

Intégration de la donnée technique dans les processus participatifs : les apports de la modélisation 3D

GARDAN Julien^a, GILLET LORENZI Emmanuelle^b, MERABTINE Abdelatif^c

^a Pôle ERMES, EPF – école d'ingénieurs, 2 Fernand Sastre – 10430 Rosière Près Troyes

^b UMR 8185 ENEC Paris IV Sorbonne- Université de Reims Champagne Ardenne- IUT de Troyes, 9 Rue Quebec, 10000 Troyes

^c CREIDD/ICD/UMR-CNRS Sciences et Technologies de la Maîtrise des Risques, Université de Technologie de Troyes, 12 Rue Marie Curie, BP 2060, 10010 Troyes

Résumé

La gouvernance consiste à définir des pratiques innovantes permettant de mieux faire face aux défis inhérents à la transition écologique. Parmi ces pratiques la participation publique occupe une place fondamentale. La présente contribution, résultat d'une rencontre entre les sciences exactes et les sciences humaines et sociales, se propose de livrer une réflexion sur les modalités de cette participation et plus spécifiquement sur les instruments issus des sciences dures susceptibles de servir d'outils de médiation entre les acteurs d'un projet. Comment des données dotées d'une technicité avérée et relevant du domaine énergétique, peuvent devenir des vecteurs de dialogue et d'échanges constructifs entre les concepteurs, les décideurs et le public utilisateur ou simple citoyen ? A partir des travaux concernant un Bâtiment Basse Consommation (BBC) implanté sur la Technopole de l'Aube en Champagne et accueillant aujourd'hui l'EPF, il est possible de montrer comment une représentation de données issues de la GTB sous forme d'histogramme 3D peut permettre d'accroître l'accessibilité de ces mêmes données.

Mots clés : gouvernance, participation publique, écologie industrielles et territoriale, performance énergétique des bâtiments, approche systémique, cycle de vie, modélisation 3D.

1. Introduction

La transition énergétique se présente comme un projet de société, un changement de paradigme, un nouveau modèle de développement¹, intimement liée au dérèglement climatique, Cause internationale prioritaire², cette problématique climatique a d'ailleurs déjà fait l'objet d'engagements de la France, nombreux et anciens, traduits, notamment, dans des traités, des lois et des règlements. Sur le thème plus spécifique de l'énergie, plusieurs objectifs ont ainsi pu être fixés par le Président de la République au terme du Débat National sur la Transition Énergétique (DNTE) intervenu au premier semestre 2013³ : une réduction par deux de la consommation énergétique à l'horizon 2050 a été annoncée avec une diminution de 30% de la consommation de l'énergie fossile à l'horizon 2030. En la matière, priorité fut donnée au secteur du bâtiment et du logement qui représente 40 % de la consommation finale d'énergie et 25 %

¹ Ségolène Royal, Ministre de l'écologie, du développement durable et de l'Energie, présentation de son programme de rentrée, le 4 septembre 2014

² L'enjeu de la prochaine conférence de l'ONU sur le climat prévue à Paris, fin 2015, est ainsi de permettre la définition un accord majeur pour limiter le réchauffement climatique.

³ Pour les résultats du DNTE, www.transition-energetique.gouv.fr

des gaz à effet de serre. Les objectifs intégrés au DNTE trouveront d'ailleurs de nouvelles concrétisations dans le projet de loi de programmation pour la croissance verte actuellement en cours de discussion. Ils sont également destinés à être enrichis lors de la conférence environnementale organisée d'octobre 2014 à janvier 2015.

Si la cause climatique est planétaire, le modèle serait, lui, local (SOUAMI, 2009). Une place toute particulière est ainsi redonnée à l'action sur les territoires urbains. Est alors ici posée la question de la place de l'enjeu énergétique dans la ville durable du XXI^e siècle, même si cette notion de « ville durable » continue à faire aujourd'hui l'objet de controverses scientifiques (LEVY, 2013). La question énergétique est ainsi au cœur du questionnement renouvelé sur la ville, rendu incontournable par le syntagme de développement durable : ce dernier se caractérise par la nécessité de croiser les domaines sectoriels, les échelles spatiales et temporelles. Il implique le renouvellement des méthodes et des instruments.

La présente contribution s'inscrit résolument dans ce contexte contemporain. Elle tend ainsi à contribuer à la réflexion visant à définir un nouveau schéma opératoire destiné aux acteurs publics et privés, engagés dans l'action et impactant le processus décisionnel accompagnant l'action publique. S'appuyant sur une rencontre entre sciences exactes et sciences humaines et sociales, cette contribution vise plus spécifiquement à comprendre comment des données dotées d'une technicité avérée et relevant du domaine énergétique, peuvent devenir des vecteurs de dialogue et d'échange constructifs entre les acteurs d'un projet opérationnel de territoire. En cela, il s'agit de s'interroger sur la participation développée lors de tels projets elle-même composante de la gouvernance telle que définie par le livre blanc de la gouvernance européenne, la convention d'Aarhus ou encore la charte constitutionnelle de l'environnement.

Pour ce faire, les chercheurs s'appuieront sur les travaux menés à partir d'un Bâtiment Basse Consommation (BBC) implanté récemment sur la Technopole de l'Aube en Champagne et accueillant aujourd'hui l'école d'ingénieurs EPF et sa filière urbanisme et bâtiment durable. Après avoir présenté les caractéristiques de ce bâtiment dans un préambule nécessaire à la compréhension de ses spécificités, il s'agira de démontrer comment la mise en œuvre d'une démarche de Gestion Technique du Bâtiment (GTB) contribue à assurer une maîtrise énergétique plus efficiente (I). Une méthode permettant de représenter les résultats obtenus sous forme d'histogramme sera ensuite développée (II) avant de mener une réflexion sur l'utilisation pertinente de cette dernière forme de représentation dans une démarche participative réellement efficace (III).

2. Préambule : le bâtiment de l'EPF, un bâtiment BBC, au cœur de la dynamique intégrée à la technopole de l'Aube en Champagne

Situé au Sud de l'agglomération troyenne sur la commune de Rosières-Près Troyes, la Technopole de l'Aube en Champagne a été créée sous maîtrise d'ouvrage du Conseil Général de l'Aube en 1999⁴. Chargée de promouvoir l'ingénierie de l'innovation, cette technopole accueille à ce jour, à côté de ces cinquante quatre entreprises, une pépinière d'entreprises, un hôtel d'entreprises, deux hôtels de bureaux et un incubateur étudiant pour un total de 11 000 m².

Le bâtiment accueillant l'EPF vit quant à lui le jour, au début des années 2010⁵, à l'initiative du même Conseil Général. Implanté au sein du Parc scientifique et technologique de 60 hectares, intégré lui aussi à la Technopole, le bâtiment utilisé par l'école d'ingénieur jouxte les locaux de l'Université de Technologie de Troyes (UTT).

⁴ Arrêté préfectoral de création de ZAC n° 99-4665A du 17 décembre 1999

⁵ Arrêté de permis de construire en date de 31 octobre 2011



Figure 1. Le bâtiment de l'EPF intégré à la technopole de l'Aube en Champagne : Travaux étudiants de 4^e année urbanisme/bâtiment durable, juin 2014 sous de la Direction de A Merabtine, J Gardan et E Gillet Lorenzi

Le parti architectural développé par le cabinet d'architecture Chabanne et partenaires s'appuie sur la volonté de créer un bâtiment clair, rationnel et porteur d'une réelle qualité fonctionnelle. Les 3200 m² SHON⁶ de ce bâtiment se répartissent sur trois niveaux dédiés à la formation des futurs ingénieurs. Le bâtiment se présente surtout comme un projet pilote en matière de qualité environnementale : tout en optimisant l'utilisation du foncier, il prend en compte la nécessité de faciliter une maîtrise efficace de l'énergie tout en promouvant le développement d'énergies renouvelables. A ce titre, il est doté d'une enveloppe performante reposant sur une ossature bois et laine minérale, tout en favorisant les principes bioclimatiques. Il recourt, en outre, à la géothermie avec son puits canadien, tout en bénéficiant d'un réseau de chaleur alimenté par une chaufferie biomasse. A cela s'ajoute d'autres dispositifs tels que celui destiné à récupérer l'eau de pluie ou encore la ventilation double flux permettant de réguler la température interne du bâtiment.

L'ensemble de ces caractéristiques apparaît comme autant de spécificités justifiant son utilisation par les chercheurs soucieux de comprendre comment des données techniques relatives à la consommation énergétique d'un bâtiment peuvent devenir des outils de médiation lors des processus de participation indispensables aux démarches d'EIT.

3. La Gestion Technique du Bâtiment (GTB) : un outil d'optimisation de l'énergie et de sensibilisation du public

Le secteur du bâtiment représente aujourd'hui un des secteurs économiques les plus consommateurs d'énergie avec un impact environnemental considérable. Depuis les années

⁶ SHON : surface hors œuvre nette

2000 et l'apparition des réglementations thermiques plus exigeantes⁷ des efforts ont été réalisés avec des résultats encourageants sur les bâtiments neufs et la rénovation. Toutefois, malgré ces efforts, on constate que le chauffage, la ventilation et la climatisation (CVC) présentent de fortes consommations énergétiques et, à fortiori, impactent fortement la performance énergétique. En effet, dans le tertiaire, le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS) représentent près de 60 % de l'ensemble des consommations du parc actuel (ADEME, 2011). De plus, la part des surfaces climatisées ne cesse de croître depuis l'accroissement du réchauffement climatique. Il va falloir donc optimiser ces systèmes afin d'améliorer l'efficacité énergétique. En ce sens, plusieurs solutions trouvent déjà une application souvent complémentaire : entretien permanent des équipements, développement de dispositifs de régulation fiables et de gestion automatisée, utilisation d'énergies renouvelables. Parmi les solutions actuellement employées, on peut citer :

- Régulation fiable;
- Gestion automatisée ;
- Utilisation des énergies renouvelables

Cependant, ces solutions techniques ne sont pas suffisantes vu la multitude des solutions techniques, voire inaccessibles de par les coûts générés. Une adaptation efficace de l'usage des occupants semblerait une solution complémentaire afin de réduire les besoins énergétiques. Ce double challenge (technique et social) représente un enjeu scientifique qui nécessite une réflexion sur l'intérêt de la participation publique dès l'avant-projet et tout au long de la réalisation d'un bâtiment. Le maintien des performances énergétiques est également conditionné à un entretien du dialogue après la mise en service de ce bâtiment. En quoi la GTB peut-elle apparaître comme une des pièces maîtresses d'un processus participatif performant ? Implémentée dans une boucle de démarche participative, la GTB pourrait contribuer, si elle est bien adaptée (voir partie 3), au changement des modes de vie dans le bâtiment pour améliorer sa performance énergétique (Silva, 2011) (fig. 2).

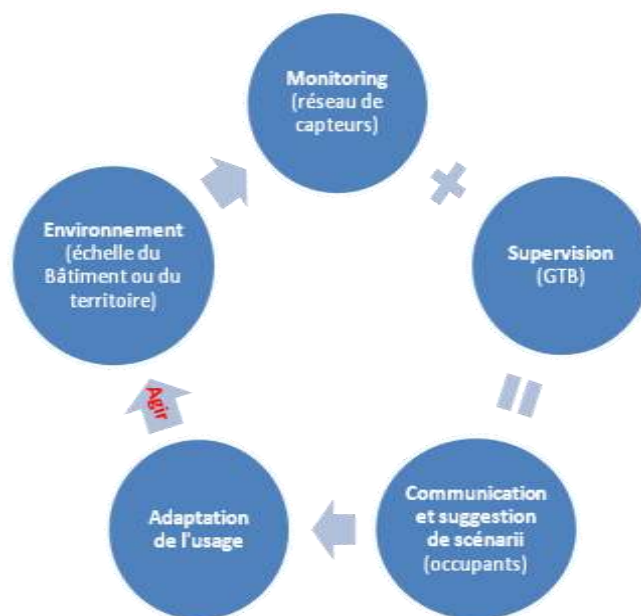


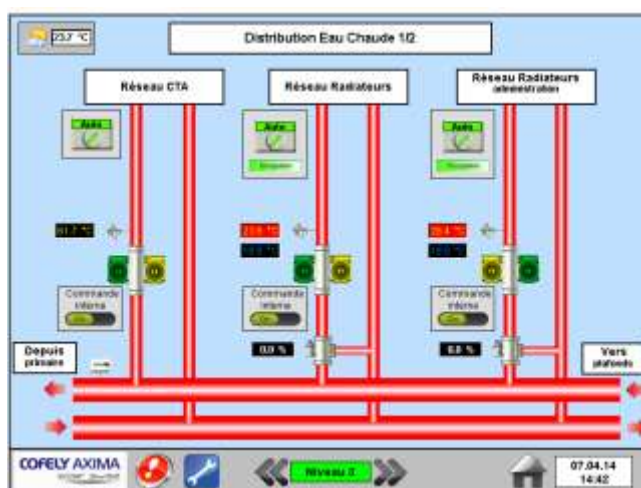
Figure 2. Démarche d'adaptation d'usage à travers la participation publique dans la décision

⁷ La RT 2012 constitue la 6e réglementation thermique qui a vu le jour depuis 1974 en application de l'article 4 de la loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement ou Grenelle 1.

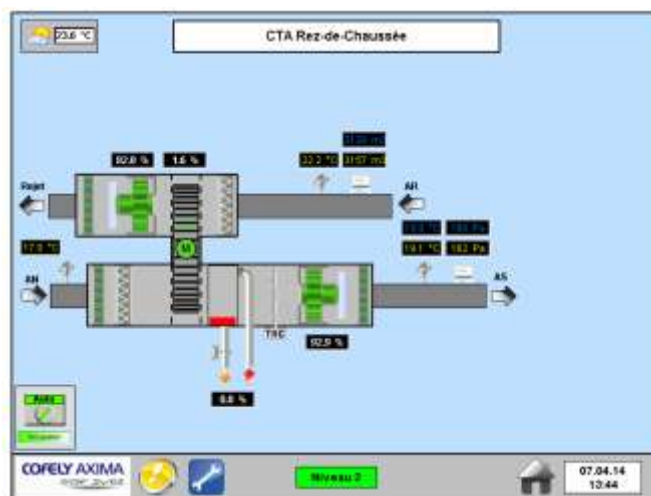
Prenons à l'appui de notre démonstration le cas du bâtiment de l'EPF Troyes. Pour ce faire, il nous faut décrire sommairement les installations CVC et la GTB. Nous allons ensuite mettre en évidence les paramètres physiques que l'on peut exploiter et l'intérêt de la GTB dans le lien que l'on peut créer entre concepteurs (technique) et occupants (usage) en introduisant la solution de visualisation 3D des consommations des usages selon la RT2012.

3.1. Description des systèmes CVC et de la GTB du bâtiment de l'EPF

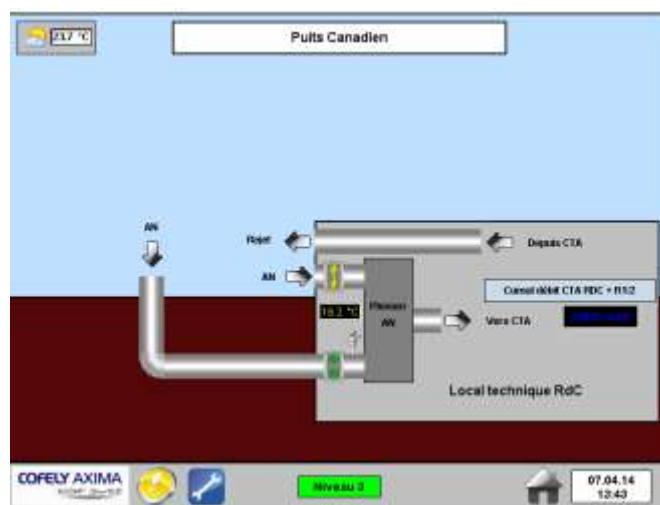
Le bâtiment BBC de l'EPF de Troyes a été équipé par des capteurs solaires photovoltaïques, un puits canadiens ainsi qu'un récupérateur des eaux pluviales. Il est chauffé par des radiateurs et un plancher chauffant qui se trouve au hall du rez-de-chaussée. L'eau chaude provient de la chaufferie biomasse gérée par SEM énergie filiale de DALKIA et alimentant plusieurs établissements voisins. Trois centrales de traitement d'air (CTA) régulées, desservant le rez-de-chaussée, l'amphithéâtre et les étages, assurent le renouvellement d'air dans le bâtiment. Des capteurs de température, de taux de CO₂, des débitmètres ainsi que des détecteurs de présence et de lumière naturelle ont été également installés. Enfin, une GTB, alimentée par ces capteurs, a été mise en place afin d'assurer la supervision, depuis un portail web et en temps réel, de l'ensemble des installations qui équipe le bâtiment ainsi que la sauvegarde des données physiques que l'on peut exploiter pour des fins pédagogiques. La figure 3 illustre, à travers la GTB, la visualisation des températures intérieures ainsi que les taux de CO₂ au niveau du 1^{er} étage.



(a)



(b)



(c)

Figure 3. Visualisation du réseau de l'eau chaude (a), de la CTA (b) et du puits canadien (c)

Grâce à ces dispositifs, L'utilisateur peut constater, par exemple, le taux d'occupation des salles grâce au taux de CO_2 (<400 ppm : inoccupée ; entre 400 ppm et 1000 ppm : occupée et > 1000 sur-occupée). Cela permettra ensuite de vérifier l'arrêt de fonctionnement des équipements au niveau des salles inoccupées et réguler les débits d'air au niveau des salles sur-occupées.

La visualisation du fonctionnement des systèmes CVC est également possible (fig. 3). Sur la figure 3a, on peut distinguer les températures de départ et de retour de l'eau chaude au niveau du réseau hydraulique. Le renouvellement d'air assuré par les CTA se fait à une température de soufflage régulée en fonction de la température de consigne (fig. 3b). L'apport de chaleur est assuré par la récupération de la chaleur sur l'air vicié et l'apport de fraîcheur est fourni par le puits canadien (fig. 3c).

3.2. Exploitation et analyse des données physiques

En plus de la visualisation, la GTB rend possible l'exploitation des données physiques, ce qui procure la possibilité d'analyser et d'optimiser le fonctionnement des systèmes. Ces paramètres physiques concernent la température, le taux de CO_2 et les débits.

Sur la figure 4, la température extérieure et la température de l'air fourni par le puits canadien sont présentées. Cette dernière est amortie par rapport à la température extérieure. Cela permet d'envisager un rafraîchissement passif des locaux par le puits canadien pendant les intersaisons. L'utilisateur pourrait alors enclencher le puits canadien depuis la GTB pour rafraîchir les locaux. Par conséquent, la température intérieure des locaux devient stable et proche de la consigne pendant cette période de rafraîchissement passif (fig. 5). L'objectif de cette analyse est de montrer l'intérêt de l'exploitation des données afin d'améliorer le confort des occupants.

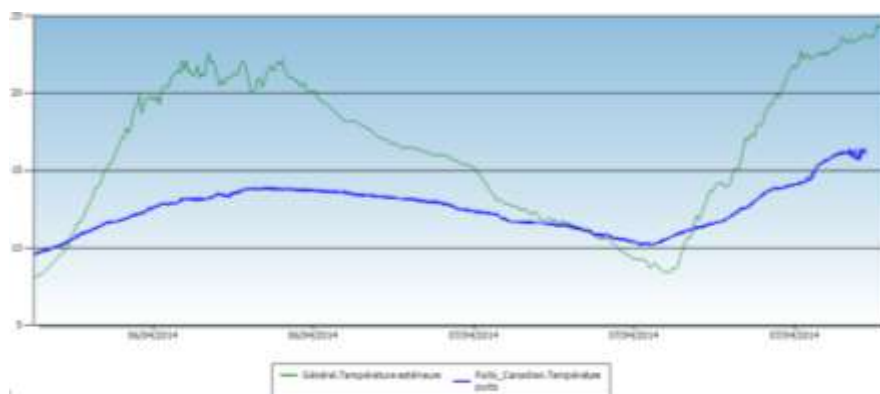


Figure 4. Températures extérieure et de l'air fourni par le puits canadien (6 et 7 avril)

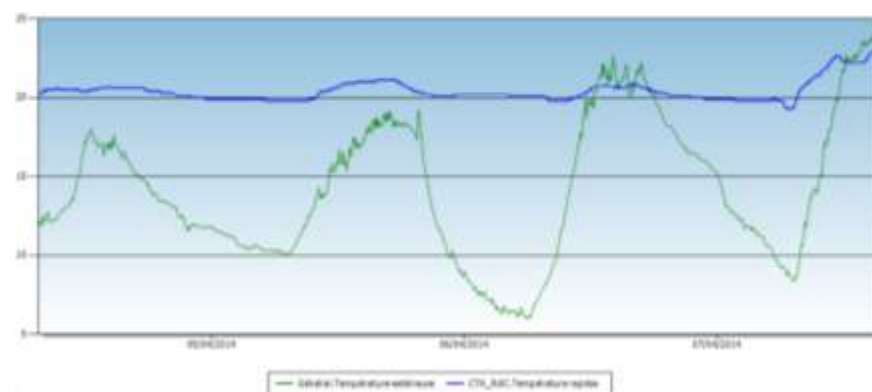


Figure 5. Températures extérieure et intérieure (du 5 au 7 avril)

La figure 6 montre un autre exemple concernant la consommation due au chauffage. Ces courbes présentent les températures de départ et de retour de l'eau chaude au sein du réseau hydraulique de chauffage. L'écart entre les deux paramètres est d'autant plus élevé que les besoins en chauffage sont importants (le matin). Dans l'après-midi, l'écart devient relativement faible car les besoins sont devenus faibles.

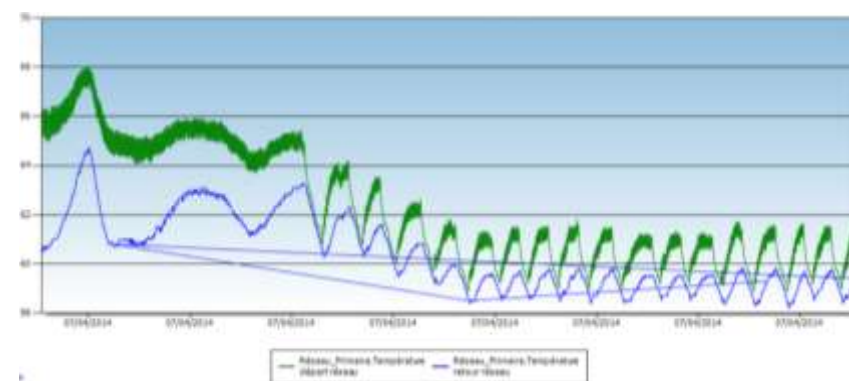


Figure 6. Températures de départ et de retour de l'eau chaude (7 avril)

3.3. Intérêt de la GTB dans la démarche participative

La GTB permet donc de réunir des données techniques concernant un bâtiment, elles mêmes indispensables à la compréhension des enjeux de maîtrise énergétique. Elle constitue donc un outil a priori essentiel dans les échanges amenés à se développer entre, d'une part, un concepteur d'ouvrage et, d'autre part, les décideurs ou le public. Les données issues de la mise en œuvre d'une GTB doivent ainsi être considérées comme autant d'instruments susceptibles,

de contribuer en amont de nouveaux projets, à la sensibilisation et à l'acculturation des acteurs aux enjeux environnementaux inhérents à la transition énergétique et écologique. En phase de définition des projets, ces données apparaissent comme des éléments destinés à enrichir les réflexions menant à la définition de l'avant projet sommaire puis de l'avant projet détaillé. En phase de réalisation des projets puis de suivi de ces derniers, ces mêmes données, peuvent utilement enrichir les échanges destinés à renforcer l'efficacité énergétique d'un bâtiment tout en faisant perdurer cette dernière dans le temps.

Encore faut-il néanmoins que ces données techniques soient accessibles quelles que soient les connaissances et compétences des personnes cibles à qui elles vont être présentées. Il paraît donc important de réfléchir à la transcription de ces données dans un langage adapté. L'histogramme 3D paramétré se présente alors comme un vecteur intéressant.

4. Représentation de la consommation à travers un histogramme 3D paramétré.

De nombreux travaux proposent des solutions de visualisation 3D du bâtiment. Des Systèmes d'Information notamment Géographique (SIG) permettent d'intégrer des données tridimensionnelles pour en réaliser des visualisations impressionnantes de réalisme, permettre de s'y promener ou de survoler les différentes zones modélisées (Koehl et al., 2008)(Souza et al., 2003). Ses fonctionnalités ont trouvé une place très favorable dans différents domaines (aménagement, réalité virtuelle, tourisme...), mais l'intégration de données propres à la consommation du bâtiment n'est pas présente pour une analyse globale et une optimisation.

Les SIG intègrent des données de localisation des bâtiments et peuvent être utilisées pour proposer des solutions SIG 3D commerciales comme LandSim3D, AutoCAD Map 3D ou Spaceyes... Ces logiciels présentent encore des lacunes en matière de gestion des données 3D pour intégrer des paramètres d'usage. Les données détaillées liées à la consommation d'un bâtiment ne sont pas prises en charge. D'un autre côté, l'acquisition des données géographiques 3D de référence et leur tenue à jour posent des contraintes de coût et d'interopérabilité qui dépassent souvent les capacités d'un seul organisme (Hajji, 2013). Pourtant, l'analyse de la consommation d'un bâtiment couplée à une visualisation pédagogique a un double intérêt et aboutit aux propositions suivantes. Tout d'abord, les particuliers et les professionnels pourraient découvrir l'impact de leur bâtiment et sa performance dans l'écosystème urbain. Ensuite, la gestion de données techniques pourrait enrichir l'analyse globale et permettre l'optimisation du système urbain. L'utilisation d'une visualisation 3D introduit une problématique du niveau de détails souhaités (Prévost et al., 2011). L'objectif du projet est de fournir une visualisation et un affichage simplifiés des données techniques sur la consommation des bâtiments pour une plus grande accessibilité. Les usagers seraient capables d'analyser la consommation de leur bâtiment à travers un modèle 3D comportant des données « vulgarisées » qui pourra s'apparenter à une aide à la population (SHS).

L'implémentation d'un tel outil est définie à travers un processus qui implique deux bases de données (Fig. 7). Une base partielle pour cibler une zone urbaine à travers un SIG et une base comportant les données de consommation du bâtiment. Ces dernières sont établies grâce à la norme RT 2012, c'est-à-dire par exemple la consommation en eau, en biomasse (fioul, bois...), en énergie (conversion en CO²). Pour représenter les données visuellement, nous utilisons un modèle 3D générique sous forme d'histogrammes 3D qui comporte des briques paramétrées réalisées sur CATIA V5. Ce choix repose sur le niveau de définition du modèle 3D souhaité pour obtenir une représentation virtuelle simplifiée (accessible par un grand nombre de personnes) et les outils capables de paramétrer un modèle géométrique à partir de données externes (BDD). Ces paramètres sont ensuite liés aux données de la consommation pour faire varier la hauteur des briques 3D (et indiquer une forte ou basse consommation).

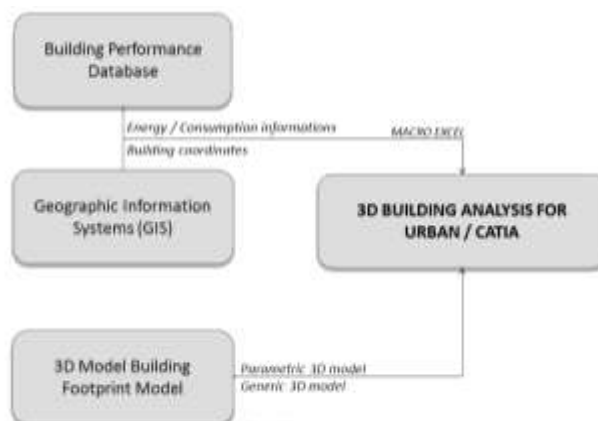


Figure 7. Implementation approach of 3D building analysis

Nous utilisons des données partielles du SIG pour importer des coordonnées de localisation des bâtiments (x,y). Les SIG exploitent deux différents types de modèles géographiques. Le modèle vecteur qui regroupe des informations sous la forme de coordonnées x, y. Les objets de type ponctuel sont dans ce cas représentés par un simple point. Les objets linéaires (routes, fleuves...) sont eux représentés par une succession de coordonnées x,y. Les objets polygonaux (territoire géographique, parcelle...) sont représentés par une succession de coordonnées délimitant une surface fermée. Le modèle raster est constitué d'une matrice de points pouvant tous être différents les uns des autres. Il s'adapte parfaitement à la représentation de données variables qui permet de compléter et d'enrichir vos données métiers (nature du sol, hydrographie...). Nous récupérons les coordonnées de localisation pour créer une parcelle urbaine avec un positionnement réaliste des bâtiments.

L'ensemble des données est intégré au sein d'un tableur Excel comportant une macro d'importation vers le logiciel de conception 3D. Pour valider la démarche, nous avons réalisé une étude de faisabilité en utilisant un logiciel de conception CAO appelé Catia V5 (Dassault Systems) qui est très utilisé dans le secteur industriel. Ce choix est fondé sur la nécessité d'utiliser un logiciel comportant des fonctions avancées (modèle générique, paramétrage, éditeur Visual Basic, passerelle vers d'autres applications...). Nous avons mis en place l'application à travers un premier modèle 3D simplifié et quelques points de localisation (fig 8). L'histogramme 3D est généré automatiquement grâce aux données sur la consommation.

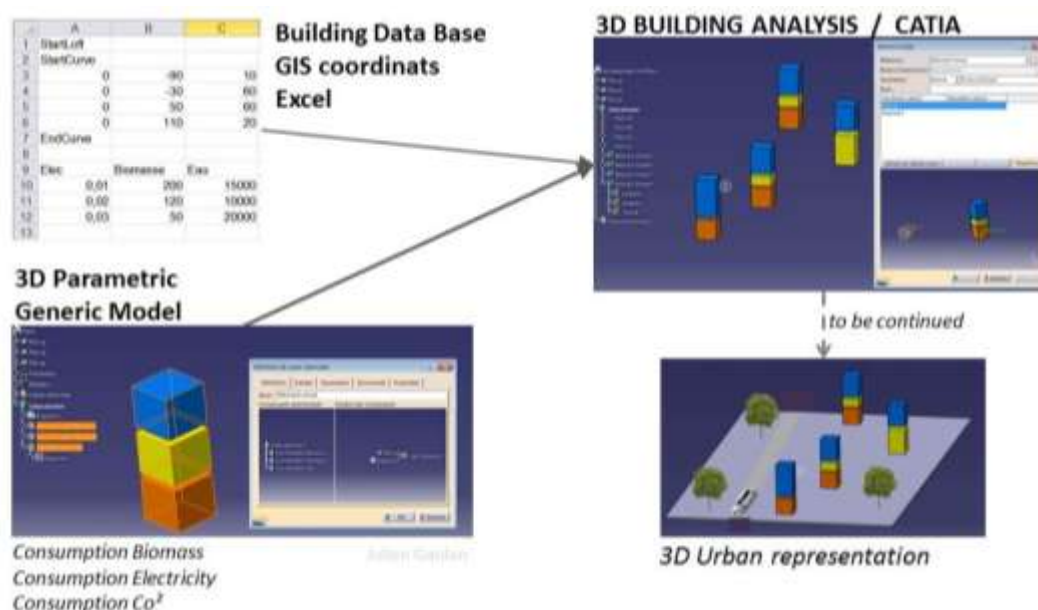


Figure 8. Feasibility study of 3D application in Catia V5

L'interprétation et le recueil des données techniques est une problématique récurrente. Ni le SIG, ni un modèle BIM (Building Information Modeling) ne recueillent des informations concernant l'évolution du bâtiment de façon dynamique (par rapport à son comportement dans le temps). Dans la mesure où le PLM (Product Life Cycle Management) permet de gérer un produit tout au long de son cycle de vie, grâce à différents outils informatiques procurant des données mesurables, la gestion du cycle de vie du bâtiment est incontournable. Il s'agirait de mettre en place un bâtiment intelligent et connecté pour recueillir les informations liées à sa consommation. Le terme de **bâtiment intelligent** recouvre à la fois la notion de maison communicante individuelle (**Smart home**) et de bâtiment à énergie positive (**Smart building**).

La démarche proposée, en mettant en place une représentation 3D de la consommation de bâtiments, facilite l'accès aux données techniques. En tant que telle, elle apparaît comme un instrument contribuant à résoudre l'une des difficultés majeures rencontrées par la participation développée autour et pour les projets de bâtiment : la difficile définition d'un langage adapté à un public cible parfois totalement profane.

5. Participation et données techniques : les enjeux du développement de la modélisation

La participation est aujourd'hui partie intégrante du syntagme de développement durable entendu comme un idéal destiné à guider l'action collective, comme une nouvelle idéologie du XXI^e siècle (Zaccai, 2009). Le rapport Brundtland prévoit ainsi d'appréhender la vie commune par la pensée collective, par l'échange. Pour autant, la substance même de cette participation reste toujours non définie : pour nous, il faut envisager le substantif « participation » comme un terme générique désignant tout type de mécanisme en vertu duquel l'administration ou plus largement tout maître d'ouvrage, accepte ou encourage un certain concours des citoyens à l'élaboration d'un acte ou d'un projet. Les notions d'information, de consultation et de concertation désigneraient alors trois applications de cette catégorie générale (Gillet Lorenzi, 2002) se caractérisant par une intensité croissante des échanges générés.

Le projet opérationnel qu'il soit imaginé à l'échelle d'une parcelle (bâtiment), d'un îlot (quartier) ou d'une ville ne saurait aujourd'hui voir le jour sans la définition par les territoires de savoirs

nouveaux favorisant le « faire ensemble » afin d'assurer le « vivre ensemble ». Se pose alors la question de la définition des processus participatifs aptes à assurer une appropriation effective, par les acteurs d'un projet, des enjeux de ce dernier et de son contenu.

La question de cette appropriation est d'autant plus sensible que les projets sont dotés d'une technicité incontestable. Les disciplines scientifiques se trouvent, en effet, aujourd'hui confrontées à un nouvel enjeu : l'obligation de développer les « conditions culturelles et politiques qui permettent une appropriation civique authentique et large, et un débat réel sur les savoirs » (Pestre, 2011). L'enjeu est de concevoir des solutions robustes c'est-à-dire économiquement viables, techniquement fiables et socialement acceptables. Pour répondre à cette injonction, les concepteurs d'un projet urbain peuvent certes s'appuyer sur des formes de participation du public déjà organisées par les textes : rappelons que dès 1830, la trace de ces formes, soigneusement élaborées, peut être relevée dans les travaux parlementaires. De façon plus contemporaine, les origines des processus de participation applicables à l'urbain sont à rechercher dans la convention d'Aarhus de 1998 visant elle-même à mettre en œuvre le principe n°10 de la Déclaration de Rio de 1992. Les textes français s'appuient, eux, sur l'article 7 de la charte constitutionnelle de l'environnement. Ces textes définissent ainsi des procédures institutionnelles et obligatoires dont l'enquête publique est sans doute la plus connue : elle constitue, en effet, la seule procédure juridiquement organisée et emportant des effets de droit sur la décision administrative « de faire » ; La concertation prévue par l'article L 300-2 du code de l'urbanisme permet, quant à elle, de corriger les imperfections de l'enquête en associant les acteurs du projet à ce dernier dès ses prémices et pendant toute sa phase d'élaboration. Plusieurs tempéraments peuvent être apportés à ces premières affirmations. Le premier concerne le champ d'application des dispositifs juridiques ici cités : si la procédure d'enquête doit être utilisée pour des projets concernant des « parties de territoire » lors de la réalisation d'une Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) par exemple ou lors de l'élaboration d'un document de planification tel qu'un Plan Local d'Urbanisme (PLU), elles ne sont en revanche aucunement obligatoire pour d'autres projets ne nécessitant, par exemple, qu'un permis de construire. En outre, juridiquement, même lorsqu'elles les procédures de participation sont dites obligatoires, le manque de concertation ne saurait par lui-même engendrer une remise en cause des processus décisionnels concernés. Ainsi, même dans les cas où les textes prévoient une participation, cette dernière dépend intimement de la volonté des décideurs locaux et des concepteurs du projet d'engager un débat de fond sincère avec des interlocuteurs parfois profanes mêmes si une certaine « professionnalisation » peut intervenir via, en particulier, le développement de structures associatives dédiées. Dans le cas inverse, le risque est moins de réduire la robustesse du projet urbain que de permettre le développement de sentiments de déception, de frustration voire d'impuissance eux-mêmes totalement contre productifs.

Tout l'enjeu est donc aujourd'hui de ne pas réduire la participation au rang d'alibi démocratique pour en faire un facteur majeur de réussite du projet. Cet enjeu est d'autant plus réel que des populations non initiées peuvent fréquemment se saisir de questions non posées déstabilisant en cela tout discours expert pré défini : ces populations peuvent alors construire leur propre savoir et le porter au cœur de l'espace public. La question de l'accessibilité du discours proposé par les concepteurs d'un projet s'avère alors essentielle. Le recours à des technologies numériques est sans aucun doute, en la matière, une voie à explorer encore davantage : elles favorisent l'émergence de propositions et d'échanges entre acteurs en contribuant à développer l'interactivité indispensable à la compréhension des problématiques et des enjeux soulevés. La modélisation apparaît ainsi comme un outil de médiation efficient sous réserve de favoriser des représentations objectives et capables de s'adapter à un mode d'échange interactif. En ce sens, l'histogramme 3D ici présenté constitue une illustration pertinente. Les premières réflexions menées devront néanmoins être testées auprès d'un échantillon représentatif afin de vérifier la capacité des outils à rendre effectivement accessibles les données recueillies. Il s'agirait alors, dans un second temps d'élargir l'analyse à une échelle plus adaptée à l'instar de

celle proposée par la conception opérationnelle permettant d'appréhender le « territoire énergétique » : le « sur mesure technique en réseau » (Souami, 2009).

Conclusion

La durabilité urbaine prend forme dans des expériences pilotes telles que les écoquartiers qui préfigurent une nouvelle culture urbaine. Cette durabilité peut se traduire en des objectifs concrets tels que la réduction et la maîtrise de la consommation d'énergie. Elle apparaît, en outre, comme une démarche et un processus impliquant une négociation entre différents acteurs.

En tant que telle, la durabilité urbaine pose la question de l'intégration de la donnée technique dans des processus participatifs performants. En cela, elle soulève, en filigrane, la question de la relation des sciences et techniques avec l'ordre démocratique et participatif : les sociétés du passé ont fait confiance à la science. Cette confiance a aujourd'hui disparu. Même si la coproduction généralisée est sans doute un idéal, même si un projet de co-maîtrise collective via le politique est illusoire, il s'agit aujourd'hui d'appliquer le modèle du débat public (Callon, 1998) entre savoirs construits séparément.

Les premiers résultats présentés dans cette contribution s'intègrent à cette problématique. Nous proposons dans ce document une démarche pour mettre en place une représentation 3D de la consommation de bâtiments pour une analyse simplifiée et accessible par la population. Cette représentation virtuelle peut être couplée à d'autres outils d'analyse. Elle tend en cela à contribuer à la réflexion développée en matière d'EIT : l'efficacité de la méthode proposée devra néanmoins être testée moyennant une utilisation de méthodes issues des sciences humaines et sociales (entretiens semi directifs, enquêtes en face à face...). Sur cette base une expérimentation à l'échelle d'un territoire pourra ensuite intervenir : il s'agira alors d'enrichir les réflexions émergentes sur les « Smart city » dont New York, Singapour et Barcelone voire Shanghai sont les premières réalisations tangibles.

Références

- Barbier, R., 2003, Quand le public prend ses distances avec la participation. EDP Sciences. Vol. 13. 258-265
- Brulot, S., M. Maillefert, J. Joubert, 2014. Stratégies d'acteurs et gouvernance des démarches d'écologie industrielle et territoriale. Vol. 5 n°1.
- Callon M., 1998, Différentes formes de démocratie technique. Annales des Mines. 63-73
- Emelianoff C., 2007, La ville durable : l'hypothèse d'un tournant urbanistique en Europe », L'information géographique, 48-65
- Farinos D. J., Le défi, le besoin et le mythe de la participation à la planification du développement territorial durable : à la recherche d'une gouvernance territoriale efficace, L'information géographique, p. 89 -111
- Gillet Lorenzi E., 2002, Enquête publique et participation du public : l'exemple des grands projets d'infrastructure de transport, Thèse, URCA, 433 p.
- Liberherr-Gardioli F. 2007/3, Durabilité urbaine et gouvernance, enjeux du XXI^e siècle, Revue internationale des sciences sociales, pp 373-385
- Pestre D., 2011/1, Développement durable : anatomie d'une notion, Natures Sciences Sociétés, vol. 19, , pp. 31-39
- Pestre D., 2011, Des sciences, des techniques et de l'ordre démocratique et participatif, Natures Sciences Sociétés, vol. 19, Pp 210-238
- Chiffres clés du bâtiment, 2011, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)
- Silva D., S. Vieira, C. Lima, JF. Martins, 2011, Home energy saving adviser system. Proceedings of the 2011 international conference on power energy and electrical drives. Torremolinos (Malaga) Spain,
- Prévoist, A., D., Rodríguez, N., Molines, B., Beckers, 2011, La modélisation 3D: une nouvelle voie pour les documents d'urbanisme? Application à l'optimisation énergétique des bâtiments. Rev. Int. Géomatique 21, 557–583.

- Ramos, F. , 2003, Modélisation et validation d'un système d'information géographique 3D opérationnel. Thèse. Université de Marne-la-Vallée.
- Rapport du Conseil d'Etat, 2011, Consulter autrement, participer efficacement, La documentation française, , 226 p.
- Hajji, R. ,2013, Vers une méthode de conception de SIG 3D collaboratif.
- Koehl, M., E.,Meyer, C.,Koussa, C.,Lott, et al., 2008. SIG 3D ET 3D dans les SIG: Application aux modèles patrimoniaux. GéoEvénement 1–15.
- Sagot, J.-C., 1999, Ergonomie et conception anthropocentrée. Habilit. À Dir. Rech. Inst. Natl. Polytech. Lorraine Nancy.
- Souza, L.C.L., D.S.,Rodrigues, J.F., Mendes, 2003, Sky view factors estimation using a 3D-GIS extension.
- Taoufik Souami, 2009, conceptions et représentations du territoire énergétique dans les quartiers durables. rev. Flux n° 76/77, avril-septembre pp. 71-81