions du Grand Lyon ;
- La diffusion d'une véritable plaquette de communication ;
- L'intensification des relations avec les communes ;
- Une inscription au sein du réseau des communicants du Grand Lyon.

3. Résultats de l'enquête préliminaire

3.1. Usages

Préalablement à la réalisation de ce tableau, l'intégralité des usages cités en interviews ont été rassemblés en grands domaines. Au total, 120 usages sont cités. Ce qui correspond à une moyenne d'environ 4 par interview.
Les résultats bruts son disponibles en annexe 2.

Usage	Nombre de demandes	Pourcentage (rapporté au nombre d'usages)
Intégration de projets urbains	26	22
Études de luminosité	14	12
Sous-sol	12	10
PLU	7	6
Énergétique	6	5
Marketing territorial	6	5
Végétation	6	5
Socle pédagogique	5	4
Time Line	5	4
Acoustique	4	3
Promenade 3D	4	3
Risques naturels	4	3
Études de visibilité	3	3
Aéraulique	2	2
Division volumes des bâtiments	2	2
Éclairage	2	2
Localisation locaux communautaires	2	2
Contrôle constructions	2	2
Communication hertzienne	1	1
Fête des lumières	1	1
Plan d'obstacle aérien	1	1
Localisation des remblais	1	1
Sécurité (gestion de foules)	1	1
Typologie territoriale automatique	1	1
Archéologie	1	1
Études urbaines	1	1
Total	120	100

Figure 5 : ***Usages 3D souhaités, en nombre de citations et pourcentage (rapporté au nombre d'usages).***
Source : Enquête Besoins 3D en Collectivité (CETHIL GRANDLYON 2014).

Usage	Nombre d'interviews	Pourcentage
Intégration de projets urbains	16	55
Études de luminosité	11	38
Sous-sol	10	34
Végétation	7	24
Énergétique	6	21
Marketing territorial	6	21
PLU	6	21
Time Line	5	17
Acoustique	4	14
Promenade 3D	4	14
Risques naturels	4	14
Socle pédagogique	3	10
Études de visibilité	3	10
Aéraulique	2	7
Division volumes des bâtiments	2	7
Éclairage	2	7
Localisation locaux Grand Lyon	2	7
Contrôle constructions	2	7
Communication hertzienne	1	3
Archéologie	1	3
Études urbaines	1	3
Fête des lumières	1	3
Plan d'obstacle aérien	1	3
Localisation des remblais	1	3
Sécurité (gestion de foules)	1	3
Typologie territoriale automatique	1	3
Nombre interviews total	29	100

A noter : Les usages sont réunis par type pour chaque utilisateur, de manière à savoir quel pourcentage d'utilisateurs est intéressé par chaque usage.

Figure 6 : *Usages 3D cités en interview, en nombre d'interviews et pourcentage (rapporté au nombre d'interviews).*
Source : Enquête Besoins 3D en Collectivité (CETHIL GRANDLYON 2014).

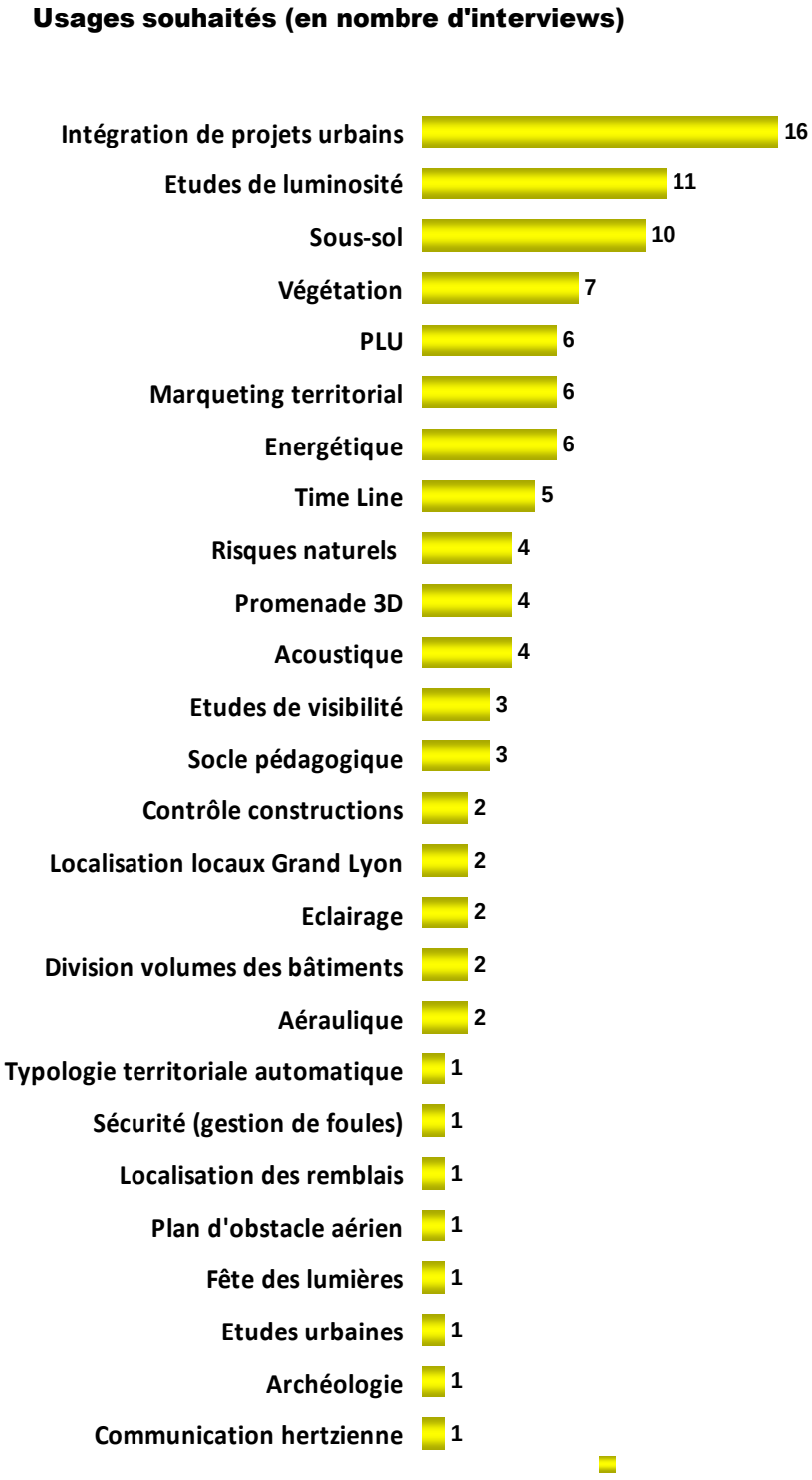

Figure 7 : *Usages 3D souhaités, en nombre d'interviews.*
Source : Enquête Besoins 3D en Collectivité (CETHIL GRANDLYON 2014).

3.1.1. Intégration de projets urbains

Pour presque 60 % des interviews, la maquette 3D est avant tout un socle permettant l'intégration de projets urbains, un outil offrant de projeter des hypothèses urbanistiques et de juger de leur intégration dans le contexte environnant, servant des objectifs de concertation, d'aide à la décision et de communication.
Malgré la volonté de démocratiser la 3D pour des usages plus techniques, la donnée 3D reste aujourd'hui principalement perçue comme un support esthétique.

De manière plus précise les usages rassemblés dans le terme « intégration de projets urbains » sont :

- les insertions en phase amont du projet pour des concertations entre utilisateurs métiers, associant parfois les habitants et permettant de fixer les grandes orientations et volumes des projets urbains ;
- Les insertions de projets 3D - proposés par exemple par des architectes en phase de concours - leur visualisation dans le paysage urbain et leur comparaison objective, pour l'aide à la décision avant la sélection définitive ;
- Lorsque le projet est établi, son insertion dans le socle 3D, de manière à communiquer sur le choix définitif et à en informer les habitants.

Les principales demandes associées à cet usage sont premièrement l'interactivité du rendu final. C'est à dire de ne pas rendre une scène figée, mais une scène rendant possible la navigation, l'affichage ou non des données, voir même la création 3D (notamment en phase de concertation).
Sont également souhaités, des supports plus libres et accessibles (telles que des bornes tactiles, tablettes et surtout un accès à la donnée sur internet), permettant de cibler un public plus large.
Attention cependant, plusieurs interlocuteurs ont rappelé que la diffusion de données 3D sur le devenir d'un quartier, doit obligatoirement s'accompagner d'une pédagogie permettant d'expliciter la distinction entre la future réalité et le rendu 3D.

3.1.2. Étude de luminosité

Le 2° usage souhaité concerne les études de luminosité, il est cité par 40% des interviews.

Selon les interviews, ces études de luminosité doivent servir à :

- Déterminer le potentiel photovoltaïque d'une ville ou d'un quartier.
  Elles ne se substituent pas à une analyse fine au cas par cas, mais permettent de déterminer les bâtiments et pans de toits s'y prêtant le plus (de part leur profil, leur inclinaison, leur orientation, leur ombrage) ;

- Pour un projet urbain, décider des gabarits de construction les plus efficients (« droit au soleil » : apporter un maximum de lumière naturelle pour les habitations) ;
- Étudier l'ensoleillement d'un quartier, la réflectance de la lumière afin de localiser les ilots de chaleur et/ou ilots de fraicheur ;
- Analyser l'ombre portée de chaque bâtiment sur un cycle diurne et annuel, afin d'adapter la végétation en fonction de l'apport en luminosité sur chaque espace.

3.1.3. Sous-sol

Les études liées au sous-sol est le 3° usage le plus cité. 35% des utilisateurs voient en la 3D un outil de modélisation du sol, un moyen de « voir ce que l'on ne voit pas », et de l'étudier. L'émergence de ce besoin témoigne du manque d'accès relatif à cette donnée.

Ici, les usages recensés sous le terme sous-sol concernent :

- Premièrement, la modélisation du sous-sol des bâtiments et leur interaction avec les réseaux souterrains (électricité, gaz, eau) permettant de détecter les zones de conflit ;
- Deuxièmement, le lien entre le sous-sol des bâtiments et la nappe phréatique, permettant de déterminer le volume potentiellement immergé (pour l'installation de puits de pompage, de pompe à chaleur) ;
- Et avant tout, une modélisation de l'intégralité des éléments du sous-sol, qui pourra servir aux études préalables au lancement d'un projet de toutes natures.

A noter que la modélisation du sous-sol ressort comme un des éléments centraux de cette enquête, et fait preuve du besoin de démocratisation de l'information.
Cette démocratisation passe avant tout par une fiabilisation et précision de la donnée 2D dans un premier temps, en 3D dans un autre temps. En effet si l'information manque de précision sur la position spatiale des objets (X, Y), elle en manque encore plus concernant la profondeur ou l'altitude. Encore très peu d'éléments souterrains détiennent cette information.

3.1.4. PLU

La modélisation du Plan Local d'Urbanisme en 3D fut citée 6 fois, soit par plus d'1 interview sur 5.

Concrètement, selon les interviews, cette modélisation permettrait :

- De s'assurer de la cohérence globale du document sur l'état actuel du bâti (en confrontant les règles de constructibilité au bâti actuel) ;
- D'aider à la décision pour la révision du PLU en visualisant l'influence des différentes règles sur la morphologie des volumes de construction, de proposer des volumes de construction maximum à chaque parcelle ;
- D'apporter une dimension visuelle / volumique à l'instruction. Créer par exemple un système d'alerte faisant que lorsque l'on insert un projet 3D, les concepts non respectés soient mis en évidence ;
- Enfin, de permettre une consultation immersive du PLU pour une meilleure compréhension/appropriation des règles d'urbanisme par le public et les décideurs.

C'est sur ce dernier point que s'accorde le plus d'utilisateurs potentiels : exploiter le potentiel pédagogique de la 3D pour démocratiser les différents concepts du PLU, le rendre plus intelligible et accessible.
Cependant, si beaucoup souhaiteraient apporter cette nouvelle dimension au PLU, peu l'envisagent concrètement (faute de moyens techniques, financiers et surtout humains).

3.1.5. Marketing territorial

Le marketing territorial est cité par plus d'1 interview sur 5.
Il est principalement représenté par les missions territoriales, dont le but est de dynamiser un espace géographique.

Le marketing territorial se définit comme la promotion d'un espace, dans le but d'y attirer du capital social (habitants) et économique (activités).
Ici, le rôle de la 3D est essentiellement de porter ces objectifs. C'est-à-dire de permettre de découvrir le territoire, ses secteurs à enjeux mais également les projets urbains, les mutations de certains quartiers, le tout sur une borne 3D.

3.1.6. Énergétique

Souhaité par 1 interview sur 5, l'étude thermique est l'usage strictement « technique » le plus cité.
La nouvelle compétence énergétique de la Communauté Urbaine de Lyon, les obligations de réduction de la facture énergétique, les Smart Cities … font que la thermique des bâtiments devient une préoccupation d'une multitude d'acteurs.

Il se trouve que grâce à un socle bâti 3D, il est possible de modéliser la déperdition de chaleur et la consommation énergétique d'un quartier.
Aujourd'hui la modélisation de la consommation énergétique de certains quartiers peut permettre de mettre en œuvre des démarches de réhabilitation ciblées. C'est pourquoi l'usage thermique est aussi représenté.

Toutefois, si beaucoup envisagent la 3D pour l'usage thermique, peu sont en mesure de réaliser ces modélisations, la plupart souhaite donc uniquement visualiser cette donnée via une maquette 3D.
En outre, les données 3D de la Communauté Urbaine de Lyon ne sont actuellement pas optimisées pour ce type d'usage technique.

Ainsi pour l'usage thermique est nécessaire :

- Une modélisation à la face permettant de rattacher diverses informations telles que l'exposition, le taux de surface vitrée, ou la relation vis-à-vis d'autres bâtiments ;
- Des informations à chaque bâtiment telles que l'année de construction, l'usage, la population ;
- Une modélisation de la végétation (effet masque).

Sans ces préconisations, cette modélisation thermique n'est pas réalisable.

3.1.7. Time-Line

La « Time Line » correspond à l'évolution historique d'une zone géographique, elle est citée par 5 interviews, soit 1/6.

Connaître l'évolution d'un territoire, sa densification, sa désertification, sa désindustrialisation … à plus ou moins long terme permet de comprendre les enjeux inhérents à chaque quartier, de les prendre en compte pour avancer vers un futur cohérent avec le passé.
La modélisation 3D du paysage urbain, tel qu'il fut et tel qu'il sera, y prend tout son sens. En effet, l'apport de la 3ème dimension, permet de s'approprier et de se projeter dans le passé.
La vision volumique, est la représentation la plus significative, intelligible et ludique.

La date de construction des bâtis, et d'autres sources d'information telles que la photographie aérienne ou le plan cadastral, permettent ces reconstitutions.

3.1.8. Risques naturels

L'usage de la 3D pour la modélisation des risques naturels (inondations et mouvements de terrain) est souhaité par 4 interviews, soit environ 15%.

Une nouvelle fois, une vision 3D du territoire est plus explicite qu'une représentation 2D.
Ainsi la compréhension de l'impact des risques naturels et des périmètres induits, devient plus aisée.
Par exemple pour les risques liés aux inondations, la modélisation des crues centennales ou millénaires, en confrontation avec le bâti et le terrain naturel, permet de mesurer approximativement le volume d'eau d'un espace ou d'un bâtiment.

3.1.9. Promenade 3D

La promenade 3D consiste en une visite 3D du territoire, suivant des objectifs de valorisation patrimoniale. Elle est souhaitée par 4 interviews, soit 15 %.

La promenade 3D est un circuit fermé et déterminé à l'avance, s'arrêtant sur des éléments notables : bâtiments historiques, arbres remarquable …. Elle permet de présenter et mettre en valeur le patrimoine de la ville et vise un public large : élus, habitants, scolaire, investisseurs …

3.1.10. Acoustique

Les études acoustiques permises par la modélisation de la ville en 3D sont demandées par environ 15% des interviews.
Les études acoustiques consistent en la mesure du bruit et la mise en évidence des populations les plus exposées.

La 3D est utile aux calculs principalement en milieu urbain, en raison de l'effet « canyon urbain », de la résonance du bruit d'un bâti à l'autre.
Les méthodes propres aux calculs acoustiques sont semblables à ceux de la thermique (indiqués à la page précédente). Les prescriptions sont donc les mêmes, la seule différence étant que les calculs acoustiques n'ont pas besoin d'une modélisation 3D de la végétation.

3.1.11. Visibilité

Les études de visibilité 3D ont été demandées par 3 interviews, soit environ 10%.

Ces études de visibilité ont un sens lors de la phase d'études préliminaires à construction de projets urbains de grande hauteur. Elles permettent en effet de déterminer l'impact visuel d'un bâtiment sur les bâtiments environnants.
Ainsi par un jeu de lancer de rayons, sont facilement déterminables, les bâtiments sur lesquels l'impact visuel sera le plus gênant. L'architecture du projet peut subséquemment être modifiée, pour atténuer cet impact.
De la même manière par ces études de visibilité, il est possible de juger de la forme la plus optimale, offrant le champ de vision le plus large possible.

La 3D est ici indispensable puisqu'elle décrit de manière précise la hauteur et le profil des bâtiments voisins, mais également la courbe du relief naturel. Le rendu visuel est également plus appréciable.

3.1.12. Socle pédagogique

Cité par 3 interviews, le socle pédagogique peut se définir comme un outil de discussion. Socle de présentation, il permet à tous de repérer l'endroit autour duquel sont engagées les conversations.

Il est envisagé lors de présentations à des acteurs non initiés (élus, habitants, scolaires) nécessitant une spatialisation.
Ici, la maquette 3D permet de mieux appréhender les questions relatives à un territoire, étant reconnaissable ou intelligible par tous.
De plus, la dimension 3D apporte un aspect ludique permettant d'attirer les attentions.

3.1.13. Autres

Les usages représentant moins de 10% des interviews, ne seront pas explicités.
Le fait qu'ils soient peu demandés ne signifie pas qu'ils ne soient pas importants, mais simplement que le profil des personnes interviewées dans cette enquête, ne correspond pas à ce type d'usage.
Il en va de même pour les usages n'ayant peut-être pas été cités.

3.2. La donnée

3.2.1. Objets

Ce paragraphe fait référence aux objets 3D que les interlocuteurs souhaitent voir intégrés au socle 3D de la Communauté Urbaine de Lyon.

Classe d'objets	Nombre de demandes	Pourcentage
Végétation	15	52
Mobilier urbain	11	38
Réseau souterrain	7	24
Nappe phréatique	4	14
Infrastructures souterraines	3	10
Néant	3	10
Fantoir	2	7
Cadastre	2	7
PPRi	1	3
Réalité augmentée	1	3
Nombre interview total	29	100

Figure 8 : ***Classes d'objets souhaitées, en nombre d'interviews et pourcentage (ramené au nombre d'interview).***
Source : Enquête Besoins 3D en Collectivité (CETHIL GRANDLYON 2014).

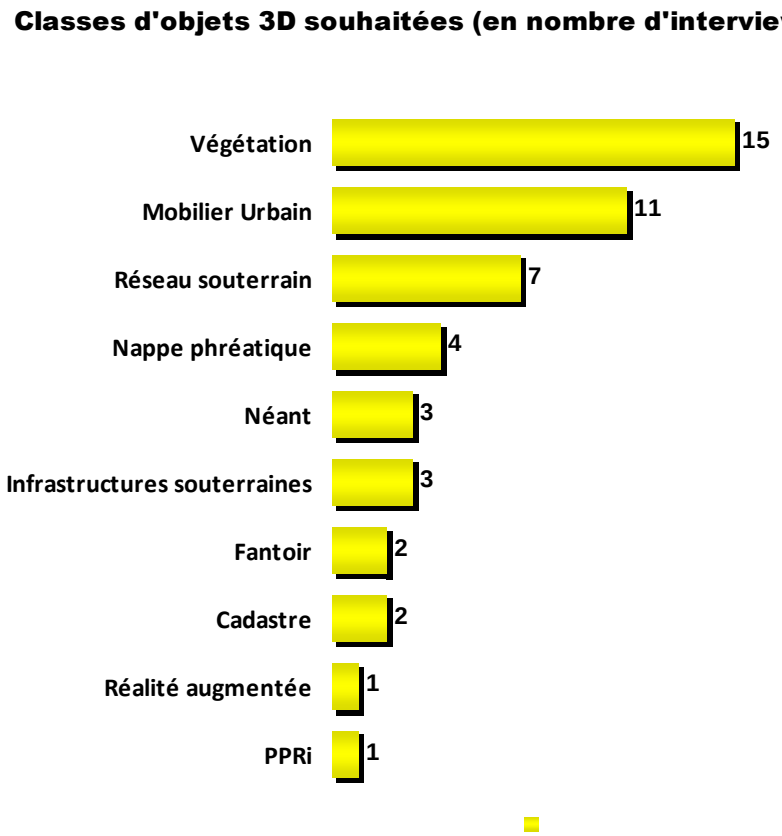

Figure 9 : *Classes d'objets souhaitées, en nombre d'interviews et pourcentage.*
Source : Enquête Besoins 3D en Collectivité (CETHIL GRANDLYON 2014).

- **La végétation**

L'intégration de la végétation dans les maquettes 3D est demandée par plus d'1 interview sur 2.

Comme vu précédemment (cf. Usages) la végétation est essentielle à une scène 3D, elle permet d'atténuer l'effet « maquette » de cette dernière - ne correspondant pas à la réalité terrain - et apporte du réalisme.
Sa modélisation pourrait multiplier les usages de la maquette 3D.

▪ Le mobilier urbain

Tout comme la végétation, le mobilier urbain (lampadaires, bancs, poubelles, arrêts de bus, stations vélo, panneaux d'affichage …) permet d'ambiancer une scène 3D et sont autant d'éléments permettant aux habitants du quartier de se localiser au sein de la maquette 3D.
1 interview sur 3 a demandé sa modélisation 3D, faisant ressortir un besoin de modelisation.

Si la principale raison invoquée est de produire une maquette plus réaliste, certains usages techniques réclament également cette modélisation.

- C'est par exemple le cas de l'étude des flux (dans le cadre de la mobilité urbaine ou de la sécurité), pour l'effet obstacle de ce mobilier ;
- Également, cet effet obstacle peut servir aux services de la propreté, pour le nettoiement des espaces piétons ;
- Autre usage cité, l'aide à la gestion de la taxe locale de publicité extérieure (TPLE) : Emplacement des panneaux, conformité, respect des hauteurs, pourcentage de surface de façade …

Cette modélisation est réalisable via une banque de données reprenant les principaux modèles de mobilier urbains qu'il faudrait ensuite localiser (avec les couches géographiques de localisation 2D) et orienter. Le canton de Genève utilise déjà cette méthode.

▪ Le souterrain

Au total, la modélisation d'éléments souterrains est demandée à 14 reprises (7 pour le réseau souterrain, 4 pour la nappe phréatique et 3 pour les infrastructures souterraines).
Cette demande fait écho au nombre d'usages liés au sous-sol.
Le but de cette demande est de voir et étudier l'intersection entre le sous-sol des bâtiments 3D et d'autres éléments souterrains.

La modélisation 3D de ce type d'infrastructure (réseau et bâti) est difficilement réalisable. Très souvent la position géographique de ces objets est connue en X et Y mais peu précise, leur profondeur l'est encore moins. D'autre part cette modélisation est avant tout relative au partage de données entre les acteurs.
Ceci étant le service de l'Information Géographique du Grand Lyon possède déjà une bibliothèque d'objets 3D assez complète et une localisation précise de ces éléments sur les secteurs couverts par des plans topographiques notamment.

La nappe phréatique est quant à elle modélisable puisque des piézomètres réguliers indiquent sa profondeur. Toutefois ces informations ponctuelles sont difficilement transposables pour une exploitation 3D, impliquant un rendu volumique.

- **Cadastre et fantoir**

Le cadastre et le fantoir sont 2 couches géographiques 2D, l'un recense les propriétés foncières, l'autre le filaire de voies.
Ces couches s'expriment uniquement dans un champ spatial 2D (pas d'altitude, de hauteur ou de profondeur). Leur interaction avec des éléments 3D est toutefois souhaitée.
En effet, ce sont des outils de travail souvent indispensables (urbanisme, voirie, ...).

Leur passage en 3D est facilement réalisable, par méthode de drapage.

- **Réalité augmentée**

La réalité augmentée consiste à faire le lien entre le terrain concret et le projet 3D.
Cette réalité est imaginée pour permettre aux habitants, sur des projets précis et géolocalisés, de « flashcoder » un panneau de projet via un Smartphone, pour voir apparaître le projet quelques années plus tard.

- **PPRi (Plan de prévention du risque inondation)**

Besoin certainement sous-représenté, la modélisation 3D du périmètre de risques liés aux inondations a une vocation technique - détermine les éléments submergés ou non ainsi que la hauteur d'eau approximative - et pédagogique.
Des études plus poussées étudiant les mouvements d'eau peuvent également en découler.

La transposition 3D du PPRi, est facilement réalisable

3.2.2. Informations au bâtiment

Informations au bâtiment	Nombre de demandes	Pourcentage
Néant	80	67
Usage	24	20
Population	10	8
Age	10	8
Sous-sol	8	7
Locaux GL	5	4
Consommation Energétique	4	3
Surface Habitable	1	1
Pompes à Chaleur	1	1
Nombre d'usages cités	**120**	**100**

Figure 10 : ***Informations souhaitées à chaque bâtiment, en nombre de demandes et pourcentage (rapporté au nombre d'usages cités total).***
Source : Enquête Besoins 3D en Collectivité (CETHIL GRANDLYON 2014).

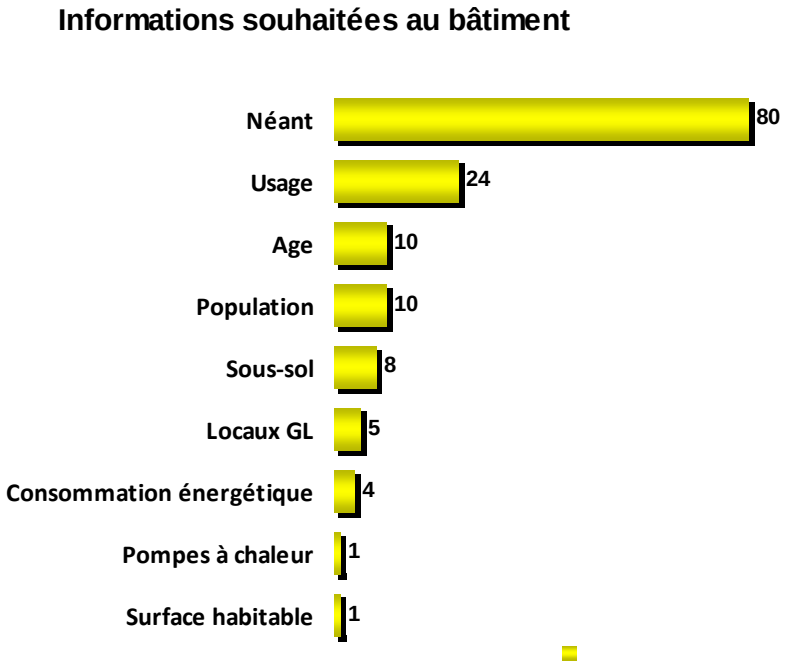

Figure 11 : ***Informations souhaitées à chaque bâtiment, en nombre de demandes.***
Source : Enquête Besoins 3D en Collectivité (CETHIL GRANDLYON 2014).

▪ Méthode

En face de chaque usage 3D cité par les interviewés, ont été déterminées les informations à rattacher a chaque bâti.
Ainsi pour 120 usages cités lors des 29 interviews, 143 informations liées au bâtiment ou non ont été listées

- Par exemple pour le calcul thermique d'un quartier : l'usage (habitat, tertiaire, industrie …), l'âge, la population de chaque bâtiment doivent être recensés. Ainsi les informations « Age », « Population », « Usage » sont listées en face de cet usage.
- Inversement, pour une maquette 3D évolutive de la végétation, à des fins de communication, aucune information liée au bâtiment n'est nécessaire.
  L'information « Néant », signifiant qu'aucune information n'est utile, est donc notée.

▪ Résultats

Comme le montre le tableau ci-dessis, sur 120 usages totaux, plus de 80 (ou 67 %) ne nécessitent pas que des informations soient liées à l'objet bâtiment.
En effet, plus de 20% des usages concernent l'intégration, et n'ont besoin que du modèle géométrique du bâtiment. De la même manière, plus de 10% concernent des études de luminosité, se suffisant de l'enveloppe géométrique de l'objet bâtiment.

Ceci étant, pour 1 usage sur 3, des informations sur les caractéristiques des bâtiments sont demandées :

- Ces informations sont d'abord l'**usage** du bâtiment, s'agit-il d'un bâtiment industriel, d'un bâtiment résidentiel, d'un bâtiment occupé par des bureaux, …
  Cette information sur l'usage peut servir pour l'analyse de phénomènes urbains, mais également à des études urbaines traitant de l'occupation du quartier, avant une intervention par exemple ;

- Puis l'**âge** du bâtiment, avec 10 demandes. Cette information est très utile pour des usages techniques puisqu'elle peut témoigner de la méthode de construction du bâtiment et donc d'informations liées comme le matériau, l'architecture et donc l'isolation.
  L'âge permet également de travailler sur des évolutions historiques et d'étudier la densification de la ville, puis d'en faire des représentations 3D ;

- La **population** est également demandée à 10 reprises pour les usages techniques ainsi que les études urbaines ou encore pour des représentations 3D de la répartition démographique ;

- Aussi, si la représentation 3D du sous-sol ne peut être assurée, beaucoup (pour 8 usages) demandent à ce que des informations sur le **nombre d'étages en sous-sol**, soient indiquées dans les attributs de l'objet bâtiment ;

- Dans une moindre mesure, est demandée la **localisation des locaux dont la Communauté Urbaine est propriétaire** ;

- Mais également la **consommation énergétique** des bâtiments, en lien avec l'engagement de la Communauté Urbaine de réduire sa facture énergétique, de manière à prévoir une intervention de rénovation thermique sur les quartiers les plus vétustes ;

- Plus à la marge, puisqu'il ne représente qu'1 demande, la s**urface habitable**, ainsi que la localisation des **pompes à chaleur** (leur raccordement avec le réseau souterrain) sont citées.

3.2.3. LOD (Level Of Détail)

LOD maximum désiré	Nombre de demandes
LOD 1	0
LOD 2	5
LOD 3	11
LOD 4	3
Sans réponse	10
Nombre interviews total	29

Normes CityGML (citygml.org):

LOD0 pour les parties de maquette sous forme de paysage sans sursol
LOD1 pour les bâtiments représentés par de simples blocs
LOD2 pour les bâtiments avec toiture et façades représentées
LOD3 pour les bâtiments dont l'architecture est précisées
LOD4 pour les parties de maquettes avec navigation à l'intérieur des bâtiments

Figure 12 : ***Plus haut niveau de détail de bâtiment souhaité, en nombre d'interviews.***
Source : Enquête Besoins 3D en Collectivité (CETHIL GRANDLYON 2014).

Cette question fait référence au modèle de structuration de la donnée, offrant une définition de plus en plus fine et fidèle du LOD1 au LOD4 (norme City GML).
Seul 19 réponses sur 29 interviews ont été obtenues pour cette question.
Les réponses montrent que la plus part souhaiteraient une modélisation en LOD 3, c'est à dire une définition précise de tous les éléments architecturaux extérieurs (ouvertures, balcons, arches, cheminées …).

Le LOD 3 est en fait privilégié pour les maquettes à l'échelle de la rue, voire du quartier. Que ce soit pour les projets d'insertion, ou pour des usages plus techniques tels que l'acoustique, la thermique, l'aéraulique.

En effet, ces détails architecturaux permettent de rendre un rendu 3D plus réaliste, et de gommer l'effet parfois « suranné » de la maquette.
Pour les usages techniques ces détails ont une importance qui ne peut être négligée. Par exemple dans l'étude des mouvements d'air, un balcon ou un décroché de façade vont influer sur le système général de la rue (à l'image du mobilier urbain ou de la végétation).

Pour une visualisation plus globale, à l'échelle de la commune, le LOD 2 est suffisant.

3.2.4. Rendu

Rendu habillage des bâtiments	Nombre de demandes
Bicolore	1
Blanche	3
Texturé	8
Sans réponse	17
Nombre interviews total	29

Figure 13 : *Classes d'objets 3D souhaitées (non bâtiments), en nombre d'interviews.*
Source : Enquête Besoins 3D en Collectivité (CETHIL GRANDLYON 2014).

A cette réponse, seules 12 réponses ont été obtenu, ce qui peut mettre en doute la valeur de la synthèse des réponses.
Le choix portait sur le rendu de la maquette. Une maquette blanche sans texture peut-elle convenir, ou bien est-il préféré une maquette bicolore permettant de différencier les toits des façades ? L'autre alternative étant la maquette texturée, où les façades et toits réels de chaque objet sont plaqués.
Les 2/3 des réponses obtenues penchent pour un rendu texturé géospécifique (rendu réaliste issu de photographies).

L'utilisation des textures permet encore une fois de rendre la scène 3D plus réaliste et surtout plus reconnaissable, il est ainsi plus facile de se repérer au sein de la maquette.
Pour les usages techniques, les façades réelles peuvent permettent par reconnaissance automatique, de déterminer l'usage du bâtiment, son style architectural et son âge ou encore son taux de surface vitrée (indispensable à l'usage thermique par exemple).
Pareillement, les matériaux ou la couleur des surfaces seront utiles à des usages tels que l'acoustique, la thermique.
A noter toutefois, l'ajout des textures de façades par méthode automatique grâce aux clichés aériens, ne permet pas un rendu correct pour une maquette dont l'échelle est la rue, permettant un point de vue piéton.
Ce type de maquette nécessite un travail plus approfondi de rendu textural.

A l’inverse certains usages techniques se suffisent de la maquette blanche. Par exemple, les usages liées aux risques naturels ou anthropiques (tels que la gestion des mouvements de foules).

4. Structuration de la donnée

Cette partie aborde les réflexions sur la structuration de la donnée 3D bâtiment, elle fait suite à l'enquête sur les usages de la 3D et propose un modèle permettant de maximiser l'exploitation de ces données.

4.1. Actuellement à la Communauté Urbaine de Lyon

Les données sont obtenues par méthode photogrammétrique (méthode spécifique consistant à croiser différents clichés reprenant un même objet sous des angles différents, pour en saisir l'altitude), permettant d'obtenir une modélisation fine de chaque toit de bâtiment.
Une opération d'extrusion, permet ensuite de créer les façades des objets jusqu'au sol, jointives aux bords de toits.
Puis, chaque objet bâtiment est texturé via les clichés aériens, par le biais d'une méthode automatique se basant sur la position spatiale des objets et clichés.

La structuration du bâti est donc issue des besoins inhérents à la méthode de photogrammétrie. De par cette méthode, c'est donc majoritairement une différence de hauteur qui induit la création d'un autre objet « bâtiment ».
La modélisation ne prend donc en compte que des critères géométriques. L'objectif est de s'approcher au mieux de la forme architecturale de l'édifice.
Ces bâtiments 3D n'ont pas de relation avec les bâtiments physiques tels qu'on les envisage. Ils n'ont donc aucune relation avec les bâtiments cadastraux.

L'exemple ci-dessous reprend cette explication et montre que pour les bâtis 3D, selon les logiques photogrammétriques, une maison individuelle est constituée de 2 objets distincts.

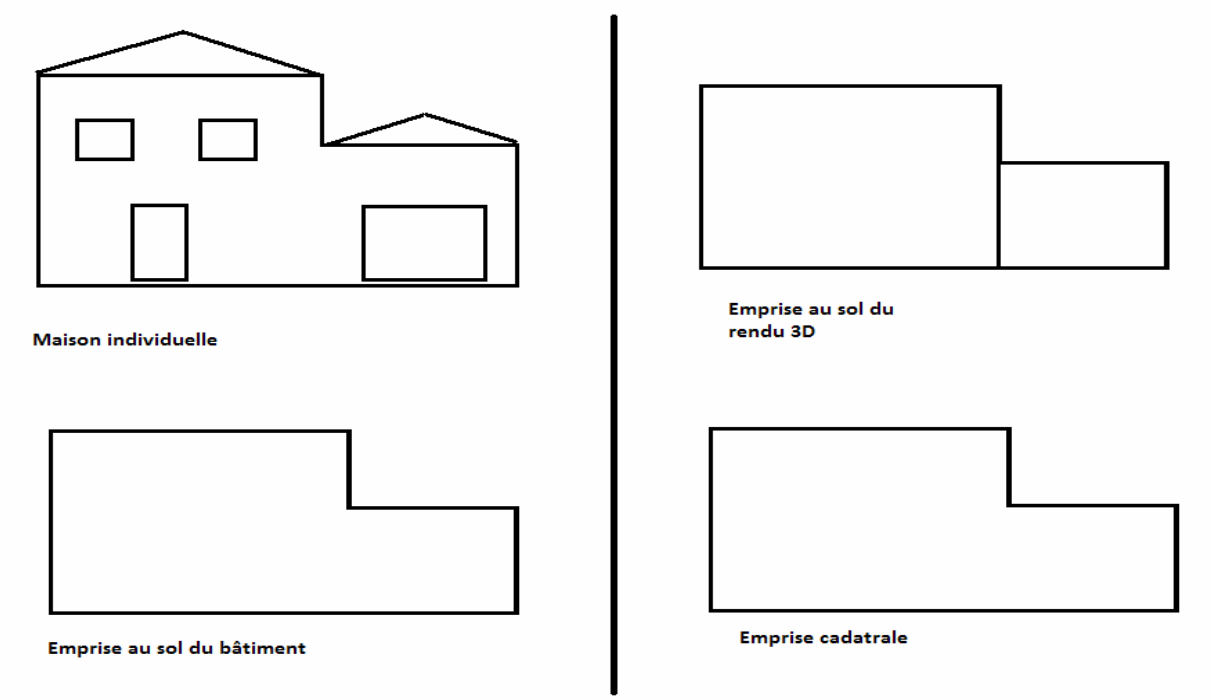

Schéma modélisation 3D

Ces mêmes logiques photogrammétriques ont également un effet, non plus sur la multiplication des objets, mais sur leur réduction.
Dans le cas d'un ilot urbain, si les immeubles le constituant ont la même hauteur et un profil semblable, ces immeubles ne constitueront qu'un seul et même bâtiment 3D.

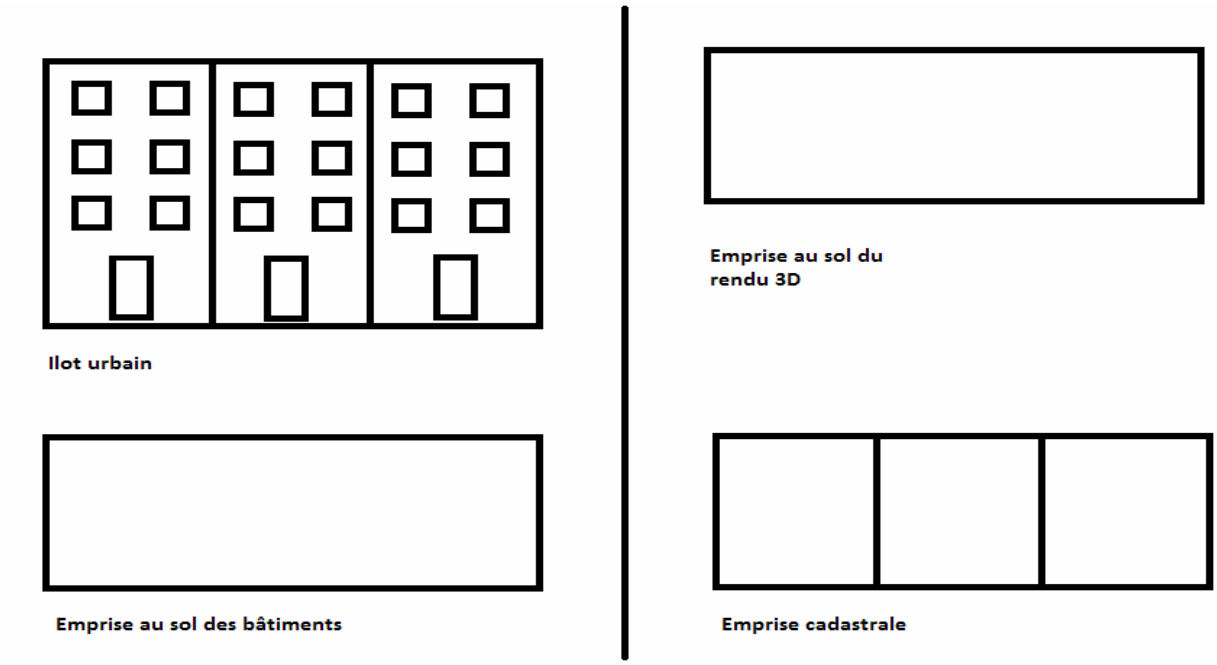

Schéma modélisation 3D, v2.

De même, du fait de l'opération d'extrusion présentée plus haut, si les toits sont structurés de la manière la plus réaliste possible, les façades des bâtiments sont planes, ne présentent aucun détail architectural : décroché de façade, bord de toit, bord de fenêtre, balcon ou seuil de porte…
Aussi, afin de répondre à des problématiques d'optimisation de taille de fichiers et de performance de lecture, l'intégralité des faces conjointes à deux bâtiments 3D, ont été supprimées.

Pour un usage purement esthétique jusqu'à l'échelle du quartier, cette modélisation est optimale, elle propose un socle 3D allégé et fidèle à la réalité terrain.
En revanche plus part des usages techniques ou esthétiques nécessitant un rendu piéton, ce genre de modélisation ne convient plus.

4.2. Structuration proposée

Les préconisations de structuration portent sur 2 thèmes disjoints, même si liés :
La modélisation (aspect géométrique) et la sémantique (information liée).

4.2.1. Modélisation des données

La priorité des usages techniques (tel que l'énergétique ou l'acoustique) est d'obtenir une modélisation fidèle de chaque bâtiment, reprenant l'ensemble des façades externes réelles, qui pourront être traitées distinctement.
Ces prescriptions demandent donc que les bâtiments ne soient plus structurés en fonction des logiques photogrammétriques et d'allégement de fichier, mais selon les logiques et formes de constructions réelles propres à chaque bâtiment.
Outre cette demande de justesse réelle de modélisation (pour des usages techniques - auxquels peut être rajouté l'aéraulique, les études de luminosité - mais aussi des usages relatifs à l'intégration de projets urbains à l'échelle de la rue), une modélisation réelle des façades est également nécessaire.
Les ouvertures (portes, fenêtres …) doivent être modélisées, mais également tous les détails architecturaux tels que les avancées de façades ou toitures, balcons et seuils de porte.

Concrètement est donc demandé :
Une modélisation reprenant les réalités physiques des bâtiments, tant au niveau de l'emprise que des détails de sa structure.

Les solutions envisageables sont d'abord une modélisation des objets en LOD3 puisque ce niveau de détail induit une modélisation fine et détaillée de l'ensemble des façades externes de chaque bâtiment (d'autant que plus de la moitié des réponses à la question de la modélisation

concerne le LOD 3). Cette modélisation permettrait d'une part de convenir aux usages techniques étudiant les phénomènes urbains Et d'autre part de convenir aux travaux d'insertion de projet réclamant une description détaillée des éléments bâtis mais aussi au rendu piéton.

Le LOD 3 est accessible par différents procédés :

- La méthode LASER, qui via des outils spécifiques permet d'obtenir le moindre détail de chaque face de bâtiment. Attention cependant, au poids et à l'exploitation des fichiers ;
- L'interprétation des clichés reportés sur les façades des bâtiments (détection des surfaces vitrée, balcons, portes, …). Attention cependant, cette méthode reste néanmoins expérimentale à ce jour ;
- L'utilisation du BIM (Building Information Modeling). C'est-à-dire des objets réalisés par DAO/CAO (Dessin/Conception assistée par ordinateur), comprenant l'ensemble des détails extérieurs et intérieurs. Attention cependant, au poids et à l'intégration de ces fichiers dans un SIG.

Pour répondre au besoin de reprendre les limites réelles de chaque bâtiment, la solution consisterait en la création d'une relation entre le bâti 3D et le découpage cadastral qui dans la majorité des cas, représente le bâti selon des réalités physiques liées à la propriété.
De cette manière chaque bâtiment 3D correspondrait à une réalité physique.

Deux solutions peuvent convenir pour cette modélisation :

- Premièrement découper les bâti 3D en fonction des parcelles cadastrales, et créer les faces manquantes ;
- Deuxièmement, suite à la saisie photogrammétrique, ne pas extruder les bords de toits jusqu'au sol mais extruder l'emprise des bâtiments cadastraux jusqu'au toit.

Finalement, l'intérêt de lier les bâtiments 3D au cadastre est double :

- Proposer une modélisation liée à la réalité physique du bâti ;
- Permettre de rattacher au bâtiment des informations issues des données fiscales.

4.2.2. L'enrichissement de la sémantique

Aujourd'hui les attributs rattachés aux bâtiments sont uniquement géométriques. Ils sont relatifs à la structure de l'objet, tels que la hauteur, la surface ou encore la nature (façade ou toit)
L'enquête a montré que ces attributs ne suffisent plus.
Ainsi pour plus d'1/3 des usages envisagés, des informations sont nécessaires.

Le lien avec le cadastre et donc les données fiscales peut permettre d'enrichir l'information rattachée à chaque bâtiment. Par le cadastre, l'année de construction, l'usage principal, la propriété, la nature, indirectement la population et de manière partielle et approximative le nombre de niveau en sous sol peuvent être connus.

Les données littérales du cadastre informatisé (ou fichiers MAJIC) sont la source d'information la plus juste, complète et partagée. C'est aujourd'hui le seul moyen permettant de satisfaire le besoin de précision nécessaire à la multiplication des usages techniques ou d'analyse.

4.2.3. Les limites

- **LOD3**

Le LOD 3 se résume par une modélisation fine du bâti. Le LOD 2 est le niveau de détail actuel du l'ensemble des donnée 3D du Grand Lyon, ce niveau de détail est atteint pas méthode photogrammétrique.
Une modélisation en LOD 3 n'est aujourd'hui pas possible par cette méthode. Elle induit une réalisation à façon. Le temps de modélisation est à rallonger. De plus, la multiplication des objets - consécutive à la saisie de l'ensemble des détails - conduit à une augmentation du volume de stockage et une baisse des performances d'affichage et de traitement.

Aujourd'hui ce LOD 3 n'est réalisable que sur quelques objets emblématiques ou sur un secteur à enjeu, la modélisation de l'ensemble du territoire du Grand Lyon de cette manière n'est pas envisageable.

- **Cadastralisation du bâti.**

La cadastralisation du bâti apparaît comme la solution évidente pour enrichir la structuration de la donnée bâtiments.
Néanmoins, sa réalisation n'est pas aisée :
Premièrement la géolocalisation du cadastre n'est pas toujours exacte et précise, contrairement à celle du bâti 3D ;
Deuxièmement, les données cadastrales sont des données fiscales, elles sont donc déclaratives et ne prennent pas en compte l'ensemble des bâtiments (ou locaux) publics n'ayant pas de vocation fiscale (Écoles, casernes,…). Elles sont également mises à jour de maniere irreguliere sur l'ensemble du territoire.

Enfin et surtout, l'intégralité des informations fiscales est liée non pas aux bâtiments cadastraux mais aux parcelles cadastrales. Le problème se pose lorsque plusieurs bâtis se trouvent sur un même parcelle, ou comment attribuer de manière judicieuse l'information à tel ou tel bâti ? Dans le cas du territoire de la Communauté Urbaine de Lyon, seul 7,15% des parcelles accueillent plus d'un bâti, ce qui représente 17 482 parcelles.
Comme dit plus haut deux solutions peuvent être envisagées pour la cadastralistation du bâti :

- Découper les bâti 3D en fonction des parcelles cadastrales;
- Ou deuxièmement choisir d'extruder l'emprise des bâtiments cadastraux jusqu'aux toits issus de la saisie photogrammétrique.

La première solution pose problème dans le cas où un bâtiment est localisé sur plus d'1 parcelle. Dans ce cas la découpe par le cadastre produira plusieurs séparations fictives.

L'extrusion des emprises des bâtiments cadastraux semble être la solution la plus envisageable.
Il ne faut néanmoins pas négliger qu'une première opération consistant à rattacher aux bâtiments l'information émanant des parcelles est nécessaire (sachant qu'en aucun cas l'information rattachée à la parcelle, indique à quel bâtiment elle fait référence, dans le cas où plusieurs bâtiments sont présents sur la parcelle).
Un travail préliminaire conséquent sur les données MAJIC permettant de récupérer de l'information est de ce fait indispensable. De nombreux travaux sont menés dans ce sens par des organismes nationaux (IGN, CEREMA entre autres)

5. Perspectives

5.1. Quelle définition pour un bâtiment ?

L'enquête a mis en exergue, le besoin de clarifier la définition de la donnée bâtiment.
En effet, aujourd'hui aucune définition n'est claire, une définition partagée du bâtiment n'existe pas, un identifiant national des bâtiments encore moins.
Le modèle CityGML propose des « Building » et des « BuildingPart ». Le modèle Inspire comprend des « bâtiments » et des « parties de bâtiments ». Or dans les 2 cas, aucune explication claire n'est donnée. La seule règle est que les parties de bâtiments doivent être connectées. Par ailleurs, la notion de groupes de bâtiment n'existe pas encore dans la norme (exemple d'îlots ou de complexes composés de plusieurs bâtiments séparés...
Un centre commercial construit de plusieurs bâtiments joints constitue-il un ou plusieurs bâtiments ? A l'inverse, un hôpital constitué de plusieurs bâtiments disjoints mais servant la même fonction constituent ils un ou plusieurs bâtiments ?
L'évolution de la norme CityGML avec une version 3 prévue à partir de 2015 devrait apporter ces réponses …

Ce flou relatif à cette notion bâtiment est extrêmement difficile à traiter en 3D. Comment structurer un bâtiment, de sorte que cette structuration convienne à un maximum d'utilisateur, alors qu'aucune définition globale n'est encore établie ?
L'exemple des services de l'État DE Genève qui a identifié chaque bâtiment de manière fédérale, et dont la description est partagée de tous, est certainement à suivre. Ceci permet en effet de centraliser et partager l'information de manière globale et évite la multiplication des débats autour de leur définition.

5.2. Le manque d'outils 3D

Le principal frein à la démocratisation de la 3D, reste le manque d'outil permettant sa visualisation et son exploitation.
Aucun agent de la Communauté Urbaine de Lyon n'est aujourd'hui en mesure d'afficher de la donnée 3D communautaire sur son poste, de la visualiser, de l'interroger ou de l'exploiter. Seuls les agents ayant en charge son acquisition et sa diffusion peuvent l'utiliser.
La seule alternative est de passer des commandes au service 3D, qui seront réalisées par ce service, ou par des prestataires si la demande est trop spécifique.

La clé de la démocratisation de la donnée 3D est une proposition d'outils permettant aux agents communautaires d'afficher, d'interroger, d'extraire et intégrer, de comparer et requêter des

données 3D. Cette opération stimulera les besoins des utilisateurs potentiels et offrira une visibilité aujourd'hui manquante.
Une version web d'un logiciel 3D est la solution évidente.
D'autant que cette indépendance d'opération et de gestion de la donnée, est réclamée par l'enquête de besoins.
Elle est nécessaire pour crédibiliser la 3D comme outil SIG régulier et approprié par un maximum de personnes.

5.3. Le BIM, clé pour la pérennisation de la 3D ?

Le BIM (Building Information Modeling), se définit comme une modélisation précise d'un bâtiment, tant dans son intérieur que son extérieur. Le SIG s'attache à un territoire.

Le BIM peut être l'évolution de la 3D : lier les socles 3D des systèmes d'information géographiques à des représentations DAO réalisés par les architectes, enrichirait l'un et l'autre. Le socle SIG 3D se détaillerait, s'ajusterait et évoluerait de façon permanente, le BIM s'insérerait au sein de son espace environnant, aidant a la conception et la prise de décision.
Utiliser la richesse du BIM « permettrait non seulement d'alimenter et d'enrichir l'ensemble des données relatives au patrimoine bâti mais aussi de les accompagner tout au long de leur cycle de vie. Ce qui constituerai un outil centralisé très efficace de suivi et de gestion du patrimoine bâti sur l'étendue d'un territoire », *L. Niggeler (SMO, État de Genève) et Y.Benmansour (HEPIA Genève).*

Attention toutefois : la fusion de la CAO et du SIG soulève des problèmes techniques et éthiques.
De plus, cette solution n'est évidement pas envisageable su l'ensemble d'un territoire tel que celui du Grand Lyon.

5.4. L'exploitation de données lourdes

L'étude a montré que les utilisateurs ont besoin d'objets précis et détaillés pour des usages techniques et esthétiques. Dans le même temps, la démocratisation de la 3D nécessite que les données soient simples, facilement manipulables et affichables.
La modélisation détaillée de chaque objet induit une augmentation de leur volume et donc des difficultés d'exploitation. Pareillement, l'affichage des textures ralentit considérablement les temps de traitement. La combinaison de la souplesse des données et de leur finesse, n'est aujourd'hui pas réalisable.
Ainsi à la Communauté Urbaine de Lyon, pour des surfaces telles que celle d'une commune, et pour une exploitation par un client standard, l'intégralité des données en LOD2 texturé ne peuvent être affichées ou doivent être fortement dégradées.

Une optimisation des volumes de données doit donc être entamée.

5.5. L'appropriation de la 3D par les agents communautaires

La 3D à des avantages connus et appréciés de tous, le principal est sans doute la dimension pédagogique.
Cependant, l'utilisation régulière de la 3D comme outil technique ne semble pas encore aboutie. La 3D interroge et pour beaucoup, manque de crédibilité (image commerciale et trompeuse), est souvent perçue comme un outil « gadget » trop complexe.
Si son intérêt est perçu, le manque de compétence humaine et technique rebute bon nombre d'utilisateurs potentiels.

En modifiant profondément les habitudes de faire, la 3D doit encore faire ses preuves.
Ses avantages lui permettront certainement de devenir progressivement un outil indispensable.
Pour cela, la 3D devra se faire simple, intuitive et interactive.

6. Conclusion

Avec 29 interviews, l'enquête sur les besoins 3D en collectivité a permis d'interroger 56 personnes (36 du personnel Grand Lyon, 12 des communes adhérentes et 8 de partenaires extérieurs), dont les domaines d'activités sont essentiellement : l'environnement/l'énergie, l'urbanisme/l'architecture, la valorisation territoriale, la voirie/la mobilité, les services publics.

Ses interviews permirent - sur la base d'un questionnaire - de prendre connaissance des besoins et usages potentiels de chaque interlocuteur. Ceci, de manière à adapter la structuration des données 3D, les rendre plus riches et interopérables afin d'en maximiser les usages et utilisateurs.
Bref, de dépasser leur vocation esthétique pour en faire un véritable outil d'analyse de phénomènes urbains.

La synthèse des réponses sur les usages 3D envisagés montrent que malgré la volonté de démocratiser la 3D pour des usages plus techniques, la maquette 3D reste aujourd'hui principalement perçue comme un support esthétique pour l'intégration de projets urbains.

Cala étant, des usages tels que des études de luminosité, d'énergétique ou d'acoustique ont été envisagés, à la condition que le socle 3D évolue vers d'autres modélisations, en particulier la végétation et le souterrain.
Malgré tout, si beaucoup d'interlocuteurs espèrent exploiter cette donnée, peu envisagent de manipuler personnellement ce socle 3D, pour tendre à des résultats. Les visualiser, oui ; les manipuler, non.

Concernant la structuration de la donnée, l'enquête fait la preuve qu'un enrichissement de la sémantique est nécessaire.
Un enrichissement dont l'objectif sera de connaître des informations caractéristiques aux bâtiments telles la vocation, le nombre d'habitant ou encore l'année de construction.

Se rapprocher du modèle cadastral - de son exhaustivité et sa réalité physique - semble être la solution évidente bien que complexe, pour une utilisation optimale de la donnée 3D bâtiment.
L'intérêt de lier les bâtiments 3D au cadastre est double :

- Permettre de rattacher au bâtiment des informations issues des données fiscales ;
- Proposer une modélisation liée à la réalité physique du bâti.

D’un point de vue topologique, le besoin d’atteindre une modélisation reprenant les réalités physiques des bâtiments, tant au nouveau de l’emprise que des détails de sa structure, a en effet émergé.
Toutefois, modéliser l’ensemble des détails architecturaux est une tache complexe.
Premièrement il est irréalisable sur l’ensemble du territoire du Grand Lyon, deuxièmement il entraine une augmentation du volume de données et des temps de traitement. Alors que dans le même temps, la fluidité d’exploitation de la donnée 3D est nécessaire à sa démocratisation.

Pour conclure, bien que démontrant que la donnée 3D a un véritable intérêt en collectivité, l’étude montre aussi qu’elle cette donnée doit encore faire ses preuves avant d’être perçue comme un outil régulier crédible et appropriable par des agents territoriaux…

Annexes

Annexe 1 Questionnaire de formulation de besoins 45

Annexe 2: Tableau exhaustif de formulation de besoins 50

Annexe 1 Questionnaire de formulation de besoins
Source : Enquête Besoins 3D en Collectivité (CETHIL GRANDLYON 2014).

QUESTIONNAIRE : USAGES ET BESOINS 3D

*1 / **Cadrer l'objectif de l'entretien** :*

- *Qui est l'enquêteur ?*
- *Quels sont ses buts ?*
- *Dans quel contexte ?*

→ *Compréhension*

2/ **Inviter l'enquêté à se présente**r, à présenter sa fonction

- *Pouvez-vous me décrire votre travail actuel ?*

3/ Questionner l'enquêté sur ses **connaissances en matière de 3D**

- *Quel type de représentation du territoire utilisez-vous actuellement (plans papiers, sig 2D, maquettes physiques …) ?*
- *Comment percevez-vous les représentations 3D du territoire (connotations) ?*
- *Aujourd'hui, utilisez-vous la 3D dans votre service, pourquoi ?*
- *Avez-vous déjà traité avec la cellule 3D d'IGEO ?*
- *Connaissez-vous ses activités et productions ?*

*4/ **Présenter la cellule 3D**, ses réalisations (illustrer par des exemples d'usages - films)*

*5/ **Usages de la 3D***

- *Quel pourrait-être l'intérêt de la 3D dans les activités de votre service ? Quels usages ?*

→*Penser en termes de domaines/objectifs/ indicateurs : quelles informations à stocker au bâtiment.*

→*Informations à obtenir :*

- *Information à stocker*
- *Gestion de l'information (au bâtiment, à la face, à l'étage ?)*

Si besoin : Illustration avec d'autres usages dans le domaine

- *Quelles sont les données urbaines dont vous avez besoin pour votre activité?*
- *Quels traitements souhaiteriez-vous lancer une fois les données 3D acquises (visibilité, luminosité, ombres portées, aéraulique …) ?*

6/ **Géométrie de l'objet bâtiment**

- *Qu'est-ce qu'un bâtiment ?*
- *A l'inverse, qu'est-ce qu'un élément bâti ?*

(4 murs et un toit ?, Entité géographique avec vocation commune ?, cadastre ?)
(parking, murs anti-bruits, réseau de métro …)

7/ **Échelle de travail**

- *A quelle échelle travaillez-vous (bâtiment, quartier, agglomération) ?*
- *Quelle échelle vous intéresserait pour les études 3D ?*

8/ **Niveau de détail**

- *Quel niveau de détail conviendrait à vos usages (LOD1, 2, 3 ou 4)?* Illustration

9/ **Habillage des bâtiments**

- *Quel habillage de bâtiment vous satisferait (la maquette blanche, le rendu bicolore ou les textures vraies) ?* Illustration

10/ ***Modélisation de nouveaux objets 3D***

- *Souhaiteriez-vous que d'autres objets soient modélisés en 3D (végétation, mobilier urbain, voirie, données souterraines…) ?*

11/ Partage de donnée

- *Possédez-vous des données permettant d'enrichir la sémantique ou la collection des données 3D ?*

13/ ***Conclusion***

- *Présenter les résultats essentiels de l'échange ;*
- *Vérifier que les informations retenues sont en phase avec celles de l'enquêté ;*
- *Tenir au courant l'enquêté des avancées de l'étude.*

Annexe 2: Tableau exhaustif de formulation de besoins

Source : Enquête Besoins 3D en Collectivité (CETHIL GRANDLYON 2014).

Direction	Fonction	Usages	Usages résumés	Usages simplifiés	Information au bâtiment	Niveau de détail	Rendu	Autres objets 3D	Connais-sance 3D	Outil de travail
Centre thermique de Lyon	Thermique	Analyser les phénomènes de transferts thermiques, aérauliques et acoustiques dans les bâtiments et systèmes associées.	Transferts Thermiques	**Énergétique**	Usage Age Sous-sol Population	**LOD 3**	**Texturé**	Végétation Mobilier Urbain	**X**	**3D**
		Analyser les phénomènes de transferts thermiques, aérauliques et acoustiques dans les bâtiments et systèmes associées.	Transferts Aérauliques	**Aéraulique**	Néant					
		Analyser les phénomènes de transferts thermiques, aérauliques et acoustiques dans les bâtiments et systèmes associées.	Transferts Acoustiques	**Acoustique**	Usage Age Population					
Voirie	SIG	Exploration 3D du **réseau souterrain**. Détection des zones dangereuses/de conflit --> reliées avec les machines d'exploitation s'arrêtant automatiquement lorsque approche des zones dangereuses ??Couplage outil de détection /modélisation	Sous-sol. Conflit réseau.	**Sous-sol**	Sous-sol	LOD 2	X	Végétation Mobilier Urbain Réseau souterrain	**X**	**2D**
		Simulation de projets de voirie. Distribution de flyers au voisinage. Mais nécessité d'outils et de données simples de manipulation	Simulation Projets. Communication.	**Intégration projets**	Néant					
		Modélisation de la **végétation** (répartition/densité, état)	Végétation. Visualisation.	**Végétation**	Néant					
		Mobilité douce. Évaluation de la pente (déjà présente dans l'appli GéoVélo) et analyse de visibilité pour parcours Balade Urbaine intégrant les meilleurs points de vue.	Dénivelé.	**Promenade 3D**	Néant					
Logistique et bâtiments	Énergie et développement durable	Exploration 3D du **réseau souterrain**. Consultation de la donnée souterraine avec comme priorité le sous sol des bâtiments (rapport à la nappe pour l'installation de puits de pompage et de pompe à chaleur) et des réseaux de chaleur. Également métro et parking.	Sous-sol. Réseaux + Nappe.	**Sous-sol**	Sous-sol	LOD 2	Blanche	Réseau souterrain Infrastructures souterraines Nappe phréatique	**Nulle**	**2D**
		Étudier le **potentiel solaire** des bâtiments.	Potentiel Solaire.	**Études luminosité**	Néant					
		Récupérer les données sur la **consommation énergétique** des bâtiments de l'ensemble du territoire GL.	Consommation Énergétique.	**Énergétique**	Consommation Énergétique					

Voirie	Arbres et Paysages	**Simulation de projet**. Voir Sans les arbres, état de projet, évolution n+ …	Végétation. Projet.	**Végétation**	Néant	LOD 3	X	Végétation	**Vague**	**2D**
		Étude autour de l'**ombre portée** des bâtiments et de la végétation. Savoir à quel endroit et espèces installer. Ombre : petits agréments. Espaces ensoleillés/ICU : arbres de grand développement pour ilot de fraicheur urbaine !	Ombre portée.	**Études luminosité**	Usage			Mobilier Urbain		
					Age					
		Aéraulique. Représentation des rues sensibles en cas d'alerte tempête. Tourbillons, couloirs venteux. Espèces et entretien en fonction. Effet brise vent.	Aéraulique, Couloir venteux - Effet brise vent.	**Aéraulique**	Néant					
		Information souterraine : le développement racinaire des arbres en relation avec réseaux et architecture des bâtiments.	Sous-sol. Développement racinaire.	**Sous-sol**	Néant					
Logistique des bâtiments	Conduite d'opérations	La visualisation 3D sur socle et trajectoire égale dans le processus de **prise de décision** autour d'un projet.	Simulation Projets. Aide à la décision.	**Intégration projets**	Consommation Énergétique	LOD 4	X	Végétation	**Collaboration**	**3D**
		Évolution de la végétation (n+5, n+10, n+20 …)	Végétation. Projet.	**Végétation**	Néant					
		Simulation de la visibilité autour d'un projet (ce qui est visible à partir du projet et l'impact qu'a le projet sur le champ de visibilité des alentours.	Visibilité.	**Visibilité**	Néant					
		Ombrage, phase amont du projet. Simulation dynamique	Ombre portée.	**Études luminosité**	Néant					
Développement économique	Pollution	**Localisation des zones de remblais** à contrastes de hauteur. Repérer les anomalies ponctuelles et parcellaires par le MNT ; les modifications du Z du MNT via un comparatif historique.	Localisation des zones de remblais.	**Remblais**	Néant	X	X	X	**X**	**2D**
		Modélisation 3D de la **géologie du sol**.	Sous-sol. Géologie	**Sous-sol**	Néant					
Propreté	SIG	**Simulation de projet**. Déchèterie / Incinérateur. MAIS ceci est géré par la DLB.	Simulation Projets. Communication.	**Intégration projets**	Néant	LOD 2	Blanche	Mobilier Urbain	**Bonne**	**2D**
					Population					
					Usage					
		Visualisation des locaux des agents. Prise en compte de l'environnant pour baisse des nuisances.	Visualisation locaux Grand Lyon. Nuisances.	**Locaux Grand Lyon**	Locaux GL					
		Modélisation du **mobilier urbain** pour établir les parcours des balayeuses (effet obstacles).	Visualisation du mobilier urbain.	**Gestion des flux**	Néant					

Mission Gerland	Communication Concertation	**Simulation de projet**. *(Déjà dans maquette)*	Simulation Projets. Communication.	**Intégration projets**	Néant	X	X	Végétation	**Vague**	**3D**
		Communication. **Marketing territoria**l via la borne et interface internet. *(Déjà dans maquette)*	Marketing territorial.	**Marketing territorial**	Usage					
		Évolution historique du quartier Gerland. Mais exigence de rendu	Time Line.	**Time Line**	Age					
		Arbres mais nécessité de qualité.	Végétation. Projet.	**Végétation**	Néant					
Voirie	Ingénierie	**Simulation de projet** de voirie. Communication aux élus et habitants en réunions publiques.	Simulation Projets. Communication.	**Intégration projets**	Néant	LOD 3	Texturé	X	**Vague**	**3D**
		Processus d'aide à la décision. Intégration de projets sur un même socle. Présentation aux décideurs. MAIS pour secteur à enjeu dans espace public, ou voirie édifiante.	Simulation Projets. Aide à la décision.	**Intégration projets**	Néant					
Développement économique	Foncier	Inventaire du patrimoine. Représentation des **divisions en volume** des bâtiments ou locaux GL, selon les fonctions. Visualisation	Division volumes Bâti Grand Lyon.	**Division volumes**	Locaux GL	LOD 4	X	Néant	**Vague**	**2D**
		Inventaire du patrimoine. **Visualisation du patrimoine communautaire** dans leur environnement.	Visualisation locaux Grand Lyon.	**Locaux Grand Lyon**	Locaux GL					
		Inventaire du patrimoine. **Traçabilité du patrimoine** (garder une représentation 3D du patrimoine détruit)	Modélisation bâtis à intérêt démolis.	**Time Line**	Locaux GL					
		Information souterraine : le sous-sol des bâtiments ET modélisation des tréfonds pour l'indemnisation des propriétaires des parcelles dans le cadre du projet de l'anneau des sciences.	Sous-sol. Tréfonds.	**Sous-sol**	Sous-sol					
Urbanisme	Écologie	**Insertion des sentiers natures 3D** au MNT / Ortho. Visualisation 3D des sentiers (Altimétrie/profils topographique). Mise en ligne de l'appli. Ex : Parc des écrins.	Dénivelé.	**Promenade 3D**	Néant	X	X	Mobilier Urbain	**Vague**	**3D**
Urbanisme	SIG	**Cartographie du bruit**	Cartographie du bruit.	**Acoustique**	Age	LOD 3	Texturé	Végétation	**Collaboration**	**2D**
					Usage			Cadastre		
					Surface Habitable					
					Population					
		Étude du potentiel solaire des bâtiments à l'échelle du GL	Potentiel Solaire.	**Études luminosité**	Néant					

		Étude autour de l'**ombre portée** des bâtiments et de la végétation. Savoir à quel endroit et espèces installer. Ombre : petits agréments. Espaces ensoleillés/ICU : arbres de grand développement pour ilot de fraicheur urbaine !	Ombre portée.	**Études luminosité**	Néant					
		Typologie automatique des bâtiments (ex : Entrepôts ≈ 3000 m² - H≤10m - L30m*L100m)	Typologie automatique.	**Typologie automatique**	Néant					
		Étude du volume végétal à « Nature en ville ». Volume des arbres d'alignement mais également des arbres non communautaires (se rapprocher des EVG !)	Volume végétal.	**Végétation**	Néant					
Mission Carré de Soie	Communication Concertation	**Simulation de projet**. *(Déjà dans maquette) + végétation et mobilier urbain*	Simulation Projets. Communication.	**Intégration projets**	Néant	LOD 3	Texturé	Mobilier Urbain	**Collaboration**	**3D**
		Maquette interactive de simulation de projet (échelle et travail plus fins)	Végétation. Projet.	**Végétation**	Néant			Végétation		
		Communication. **Marketing territoria**l via la borne et interface internet. *(Déjà dans maquette)*	Marketing territorial.	**Marketing territorial**	Usage					
		Concertation : Simulation comparative (+ ou - dans maquette).	Simulation Projets. Aide a la décision.	**Intégration projets**	Néant					
		Étude sur la **morphologie du bâti** en amont du projet (visibilité)	Visibilité.	**Visibilité**	Néant					
		Étude sur la **morphologie du bâti** en amont du projet (ensoleillement)	Ensoleillement.	**Études luminosité**	Néant					
		Information des ilots de chaleurs.	Ilots de chaleur urbains.	**Études luminosité**	Néant					
Mission Part Dieu	Communication Concertation	**Simulation de projet**. *(Déjà dans maquette) + végétation et mobilier urbain*	Simulation Projets. Communication.	**Intégration projets**	Néant	LOD 3	Texturé	Végétation	**Collaboration**	**3D**
		Maquette interactive de simulation de projet (échelle et travail plus fins) à Gare PD	Simulation Projets. Communication.	**Intégration projets**	Néant					
		Communication. **Marketing territoria**l via la borne et interface internet. *(Déjà dans maquette)*	Marketing territorial.	**Marketing territorial**	Usage					
		Évolution historique du bâti *Time Line (voir ppt PD)*	Time Line.	**Time Line**	Age					
		Étude sur la **morphologie du bâti** en amont du projet (visibilité). A voir av Aline Achard.	Visibilité.	**Visibilité**	Néant					
		Étude sur la **morphologie du bâti** en amont du projet (ensoleillement). A voir av Aline Achard.	Ensoleillement.	**Études luminosité**	Néant					
Urbanisme	Energie	**Le rapport du bâti à la nappe.** Flux énergétique, nappe géothermie. Gisement de chaleur.	Sous-sol. Réseau + Nappe.	**Sous-sol**	Sous-sol	X	X	Nappe phréatique	**Bonne**	**2D**

		Outil de **visualisation du système énergétique** avec son environnement (Réseau/bâti à + d'éléments possibles). Le but étant d'annuler tout investissement inutile.	Sous-sol. Réseau + Nappe.	**Sous-sol**	Néant			Réseau souterrain		
		Rénovation Énergétique	Rénovation Énergétique.	**Énergétique**	Consommation Énergétique					
Urbanisme	Écologie	**Carto du bruit. Pas carto stratégique. Étude d'impact. LOD 3**	Cartographie du Bruit.	**Acoustique**	Age Usage Population	LOD 3	Texturé	Néant	**Collaboration**	**3D**
		ICU	Ilots de chaleur urbains.	**Études luminosité**	Néant					
		Rénovation Urbaine. Étude des façades - Isolation	Rénovation Énergétique.	**Énergétique**	Consommation Énergétique					
Sygerly	DSI	**Information souterraine**. Visualiser les **réseaux en 3D** dans le cadre des DT DICT. (Problème altimétrie vs profondeur). Pas besoin du bâti souterrain. Pour aménagement : Choisir l'option la moins contraignante et permettre un passage plus optimal des câbles.	Sous-sol. Réseau.	**Sous-sol**	Sous-sol	LOD 3	Bicolore	Végétation Mobilier Urbain	**Vague**	**2D**
		Simulation d'aménagement d'éclairage public. Diffuser la donnée aux bureaux d'étude, simulation du halo lumineux.	Éclairage. Simulation Projets. Communication.	**Intégration projets**	Population Usage Usage					
		Pollution lumineuse (*Altiluma*). Outil de simulation d'éclairage (faisant suite à la prise de vue nocturne)	Pollution lumineuse.	**Éclairage**	Néant					
Ville de Lyon	DSIT DDU	**Intégration des projets en commission préalable** (concours ou non). Réflexion autour des volumes et de l'insertion paysagère. Pouvoir comparer les projets, les différents scenarii. Instruction de permis.	Simulation Projets. Aide à la décision.	**Intégration projets**	Néant	LOD 3	Texturé	Végétation	**Bonne**	**2D**
		Voir l'**évolution en temps réel** des quartiers.	Simulation Projets. Aide à la décision.	**Intégration projets**	Néant			Réseau souterrain		
		Passage de certains concept du ***PLU en 3D***	PLU.	**PLU**	Néant			Infrastructures souterraines		
		Espaces verts. **Végétation**. Modéliser en 3D, adapter les plantations en fonction de la luminosité.	Végétation. Projet.	**Études luminosité**	Néant					

		Espaces verts. **Végétation**. Modéliser en 3D, adapter les plantations en fonction de la luminosité.	Luminosité	**Études luminosité**	Néant					
		Événementiel. Fête des lumières : en amont insérer les prestations proposées pour aide à la décision.	Fête des lumières.	**Fête des lumières**	Néant					
		Sécurité - **Mouvement de foule**, gérer les flux.	Sécurité. Géré les flux de populations.	**Gestion des flux**	Néant					
		Éclairage public. Simulation des halos lumineux.	Éclairage. Simulation Projets. Aide à la décision.	**Éclairage**	Néant					
		Risques géotechniques. Balmes - Galeries.	Risques géotechniques.	**Risques naturels**	Néant					
		Archéologie. Fouilles localisées, levés topo.	Archéologie.	**Archéologie.**	Néant					
Urbanisme	Climat	Mise à jour de la carte de potentiel solaire GL 2006	Potentiel Solaire.	**Études luminosité**	Néant	X	X	X	**Collaboration**	**3D**
		Ilot de chaleur urbain au quartier, canyons urbains	Ilots de chaleur urbains.	**Études luminosité**	Néant					
Urbanisme	ADS	**Mise a dispo du socle** aux archi	Socle pour insertion projet.	**Intégration projets**	Néant	LOD 3	X	Néant	**Vague**	**2D**
		Vérifier l'altitude des surfaces parcellaires, **terrain naturel**	Altitude exacte du terrain naturel pour l'instruction.	**Contrôle constructions**	Néant					
		Saisie des nouveaux **projets en 3D (dans APIC)** par les dessinateurs.	Saisie des dossiers de demande d'autorisation.	**PLU**	Usage					
		Repérage des **constructions sans autorisations** pour les communes	Contrôle des droits à construire.	**Contrôle**	Néant					
		ZAC concours d'archi	Aide à la décision Concours archi	**Intégration projets**	Néant					
		En concertation OAQS/OAP . Séance archi conseil en amont de projet	Concertation archi conseil	**Intégration projets**	Néant					
Agence d'Urbanisme		**Mise à dispo du socle.** Pour avoir une marge de manœuvre, travailler en direct et le fournir aux presta. Bâti 3D et MNT précis !!	Socle pour insertion projet.	**Intégration projets**	Néant	LOD 2	Texturé	Cadastre	**Collaboration**	**3D**
		Simulation de projet. Usage technique.	**Simulation Projets. Aide à la décision.**	**Intégration projets**	Age			Fantoir		
					Usage					

					Population					
		Étude autour de l'**ombre portée** des bâtiments et de la végétation. Architecture - Droit au soleil	**Luminosité**	**Études luminosité**	Néant					
		Jouer avec le PLU. **Évaluer l'impact des règles de construction.** Mise en œuvre difficile.	PLU 3D. Impact des règles sur la constructibilité	**PLU**	Néant					
		Vérifier la **pertinence du cadre légal.**	PLU 3D. Pertinence du cadre légal/existant	**PLU**	Néant					
		Contextualisation territoriale en réunion publique.	Socle de discussions	**Socle pédagogique**	Néant					
Eau	Eau potable	**Sous-sol**. Voir les interactions de la nappe avec la profondeur, l'emprise des éléments bâtis (bâtiments, ouvrages, réseaux), leur impact sur l'écoulement (assèchement - inondations). Encombrement du ss-terrain. Deux Intérêts : i**nteraction sur l'écoulement, bilan et conception réalisation chantiers**	Sous-sol. Nappe/infrastructures	**Sous-sol**	Sous-sol	LOD 2	Blanche	Infrastructures souterraines	**Vague**	**3D**
					Pompes à Chaleur			Nappe phréatique		
		Modélisation de **réseau d'assainissement**.	Sous-sol, Réseaux d'assainissement	**Sous-sol**	Néant			PPRi		
		Modéliser les **PPRNI** en 3D. **Champs captant**, surface immergée	PPRi, localisé le patrimoine immergé;	**Risques naturels**	Usage			Réseau souterrain		
					Population					
					Locaux GL					
		Insertion de projets. Support d'aide à la décision, communication.	Simulation Projets. Aide à la décision.	**Intégration projets**	Néant					
Voirie	Communication	**Division en volumes du bâti.** Quel étage abrite quel service. Perspective + animation interactive pour chaque service (affichage par service). Salle de réunion. Rendu épuré. **MP**	Division en volume du bâti, selon occupation.	**Division volumes**	Néant	LOD 4	X	Végétation	**Collaboration**	**3D**
		Sentier découverte en milieu urbain. AD/promotion. Pour validation élus et pour communication blog : parcours pédestre, info bulles (pt de vue, nom d'étape, transport). Rendu piéton et quartier. Web ?	Sentier découverte en milieu urbain	**Promenade 3D**	Néant			Fantoir		
		Action pédagogique : Maquette de la ville : Découverte du territoire communal, support de cours sur la ville (école, quartier, commune) + Plan de déplacement, arbres.	Socle de discussions, Apprentissage, croisement couches 2D	**Socle pédagogique**	Usage			Mobilier Urbain		
		Collège : Analyse de l'urbanisation, des OA, construction de quartiers (empreinte écologique).	Maquettes pour création pédagogiques	**Socle pédagogique**	Usage					

		Voirie Ressource : Ortho, Bâti 3D, données voirie. Distribué aux acteurs associatifs avant intervention.	Voirie ressource de reconnaissance de territoire	**Socle pédagogique**	Usage					
		Construction 3D. Permettre aux enfants de construire des projets urbains sur le socle 3D.			Usage					
		Films Ponts et OA.			Usage					
Urbanisme	GPV	**Ateliers urbains**, concertation avec les habitants autour du projet**.**	Simulation Projets. Aide à la décision.	**Intégration projets**	Néant	X	X	Végétation	**Collaboration**	**3D**
		Time Line (voir l'évolution du projet : état 0, état actuel, état prochain)	Time Line.	**Time Line**	Age			Mobilier Urbain		
		Présentation du projet et remontée citoyenne via une appli, flash code	Simulation Projets. Communication.	**Intégration projets**	Néant			Réalité augmentée		
		Marketing territorial, développement économique (grand secteurs, transports, dynamisme, réalité augmentée)	Marketing territorial.	**Marketing territorial**	Usage					
		Sensibilisation développement durable, **perf énergétiques.**	Performance énergétique	**Énergétique**	Néant					
Aéroports	**SIG/Archi**	**Simulation de projet**. Principalement pour l'aide à la décision.	Simulation Projets. Aide à la décision.	**Intégration projets**	Néant	LOD 3	X	Végétation	**Nulle**	**3D**
		Contrôle altimétrique, plan d'obstacle. Ex : Agrandissement de l'aérodrome de Lyon Bron.	Plan d'obstacle	**Plan d'obstacle**	Néant			Mobilier Urbain		
		Modélisation des servitudes T5 en 3D, but pédagogique.	Servitude PLU	**PLU**	Néant			Réseau souterrain		
Mission Vallée de la Chimie	Communication Concertation	**Simulation de projet**.	Simulation Projets. Aide à la décision.	**Intégration projets**	Néant	X	X	Végétation	**X**	**2D**
		Aménagement de la zone pour marketing territorial aux entreprises.	Aménagement de la zone	**Marketing territorial**	Usage					
		TimeLine. Retracer l'histoire des parcelles.	Time Line.	**Time Line**	Age					
Communes	Développement Durable	**Projet d'urbanisme** : vidéos interactives ou non de 3 à 4 minutes à des fins de présentation / visite de projets.	Simulation Projets. Communication.	**Intégration projets**	Néant	X	X	Végétation	**Nulle**	**2D**
		Pour la ville : **Prévoir une maison du projet équipée d'une borne tactile** accès grand public et actions pédagogiques pour les écoliers.	Marketing territorial.	**Socle pédagogique**	Néant			Réseau souterrain		
		Potentiel photovoltaïque.	Potentiel Solaire.	**Études luminosité**	Néant			Mobilier Urbain		

		Sous-sol : **Cartes du sous-sol et réseaux de chaleur**.	Sous-sol, Réseaux de chaleur,	**Sous-sol**	Sous-sol			Nappe phréatique		
					Population					
		Consommation énergétique visible des bâtiments : dans la cadre des smart cities, information d'aide à la décision pour agir sur les rénovations en secteur public et privé : décider d'accompagnements ciblés.	Consommation Énergétique.	**Énergétique**	Usage					
		Cartes du bruit en 3D : principalement dans les zones exposées (autour des aéroports, routes à grande circulation, …)	Cartographie du Bruit.	**Acoustique**	Néant					
		PLU : corpus de carte et d'informations 3D pour **démocratiser et faire comprendre le PLU** auprès des populations, mais aussi pour des besoins d'expertise interne à la commune.	PLU. Pédagogie.	**PLU**	Néant					
		Cartes des crues : PPRNI, PPRT ruissellements, balmes (mouvementes de terrain).	PPRi, localisé le patrimoine immergé.	**Risques naturels**	Néant					
		Carte des **fibres optiques** en 2D /3D (profondeur) + carte des câbles coaxiaux	Fibre optique 3D;	**Sous-sol**	Néant					
		Carte 3D des **antennes relais et des faisceaux hertziens**	Communication hertzienne.	Communication hertzienne.	Néant					
		Cartes d'évolution de la trame verte	Sentier découverte;	**Promenade 3D**	Néant					
		Carte des **sols pollués**	Sols pollués.	**Risques naturels**	Néant					
		Bâtiments remarquables en 3D	Marketing territorial.	**Marketing territorial**	Usage					
Urbanisme	PLU H	Permettre une **consultation immersive du PLU** pour une meilleur compréhension/appropriation des règles d'urbanisme par le public et les décideurs.	PLU. Pédagogie.	**PLU**		X	X	Végétation	X	X
GRTGaz	Subdivision locale	**Études Urbaines** en lien avec le réseau de distribution de Gaz	Études urbaines	Études urbaines	Usage	X	X	X	**X**	**X**
					Population					