

SPECIFICATION GEOMETRIQUE DES CONCEPTS ARCHITECTURAUX DANS LE CADRE DE LA THERMIQUE DU BATIMENT

ROLAND JUCHMES, VINCENT DELFOSSE, STÉPHANE SAFIN,
PIERRE LECLERCQ
*LUCID-ULg : Lab for User Cognition and Innovative Design,
University of Liège - Belgium*

Abstract: *This study is interested in the attribution of technological properties to geometrical elements in a 3D architectural modeler. We propose an original method based on the principle of semantic groupings of faces by geometrical requests. We describe the method and the results of interviews led with architects to identify the relevant groupings, then we list the simple geometrical requests developed within the modeler for the selection of these groupings and we report the efficiency of the method on a case. We conclude by the benefits and limits of our method.*

Keywords: *3D modeling, semantic grouping, geometric requests, building physics.*

Résumé : *Cette étude s'intéresse à l'assignation des propriétés technologiques des parois dans un modèleur architectural 3D. Nous proposons une méthode originale basée sur le principe de groupements sémantiques de faces par requêtes géométriques. Nous décrivons la méthode et les résultats d'entretiens menés auprès d'architectes pour identifier les groupements pertinents, listons les requêtes géométriques simples pour la sélection de ces groupements et rendons compte de l'efficacité de la méthode sur un cas. Nous concluons sur les avantages et limites de l'approche.*

Keywords: *modélisation 3D, groupement sémantique, requêtes géométriques, thermique du bâtiment.*

1. Introduction

Dans le cadre de la transposition de la directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments (PEB)¹, les exigences réglementaires belges ont été fortement renforcées, tant au niveau des performances à atteindre que des variables prises en compte dans les calculs. Les administrations des régions wallonne et bruxelloise ont donc décidé de faciliter la procédure en distribuant, à tous les acteurs concernés par la

¹ Directive 2002/91/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2002 sur la performance énergétique des bâtiments

nouvelle législation, un logiciel de calcul de la performance énergétique suivant la méthode proposée dans la réglementation européenne. Les autorités ont en outre exprimé le souhait que cet outil puisse être utilisé dans deux phases principales de la conception : à la fin de l'avant-projet, pour des raisons de certification, mais aussi en cours de conception, en vue d'évaluer différentes alternatives possibles.

Elles ont donc commandé un modéleur 3D qui permet l'introduction des données géométriques du bâtiment de manière simplifiée afin de favoriser l'optimisation thermique du projet. C'est dans le cadre du développement de ce logiciel que s'inscrit notre recherche.

L'option prise par de nombreux systèmes actuels est de proposer une modélisation basée sur des objets architecturaux : l'utilisateur manipule des objets constructifs (murs, planchers, toitures, etc.) disposant de paramètres (longueur, composition etc.). Il peut ensuite mettre en relation ces objets : par exemple, insérer un objet porte dans un mur. Grâce à cette approche, le système dispose d'une bonne connaissance du modèle architectural. Cependant, pour l'utilisateur, la modélisation est lourde et complexe et, en aucun cas, adaptée aux stades précoces nécessitant une grande flexibilité des outils de représentation (Goel, 1995 ; Schweikardt et Gross, 2000).

En réponse, nous proposons un outil de modélisation simple et flexible, composé uniquement de volumes et de faces géométriques sans lien avec la sémantique architecturale. Nous créons ensuite au-dessus de ce modèle géométrique, une couche sémantique métier, dans laquelle les faces sont regroupées en entités significatives et parlantes pour l'architecte (par exemple la toiture, les planchers, les murs etc.)

Dans ce papier, nous nous intéressons spécifiquement à l'attribution des technologies aux parois dans un modèle 3D. Nous partons du constat que la description énergétique d'un bâtiment est relativement complexe, une structure simple pouvant déjà être composée de plusieurs dizaines voire centaines d'éléments de parois, parmi lesquelles nombreuses sont celles qui présentent des propriétés similaires. Il est évident qu'un architecte décrivant les compositions de parois utilisées dans un projet ne spécifiera pas la composition de chaque mètre carré du bâtiment, mais utilisera des concepts architecturaux correspondant à des *groupements* de parois. Par exemple, une toiture peut être très complexe et composée de nombreux pans : elle constitue un groupe cohérent pour l'architecte qui souhaite attribuer en une fois la technologie à toute la couverture. L'assignation par groupement, prenant en compte les concepts sémantiques propres à l'architecte nous paraît donc un concept porteur dans l'objectif de simplicité. Dès lors, cette étude poursuit deux objectifs complémentaires :

L'identification des groupes de parois qui ont un sens pour l'architecte.

La définition de requêtes géométriques permettant de générer spontanément ces groupements sur base d'un modèle 3D purement géométrique.

2. État de l'art : techniques de sélection dans les modeleurs 3D

La question de la sélection d'un sous-ensemble d'objets se pose dans tous les logiciels de modélisation 3D. La méthode la plus immédiate pour l'utilisateur consiste à sélectionner directement à l'aide de la souris les objets qu'il souhaite manipuler. Cette technique devient évidemment très fastidieuse dès que les modèles se complexifient. De plus, en architecture, les objets intérieurs au bâtiment sont souvent inaccessibles à la sélection directe car ils sont masqués quel que soit le point de vue.

Les logiciels de CAAO ont donc proposé différents outils pour organiser les objets. Deux techniques inspirées du dessin 2D, sont largement répandues : les calques et les groupes.

L'utilisation des calques (ou couches selon le logiciel) permet de regrouper des objets de même type sémantique (la maçonnerie, la menuiserie etc.) ou de même type graphique (traits pointillés, traits de couleur rouge etc.). L'inconvénient de cette classification est qu'elle est exclusive : un objet appartient à un seul calque. De plus, elle nécessite soit une grande vigilance lors de la modélisation pour ranger les objets dès leur création, soit un effort important a posteriori pour réorganiser un modèle créé sans précautions, avec la problématique de sélection des objets dans un modèle complexe. La seconde technique consiste à regrouper les objets en entités manipulables comme un tout. Ce sont, selon les terminologies des logiciels, les groupes, les blocs, les composants etc. Ils sont très efficaces lorsqu'ils concernent des objets réutilisés plusieurs fois mais par contre, chaque groupement nécessite une description explicite de la part de l'utilisateur et est indépendant du reste du modèle.

Ces techniques présentent donc deux inconvénients majeurs qui sont critiques au stade de la conception préliminaire :

- les objets sont classés à un seul endroit, une fois pour toute,
- les objets doivent être explicitement identifiés et associés par l'utilisateur.

Dans les logiciels de modélisation de l'information liée au bâtiment (BIM), l'utilisateur manipule directement des objets architecturaux (murs, portes, escaliers etc.). L'effort de classification est alors remplacé par la multiplication des outils de modélisation et la complexification de l'interface qui devient incompatible avec la souplesse nécessaire dans les phases de conception préliminaire.

De nombreux modeleurs proposent aussi d'organiser le modèle en une structure arborescente ; il est dès lors possible de sélectionner un objet dans un arbre plutôt que directement dans la scène 3D. Dans le cas de la

modélisation de bâtiments, la limitation de cette technique est la taille de l'arbre, qui comprend très souvent des centaines d'objets.

Plusieurs recherches envisagent de développer un langage de requêtes spatiales pour l'interaction entre le modèle de bâtiment et l'utilisateur (Borrmann et al. 2006, Adachi 2002, Weise et al. 2003). Ces travaux poursuivent le même objectif que le nôtre : sélectionner de manière efficace une partie du modèle. Ils s'en distinguent cependant sur deux points essentiels :

Ils agissent sur des modèles dans lesquels des objets sont parfaitement connus et contiennent beaucoup d'information (par exemple le modèle IFC) alors que les objets de notre modèle ne disposent que de peu d'informations et que nous tentons justement de créer des groupes sémantiques à partir de ces objets purement géométriques.

Ils cherchent à créer une grammaire rigoureuse (inspirées par exemple des requêtes SQL sur les bases de données) alors que nous tentons de créer un dialogue basé sur les concepts – parfois ambigus – utilisés spontanément par les architectes.

Le fonctionnement de notre outil peut être permanent, comme fonctionnent les systèmes rangeant automatiquement les courriels dans les logiciels de messagerie. Les requêtes entretiennent une liste de faces en tant que groupement dynamique : chaque nouvelle face créée est automatiquement classée dans les groupes auxquels elle répond.

3. Méthodologie

La méthodologie d'identification des groupements sémantiques et de développement du module de requêtes comprend trois phases :

Des entretiens avec des architectes professionnels, basés sur des cas concrets, et visant à identifier les groupements sémantiques de parois mis en jeu lors de la conception ou l'optimisation énergétique de bâtiments,

La définition de requêtes géométriques simples permettant de réaliser aisément les groupements sémantiques de parois identifiés lors des entretiens et leur implémentation dans notre modèleur 3D,

L'évaluation de la pertinence et de l'utilisabilité de ces requêtes sur un cas concret.

Durant la première phase, nous avons rencontré quatre architectes professionnels présentant différents profils du point de vue de leur formation, de leur expérience, du type de construction qu'ils ont l'habitude de réaliser et de l'importance qu'ils accordent à la question énergétique. Nous leur avons demandé de décrire les caractéristiques thermiques des parois mises en œuvre dans leurs réalisations. En tout, nous avons récolté la description de dix projets de natures très différentes en termes de taille, de fonction, de budget, etc.

La récolte d'informations a été réalisée via des entretiens semi-structurés organisés en deux temps. La structuration des entretiens en deux phases a pour objectif de distinguer une logique dite « descriptive » qui consiste à décrire la composition des parois d'un bâtiment terminé, d'une logique « constructive » consistant à optimiser la composition énergétique d'un bâtiment en cours de conception.

Pour appréhender la logique descriptive, nous avons demandé à chacun des architectes de présenter plusieurs projets terminés, sur base des documents graphiques disponibles. Nous leur avons demandé de détailler la composition des différentes parois. Cette description était laissée libre en vue d'observer les groupements *spontanément* utilisés. Pour chacun des groupements ou concepts sémantiques évoqués, nous avons demandé à l'architecte de bien préciser quelles parois composaient le groupe.

Pour appréhender la logique constructive, nous avons demandé dans un second temps, après la description d'un projet, de proposer des actions pour améliorer la performance énergétique du bâtiment, sans se soucier des contraintes réelles du projet, comme le budget par exemple. L'objectif de cette seconde phase consistait à identifier des groupements liés à l'optimisation du bâtiment et d'observer les similitudes et les différences avec les groupements précédents.

L'analyse des entretiens nous a permis d'extraire les groupes « sémantiques » que les architectes utilisent spontanément pour décrire un bâtiment, par exemple « la façade nord », « le deuxième étage », « l'enveloppe extérieure », « la toiture », etc.

La deuxième phase de ce projet a consisté à développer un prototype logiciel de requêtes permettant de sélectionner les faces du modèle 3D sur base de leurs propriétés géométriques et topologiques. Nous avons défini les requêtes en fonction des groupements identifiés précédemment et des caractéristiques géométriques pertinentes pour l'architecture. Ce module permet de sélectionner les faces du modèle 3D afin composer des groupes, par combinaison de requêtes simples et d'opérateurs booléens.

Enfin, nous avons évalué le module logiciel en modélisant un bâtiment réel d'un degré de complexité moyen, puis en essayant de retrouver tous les groupes de parois évoqués par l'architecte grâce à une combinaison minimale de requêtes. Ce test nous a permis d'évaluer la pertinence des concepts implémentés.

4. Groupements sémantiques de parois identifiés

Il est à noter que les dix projets décrits par les architectes ne disposent que d'un nombre limité de compositions de parois, généralement trois types de murs, un type de vitrage, deux types de sols et deux types de toitures. Cette relative simplicité est essentiellement guidée par des impératifs d'exécution :

en augmentant la complexité de l'objet architectural, on augmente *de facto* les risques d'erreurs de la part des entrepreneurs. Ce réflexe de simplicité a été retrouvé chez l'ensemble des architectes. On peut noter également que les compositions de parois définies par les architectes dans différents projets sont généralement similaires. La connaissance du comportement d'un type d'isolant déjà utilisé dans des constructions préalables ou la compétence des entrepreneurs sont des éléments essentiels pour le choix d'une technologie.

4.1. GROUPEMENTS DE BASE

La méthodologie d'entretiens mise en place nous a permis d'identifier les concepts faisant référence à des ensembles de parois c'est-à-dire à des faces dans le modèle 3D. Dans la première partie de l'entretien, dans la logique descriptive, nous avons rencontré quatre catégories:

Les concepts faisant référence à des murs d'élévation (opaques),

Ce sont les plus nombreux, nous distinguons :

Les concepts faisant référence à des parois intérieures : murs mitoyens, murs de l'escalier de la cave ou murs adjacents à un local non chauffé (combles, caves, garage). Ils se distinguent principalement par les espaces qu'ils séparent (notion d'adjacence).

Les concepts faisant référence aux murs de l'enveloppe extérieure. Ils peuvent se distinguer en fonction de plusieurs éléments : les espaces qu'ils séparent (les murs extérieurs des locaux techniques), leur topologie (murs enterrés) ou leur orientation (façade nord).

Dans de nombreux projets, nous avons observé deux types principaux de composition pour les murs extérieurs comme, par exemple, un revêtement en brique et un revêtement en bois. Cette différence de composition est le plus souvent basée sur des critères esthétiques et est indépendante des parois au sens thermique (c'est-à-dire une paroi de composition homogène séparant deux et seulement deux ambiances). On retrouve généralement une composition spécifique de paroi pour les murs enterrés et les locaux non chauffés.

Les toitures

Les architectes distinguent les toitures plates et les toitures en pente, qui n'ont pas la même composition et qui présentent donc des caractéristiques thermiques différentes. Par contre, dans les bâtiments qui nous ont été décrits, nous n'avons jamais rencontré deux compositions différentes pour le même type de toiture en pente ou plate.

Les sols

Nous n'avons rencontré que deux types de sols : les sols lourds, au-dessus des caves ou des vides sanitaires, et les planchers en bois pour les combles.

Comme pour les toitures, la composition pour chaque type de sol est homogène sur tout le bâtiment.

Les vitrages.

Bien qu'appartenant en principe au groupe des parois verticales, les parois vitrées occupent une place particulière pour l'architecte. Il ne les compose en effet pas comme les autres parois, il choisit simplement le type de vitrage. Dans tous les bâtiments analysés, les architectes ont systématiquement utilisé un seul type de vitrage.

4.2. GROUPEMENTS POUR L'OPTIMISATION

Lors de l'exercice d'optimisation, on retrouve les mêmes types de groupements que dans la partie descriptive, auxquels viennent s'ajouter deux autres groupes sémantiques supplémentaires.

Les matériaux

L'architecte, pour optimiser un bâtiment déjà conçu, changera la composition de l'ensemble des parois de même technologie. Ainsi, il choisira fréquemment d'augmenter l'épaisseur d'isolant dans toutes les parois du même type.

L'orientation

Dans le cadre d'une optimisation, on peut distinguer l'orientation des différentes parois. Ainsi, les parois exposées au soleil pourront avoir des caractéristiques différentes pour profiter des apports solaires

4.3. CARACTERISTIQUES DES GROUPEMENTS

Il est à noter différentes remarques par rapport aux groupements identifiés :

- Ils sont peu nombreux et largement partagés par les professionnels.

- Les parois d'un groupe ne sont pas nécessairement contiguës.

- Les groupes recouvrent assez bien ceux de la réglementation thermique, mais sont plus détaillés.

- Ces groupements sémantiques peuvent être ambigus. Ainsi, la notion de façade peut correspondre à des réalités différentes en fonction du contexte.

- Ces groupements se combinent pour former des groupes plus complexes. Par exemples, les « parois en bardage de la paroi nord » font référence à des groupes liés aux matériaux, au type de paroi verticale et à l'orientation.

5. Requêtes géométriques implémentées

La deuxième phase du travail a consisté à implémenter un outil permettant de sélectionner des faces du modèle sur base de règles géométriques. Ces requêtes de sélection ont été choisies pour pouvoir couvrir les groupements

sémantiques identifiés à la phase précédente. Elles peuvent être classées en quatre catégories.

Les requêtes portant sur les propriétés géométriques des faces

Trois propriétés sont concernées : l'orientation (angle horizontal entre le sud et la projection dans le plan horizontal de la normale à la face), l'inclinaison (angle dans un plan vertical entre la verticale et la normale à la face) et la surface en m^2 de la paroi.

Dans ce type de requête, l'utilisateur peut spécifier un seuil de tolérance sur la valeur cible. Par exemple, il peut demander d'identifier les faces orientées sud-est plus ou moins 15° . Cette tolérance permet d'accepter une certaine imprécision dans la modélisation (par exemple sur la pente d'une toiture) et autorise la sélection des faces sur base d'une valeur approximative (la surface d'une fenêtre par exemple). Enfin, cette tolérance correspond bien à la pratique des architectes pour qui l'orientation d'une façade par exemple ne correspond pas à l'angle exact de la face géométrique (une façade sud-est n'est pas nécessairement orientée exactement à -45°).

La requête sur les surfaces permet en outre de demander les faces ayant une surface supérieure, inférieure ou égale à la valeur indiquée.

Les requêtes sur base de l'appartenance à un volume

Il est possible de demander la liste des faces délimitant un volume : par exemple les parois d'un local. En outre, deux requêtes particulières peuvent être classées dans cette catégorie : l'enveloppe extérieure composée de toutes les faces externes du bâtiment (c'est-à-dire celles qui délimitent le volume extérieur) ou la requête inverse : les parois intérieures composées exclusivement des faces séparant deux espaces intérieurs.

Les requêtes portant sur les relations entre faces

Plusieurs requêtes portent sur les relations topologiques et géométriques entre les faces et concernent la coplanarité (sélection de toutes les faces coplanaires à une face donnée) et l'adjacence (sélection des faces ayant une arête commune à une face donnée).

Requête par sélection ou par citation

C'est la technique la plus simple : la requête consiste à sélectionner manuellement dans le modèle 3D ou à nommer alphanumériquement chacune des faces à ajouter au jeu de sélection. Elle permet de réaliser les compléments indispensables aux méthodes de sélection particulières décrites ci-dessus.

5.1. COMBINAISON DE REQUETES PAR OPERATEURS BOOLEENS

Toutes ces requêtes peuvent être combinées à l'aide des opérateurs logiques : ET, OU, NON et MOINS. Grâce à ces opérateurs, il est possible d'établir des requêtes de sélection très précises, par exemple : *sélectionner toutes les faces verticales extérieures, de surface inférieure à trois mètres carrés, en excluant celles qui sont orientées au nord.*

5.2. LISTE DES REQUETES

L'ensemble des requêtes implémentées est listé dans la table 1

TABLE 1. Liste des requêtes

FACE : Une ou plusieurs faces données par nom
ALL : Toutes les faces
INTERNALS : Toutes les faces internes (ayant 2 volumes voisins)
EXTERNALS : Toutes les faces externes (n'ayant qu'un volume voisin)
HORIZONTALS : Toutes les faces horizontales
VERTICALS : Toutes les faces verticales
WIDTH_LESS(length) : Les faces dont la boîte englobante rectangulaire à une largeur < length
WIDTH_GREATER(length) : Les faces dont la boîte englobante rectangulaire à une largeur > length
AREA_LESS(area) : Les faces dont la surface < area
AREA_GREATER(area) : Les faces dont la surface > area
PLAN(plan, direction) : Les faces au dessus d'un plan donné
HORIZONTAL_ANGLE(angle, tolerance) : sélection des faces en fonction de leur orientation horizontale
VERTICAL_ANGLE(angle, tolerance) : sélection des faces en fonction de leur orientation verticale

6. Composition de requêtes sémantiques sur base de requêtes géométriques : application dans le cadre d'un projet réel

Une fois les groupes sémantiques architecturaux identifiés et les requêtes géométriques sur la maquette 3D implémentées, la dernière étape consiste à vérifier qu'il est possible de créer les groupements à l'aide du jeu de requêtes disponibles sur base d'un exemple réel.

Pour cela, nous avons choisi un bâtiment qui nous avait été décrit par un des architectes interrogés. Ce bâtiment a été choisi car il nous semblait rassembler les principales difficultés que l'on peut rencontrer lors de la création des groupements sémantiques. Il s'agit d'un bâtiment composé de deux niveaux et quatre logements

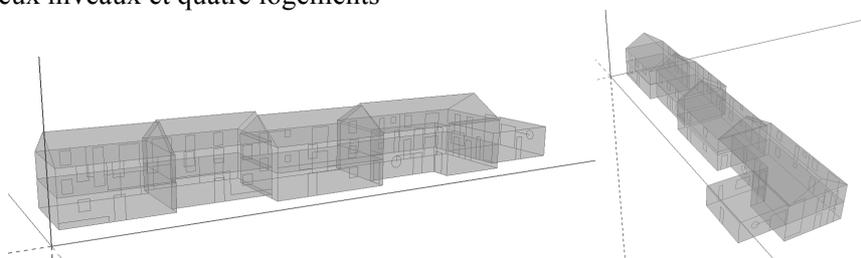


Figure 1. Bâtiment utilisé pour tester la méthode.

Nous décrivons dans cette partie l'établissement des liens entre requêtes et groupements.

6.1. REQUETES SIMPLES ET REQUETES COMPOSEES

Certains groupements sémantiques architecturaux peuvent être composés à partir d'une seule requête géométrique. L'enveloppe extérieure, par exemple, est constituée de l'ensemble des faces séparant un espace intérieur et un espace extérieur. De même, les toitures sont très facilement sélectionnables par une simple requête sur l'inclinaison.

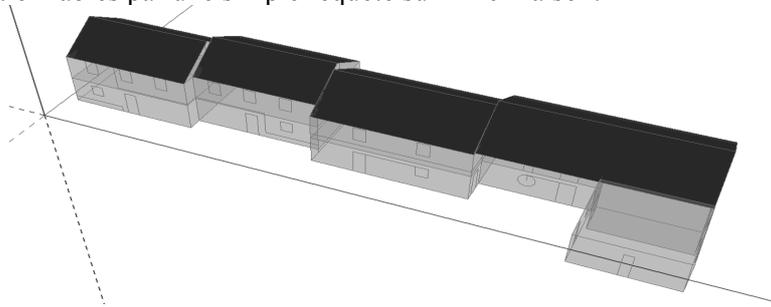


Figure 2. Sélection des faces composant la toiture à l'aide de la requête simple : TOIT = « VERTICAL_ANGLE (0, 80) » où 0° représente un angle pointant vers le haut, tolérance de 80°

D'autres groupements nécessitent l'association de plusieurs requêtes. Les toitures plates sont les parois horizontales séparant un espace intérieur d'un espace extérieur (par opposition aux planchers) etc.

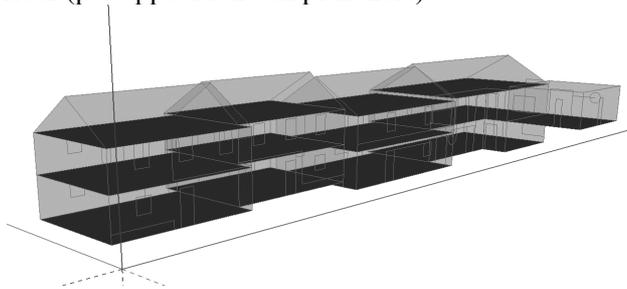


Figure 3. Sélection des planchers intérieurs à l'aide de la requête composée : « MINUS(HORIZONTAL, TOITS) »

Les requêtes peuvent ainsi se combiner pour cibler des ensembles de plus en plus précis de parois. Par exemple, les fenêtres de la façade côté rue d'un bâtiment qui seront munies de vitrages acoustiques, et les fenêtres du rez-de-chaussée dont les vitrages seront feuilletés et anti-effraction. L'architecte qui

souhaite attribuer les caractéristiques thermiques à ces fenêtres va donc effectuer en cascade plusieurs requêtes : sélectionner l'ensemble des faces correspondant aux fenêtres ET l'ensemble des faces appartenant à la façade à rue ET l'ensemble des faces du rez-de-chaussée.

Il faut souligner que, d'une manière générale, plus la requête est ciblée, plus elle est complexe à spécifier et moins elle fournit de faces. Les requêtes trop spécifiques seront donc naturellement délaissées au profit de requêtes par sélection manuelle et directe dans le modèle 3D.

6.2. DEFINITION D'UN GROUPE « FAÇADE »

La façade est un bon exemple de la difficulté d'établir des relations entre concepts architecturaux et géométrie du modèle. Une première approche simpliste peut nous faire penser qu'une façade est un groupe de parois verticales extérieures de même orientation. Cependant, dans de nombreux bâtiments, les façades ne sont pas formées de faces coplanaires mais contiennent un certain nombre de « décrochages » qui les animent. À partir de quelle distance, deux faces de même orientation n'appartiennent plus à la même façade ? Jusqu'à quel point deux murs parallèles non-alignés appartiennent-ils à la même façade ? Deux murs perpendiculaires peuvent-ils appartenir à la même façade ? Bien que la façade soit une notion partagée par tous les architectes, sa définition est cependant assez ambiguë.

La stratégie pour sélectionner une façade sur base de requêtes géométriques n'est donc pas triviale. Pour permettre la sélection efficace des faces dans le cas de façades complexes nous avons été amenés à développer un nouveau type de requête : la requête par plan de coupe : « PLAN(plan, direction) ».

Cette technique particulière permet de sélectionner les faces situées d'un côté ou de l'autre d'un plan quelconque du modèle. La scène 3D est ainsi divisée en deux demi-mondes et l'utilisateur peut décider le côté qu'il souhaite sélectionner. Cette requête peut être utilisée pour, par exemple, sélectionner toutes les faces situées au dessus du niveau du deuxième étage. Il suffit dans ce cas de placer un plan de coupe horizontal au niveau du sol du deuxième. Différentes options permettent de spécifier si les faces coupées par ou situées dans le plan de coupe sont ajoutées au jeu de sélection.

Pour sélectionner une façade complexe, une requête par plan de coupe peut être utilisée en choisissant comme référence le plan le plus intérieur de la façade et en conservant les faces côté extérieur de ce plan (voir figure 4).

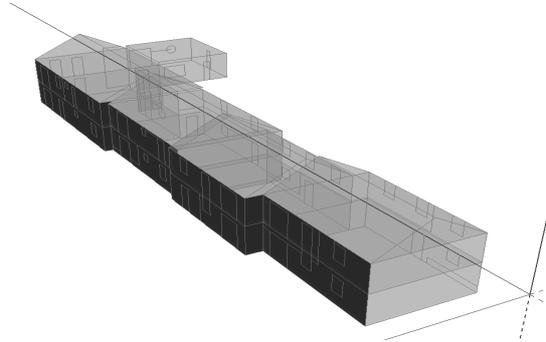


Figure 4. Sélection d'une façade complexe à l'aide d'une requête par plan de coupe : « PLAN(plan sélectionné, direction1) » où plan sélectionné est le plan de la face la plus renfoncée de la façade et direction1 = une des deux direction pour le plan (obtenue en testant les deux possibilités)

La notion d'étage est assez proche celle de la façade. Tous les espaces d'un étage ne sont pas nécessairement situés au même niveau. Cependant un étage se représente sur un seul plan. Il est donc possible, en utilisant une requête par plan bien positionnée de sélectionner tous les planchers d'un étage même s'ils ne sont pas tous situés au même niveau.

6.3. DEFINITION D'UN GROUPE « PAROIS VITREES »

La sélection par requêtes géométriques des parois vitrées d'un bâtiment est une opération délicate. La superficie des parois vitrées est un indice mais nous rencontrons très souvent de grands murs rideaux de dimensions comparables aux murs pleins. De la même manière, le critère d'inclusion dans une autre surface est une bonne indication dans le cas d'une architecture traditionnelle mais est mis en défaut par les fenêtres d'angle, les portes vitrées ou les alternances de vitrages et de bardages.

Une approche par requête d'adjacence peut donner de bons résultats : sélectionner la partie opaque d'une façade et considérer toutes les faces coplanaires adjacentes comme des vitrages. Elle suppose cependant que la partie opaque est composée d'une seule face c'est-à-dire qu'elle est d'un seul tenant, composée d'un seul matériau et qu'elle sépare un seul espace intérieur de l'environnement extérieur.

Dans l'exemple étudié, nous n'avons pas pu créer une requête retrouvant uniquement les parois vitrées. Nous avons utilisé une requête sur la surface des parois et éliminé, par sélection directe dans le modèle, les quelques morceaux de parois opaques qui avaient été retrouvés. Une requête combinée sur la forme et la surface pourrait peut-être donner de bons résultats et serait à tester.

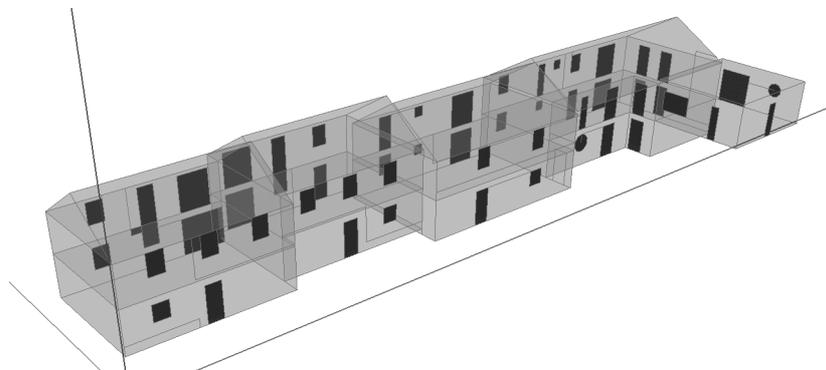


Figure 6. Sélection des vitrages par combinaison de requêtes et sélections manuelles : « MINUS(SET1, SET2) » où SET1 = « WIDTH_LESS(3 mètres) » et SET2 = « FACE(quelques faces superflues choisies manuellement) »

L'application du principe des requêtes à un cas un peu complexe montre que si certains groupements sémantiques sont facilement transposables en requêtes géométriques, d'autres sont beaucoup plus difficiles à généraliser. C'est bien sûr en fonction de chaque contexte qu'il convient de formuler les requêtes les plus appropriées.

7. Discussion

Nous pensons que notre proposition pour grouper les objets présente de nombreux avantages par rapport aux techniques généralement mise en place dans les logiciels de CAAO, particulièrement dans le cadre de la conception préliminaire.

Par rapport à la sélection directe des faces dans le modèle, l'utilisation des règles permet de facilement saisir les parois intérieures comme, par exemple, toutes les parois séparant les logements des zones communes d'un grand immeuble à appartements.

Grâce à l'utilisation des règles dynamiques, le système est capable de grouper automatiquement les nouveaux objets ou de changer le groupe d'objets déjà modélisés. Par exemple, une paroi de l'enveloppe extérieure, qui devient intérieure par l'ajout d'un nouveau volume change automatiquement de groupe et donc de technologie.

Par rapport aux logiciels de type BIM dans lesquels l'utilisateur manipule des objets sémantiques complexes (murs, planchers, toitures etc.), notre interface de modélisation reste extrêmement simple et facilite la génération rapide de solutions. Cette caractéristique est essentielle en conception préliminaire.

Par rapport à la sélection et l'attribution manuelles des propriétés aux faces, les groupements sémantiques permettent la vérification de l'ordre de

grandeur des valeurs associées aux parois. Le système pourrait par exemple vérifier que le coefficient de transmission thermique attribué au groupe toiture respecte la réglementation. Une application potentiellement très intéressante serait le développement d'un système d'assignation spontanée, capable de proposer automatiquement des caractéristiques technologiques pertinentes aux parois du bâtiment en fonction des groupes.

Une limitation de la méthode est l'impossibilité de sélectionner les groupes de parois caractérisés par une composition spécifique mais sans relation avec la logique constructive du bâtiment, par exemple les jeux formels de matériaux sur la façade d'un bâtiment. Nous n'avons dans ce cas pas d'autre solution que la sélection directe des faces dans le modèle.

8. Perspectives

Grâce aux enquêtes menées auprès des professionnels, nous avons constaté que, dans le cadre de la thermique du bâtiment, les groupements de parois spontanément utilisés par les architectes étaient peu nombreux et largement partagés par la communauté. Nous avons ensuite montré, à l'aide d'un exemple réel, qu'il était très souvent possible de traduire en termes de requêtes géométriques simples, des notions architecturales parfois ambiguës comme la façade ou la toiture.

Nous envisageons deux pistes de développement pour ces travaux. D'une part, l'extension des règles de groupements sémantiques à d'autres domaines que la thermique, afin de couvrir de nouveaux concepts architecturaux. D'autre part, la généralisation des requêtes. En effet, actuellement, la création des requêtes est réalisée manuellement pour correspondre à chaque cas particulier. Nous souhaitons étudier dans quelle mesure il est possible de proposer des requêtes génériques, pertinentes pour la plupart des bâtiments. Enfin, il serait utile de mesurer l'impact de l'utilisation des groupements sémantiques sur la tâche de modélisation.

9. Bibliographie

- Adachi, Y. (2002) Overview of Partial Model Query Language, VTT Building and Transport / SECOM Co. Ltd., Intelligent Systems Lab., VTT Report VTT-TEC-ADA-12, available from: <http://cic.vtt.fi/projects/ifcsvr/tec/VTT-TEC-ADA-12.pdf>
- Borrmann A, van Treeck C, Rank E. Towards a 3D Spatial Query Language for Building Information Models. In: Proc. of the Joint Int. Conf. for Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering, Montreal, Canada, 2006.
- Goel, V. (1995). *Sketches of Thought*. Bradford-MIT Press, Cambridge.
- Schweikardt, E., Gross, M.D. (2000). Digital clay : deriving digital models from freehand sketches. *Automation in Construction*, vol. 9, 107-115.
- Weise M., Katranuschkov P. & Scherer R. J. (2003): Generalised Model Subset Definition Schema. In: Amor R. (ed.) "Construction IT: Bridging the Distance", Proc. of the CIB-W78 Workshop, 23-25 April 2003, Waiheke Island, Auckland, New Zealand.