



# Étude des usages prospectifs d'outils mobiles pour l'architecture et l'urbanisme

Xi Zhou

## ► To cite this version:

Xi Zhou. Étude des usages prospectifs d'outils mobiles pour l'architecture et l'urbanisme. Architecture, aménagement de l'espace. 2013. dumas-01503160

**HAL Id: dumas-01503160**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01503160>**

Submitted on 6 Apr 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0  
International License

**MASTER SCIENCES ET TECHNIQUES DES ENVIRONNEMENTS URBAINS**

**SPECIALITE AMBIANCES ET FORMES URBAINES**

**Année 2012 /2013**

**Thèse de Master STEU**

***Diplôme cohabilité par  
l'Ecole Centrale de Nantes,  
l'Ecole Nationale Supérieure des Techniques Industrielles et des Mines de Nantes  
l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes,  
l'Université de Nantes***

Présentée et soutenue par :

XI ZHOU

le 20 septembre

à l'Ecole nationale supérieure d'architecture de Nantes

**TITRE**

**ETUDE DES USAGES PROSPECTIFS D'OUTILS MOBILES POUR L'ARCHITECTURE ET L'URBANISME**

**JURY**

Président : .....

Prénom Nom

Fonction.....

Examineurs :

Myriam Servières  
Daniel Siret  
Vincent Tourre

Maître de conférences...  
Chercheur Ministère de la Culture  
Maître de conférences

Directeur de mémoire : Myriam Servières

Laboratoire/Institution : Laboratoire CERMA



## Résumé en français

L'émergence des terminaux mobiles apporte des changements de notre mode de vie grâce à leur mobilité et aux divers capteurs intégrés. Ils peuvent nous aider de travailler plus efficacement. Dans le domaine de l'architecture et de l'urbanisme, le potentiel des outils mobiles n'est pas encore totalement exploité, surtout pour applications servant sur site. L'objectif de cette recherche est de définir les usages prospectifs qui seraient implémentés dans un outil mobile pour une utilisation in-situ pour un architecte et un urbaniste. Afin d'atteindre ce but, nous étudierons dans ce mémoire la conception en architecture et en urbanisme, les applications existantes ainsi qu'une enquête de terrain sur l'avis et l'attitude des usagers de ce métier pour ce sujet.

### Mots-clés :

Outil mobile, usages prospectifs, architecture, urbanisme, projet en architecture et en urbanisme, application d'appareil mobile

**Discipline :** Master STEU spécialité AFU

## Summary in English

**Title:** Study of prospective usages of mobile tools for architecture and urban planning/design

The appearance of the terminal mobile tools has changed our lifestyle thanks to their mobility and the insertion of various sensors, they can help us to work more effectively. In the field of architecture and urban planning/design, the potential of mobile tools is waiting to be developed, especially on mobile application for in-situ use. This search aims to define the prospective usages for architect and urban planner/designer which can be implemented in a mobile tool for a utilization in-situ. To achieve this goal, we will study in this thesis the architectural design and urban design, the existent mobile applications, and a survey about the opinions and attitudes of the users of this career for this topic.

### Keywords :

Mobile tool, prospective usages, architecture, urban planning/design, project in architecture and in urban planning/design, mobile application

## Sommaire

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Introduction</b>                                                                                                       | 6  |
| 1. La conception dans un projet d'architecture et d'urbanisme                                                             | 7  |
| 1.1. Une introduction à la conception architecturale et urbaine                                                           | 7  |
| 1.1.1. La conception architecturale                                                                                       | 7  |
| 1.1.2. La conception en urbanisme                                                                                         | 7  |
| 1.2. Les différentes phases d'un projet d'architecture et d'urbanisme                                                     | 8  |
| 1.2.1. Les différentes approches du processus d'un projet d'architecture et d'urbanisme                                   | 8  |
| 1.2.2. Le processus de conception                                                                                         | 10 |
| 1.2.3. Spécification des étapes en conception                                                                             | 12 |
| 1.3. Les éléments importants pour la conception architecturale/urbanistique                                               | 13 |
| 1.3.1. Éléments conceptuels en architecture et en urbanisme                                                               | 13 |
| 1.3.2. Éléments pratiques en architecture et en urbanisme                                                                 | 14 |
| 1.4. Les supports de représentation                                                                                       | 17 |
| 1.4.1. Le dessin                                                                                                          | 17 |
| 1.4.2. La maquette                                                                                                        | 21 |
| 1.4.3. Support numérique                                                                                                  | 21 |
| 1.5. Conclusion                                                                                                           | 22 |
| 2. Présentation de la recherche                                                                                           | 24 |
| 2.1. Contexte                                                                                                             | 24 |
| 2.1.1. Conception sur site et conception au bureau                                                                        | 24 |
| 2.1.2. Dessin à main levée et dessin numérique                                                                            | 24 |
| 2.1.3. Méthode traditionnelle, ordinateur fixe et outils mobiles                                                          | 24 |
| 2.1.4. La réalité virtuelle et la réalité augmentée                                                                       | 25 |
| 2.2. Problématiques                                                                                                       | 27 |
| 2.2.1. Concevoir sur site a-t-il un intérêt pratique ?                                                                    | 27 |
| 2.2.2. Est-ce utile de faire une conversion automatique d'un dessin à main levée vers un dessin numérique de format CAO ? | 28 |
| 2.2.3. Des outils mobiles sont-ils des outils adaptés pour un projet d'architecture et d'urbanisme ?                      | 29 |
| 2.2.4. La réalité augmentée pourrait-elle offrir des aides multiples à l'architecte ou à l'urbaniste ?                    | 29 |
| 3. Classification et spécification des usages fournis par un outil mobile pour un projet de conception                    | 30 |
| 3.1. Classification des applications actuelles                                                                            | 30 |
| 3.2. Spécification des usages                                                                                             | 35 |
| 3.2.1. Navigation                                                                                                         | 35 |
| 3.2.2. Localisation                                                                                                       | 35 |
| 3.2.3. Visualisation                                                                                                      | 35 |
| 3.2.4. Lecture                                                                                                            | 35 |
| 3.2.5. Mesure et relevé                                                                                                   | 36 |
| 3.2.6. Enregistrement                                                                                                     | 36 |

|         |                                                                                    |    |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.7.  | Prise de notes rapide .....                                                        | 36 |
| 3.2.8.  | Édition .....                                                                      | 36 |
| 3.2.9.  | Modélisation 3D.....                                                               | 37 |
| 3.2.10. | Simulation .....                                                                   | 38 |
| 3.2.11. | Communication et partage .....                                                     | 38 |
| 3.3.    | <i>Les capteurs intégrés dans un appareil mobile</i> .....                         | 39 |
| 3.4.    | <i>Conclusion</i> .....                                                            | 40 |
| 4.      | Enquête sur les usages des outils mobiles pour l'architecte et/ou l'urbaniste..... | 41 |
| 4.1.    | <i>Méthodologie</i> .....                                                          | 41 |
| 4.1.1.  | Échantillon de personnes interrogées.....                                          | 41 |
| 4.1.2.  | Mode d'interrogation .....                                                         | 41 |
| 4.1.3.  | Analyse des résultats .....                                                        | 41 |
| 4.2.    | <i>Analyse et discussion</i> .....                                                 | 43 |
| 4.3.    | <i>Conclusion</i> .....                                                            | 50 |
| 5.      | Usages existants et prospectifs pour l'architecte et l'urbaniste.....              | 51 |
| 5.1.    | <i>Usages existants préférés des usagers</i> .....                                 | 51 |
| 5.1.1.  | Liste des usages.....                                                              | 51 |
| 5.1.2.  | Scénario d'usages d'applications existantes .....                                  | 51 |
| 5.2.    | <i>Usages prospectifs</i> .....                                                    | 57 |
| 5.2.1.  | Liste des usages.....                                                              | 57 |
| 5.2.2.  | Explication des usages prospectifs .....                                           | 57 |
| 6.      | Conclusion et perspectives.....                                                    | 62 |
|         | <b>Bibliographie</b> .....                                                         | 64 |
|         | <b>Table des figures</b> .....                                                     | 67 |
|         | <b>Table des tableaux</b> .....                                                    | 68 |
|         | <b>Annexes</b> .....                                                               | 69 |
|         | Annexe 1 : Extrait de la loi MOP .....                                             | 69 |
|         | Annexe 2 : Tableau de capteurs intégrés dans un Smartphone .....                   | 73 |
|         | Annexe 3 : Questionnaire .....                                                     | 75 |

## Remerciement

Je tiens à remercier profondément tout d'abord Myriam Servières, l'encadrante de mon stage, qui m'a permis de réaliser ce sujet de recherche et qui m'a fait confiance. C'est grâce à son aide, à son encouragement, à son soutien précieux tout au long de six mois, que j'ai pu améliorer mon travail.

Je remercie sincèrement Pascal Joanne, responsable de notre spécialité et directeur du CERMA, de m'avoir accueillie chaleureusement pendant ma scolarité et mon stage.

Je remercie tout particulièrement Martine Chazelas, documentaliste du CERMA, pour sa gentillesse, sa patience, son aide fréquente et ses conseils sur les recherches bibliographiques et la rédaction de la bibliographie.

J'adresse également mes remerciements à Daniel Siret, chercheur du CERMA, qui m'a été d'une aide précieuse pour l'élaboration de mon questionnaire ; et Laurent Lescop, chercheur du GERSA, qui m'a consacré de son temps pour une discussion sur le projet en architecture et en urbanisme.

Merci à toutes les personnes qui ont répondu aux questionnaires.

Enfin, merci à ma famille, pour m'avoir soutenue à distance.

## Introduction

Au fur et à mesure de la banalisation et la popularisation d'outils mobiles (Smartphone, tablette tactile), ils sont utilisés dans beaucoup de domaine et sont devenus un outil essentiel pour notre vie. Dans le domaine de l'architecture et de l'urbanisme, même s'il y a des éditeurs qui ont développé certaines applications, elles sont encore en phase d'essai ; particulièrement le développement actuel des applications qui doivent être utilisées sur site n'est pas assez approfondi. Dans cette recherche, nous tentons de définir les usages prospectifs qui seraient implémentés dans un outil mobile pour une utilisation in-situ lors de la phase de conception en architecture et en urbanisme.

Cette recherche suit le plan suivant :

La première partie sera une introduction à la conception architecturale et urbanistique. Dans cette partie de présentation, nous étudierons les phases de conception dans un projet architectural/urbain et le travail du concepteur dans le but de présenter les éléments clés du processus de conception. Autrement dit, le but est de connaître les méthodes de travail de l'architecte/l'urbaniste et le résultat qu'ils veulent atteindre à chaque étape d'un projet. Cela nous permettra d'explorer des outils actuels que les concepteurs utilisent et des usages potentiels pour eux.

La deuxième partie, nous présenterons concrètement le travail de cette thèse. J'ai formulé les problématiques, basées sur la recherche de la première partie, sur mon expérience personnelle de cinq ans d'études en architecture-urbanisme et sur les points de vue des documents de la littérature.

La troisième partie sera constituée d'une classification préliminaire des applications orientées pour l'architecture/l'urbanisme pour l'appareil mobile et l'introduction de techniques qui pourraient être utilisées pour la conception. À travers l'analyse de cette partie, nous recenserons les fonctionnalités des applications qui sont déjà réalisées et expliciterons quelques techniques informatiques pratiques. Ainsi nous pourrions trouver une possibilité de combiner les différents éléments entre eux et enfin créer de nouveaux usages. Cela sera une exploration préliminaire pour des usages prospectifs.

La quatrième partie sera l'élaboration d'un questionnaire pour connaître les habitudes actuelles des concepteurs et leurs attitudes vis à vis des outils mobiles et éventuellement trouver des usages prospectifs.

Dans la cinquième partie, nous tentons de proposer des usages prospectifs et de les expliquer par la description de cas d'utilisation.

# 1. La conception dans un projet d'architecture et d'urbanisme

## 1.1. Une introduction à la conception architecturale et urbaine

### 1.1.1. La conception architecturale

L'architecture est généralement considérée comme un art de la conception et de la mise en œuvre d'espaces de vie : ceux d'une demeure, d'un établissement industriel, comme ceux d'un espace urbain [Weill, 2001]. Comme tous les types d'art, il lie étroitement la créativité et l'esthétique.

Nous pouvons alors dire que l'important durant la conception architecturale pour un architecte est de créer « la forme ». Grace à la forme géométrique, les concepteurs présentent leurs idées, abstraient leurs conceptions et construisent une situation [Reffat, 2002].

Si nous changeons d'angle de vue sur l'architecture, elle est non seulement un art mais aussi « une science de la conception » [Lemoigne, 1986]. Certains chercheurs ont étudié la théorie de la conception architecturale et envisagent cette conception comme une activité de formulation/résolution de problème. Robert Prost [Prost, 1992] et Michel Conan ont beaucoup travaillé sur la conception architecturale. Un projet d'architecture est un processus, il est « une activité heuristique reposant sur la formulation de problèmes et leur résolution » [Conan, 1990].

Dans ce cas, le travail de l'architecte est « une activité intellectuelle qui consiste à formuler une solution originale et innovante à une demande de bâtiment régie par un ensemble de contraintes variées » [Halin, 2004]. L'architecte cherche toujours un compromis entre les différentes contraintes des acteurs d'un projet (maître d'ouvrage, usagers, etc.) et leurs conceptions sont toujours limitées par certaines conditions incontournables. Le processus de travail d'un concepteur devient alors complexe, comme l'écrit dans son ouvrage Olivier Tric [Tric, 1997] : « *La démarche de conception nous apparaît comme l'expression d'un processus complexe à caractère téléologique dans lequel se mêlent des considérations objectives déduites de l'analyse du programme du contexte et des contraintes techniques, et des affirmations subjectives nées d'intentions de nature esthétique. Toutes ces affirmations et considérations donnent à la démarche de l'architecte un caractère à la fois scientifique, technique et artistique, seul ce dernier manifestant la liberté de celui qui conçoit* ».

### 1.1.2. La conception en urbanisme

L'urbanisme est un champ nécessitant des connaissances pluridisciplinaires telles que la sociologie, l'économie, l'histoire et surtout la politique. C'est aussi une science, une technique et un art [Cornuéjols, 2005]. Un projet d'urbanisme peut concerner aussi bien des villes que des villages. C'est un art d'organiser un lieu, une conception dans le contexte urbain.

La conception en urbanisme comprend la conception des bâtiments, des espaces et des paysages,

elle est également l'établissement d'un cadre et un processus qui favorise le développement<sup>1</sup>.

Le rôle de l'urbaniste peut être joué par un service public ou une agence privée, leur travail porte sur plusieurs disciplines. Il peut concerner l'organisation des bâtiments, la planification générale d'une ville, la préservation et mise en valeur d'un patrimoine architectural, l'organisation des réseaux d'infrastructure, la conception des paysages, la réglementation sur le développement d'une ville, etc. En effet, on a du mal à définir précisément ce travail et il est différent en fonction des pays. Or, nous pouvons établir un premier constat sur les bases communes : l'urbaniste établit les paramètres (la hauteur, la volumétrie, l'utilisation, la capacité totale de développement, le caractère de conception, la connexion au contexte environnant, et les éléments comparables) qui permettent aux autres architectes de concevoir des bâtiments, aux promoteurs de lancer des projets, aux maires de revitaliser leurs villes, aux autorités de lancer les initiatives de croissance intelligente, et des activités similaires [Dixon, 2005].

## 1.2. Les différentes phases d'un projet d'architecture et d'urbanisme

### 1.2.1. Les différentes approches du processus d'un projet d'architecture et d'urbanisme

Un projet d'architecture et d'urbanisme est généralement divisé en trois étapes principales : le programme, la conception et l'exécution. Les étudiants en architecture travaillent que sur les deux premières étapes sans considérer la troisième étape. Par contre, l'architecte qui s'engage dans un travail fera les trois étapes [Nishimori, 2010].

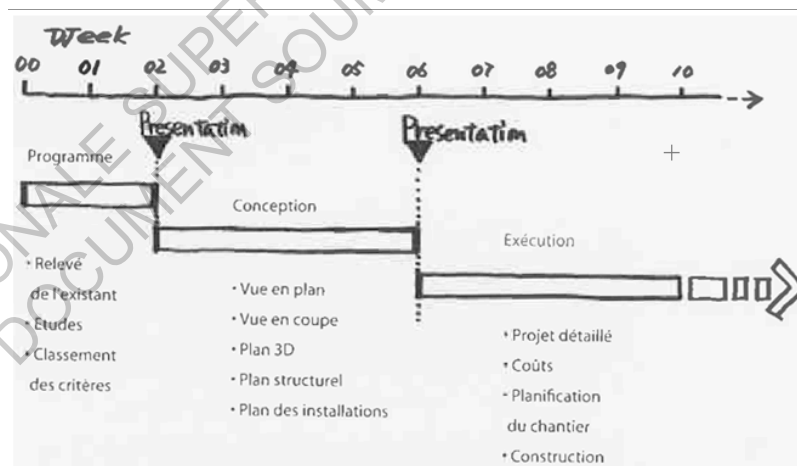


Figure 1 - Planning détaillé – source : [Nishimori, 2010]

#### Etape du programme

L'architecte démarre son travail en connaissant des divers paramètres d'un ouvrage. « Le programme est l'étape au cours de laquelle on analyse les conditions de départ et où l'on met en place le dispositif qui doit mener à la concrétisation du projet. »

<sup>1</sup> « What is Urban Design », <http://www.udg.org.uk/about/what-is-urban-design>. Consulté le 12 mars 2013.

**Etape de la conception**

A ce stade, l'ouvrage est abordé de façon concrète, les vues en plans et en coupes sont réalisées. De multiples maquettes d'études et esquisses sont créées pour obtenir un résultat optimal.

**Etape de l'exécution**

Ce stade porte sur la conception du projet détaillé et l'établissement du coût, etc.

**La loi MOP**

Le décret français [Décret n°93-1268, 1993] nous donne une référence sur les missions de l'architecte et de l'urbaniste. Ici, on doit d'abord définir deux notions: le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage [Tric, 1997].

Le maître d'ouvrage est l'individu ou les personnes morales de droit privé ou public, ou leurs représentants, maîtrise d'œuvre déléguée, programmeur, gestionnaire de projet...

Le(s) maître(s) d'œuvre est (sont) les architectes, ingénieurs, bureaux d'études, économistes, paysagistes et tous spécialistes appelés à participer à la conception de l'objet : acousticiens, plasticiens, scénographes, etc.

Ce décret est issu de la loi MOP (loi sur le Maître d'Ouvrage Public). Cette loi définit précisément le processus d'un projet et les missions de la maîtrise d'œuvre (architecte, urbaniste...).

Selon la loi MOP, le maître d'ouvrage peut confier au maître d'œuvre tout ou partie des éléments de conception et d'assistance suivants :

1. Les études d'esquisses (EDE);
2. Les études d'avant-projets (AVP);
3. Les études de projet (EDP);
4. L'assistance apportée au maître d'ouvrage pour la passation du contrat de travaux (ACT);
5. Les études d'exécution ou l'examen de la conformité au projet et le visa de celles qui ont été faites par l'entrepreneur (EEO);
6. La direction de l'exécution du contrat de travaux (DCT);
7. L'ordonnancement, le pilotage et la coordination du chantier (OPC);
8. L'assistance apportée au maître de l'ouvrage lors des opérations de réception et pendant la période de garantie de parfait achèvement (ARA).



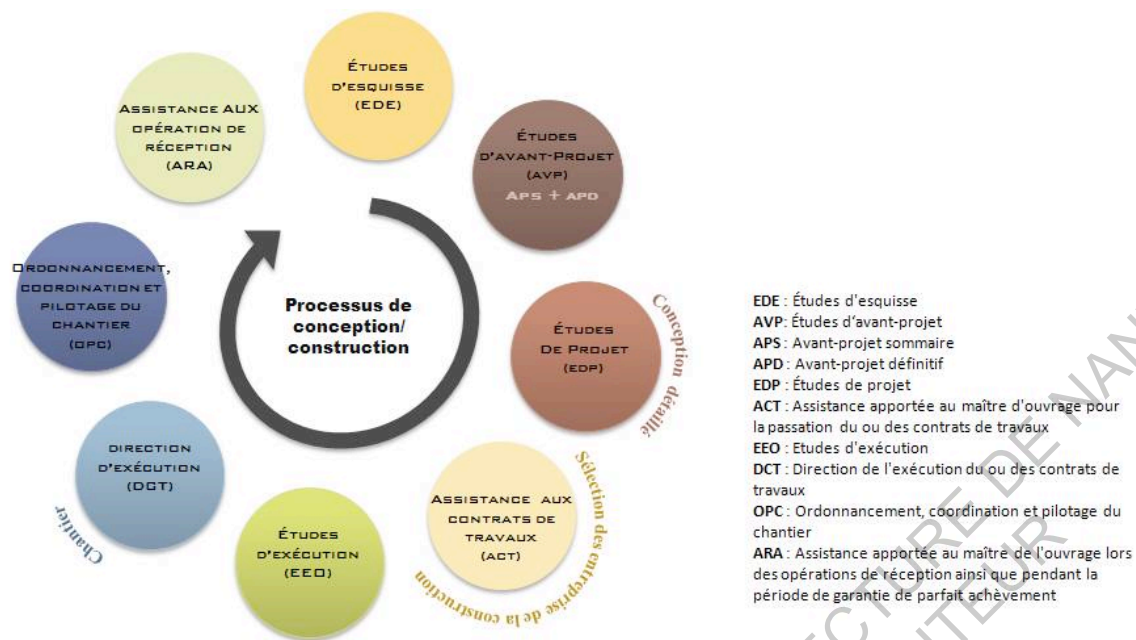


Figure 2 - Schéma de processus de conception/construction (selon la loi MOP)

Dans un projet d'architecture et d'urbanisme, de nombreux documents sont exigés. La nature et la proportion des types de documents sont variables selon les différentes étapes [Malcurat, 2001].

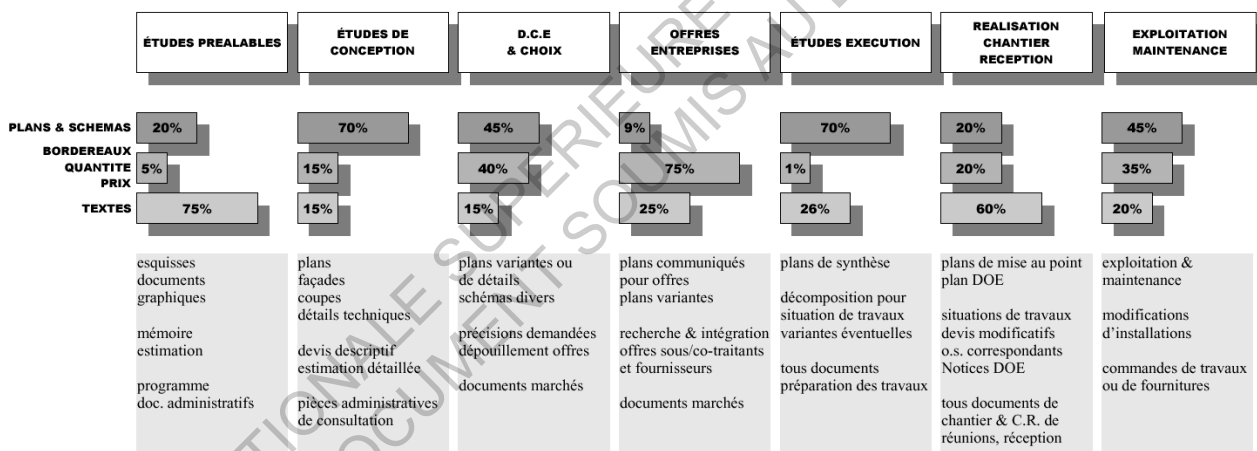


Figure 3 - Documents fournis à chaque étape du projet – source : [Malcurat, 2001]

### 1.2.2. Le processus de conception

Le processus de conception dans un projet est difficile à définir, car sa limite « peut varier en fonction de plusieurs facteurs ». Selon Lebahar, ce stade est entre le moment où l'architecte fait ses premiers choix sur les principes de base qui permettent le démarrage du processus de conception, jusqu'au point où les plans sont suffisamment élaborés pour représenter une « solution possible » [Lebahar, 1983].

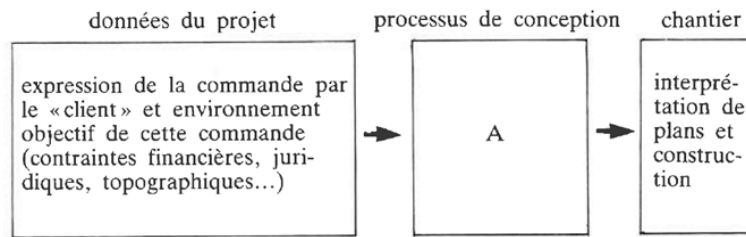


Figure 4 - La limite du processus de conception – source : [Lebahar, 1983]

Le processus de conception dans un projet d'architecture et d'urbanisme est généralement découpé en trois phases : la phase d'esquisse, la phase d'études et la phase d'exécution.

### 1. L'esquisse

La phase d'esquisse peut être aussi appelée la phase de conception préliminaire, elle comprend la création générale du bâtiment : forme, disposition et principe constructif [wikipédia, 2013a]. Le rôle de l'architecte est d'établir des plans de l'ouvrage optimisé pour satisfaire le besoin exprimé [Gaff, 2007].

### 2. La phase d'études

La phase d'études ou la phase avant réalisation comprend des études d'avant-projet sommaire et des études d'avant-projet définitif. Dans cette phase, l'architecte doit fournir un dossier technique qui comprend des dessins très précis, les calculs (fondations, etc.) et des techniques de réalisation. « A ce stade, le projet est fixé dans ses grandes lignes, il peut alors être précisé techniquement, de manière à préparer la phase de consultation des entreprises et la phase de réalisation » [Gaff, 2007].

### 3. La direction d'exécution

Cette phase d'élaboration peut aussi s'appeler le dossier d'exécution. A ce stade, l'architecte organise un appel d'offre pour permettre aux entreprises de travaux d'établir des devis. Enfin, l'architecte dirigera le chantier [wikipédia, 2013a].

Lebahar [Lebahar, 1983] a défini aussi trois grandes phases dans le processus de conception : le diagnostic architectural, la recherche de l'objet par simulation graphique, et l'établissement du modèle de construction.

#### 1. Le diagnostic architectural

L'architecte étudie les données (surface du terrain, etc.) et les contraintes (contraintes topographiques, écologiques, géologiques, juridiques, règles de conformité) qui limitent la recherche. Par le traitement de ces informations il établit un diagnostic. C'est une « représentation du problème ». Lors de cette activité, l'architecte écrit quelques notes simples et dessine la graphique pratique. C'est l'établissement de « la base graphique de simulation ».

#### 2. La recherche de l'objet par simulation graphique

Dans cette phase, l'architecte enrichit « la base graphique de simulation », et le dessin joue son plus grand rôle. Le dessin est un moyen puissant pour aider l'architecte à faire des simulations, à résoudre les problèmes qu'il rencontre pour atteindre son but.

#### 3. L'établissement du modèle de construction

« C'est un ensemble de représentations graphiques ». La représentation graphique est très précise

dans cette phase, qui comprend la précision des angles, des mesures et de l'échelle, etc.

Par rapport à première approche, l'approche de Lebarhar a mis l'accent plutôt sur le processus de conception pour un architecte et/ou un urbaniste, mais première approche définit plutôt pour tous les concepteurs dans un projet d'architecture et d'urbanisme (ingénieur de génie civil qui conçoit la structuration d'un bâtiment par exemple).

### 1.2.3. Spécification des étapes en conception

Nous avons présenté les différentes méthodes de la démarche de la conception architecturale et urbanistique. Toutes ces approches du processus semblent globalement similaires, mais chacune d'entre elle souligne différentes aspects de la conception et cela conduit à une définition de chaque étape différente.

Afin d'uniformiser et clarifier les étapes de la création architecturale et urbanistique sur lesquelles nous allons travailler par la suite, nous allons reformuler ici les étapes principales en synthétisant tous les approches présentées. D'ailleurs, dans les parties ci-dessous, nous analyserons les étapes de conception suivantes : études préalables, études d'esquisse, études d'avant-projet, études de projet, études d'exécution. Nous allons préciser ici la caractéristique et les instruments que le concepteur utilise pour chaque étape.<sup>2</sup>

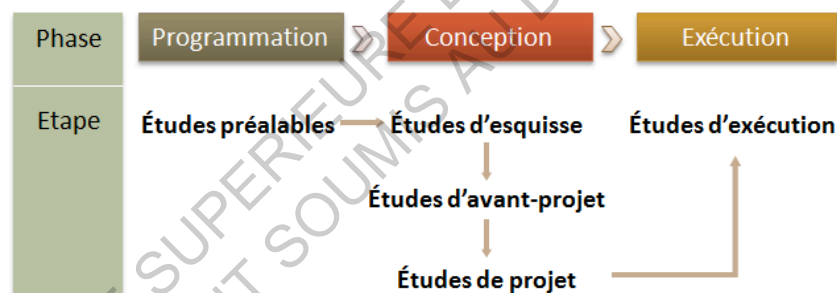


Figure 5 - Étapes de la création architecturale et urbanistique

#### 1. études préalables

Dans cette étape, l'architecte (ou l'urbaniste) doit comprendre le programme, rassembler les documents (les informations climatique de l'emplacement géographique), et participer la discussion et l'étude sur le terrain.

#### 2. études d'esquisse

L'architecte conçoit l'organisation de l'emplacement (la relation entre le bâtiment isolé et la parcelle par exemple) et la conception générale d'un bâtiment isolé (partition de l'espace, l'esquisse d'intention des façades, etc.).

L'urbaniste conçoit l'organisation globale des îlots (ou des parcelles) dans cette étape. C'est une organisation sur la structure spatiale et plusieurs systèmes (système d'espace vert par exemple).

<sup>2</sup> La précision de chaque étape selon les deux liens suivants :

<http://wenku.baidu.com/view/96ac7dccda38376baf1faec8.html>. Consulté le 9 juillet 2013.

<http://wenku.baidu.com/view/e023a0c36137ee06eff91834>. Consulté le 9 juillet 2013.

### 3. études d'avant-projet (sommaire et définitif)

L'architecte réalise le dessin technique tel que le plan de masse, le plan d'étage, l'élévation, la vue en coupe ou en perspectives.

Le travail de l'urbaniste est similaire que celui de l'architecte, mais l'échelle de travail est différente.

### 4. études de projet

Dans cette étape, l'architecte (ou l'urbaniste) résout des problèmes techniques en s'appuyant sur la phase préliminaire (l'esquisse et l'avant-projet). Cela comprend la vue de détail, la conception de décoration, le calcul de structures, le choix des matériaux.

### 5. études d'exécution

La dernière étape de conception. Elle comprend la spécification des techniques d'exécution, le dessin détaillé.

| Étapes                | Instruments                                                                                                      | Méthode de représentations             | Logiciels                                                                |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Études préalables     | Crayon, papier                                                                                                   | Croquis                                |                                                                          |
| Études d'esquisse     | crayon (2-4B), stylo tubulaire (0,5mm et plus), papier à dessin millimétré, papier calque et papier blanc        | Dessin à main levée                    | Sketch up                                                                |
| Études d'avant-projet | crayon (B-4B), stylo tubulaire (0,5mm et plus), papier à dessin millimétré, papier calque, papier blanc et règle | Dessin à main levée ou aux instruments | AutoCAD, ArchiCAD, Revit, Allplan                                        |
| Études de projet      | ordinateur                                                                                                       | Dessin                                 | logiciels métiers (logiciels pour l'économiste, l'ingénieur par exemple) |
| Études d'exécution    | ordinateur                                                                                                       | Dessin                                 | Logiciel métiers                                                         |

Tableau 1 - Caractéristiques de chaque étape de conception architecturale et urbanistique

## 1.3. Les éléments importants pour la conception architecturale/urbanistique

La phase de conception est complexe et vague, le concepteur envisage des problèmes qui ont différentes sources. Mais de toutes façons, nous pouvons quand même dégager quelques éléments essentiels en architecture et en urbanisme. Nous allons introduire ces éléments avec pour objectif de trouver des usages vis à vis d'eux dans la suite de notre travail.

### 1.3.1. Éléments conceptuels en architecture et en urbanisme

L'architecture (ou l'urbanisme) est un art, mais il est un peu différent par rapport à d'autres formes de conception créative. Nous présentons ici les caractéristiques importantes de la conception architecturale (ou urbanistique).

Silvestri [Silvestri, 2009] a bien classifié les spécificités du processus de conception en architecture par la matérialité, les besoins et les contraintes, les qualités formelles et spatiales. Sa spécification est aussi adaptée à la conception en urbanisme.

### **Matérialité**

La conception architecturale porte sur « une réalisation technologique et matérielle ». C'est-à-dire que, l'architecture est non seulement artistique mais aussi technique et scientifique, son objectif est de réaliser matériellement un ou plusieurs objets physiques.

### **Besoins et contraintes**

L'architecte tient compte de la « nécessité » dans le processus de conception, « afin de satisfaire des besoins aussi bien physiques que spirituels (l'esthétique, par exemple) ». Comme mentionné dans le chapitre 1, l'architecture réalise un équilibre entre des contraintes variées, « entre les opérations 'imaginatives' et les opérations 'actualisatrices' ».

### **Qualités formelles et spatiales**

La conception en architecture est un « art de l'espace ». « *Le véritable centre d'intérêt de la conception architecturale ne sont pas les formes en eux-mêmes mais l'espace qui se trouve entre elles* » [Silvestri, 2009].

## **1.3.2. Éléments pratiques en architecture et en urbanisme**

### **• Éléments en architecture**

Nous présentons les quatre composantes de la conception architecturale [Tric, 1997] qui peuvent être considérés comme les éléments importants en architecture.

#### **Usage**

Associé à confort, qui influence l'organisation spatiale intérieure et aussi extérieure.

#### **Enveloppe**

Cette notion est actuellement plus adaptée que le terme façade. Il désigne l'apparence des objets.

#### **Structure**

Étude de matériaux, du choix des équipements (équipements thermiques par exemple) et système de confort.

#### **Coût**

« Le coût interagit continuellement avec l'usage, la structure ou l'enveloppe » [Tric, 1997].

### **• Éléments en urbanisme**

Les éléments en urbanisme que nous présentons ici sont plutôt les éléments de composition urbaine, car le travail de cette thèse est de chercher plutôt les usages des outils dans le processus

de conception.

Nous présentons ici une liste d'éléments en urbanisme issue d'un site anglais<sup>3</sup>.

#### **Tracé d'une ville – structure urbaine**

Les réseaux de routes et d'espaces qui représentent une connexion locale ou plus large.

#### **Tracé d'une ville – tissu urbain**

La disposition de l'îlot, des parcelles et des bâtiments sur un terrain.

#### **Paysage**

Le paysage qui comprend l'espace public et les espaces verts. Il caractérise l'apparence d'un terrain à la fois au niveau de sa forme et de ses caractéristiques écologiques et naturelles.

#### **Densité et mixité**

La densité peut être présentée de certaines manières (Coefficient d'occupation des sols par exemple), elle influence l'intensité de développement. En la combinant avec la mixité elle peut influencer la vitalité et la viabilité d'un endroit.

#### **Echelle - hauteur**

L'échelle désigne la taille d'un bâtiment par rapport à son contexte, ou par rapport à la taille d'une partie d'un bâtiment, et particulièrement par rapport à la taille du corps humain. La hauteur détermine l'effet perspectif, la ligne d'horizon, etc. Elle peut être présentée par le nombre d'étages, la hauteur-plafond, etc.

#### **Echelle - volumétrie**

La volumétrie est représentée en trois dimensions. C'est le volume et la configuration d'un bâtiment ou d'un groupe de bâtiments par rapport aux autres bâtiments ou à l'espace.

#### **Apparence – détails**

Tous les éléments d'un bâtiment comme les décorations, balcons, éclairages d'un bâtiment.

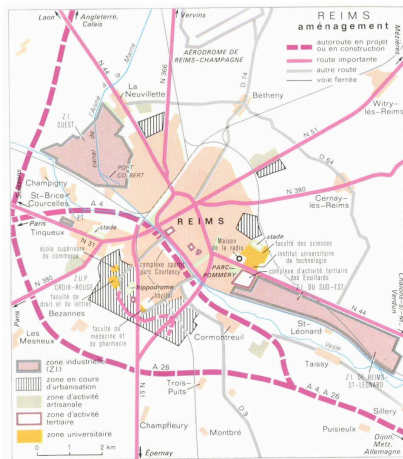
#### **Apparence – matériaux**

La couleur, la texture et la durabilité des matériaux ainsi que leur utilisation.

---

<sup>3</sup> <http://www.designcouncil.org.uk/Documents/Documents/Publications/CABE/by-design.pdf>. Consulté le 22 juillet 2013.





Un exemple de structure urbaine : Aménagement Reims

[http://www.larousse.fr/archives/assets/img/grande-encyclopedia/full/Reims\\_001.jpg](http://www.larousse.fr/archives/assets/img/grande-encyclopedia/full/Reims_001.jpg). Consulté le 22 juillet 2013.



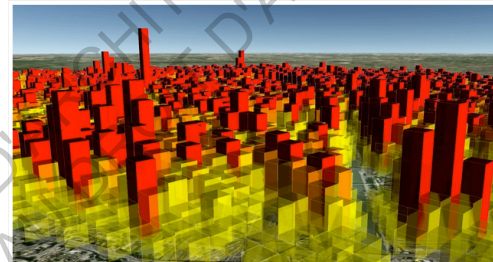
Un exemple de tissu urbain : Tissu urbain de centre-ville

<http://www.erudit.org/revue/cgg/2005/v49/n137/012297ar.html?vue=figtab&origine=integral&imID=im7&formatimg=imPIGr>. Consulté le 22 juillet 2013.



Un exemple de paysage : Mémorial du 11-Septembre, États-Unis, Peter Walker

<http://www.aiacc.org/tag/peter-walker/>. Consulté le 22 juillet 2013.



Un exemple de densité : Densité bâtie à Paris - vue des bords de Seine

<http://www.empreinte-urbaine.eu/blog/densite-batie-a-paris-representation-3d>. Consulté le 22 juillet 2013.



Un exemple de hauteur : Ligne d'horizon de New York

<http://www.fotocommunity.fr/pc/pc/display/28720269>. Consulté le 22 juillet 2013.



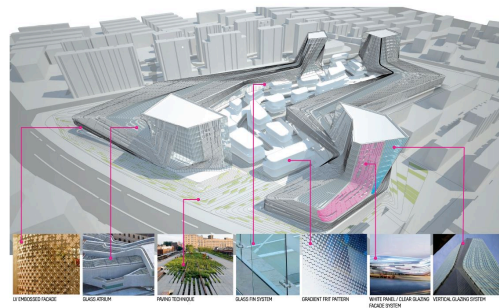
Un exemple de volumétrie : un projet conçu par l'Atelier Portzamparc

<http://www.batiactu.com/edito/un-galet-ecaille-pour-bouygues-immobilier--diapora-p10-24040.php>. Consulté le 22 juillet 2013.



Un exemple de détail d'apparence : balcon de casa batllo,  
Barcelone, Gaudi

<http://fjalonso.blogspot.fr/2011/12/barcelona-modernism-casa-batllo.html>. Consulté le 22 juillet 2013.



Un exemple de matériaux : les différents matériaux choisis pour n  
groupe de bâtiment

<http://ad009cdnb.archdaily.net/wp-content/uploads/2013/01/1358380475-facade-material-diagram.jpg>. Consulté le 22 juillet 2013.

Figure 6 - Exemples des éléments de conception en urbanisme

## 1.4. Les supports de représentation

Comme cité dans les paragraphes précédents, le travail de l'architecte et de l'urbaniste met l'accent sur la conception de la forme. Nous pouvons représenter la forme principalement de deux manière : sous forme de dessin ou de maquette.

### 1.4.1. Le dessin

Pour rendre visible ses idées de conception, l'architecte utilise le dessin comme premier médium de transmission. Dominique Perrault, l'architecte qui a conçu la bibliothèque de France, soutient que le dessin est vital. Selon lui, le dessin est « non seulement à la conception de l'architecture, mais à l'émergence des concepts générateurs du projet » [Tric, 1997].

Il y a trois catégories de dessins de conception [Ferguson, 1992] [Estevez, 2001] :

- Le « dessin/croquis de la pensée » (« thinking sketch ») supporte l'activité mentale du concepteur. On peut aussi l'appeler le dessin spéculatif.
- Le « dessin parlant » (« talking sketch ») ou le dessin descriptif : qui va permettre à l'architecte de « rendre visible » l'objet qu'il va créer, de communiquer et de discuter avec les autres acteurs du processus de conception.
- Le « dessin prescriptif » (« prescriptive sketch ») spécifie l'objet conçu par un code graphique précis et défini afin d'établir la communication finale entre l'architecte et les observateurs extérieurs au processus de conception.



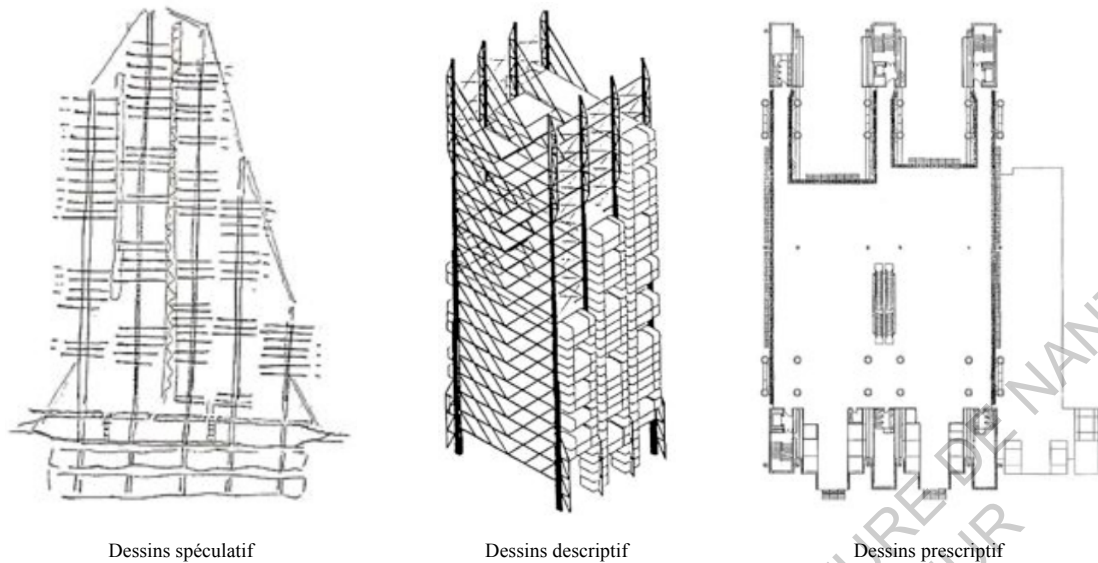


Figure 7 - Norman Foster, Hong Kong Bank – source : [Estevez, 2001]

Nous pouvons aussi trouver les mêmes avis chez d'autres architectes connus tel que Jean Nouvel, qui considère le dessin comme une représentation de la pensée : « Dessiner, c'est traduire une certaine forme de pensée, un certain nombre de choix » [Nouvel, 1991]. Norman Foster et Assya Bendeddouch ont souligné l'importance d'un dessin pour la communication. « Il y a des croquis qui, présentés dans le cadre d'un rapport ou d'une réunion avec projection de diapositives, ont été établis pour communiquer avec le client ou les utilisateurs » [Foster, 1995]. « Le dessin est un outil de communication et de dialogue, notamment entre l'architecte et le client, mais aussi entre les autres acteurs agissant directement dans le processus, tels l'entrepreneur ou les ingénieurs » [Bendeddouch, 1998].

En outre, Michel Conan [Conan, 1990] a défini le dessin selon ses différentes fonctions. Ici, on emprunte sa classification :

1. Dessins destinés à explorer le problème

*Ce dessin transforme l'énoncé analytique du problème en un ensemble de documents graphiques d'ensemble et sans se préoccuper du tout de la nature des solutions qui pourront être mises en œuvre. Ce dessin doit être au service de la pensée schématique.*

2. Dessins de clarification

*La clarification est pour s'assurer que la formulation du problème qui a été retenue ne conduit pas à des solutions toutes faites et à des incompatibilités entre certaines d'entre elles. Le jeu par le dessin sert à préparer des reformulations de problèmes et des esquisses d'intention.*

3. Dessins d'élaboration

*Ce dessin sert à « rechercher une direction ». Il a pour but de rechercher des propositions de solutions partielles à une partie spécifique du problème.*

4. Dessins de perlaboration

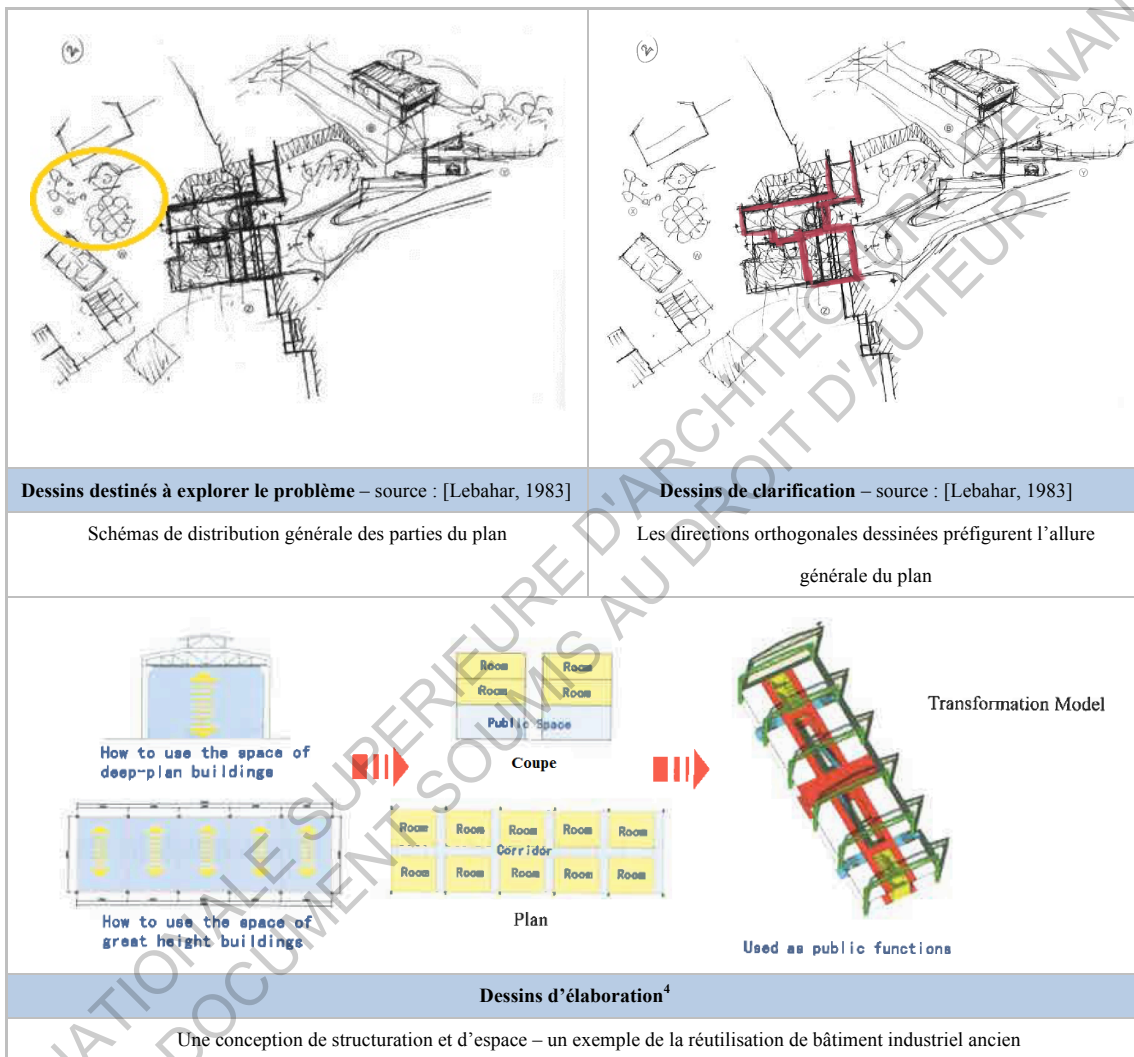
*Ce dessin doit permettre d'envisager un problème particulier et un espace de solution à ce problème de telle sorte qu'une hiérarchisation des intentions et des valeurs accordées aux divers aspects du problème devienne apparente dans la solution.*

### 5. Dessins d'exécution

*Ce dessin est destiné aux administrations qui veillent à l'application des règlements, aux ingénieurs et géomètres qui interviennent dans la construction et aux entreprises. Ils sont toujours présentés au client mais ils sont rarement suffisants.*

### 6. Dessins d'exposition

Ce type de dessin est pour le but de montrer au public et il peut faire appel à un très grand nombre de techniques de rendus.



<sup>4</sup> Source des images : **WU Zhiqiang**. *Cities Beyond Oil*. Beijing: China architecture & building Press. 2009. 141pages.

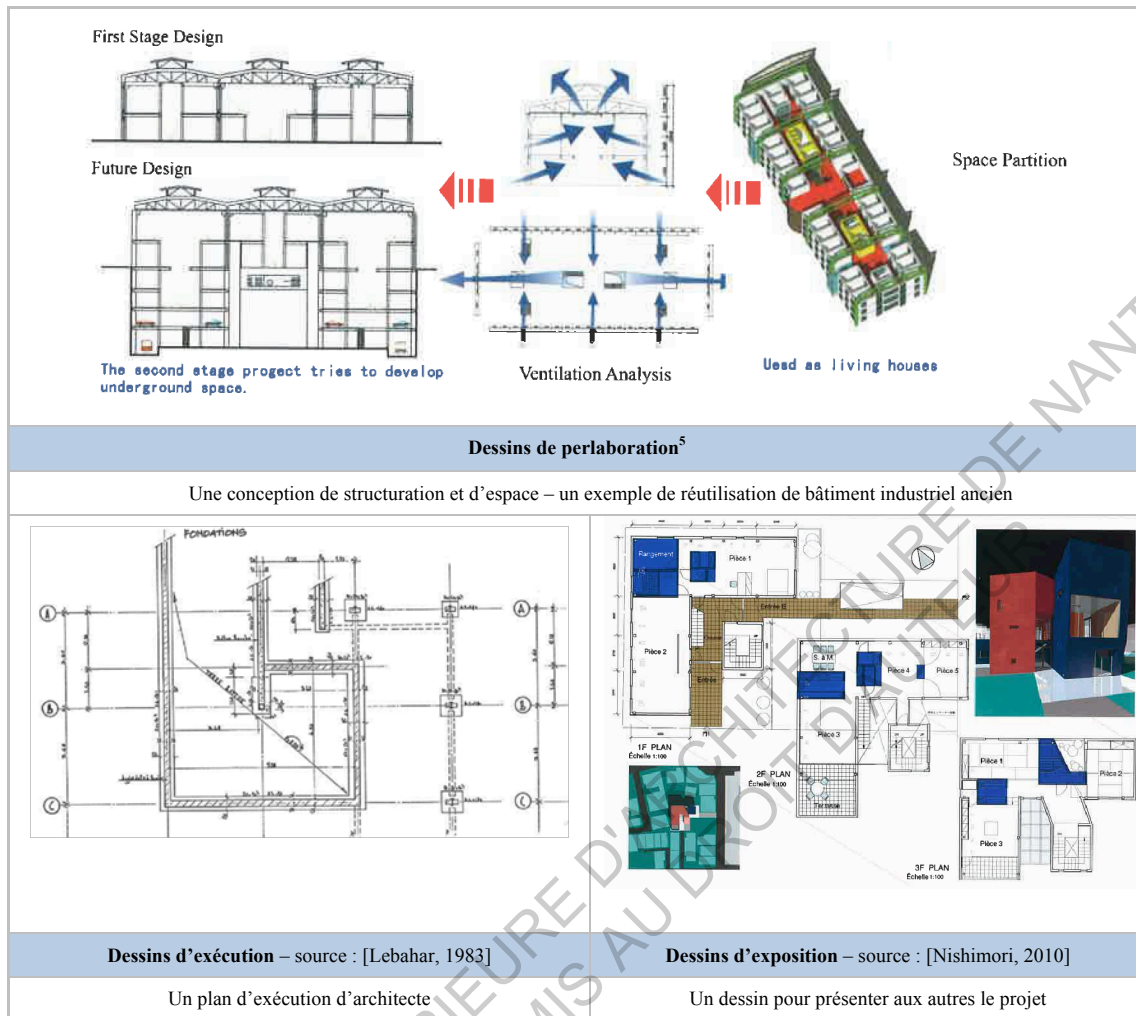


Figure 8 - Un exemple des six types de dessins selon la classification de Conan

### Les calques

La superposition de calques est une forme de pratiques professionnelles pour le concepteur [Conan, 1990]. Ce papier semi-transparent « fonctionne comme une mémoire et un système de précorrection graphique » [Lebahar, 1983], lors de la modification fréquente en phase de conception.

« La démarche architecturale suit un processus complexe qui est très lent, parce que ça prend du temps de faire évoluer les premières idées jusqu'à leurs réalisations (...). Sur un projet tu t'observes en train de travailler. Tu es en train d'apprendre et par conséquent tu observes ce que tu fais et tu te dis que tu peux faire mieux » [Alsop, 1993].

Pour produire une meilleure solution, le concepteur superpose le nouveau calque sur le dernier. De cette manière, le calque « mémorise » toutes les figures établies et le processus entier de la conception. Quand le concepteur produit une nouvelle solution aux anciennes, il dessine par-dessus du dernier et ne touche plus les figures qu'il veut conserver. Cela fonctionne comme un système de précorrection.

<sup>5</sup> Idem

La fonction calque est souvent utilisée pour superposer plusieurs systèmes (système de circulation et de routes par exemple) dans un projet.

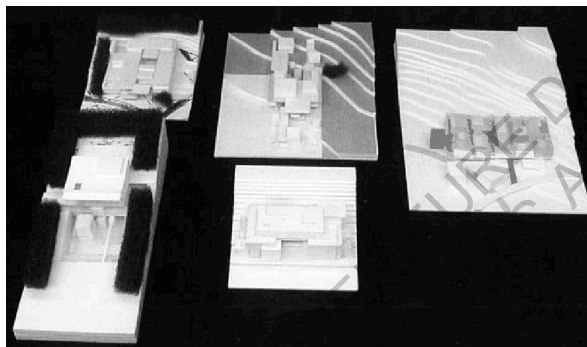
### 1.4.2. La maquette

Afin de visualiser les idées, la maquette est indispensable. La maquette nous permet de voir clairement nos idées surtout pour les formes complexes et irrégulières, et parfois elle est la plus efficace, car l'enjeu de conception pour un architecte ou un urbaniste est de concevoir en trois dimensions. Assya Bendeddouch a cité Moshe Safdie dans son ouvrage: « Afin de mieux visualiser la volumétrie et les changements qu'il y apporte et modeler le volume du projet, il fait réaliser de nombreuses maquettes d'étude à plusieurs échelles : site, quartier, environnement. La maquette est, que même titre que le dessin, un médium tant d'exploration et de précision des idées » [Safdie, 1994].

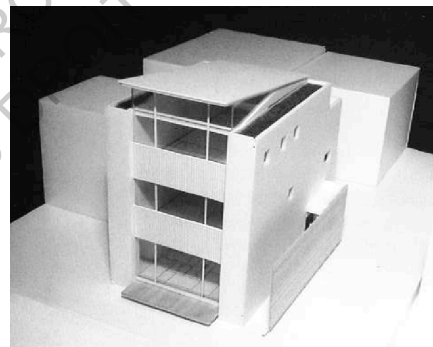
#### Type des maquettes

##### 1. Maquettes d'étude

Maquettes d'étude [Nishimori, 2010] sont établies au début de la création architecturale pour analyser la volumétrie et tester des différentes solutions envisagées à la phase initiale d'un projet.



Maquettes d'étude



Maquettes de communication

**Figure 9 – Les deux types de maquettes - Source : [Nishimori, 2010]**

##### 2. Maquettes de communication

On peut aussi les appeler maquettes de rendu. Ce type de maquette est établi pour la présentation et souvent à l'étape finale d'un processus de création architecturale. La maquette de communication est précise, ce qui peut permettre aux gens de visualiser l'espace projeté et faciliter la compréhension de la solution d'un projet [Nishimori, 2010].

### 1.4.3. Support numérique

Anna Maria Chrabin [Chrabin, 2003] a identifié 5 catégories de logiciels pour la conception dans les phases préliminaires d'un projet : des éditeurs basés sur la géométrie, des logiciels d'évaluation architecturale, des systèmes de génératif et basé sur des grammaires de formes, systèmes évolutionnaires et autres systèmes. Elle a analysé chaque type de logiciel selon leur capacité d'interaction avec des données contextuelles. Sa classification nous servira de référence

pour notre classification pour les applications sur appareil mobile.

1. éditeurs basés sur la géométrie : ce type de logiciel est organisé autour de la géométrie pure. Par exemple une table à dessin, un modeleur 3D, un environnement en RV ou un logiciel pour faire des graphiques vectoriels. Mais il manque des méthodes pour décrire une syntaxe plus complexe et la sémantique des données ainsi que des informations non-visuelles.

Ex : AutoCAD, SketchUp

2. Logiciels d'évaluation architecturale (modèle basé sur le bâtiment isolé) : ce type de logiciel est organisé autour des données du modèle du bâtiment virtuel ou des données de l'infrastructure. Ce système est plus dur à utiliser qu'un *système générique* (catégorie 3) à cause des spécificités d'un grand nombre d'éléments d'un bâtiment.

Ex : Autodesk Revit, Archicad

3. Systèmes génératif et basé sur des grammaires de formes : ce type de logiciel est organisé autour des données graphiques programmables qui représentent des espaces architecturaux les plus communs.

Ce système se décompose en deux parties. L'un est *centré sur la topologie des bâtiments*, ce qui permet une gestion avancée des relations entre des espaces architecturaux. Il permet une exploration rapide pour la conception alternative. Néanmoins, il est fréquemment utilisé dans un contexte commercial, mais pas pour la phase de conception architecturale. L'autre est *morphogénique*. Ce système traite le processus de la conception par la génération de la forme. Le problème est de comment relier ces formes et les utiliser pour former un véritable bâtiment.

Ex : SEED, EsQUIsE

4. Systèmes évolutionnaires : ce logiciel peut rechercher des informations que l'on appelle « contexte conceptuel » depuis des bases de données visuelles et se référer automatiquement le modèle à l'exemple de contexte. Ce système semble plus efficace et flexible en servant le contexte que les autres systèmes car il ne s'est pas limité au contexte géométrique.

Ex : Drawing Analogies, The Visual Interaction Platform

5. Autres systèmes : cette catégorie de logiciels n'a pas de caractéristiques communes, et ils sont identifiés selon leur approche de gestion des données.

Ex : SketchBox

### 1.5. Conclusion

Dans cette partie, nous avons introduit la conception en architecture et en urbanisme. Nous avons défini les étapes de la création architecturale et urbanistique sur lesquelles nous travaillerons par la suite et la caractéristique de chaque étape. Nous avons présenté des éléments importants pour la conception pour trouver des usages d'outils mobiles à l'aide de ces éléments. Par ailleurs, nous avons analysé les supports de représentation qui pourraient être transformé en une application pour un outil mobile.

Le but de cette partie est de rappeler des connaissances sur l'architecture et l'urbanisme. La compréhension de ce domaine pourra nous aider à mieux élaborer le questionnaire sur notre

sujet et enfin à trouver des usages adaptés pour les professionnels de l'architecture et de l'urbanisme.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR



## 2. Présentation de la recherche

### 2.1. Contexte

#### 2.1.1. Conception sur site et conception au bureau

Généralement, quand un architecte et/ou un urbaniste démarre un projet, il fait d'abord des études préalables sur site afin de mieux comprendre le contexte réel de ce projet et puis retourne au bureau et commence à concevoir. Ainsi, le processus de conception est toujours réalisé au bureau. Mais avec le développement des techniques mobiles, la conception sur site est aussi devenue une possibilité. Cette nouvelle possibilité engendre de nouvelles questions : la conception sur site a-t-elle un intérêt pratique pour un architecte et/ou un urbaniste? Conception sur site et conception au bureau, laquelle l'architecte et/ou l'urbaniste préfère-t-il vraiment?

#### 2.1.2. Dessin à main levée et dessin numérique

Dans les phases préliminaires, certains architectes préfèrent utiliser le dessin à main levée pour la représentation. Le dessin est non seulement un véhicule pour communiquer avec les autres, mais aussi un moyen pour aider le concepteur à voir et à comprendre la forme sur laquelle il travaille. C'est à dire que, le concepteur communique avec lui-même à travers le dessin [Do, 2005].

Si un concepteur dessine à main levée, cela donne la possibilité de voir un nouvel objet ou une nouvelle configuration dans son esquisse grâce à son ambiguïté. Et cette ambiguïté pourrait aider au concepteur à produire des nouvelles idées [Tversky, 2002].

Par contre, certains autres concepteurs commencent directement à dessiner sur ordinateur, parce que cela leur fait gagner du temps car il n'y a plus d'étape de transformation du dessin à main levée vers le dessin numérique. Mais le désavantage de cette pratique est que les programmes précis limitent la créativité et cela pourrait produire une mauvaise conception [Lawson, 1999].

|             | Dessin à main levée                                                       | Dessin numérique                                          |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Avantage    | Voir de nouvelles possibilités dans la représentation grâce à l'ambiguïté | Évite de redessiner le dessin à main levée sur ordinateur |
| Désavantage | Perdre du temps pour numériser                                            | Limiter la créativité                                     |

Tableau 2 - Comparaison entre de dessin à main levée et de dessin numérique

#### 2.1.3. Méthode traditionnelle, ordinateur fixe et outils mobiles

La méthode traditionnelle de conception pour un architecte et/ou un urbaniste peut être décrite comme la méthode de crayon-papier et des autres outils manuels. Une grande partie de concepteurs préfèrent cette méthode surtout le concepteur expérimenté. Cependant, afin de garantir la précision de représentation, beaucoup de concepteurs choisissent d'utiliser des outils informatiques sur un ordinateur fixe. Actuellement, une troisième méthode apparaît : l'utilisation



d'outils mobiles. Cette méthode est actuellement de plus en plus populaire pour le concepteur, parce qu'on peut transporter l'outil mobile partout et travailler avec lui n'importe où. Mais maintenant, l'utilisation des outils mobiles pour la conception est encore à l'essai, il peut être utilisé pour des travaux simples, mais il ne peut pas être entièrement utilisé pour une conception lourde. Et pour cette utilisation, il existe aussi quelques inconvénients tels que l'exigence d'un traitement de l'installation des applications et l'apprentissage des applications.

Entre ces trois méthodes, quel est le meilleur choix pour un architecte et/ou un urbaniste? L'utilisation des outils mobiles peut-elle remplacer entièrement ou partiellement les deux autres méthodes?

#### **2.1.4. La réalité virtuelle et la réalité augmentée**

##### **Réalité virtuelle**

L'application de la technique informatique est relativement mature pour l'instant. Elle peut traiter le calcul, le dessin et le stockage des données, ainsi le concepteur peut se concentrer sur la création et la conception d'architecture. Cela permet à l'architecte de travailler plus efficacement.

La réalité virtuelle est une technique qui permet à une ou à plusieurs personnes de s'immerger dans un monde artificiel et d'interagir avec cet environnement. Nous pouvons aussi dire que la réalité virtuelle est la virtualisation du réel. En utilisant cette technique, on peut montrer plus intuitivement les caractéristiques et les fonctions d'un objet par la vision et l'audition. L'apparition de la RV a changé le mode de la visualisation des informations, l'architecte peut voir un objet virtuel en 3D de tous les points de vue (sa forme, sa taille, sa couleur, ses matériaux, etc.), modifier la scène 3D en temps réel et rechercher des informations. Elle offre un puissant support pour la comparaison et l'étude des projets, pour la présentation des différents styles de conception et de leurs informations relatives.

Mais il y a aussi quelques limites pour la technique RV, par exemple, l'investissement considérable nécessaire pour acquérir les logiciels et le matériel.

En résumé, l'application de la RV dans le domaine d'architecture est prospective, surtout pour le support de la conception et de l'exposition de l'œuvre finale.

##### **Réalité augmentée**

La réalité augmentée est une technique informatique qui superpose un modèle virtuel 3D ou 2D au monde réel qui est dans le champ de vue de l'utilisateur. Pour l'instant, la définition la plus largement acceptée est celle de Azuma [Azuma, 1997]. Selon lui, la réalité augmentée est une variation de la réalité virtuelle. Elle comprend trois caractéristiques : combiner les éléments réels et virtuels, interagir en temps réel et être enregistrée en 3D.

Avec la réalité augmentée, nous pouvons représenter des informations cachées ou abstraites directement dans le monde physique comme les réseaux sous-terrain ou des délimitations réglementaires. Par ailleurs, [Thomas et al., 1999] ont énuméré les autres avantages de cette technique qui peut rendre visible des informations 3D. Par exemple, des objets peuvent être plus rapidement localisés surtout sur le terrain qui a peu de relief, ainsi, nous gagnons du temps et faisons

des économies en évitant une modélisation du contexte du projet sur l'ordinateur; nous pouvons aussi superposer plus d'une source d'information.

Actuellement, la RA devient une technique importante pour développer la « ville intelligente »<sup>6</sup>.

Cependant, l'application de la réalité augmentée sur des outils mobiles souffre aussi de quelques limites.

i. Géolocalisation

La géolocalisation fine du modèle virtuel dans l'environnement réel est difficile car le GPS ne peut pas fournir de données de position suffisamment précises (inférieure un mètre) [Le Moigne & Mayer, 2013]. Or une précision supérieure est nécessaire pour permettre la mise en correspondance du modèle virtuel avec l'environnement réel.

ii. Rendu photoréaliste

Un rendu de haut niveau de qualité ne peut pas être fait en temps réel sur un appareil mobile.

iii. Interaction en temps réel

Identification manuelle pour les parties occultées du modèle virtuel dans la plupart des cas [Le Moigne & Mayer, 2013].

iv. Contraintes des appareils

Les applications de RA exigent des appareils avec de très bonnes performances au niveau de la mémoire, de la capacité de la carte graphique, etc. Particulièrement, quand nous travaillons sur un document volumineux, les limites des appareils s'avèrent plus évidentes [Hii Jun Chung et al., 2009].

v. Gêne visuelle

L'avantage des outils mobiles est leur mobilité. Mais d'un autre côté, cela a aussi quelques inconvénients pratiques.

Le premier inconvénient est la taille limitée de l'écran. Afin d'avoir une apparence compacte, la taille de l'écran est de plus en plus réduite, mais dans certains cas, la taille réduite nous gêne car elle rend le contenu affiché illisible. D'ailleurs, cela pose aussi un problème vis à vis de l'immersion dans une utilisation pratique de RA pour l'utilisateur.

Ensuite, la visibilité est réduite sous forte luminosité. Les appareils mobiles sont faciles à transporter, nous les prenons en priorité quand on travaille en extérieur. Mais malheureusement, nous ne pouvons pas voir clairement le contenu sur l'écran sous un fort ensoleillement [Le Moigne & Mayer, 2013].

### Réalité augmentée et système d'information géographique (SIG)

Une importante application de la réalité augmentée serait la combinaison de cette technique avec des données géospatiales. Le système d'information géographique est largement utilisé dans le domaine de l'urbanisme et de l'aménagement à différentes échelles, du niveau microscopique jusqu'au niveau macroscopique. Au niveau macroscopique, le travail de l'urbaniste et de l'aménageur doit être soutenu par de puissantes données. Dans ce cas, le SIG est utilisé pour avoir

<sup>6</sup> La traduction du terme *smart city*

une description virtuelle du monde à l'aide de la mise en forme et la représentation de données géoréférencées. C'est donc un outil important. Mais il est regrettable que la représentation du SIG soit souvent uniquement en 2D. L'association de la RA et des SIG nous donnera une nouvelle possibilité pour visualiser des données spatiales en extérieur. Cela changera le mode de travail actuel de faire une interaction homme-machine devant un ordinateur fixe.

La RV et la RA sont les deux techniques qui peuvent être appliquées pour la conception architecturale ou urbanistique, qui peuvent aider le concepteur à concevoir et à exposer un projet. Mais chacune entre ces deux techniques a également sa propre limite. Par exemple, la RV a besoin d'investir beaucoup de ressources humaines et matérielles pour produire une scène virtuelle, et la RA rencontre parfois des problèmes d'interaction en temps réel entre le monde réel et l'objet virtuel. Entre la scène totalement virtuelle et la scène qui mixe la réalité et la virtualité, laquelle est la plus efficace pour faire un projet d'architecture et d'urbanisme?

## **2.2. Problématiques**

### **2.2.1. Concevoir sur site a-t-il un intérêt pratique ?**

L'intérêt de la conception in-situ se traduit principalement sur la prise en compte de l'architecture avec son contexte. « Place is to architecture as meaning is to language » [Unwin, 2009].

La forme architecturale doit être adaptée à son contexte qui comprend le contexte géographique, social et culturel ainsi que les bâtiments existants autour d'elle. Christian Norberg-Schulz, un célèbre architecte norvégien, a introduit la notion « Genius loci » (Esprit du lieu) [Norberg-Schulz, 1980] pour l'architecture. Cette notion a indiqué que chaque site a sa propre architecture, il faut toujours respecter l'esprit un endroit. Sinon, l'architecture risque de perdre son caractère. Comme quelques critiques vis à vis du fonctionnalisme<sup>7</sup> (mouvement moderne) de Le Corbusier, l'accentuation excessive de la fonction et l'absence de la considération du contexte conduisent la perte de dynamique de la forme en architecture.

Nous pouvons dire que, la conception architecturale produit une synthèse créative des objectifs et des exigences d'un projet, qui est combinée avec la particularité du site et la condition culturelle, afin d'obtenir des solutions optimales [Von Meiss, 1996].

La conception in-situ est une bonne manière de prendre en compte le contexte, cela permet à l'architecte de faire directement interagir la forme conçue et son contexte (par exemple, intégrer un modèle virtuel dans le contexte réel par la réalité augmentée) et le concepteur peut avoir continuellement un retour d'expérience au cours de la conception. « Seule la conscience du contexte et la connaissance du milieu dans lequel il construit peuvent permettre à l'architecte de trouver le sens du réel » [Nouvel, 1980].

Alexander Christopher [Alexander & Mannheim, 1962] a introduit un problème de conception architecturale, la relation entre la forme de la construction et son contexte :

<sup>7</sup> Selon Wikipédia, le **fonctionnalisme** en architecture est un principe selon lequel la forme des bâtiments doit être exclusivement l'expression de leur usage.

*« Le problème ne s'exprime pas simplement par un texte ou par une succession d'énoncés distinctifs précédant le travail de proposition des formes, mais de façon plus spécifique du travail architectural par la mise en correspondance d'une forme et d'un contexte: nous désirons concevoir des formes à la structure claire qui soient bien adaptées à un certain contexte donné ; voilà notre problème ».*

De manière traditionnelle, l'architecte représente le contexte soit par des photos recueillies sur site, soit par l'établissement d'une scène virtuelle en 3D. Mais en fait, la photo a un angle de vue limité et le contexte réel est difficile à simuler entièrement et précisément surtout pour l'environnement naturel à cause de sa complexité et de ses nombreux détails [Summerfield & Hayman, 2006]. La « Maison sur/de la cascade », un chef-d'œuvre de l'architecture organique<sup>8</sup>, conçue par Frank Lloyd Wright nous en donne un bon exemple. La raison pour laquelle cette œuvre est si connue, c'est qu'elle fait parfaitement une fusion de l'environnement naturel et de la maison. Cette maison semble une partie de la nature et s'agrandit dans la nature. C'est impossible de concevoir un tel projet sans prendre en considération le contexte. Cependant, les outils classiques (la conception assistée par ordinateur) ne sont pas assez efficaces pour présenter toutes ces conditions [Paczkowski et al., 2011].



Figure 10 - Maison de la cascade, Pennsylvanie, USA, octobre 2007 – source : [wikipédia, 2013b]

### 2.2.2. Est-ce utile de faire une conversion automatique d'un dessin

#### à main levée vers un dessin numérique de format CAO ?

Comme nous l'avons mentionné dans les problématiques de recherche, le dessin à main levée et le dessin numérique ont chacun leur propre avantage et désavantage. Pour combiner les avantages de ces deux types de dessin et éviter leurs désavantages, nous supposons ici que la conversion automatique du dessin à main levée vers le dessin numérique est une bonne solution.

<sup>8</sup> Selon Wikipédia, L'**architecture organique** est une philosophie architecturale qui s'intéresse à l'harmonie entre l'habitat humain et le monde « naturel » au moyen d'une approche conceptuelle à l'écoute de son site et intégrée à lui, faisant du bâtiment et de son mobilier une composition unifiée et intriquée à son environnement.

Le processus concret de conversion commence par un dessin à main levée sur un écran d'appareil mobile, et puis l'appareil reconnaît et ajuste les traits dessinés par la main et les convertit automatiquement en un format numérique (par exemple le format des logiciels les plus utilisés tels que AutoCAD et Sketch up).

### **2.2.3. Des outils mobiles sont-ils des outils adaptés pour un projet d'architecture et d'urbanisme ?**

L'outil mobile nous permet de travailler sur un document graphique quasiment avec les mêmes outils qu'avec un ordinateur fixe. Il nous permet aussi de dessiner sur son écran presque comme la méthode crayon-papier. Il combine des avantages des méthodes traditionnelles et la méthode d'utilisation de l'ordinateur fixe. Outre, grâce à sa mobilité, nous pouvons l'utiliser comme un support pour assister un projet *in situ*. Nous présupposons ici que des outils mobiles pourraient remplacer tous les autres outils de conception.

### **2.2.4. La réalité augmentée pourrait-elle offrir des aides multiples à l'architecte ou à l'urbaniste ?**

La RA peut associer la réalité et la virtualité, et cela offre un support important pour la conception architecturale *in situ*. L'architecte peut se concentrer sur la fabrication des maquettes nécessaires (maquette de construction conçue) et se dispenser le travail de la simulation du contexte qui est déjà existant (travail fastidieux). De plus, cette technique peut visualiser quasiment toutes les données dont l'architecte besoin. C'est une innovation pour la méthode de conception. La RA aide le concepteur d'analyser le projet et produire des idées pendant la conception initiale et d'exposer le résultat, et aide également l'architecte de communiquer plus efficacement et faciliter la collaboration, même le grand public peut aussi participer dans un projet et donner son avis.

### 3. Classification et spécification des usages fournis par un outil mobile pour un projet de conception

#### 3.1. *Classification des applications actuelles*

Actuellement, quelques architectes ont déjà utilisé des appareils mobiles pour concevoir, par exemple, Yazdani conçoit un projet sur tablette [Bady, 2011]. Mais des outils mobiles pour l'instant pour un architecte ou/et urbaniste sont plutôt des outils pour la présentation mais pas des outils pour la conception.

Des outils mobiles ont les cinq usages essentiels listés ci-dessous [Bady, 2011]:

1. Présentation pour le client

Le concepteur peut présenter son travail plus efficacement par interaction directe avec l'écran.

2. Annotation sur le dessin

En utilisant des applications professionnelles, le concepteur peut annoter ses dessins n'importe où et n'importe quand.

3. Création d'une bibliothèque de couleurs, de textures et de matériaux en ligne

Il y a certaines applications pour l'évaluation des choix de couleurs et de matériaux. Un tableau virtuel pour la conception peut être chargé avec des échantillons des différentes textures dont quelques unes sont offertes par des grands fournisseurs de peinture.

4. Tableau à dessin

Tableau à dessin peut permettre au concepteur de dessiner sur l'écran soit directement au doigt, soit par un stylet, et ce qui est considéré comme un remplacement des croquis papier.

5. Réunion virtuelle pour la conception

Les participants dans un même projet peuvent faire une réunion virtuelle face-à-face même s'ils sont à des endroits différents.

En fait, l'apport d'un outil mobile n'est pas limité à cela, il a plein d'utilisations potentielles en conception architecturale. Afin de maximiser le développement de son potentiel, il faut faire une analyse sur des actions du concepteur.



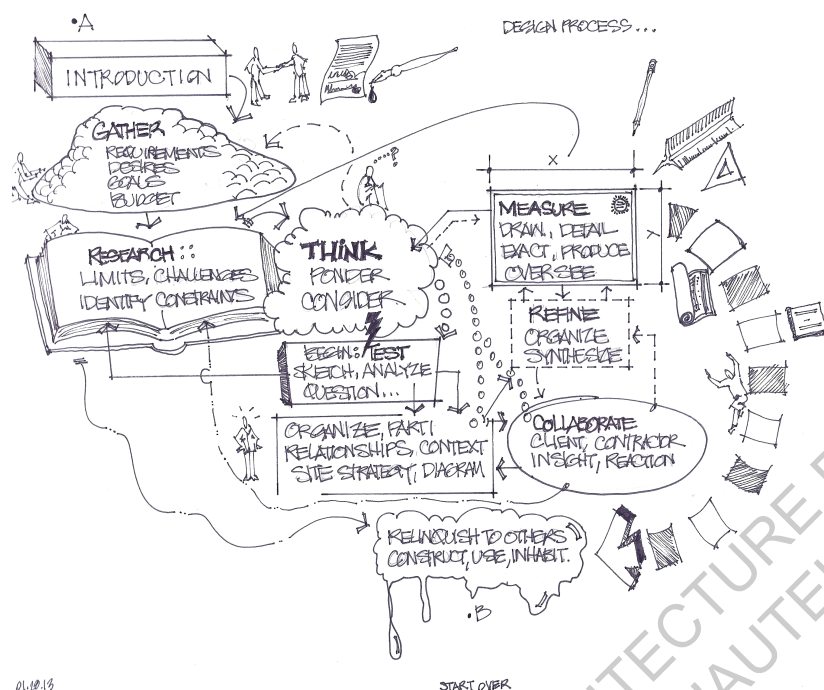


Figure 11 – Processus de conception, image issue du site think|architect, le 7 mai 2011, Lee CALISTI (architecte)<sup>9</sup>

L'image au-dessus présente quelques actions principales des architectes tels que rassemblement des informations, le relevé et mesure et le dessin. Selon leurs actions, nous pouvons inférer les fonctionnalités qu'un appareil mobile doit posséder. De plus, en les mettant en perspective avec les autres actions des architectes qui ne sont pas indiquées dans cette image, nous pouvons faire une classification sur des usages appliqués à l'appareil mobile.

Actuellement, il existe déjà certains logiciels dédiés aux appareils mobiles qui se consacrent au domaine de l'architecture et de l'urbanisme. Les applications existantes vont nous inspirer pour créer des nouveaux usages. A travers l'analyse suivante, nous pouvons distinguer les caractéristiques de chaque type de l'application.

| Fonctionnalité |                                  | Etape <sup>10</sup> | Exemple de l'application                                                                                | Editeur       | Description et lien                                                                                                                                                                   |
|----------------|----------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Navigation     | Données                          | I                   | Wikitude<br>         | Wikitude GmbH | Explorer les lieux qui sont autour de la position de l'utilisateur (endroit, événements, etc.)<br><a href="http://www.wikitude.com/">http://www.wikitude.com/</a>                     |
|                | Objet à la bibliothèque en ligne | II                  | DESIGN DIMENSION<br> | Arc Mist LLC  | Une base de données visuelle des éléments communément référencés et leurs dimensions correspondantes<br><a href="http://designdimensionsapp.com/">http://designdimensionsapp.com/</a> |
| Localisation   |                                  | I                   | Google Maps                                                                                             | Google        | Trouvez le chemin avec Google Maps                                                                                                                                                    |

<sup>9</sup> <http://thinkarchitect.wordpress.com/2011/05/07/how-does-an-architect-design-part-1%E2%80%A6sketching-ideas/>

<sup>10</sup> Phase d'un projet en architecture et en urbanisme : I-programme, II-conception, III-exécution



|                  |                         |          |                                                                                                                   |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------|-------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                         |          |                                  |                          | <a href="https://itunes.apple.com/fr/app/google-maps/id585027354?mt=8">https://itunes.apple.com/fr/app/google-maps/id585027354?mt=8</a>                                                                                                                           |
|                  |                         |          | Boussole - Smart Compass Pro<br> | Smart Tools co.          | Un outil pour rechercher un cap en utilisant le capteur magnétique<br><a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.aboy.compass&amp;feature=related_apps">https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.aboy.compass&amp;feature=related_apps</a> |
| Visualisation    | Données                 | I        | Wikitude<br>                     | Wikitude GmbH            | Des informations autour de la position de l'utilisateur sont affichées dans le monde réel par la RA<br><a href="http://www.wikitude.com/">http://www.wikitude.com/</a>                                                                                            |
|                  | Objet                   | II/III   | iVisit 3D<br>                    | Abvent R&D               | Visualiser des panoramas 3D sur internet (VR)<br><a href="http://www.िवisit3d.com/index.php?lg=fr">http://www.िवisit3d.com/index.php?lg=fr</a>                                                                                                                    |
|                  |                         |          | BIMx<br>                        | Graphisoft SE            | Outil de présentation qui permet de créer un modèle walkthrough photoréaliste à partir d'un projet ArchiCAD<br><a href="https://itunes.apple.com/fr/app/bimx/id452706864?mt=8">https://itunes.apple.com/fr/app/bimx/id452706864?mt=8</a>                          |
|                  |                         |          | URBASEE Project<br>            | Artefacto SAS            | Présentez en réunion des modèles 3D temps réel en visant le marqueur (RA en réunion)<br><a href="http://www.urbasee.com/content/a-products/urbasee-project/">http://www.urbasee.com/content/a-products/urbasee-project/</a>                                       |
|                  |                         |          | 3D on Architecture<br>         | 3DOn Ltd                 | Importer le modèle SketchUp dans un appareil mobile et le visualiser sur site (RA sur site)<br><a href="http://www.3don.co.uk/">http://www.3don.co.uk/</a>                                                                                                        |
|                  |                         |          | Sun Seeker<br>                 | ozPDA                    | Percevoir la variabilité spatiale de l'angle solaire tout au long de l'année (RA sur site)<br><a href="http://www.ozpda.com/sunseeker_iphone.php">http://www.ozpda.com/sunseeker_iphone.php</a>                                                                   |
|                  | Caractéristique du site | I/II     |                                                                                                                   |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                  | Lecture                 | I/II/III | PDF Reader<br>                 | Kdan Mobile Software LTD | Scanner, télécharger, importer et convertir divers fichiers et images dans un document PDF multi-page<br><a href="http://www.kdanmobile.com/en/pdf-reader/">http://www.kdanmobile.com/en/pdf-reader/</a>                                                          |
| Mesure et relevé | Longueur                | I/II     | Règle - Smart Ruler<br>        | Smart Tools co.          | Mesurer la longueur d'un objet de petite taille<br><a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.sira.ruler&amp;feature=more_from_developer">https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.sira.ruler&amp;feature=more_from_developer</a>          |
|                  |                         |          |                                                                                                                   |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                |                     |          |                                                                                                                     |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------|---------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | Angle               |          | Rapporteur - Smart Protractor<br>  |                               | Mesurer l'angle ou la pente d'un objet<br><br><a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.sira.protractor&amp;feature=related_apps">https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.sira.protractor&amp;feature=related_apps</a>                                                                                                                                        |
|                | Distance et hauteur | I        | Télémètre - Smart Measure<br>      |                               | Mesurer des Distances et Hauteurs de la cible<br><br><a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.sira.measure&amp;feature=related_apps">https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.sira.measure&amp;feature=related_apps</a>                                                                                                                                       |
|                | Sonore              | I        | Sonomètre - Sound Meter<br>        |                               | Mesurer le bruit ambiant en décibels<br><br><a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.sira.sound&amp;feature=more_from_developer">https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.sira.sound&amp;feature=more_from_developer</a>                                                                                                                                      |
| Enregistrement | photographie        | I        | Panorama<br>                       | Wondershare Software Co., Ltd | Prendre et éditer l'image de panorama<br><br><a href="http://powercam.wondershare.com/">http://powercam.wondershare.com/</a>                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                | Document audio      | I/II/III | SoundNote<br>                    | David Estes                   | Permettre de prendre des notes lors de réunions, de conférences et de interviews<br><br><a href="http://soundnote.com/support/">http://soundnote.com/support/</a>                                                                                                                                                                                                                      |
| Prise de notes | Esquisse            | I/II     | SketchBook<br>                   | Autodesk                      | Offre une gamme complète d'outils de peinture et de création d'esquisses<br><br><a href="http://www.sketchbook.com/">http://www.sketchbook.com/</a>                                                                                                                                                                                                                                    |
|                |                     | I/II     | Bamboo Paper - Notebook<br>      | Wacom                         | Esquisser des pensées et des idées sur du papier numérique en utilisant l'écriture personnelle<br><br><a href="http://www.wacom.eu/index2.asp?pid=9224&amp;lang=fr">http://www.wacom.eu/index2.asp?pid=9224&amp;lang=fr</a>                                                                                                                                                            |
| Edition        | Office documents    | I/II/III | Documents Unlimited for iPad<br> | Appsverse                     | Créer et éditer Microsoft Office® et ouvrir Office Documents sur iPad<br><br><a href="https://itunes.apple.com/fr/app/documents-unlimited-for-ipad/id504968354?mt=8">https://itunes.apple.com/fr/app/documents-unlimited-for-ipad/id504968354?mt=8</a>                                                                                                                                 |
|                | Géométrie           | I/II     | OrthoGraph Architect 3D CAD<br>  | ProFM                         | - Dessiner et mesurer un plan de masse<br>- Créer un sondage pour la production de plans détaillés avec des commentaires graphiques<br>- Ajouter les murs et les coins sur la base des données mesurées<br><br><a href="https://itunes.apple.com/fr/app/orthograph-architect-3d-cad/id464252559?mt=8">https://itunes.apple.com/fr/app/orthograph-architect-3d-cad/id464252559?mt=8</a> |

|                          |                 |          |                                                                                                             |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------|-----------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          |                 | II/III   | AutoCAD 360<br>            | Autodesk          | Annoter et retravailler un dessin avec précision tout en étant sur le terrain, en réunion ou hors du lieu de travail<br><a href="http://autocad360.desk.com/">http://autocad360.desk.com/</a>                                                                                                                                                                            |
|                          |                 | III      | FrameDesign2D<br>          | LetsConstruct     | Importer et éditer des supports graphiques et textuels etc., surtout pour les ingénieurs civils, ingénieurs en mécanique, les architectes et les étudiants qui souhaitent concevoir des cadres 2D<br><a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=nl.letsconstruct.framedesign">https://play.google.com/store/apps/details?id=nl.letsconstruct.framedesign</a> |
|                          | photo           | II       | iScape<br>                 | Home Revivals llc | Permettre d'ajouter des images de végétations et des textures matérielles (herbe, pierres, etc.) pour les photos<br><a href="http://www.iscapeapps.com/">http://www.iscapeapps.com/</a>                                                                                                                                                                                  |
|                          |                 | II       | Adobe Photoshop TOUCH<br> | Adobe             | Transformer des images selon la préférence personnelle<br><a href="https://itunes.apple.com/fr/app/adobe-photoshop-touch/id495716481?mt=8">https://itunes.apple.com/fr/app/adobe-photoshop-touch/id495716481?mt=8</a>                                                                                                                                                    |
|                          | Modélisation 3D | II       | Autodesk Formit<br>      | Autodesk          | Créer une forme géométrique dans le contexte en utilisant l'information sur site du monde réel<br><a href="http://autodeskformit.com/">http://autodeskformit.com/</a>                                                                                                                                                                                                    |
|                          |                 | II       | iTracer HD<br>           | Fabio Policarpo   | une application de rendu 3D qui permette de faire extrusion et révolution des mailles sont créées à partir d'une forme 2D fermée<br><a href="https://itunes.apple.com/us/app/itracer-hd/id375748902?mt=8">https://itunes.apple.com/us/app/itracer-hd/id375748902?mt=8</a>                                                                                                |
| Simulation               |                 | II       | Autodesk Formit<br>      | Autodesk          | Simuler l'ombre du soleil selon l'heure<br><a href="http://autodeskformit.com/">http://autodeskformit.com/</a>                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Communication et partage |                 | I/II/III | Share Your Design<br>    | ProFM             | Outil de collaboration dans un projet, SYD permet aux différents acteurs de partager un plan d'étage, de discuter une vue 3D dans un modèle ou échanger des idées<br><a href="https://itunes.apple.com/us/app/share-your-design-project/id561466179?mt=8">https://itunes.apple.com/us/app/share-your-design-project/id561466179?mt=8</a>                                 |

|  |  |                                                                                                                  |           |                                                                           |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------|
|  |  | My Measures &<br>Dimensions<br> | SIS d.o.o | Enregistrer et partager la dimension de l'objet                           |
|  |  |                                                                                                                  |           | <a href="http://www.sis.si/my-measures">http://www.sis.si/my-measures</a> |

Tableau 3 - Les applications actuelles pour l'architecture et l'urbanisme sur l'appareil mobile

### 3.2. Spécification des usages

Dans le chapitre précédent, nous avons fait une liste des applications sur l'appareil mobile. Ici, nous allons spécifier leurs usages selon leur fonctionnalité.

#### 3.2.1. Navigation

La navigation est une fonctionnalité qui fait partie de beaucoup d'applications. Cela peut être la navigation sur internet à travers l'affichage de pages web ou des informations superposées au monde réel par la réalité augmentée, cela peut être la navigation dans une arborescence d'objets dans une base de données en ligne, etc.

#### 3.2.2. Localisation

La localisation est largement utilisée pour travailler en extérieur. Lors de l'étape préalable d'un projet en architecture et en urbanisme, le concepteur se rend toujours sur site. Grâce au développement de capteurs GPS et de capteurs magnétiques insérés dans l'appareil mobile, le concepteur peut aisément se géolocaliser.

#### 3.2.3. Visualisation

La visualisation peut être 2D ou 3D. Elle est étroitement liée avec les techniques de RA. Comme mentionné dans l'introduction sur les techniques de RA, on peut voir en surimpression sur le monde réel des textes et des images en 2D et aussi les objets abstraits et cachés en 3D dans le monde réel grâce à un appareil mobile. La visualisation des données sur site peut bien aider le concepteur de comprendre le contexte et l'environnement autour du projet pendant l'étude préalable. L'usage principal actuel est de visualiser la maquette réalisée hors site dans le monde réel. Il y a déjà pas mal d'applications sur cette fonctionnalité sur le marché.

#### 3.2.4. Lecture

Toutes sortes de documents accompagnent l'architecte ou/et l'urbaniste tout au long d'un projet. Cela peut-être sur une carte à grande échelle ou une variété de documents encombrants. L'outil mobile peut enregistrer tous ces types de documents et les afficher sur son écran. Les applications de lecture actuelles peuvent aussi offrir la possibilité de faire de simples annotations dessus.

### 3.2.5. Mesure et relevé

Les caractéristiques du site, les dimensions des constructions préalables et d'autres éléments sur l'emplacement sont nécessaires pour un architecte et/ou un urbaniste pour faire une conception. Le relevé est fait plutôt à l'étape préalable où le concepteur étudie le terrain et c'est important de permettre au concepteur de connaître les contraintes du site. Pour l'instant, il n'y a pas trop d'applications dédiées pour faire du relevé, et la précision des données de ce genre d'application reste encore à vérifier.

Les caractéristiques du site sont généralement prises en compte pendant la phase de conception, cela peut être l'étape d'esquisse ou d'avant-projet. Prise en compte des caractéristiques du site *« peut être une source supplémentaire de créativité, ouvrant l'espace des solutions possibles et ajoutant des paramètres à son évaluation »* [Malcurat, 2001]. Pour établir un diagnostic du problème des caractéristiques, le concepteur mesure l'environnement du site (son, éclairage, etc.) à l'étape préalable d'un projet. Actuellement, l'appareil mobile peut être utilisé comme un sonomètre pour mesurer le bruit d'ambiance.

### 3.2.6. Enregistrement

Afin de réétudier des problèmes du site au bureau, l'architecte et/ou l'urbaniste enregistre l'environnement quand il étudie le terrain. En utilisant l'appareil mobile, le concepteur peut prendre des photos ou des vidéos du site et directement les annoter. Il peut aussi enregistrer les différentes sources sonores en un format de document audio.

### 3.2.7. Prise de notes rapide

La prise de note rapide apparaît quand le concepteur envie d'enregistrer rapidement quelque chose. Cela peut être un petit texte pendant une réunion ou une esquisse rapide sur site. En un mot, le concepteur externalise quelques choses d'abstrait qui apparaît en un instant. Les instruments dont il a besoin pour ce genre de représentation sont tout simplement des papiers et un stylo. Actuellement, nous pouvons aussi travailler sur un appareil mobile dont l'écran sert de support comme un papier numérique. Nous pouvons tracer directement dessus au doigt ou par un stylet spécial pour l'appareil mobile.

### 3.2.8. Édition

L'édition est une fonctionnalité large qui porte sur beaucoup d'aspects. Le premier est l'édition de document de type office. Au cours d'un projet, il faut faire une présentation de temps en temps pour que tous les participants connaissent l'avancement du projet. Dans ce cas, l'architecte et/ou l'urbaniste ainsi que les autres acteurs doivent éditer des documents assez précis. Il existe des applications sur appareil mobile qui permettent cet usage.

Le deuxième est l'édition géométrique. C'est un usage essentiel pour le travail d'un support numérique. Afin de produire le dessin technique précis, le concepteur trace un dessin géométrique vectoriel. Pour l'instant, l'architecte et/ou l'urbaniste peut faire de simples dessins en format

AutoCAD sur l'appareil mobile. Un autre type d'application qui est basé sur la construction de bâtiment isolé existe aussi pour l'appareil mobile. Le concepteur peut ajouter directement l'icône des éléments architecturaux (fenêtre, porte par exemple) sur un dessin technique pour le compléter.

Le troisième est l'édition de photo. Le concepteur peut faire un rendu réaliste pour le dessin d'exposition en ajoutant des images de textures matérielles ou des images d'autres sources d'ambiance (personnage, végétation, etc.).

### 3.2.9. Modélisation 3D

La modélisation 3D possède deux méthodes d'interaction avec un écran tactile. Le premier est l'utilisation des gestes spécifiques sur interface tactile, le deuxième est de travailler sur une interface qui reproduit les habitudes sur PC.

Bien que la modélisation reconnaissant les gestes sur interface tactile semble plus adaptée pour un appareil mobile, nous pouvons encore lire des témoignages d'architectes sur des forums en ligne qui énoncent leur réticence pour cette méthode. Ils indiquent leur préférence à saisir un outil tangible pour travailler sur un appareil mobile.

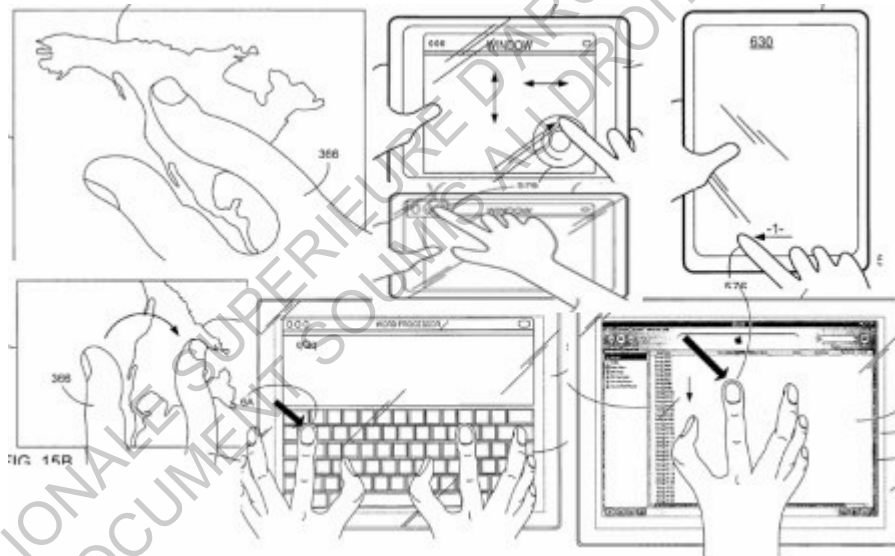


Figure 12 - Les gestes permettant la navigation dans un outil de modélisation 3D [Wetzel, 2009]

Les gestes spécifiques sur interface tactile utilisent normalement un ou deux doigt(s) pour réaliser l'opération de déplacement, de rotation et de zoom sur un objet. Wetzel a identifié des opérateurs morphologiques pour établir une forme dans sa thèse :

**Etirer**, déplacement de la géométrie suivant deux directions opposées dans un même plan.

**Froisser**, implantation d'un ensemble de plis de façon aléatoire sur tout ou partie de la géométrie.

**Onduler**, modification de la géométrie suivant un ensemble de courbes implantées sur un plan

**Plier**, déplacement de la géométrie suivant une rotation par rapport à un axe de pliage situé sur un plan.

**Plisser**, implantation d'un ensemble de plis sur un plan.

**Pousser/tirer**, déplacement de la géométrie de façon adoucie suivant un point avec une zone d'influence et une direction.

**Serrer**, déplacement de la géométrie suivant deux directions opposées se rapprochant sur un même plan.

**Tordre**, rotation de la géométrie, suivant un axe de rotation, réalisé de façon adouci entre le centre de la géométrie et les extrémités.

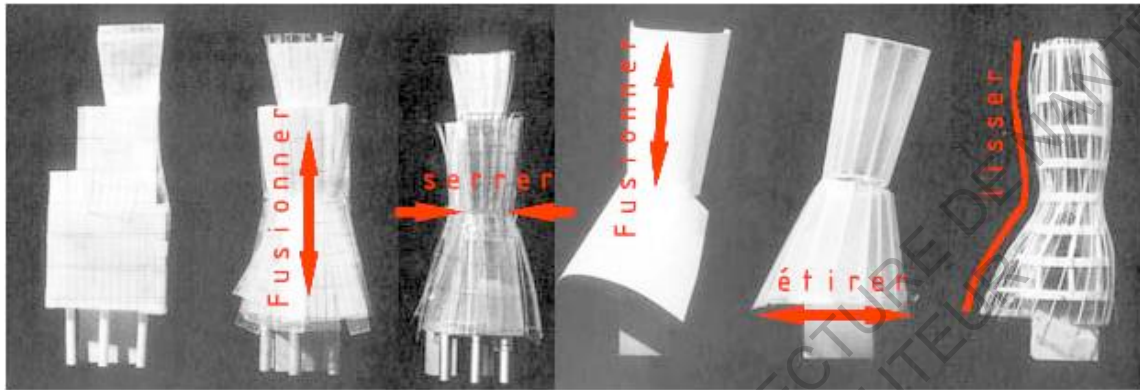


Figure 13 - Suite de maquettes réalisées pendant la conception du bâtiment Dancing House à Prague, Frank O.

Gehry. [Wetzel, 2009]

La modélisation reproduisant les habitudes sur PC sur un appareil mobile est d'extruder une forme 2D fermée. C'est-à-dire que nous créons d'abord une forme 2D et puis nous la transformons en 3D, mais nous ne créons pas directement une forme 3D.

Dans le marché actuel, il n'y a pas trop d'application de modélisation 3D directement sur mobile.

### 3.2.10. Simulation

La simulation désigne la simulation des caractéristiques du site pour une/plusieurs construction(s) ou une ville. Ce genre d'application que l'on peut trouver sur le marché est la simulation d'ensoleillement selon l'heure pour un bâtiment. Cette fonctionnalité est insérée dans une application de modélisation afin de pouvoir voir l'effet de l'ombre à tout temps (Autodesk Formit par exemple).

### 3.2.11. Communication et partage

L'architecte rencontre parfois des problèmes qui abordent d'autres disciplines lors d'études de site. Dans ce cas, selon la méthode traditionnelle, l'architecte rapporte ces éléments à leur bureau et on discute avec des autres experts, et après éventuellement retourne sur site pour vérifier le résultat et continue son étude. Cet aller-retour prend beaucoup de temps et ne permet pas à des spécialistes dans les autres domaines de bien analyser les problèmes.

S'il y a une réaction en temps réel avec les autres experts quand les problèmes apparaissent devant l'architecte, cela pourrait permettre de résoudre des problèmes plus rapidement. C'est-à-dire que la communication joue un rôle important pour un projet, parce que jamais un projet n'est pas réalisé par un seul participant. La communication est la clé pour la collaboration.



Pour l'instant, les technologies utilisées pour la conception collaborative comprennent principalement la vidéo conférence, le partage de modèle et de dessin [Wang et al., 2008]. Les applications actuelles des appareils mobiles peuvent soutenir toutes ces fonctionnalités. D'ailleurs, nous pouvons aussi partager les résultats des mesures en images et travailler sur un dessin collaborativement avec un appareil mobile.

### 3.3. Les capteurs intégrés dans un appareil mobile

Les types de capteurs sont variables selon les différents types d'appareils mobiles. Généralement, ces capteurs comprennent un capteur inertiel (gyroscope par exemple), un capteur photographique, un capteur de position, etc. La plupart des appareils qui possèdent un système d'exploitation Android qui est développé par Google intègre 3 catégories (13 types) de capteurs, dont un capteur de déplacement, un capteur d'environnement, un capteur de position (les détails voir Annexe 2) ; l'appareil mobile sous système d'exploitation iOS qui est développé par Apple intègre 5 catégories de capteurs, dont un capteur de proximité, un capteur de lumière ambiante, un accéléromètre, un magnétomètre et un capteur de gyroscopique.

Voici nous allons faire une simple comparaison entre deux appareils classiques, ce qui possède un système d'exploitation Android ou un système d'exploitation iOS.

|                        |                      | Samsung GALAXY S IV <sup>11</sup>                                                   | iPhone 5 <sup>12</sup>                                                                |
|------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Modèle                 |                      |  |  |
| Marque                 |                      | Samsung                                                                             | Apple                                                                                 |
| Date de sortie         |                      | 26 avril 2013                                                                       | 21 septembre 2012                                                                     |
| Système d'exploitation |                      | Android 4.2.2 Jelly Bean                                                            | iOS 7                                                                                 |
| Développeur de système |                      | Google                                                                              | Apple                                                                                 |
| Capteur                | Capteur inertiel     | Accéléromètre                                                                       | Accéléromètre                                                                         |
|                        |                      | Gyroscope à 3 axes                                                                  | Gyroscope à 3 axes                                                                    |
|                        |                      | Magnétomètre                                                                        | Magnétomètre                                                                          |
|                        | Capteur de proximité | Oui                                                                                 | Oui                                                                                   |
|                        | Capteur de lumière   | RVB lumière                                                                         | Capteur de luminosité ambiante                                                        |

<sup>11</sup> <http://www.samsung.com/fr/galaxys4/#>. Consulté le 29 août 2013  
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Samsung\\_Galaxy\\_S4](http://fr.wikipedia.org/wiki/Samsung_Galaxy_S4). Consulté le 29 août 2013

<sup>12</sup> [http://support.apple.com/kb/SP655?viewlocale=fr\\_FR](http://support.apple.com/kb/SP655?viewlocale=fr_FR). Consulté le 29 août 2013  
<http://fr.wikipedia.org/wiki/IPhone>. Consulté le 29 août 2013

|  |                        |             |     |
|--|------------------------|-------------|-----|
|  | Capteur de pression    | Baromètre   | Non |
|  | Capteur de position    | Infrarouge  | Non |
|  | Capteur de température | Thermomètre | Non |
|  | Capteur d'humidité     | Hygromètre  | Non |

Tableau 4 – Comparaison entre deux appareils : Samsung GALAXY S IV et iPhone 5

### 3.4. Conclusion

Dans cette partie, nous avons classifié des usages existants pour un appareil mobile selon la fonctionnalité et fait une simple analyse de ces usages ainsi que les capteurs intégrés dans un outil mobile. Notre but est de trouver s'il possible pour développer des nouveaux usages à travers les existants. La méthode de travail de ces usages existants nous donne des inspirations. Nous pouvons intégrer les nouveaux capteurs dans un appareil mobile pour améliorer ces usages et transformer les impossibles en possibles. Autrement dit, en combinant les usages existants et les nouveaux capteurs, nous pourrions trouver des usages possibles d'outils mobiles pour un architecte ou un urbaniste.

## 4. Enquête sur les usages des outils mobiles pour l'architecte et/ou l'urbaniste

L'objectif de cette enquête est de définir des usages prospectifs qui seraient implémentés dans un outil mobile pour une utilisation in-situ lors de la phase de conception. Cet objectif est rappelé au tout début du questionnaire. Ainsi, les questions que nous avons élaborées sont plus flexibles et libres en évitant de limiter l'espace de réponse et en facilitant la recherche usages prospectifs. De plus, cette enquête peut également nous aider à connaître les habitudes et les méthodes actuelles de conception pour un architecte ou un urbaniste.

Cette enquête consiste en 3 sections : l'usage des appareils mobiles dans la phase de conception, les usages existants ou prospectifs sur appareils mobiles et enfin l'utilisation personnelle et les attentes vis-à-vis des outils mobiles. Le type de questions comprend des questions fermées et des questions ouvertes, des questions à réponse unique et des questions à réponses multiples possibles. Pour les questions réponses multiples possibles, nous demandons aussi une hiérarchisation des réponses.

Le questionnaire est en annexe 3.

### 4.1. Méthodologie

#### 4.1.1. Échantillon de personnes interrogées

Nous avons interrogé 20 personnes qui sont à l'école nationale supérieure d'architecture de Nantes ou dans une agence nantaise d'architecture et d'urbanisme. L'échantillon interviewé consiste en 10 hommes et 10 femmes, 8 architectes et 12 étudiants (dont 4 avec expérience de travail, 8 sans aucune expérience) en architecture (tous les sujets sont dans le domaine de l'architecture et/ou l'urbanisme) de toutes les nationalités (15 européennes, 3 asiatiques, 1 africaine, 1 sud-américaine).

#### 4.1.2. Mode d'interrogation

Nous avons interrogé les personnes en face-à-face dans la plupart des cas. C'est-à-dire que nous avons d'abord expliqué le but de cette enquête et puis laissé les personnes lire et répondre aux questions, et en même temps nous avons explicité les questions à l'interviewé.

#### 4.1.3. Analyse des résultats

#### Méthode de création d'un facteur de pondération pour une option retenue

Pour la question qui est à réponse multiple possible, la méthode suivie est :

Nous donnons une pondération à chaque option retenue selon la priorité de choix des interviewés. Par exemple, pour la question 1, il y a 4 choix (si on excepte les réponses « Autres » et « Aucun »). Nous donnons au premier choix 4 points, au deuxième 3 points, au troisième 2 points et 1 point pour le quatrième. Si le nombre d'options retenues par quelqu'un est inférieur à 4, nous donnons 0 point pour les options abandonnées ; pour les options retenues, on donne 4 points pour son premier choix et les points pour ses autres options sont successivement moins 1.

Par exemple, un interviewé sélectionne 2 choix et en hiérarchise deux, C puis B. Vis à vis de ses choix, la pondération devient A : 0 point, B : 3 points, C : 4 points, D : 0 point.

De même manière, s'il y a seulement 3 choix possibles pour une question, 3 points sont attribués au premier choix, les points pour les options suivantes sont successivement moins 1 et 0 point pour le(s) choix abandonné(s).

### Cas spécial I

Les choix « Autres » n'ont pas été intégrés dans la statistique des points. Par contre, les propositions indiquées dans les cases « Autres » ont été intégrées dans la suite de ce travail. C'est-à-dire que, si quelqu'un a mis le choix E-Autres dans sa hiérarchie, nous n'avons pas pondéré le choix E. Par exemple, si les choix d'un interviewé sont : B-E-C-A, alors dans ce cas, A : 1 point, B : 4 points, C : 2 points, D : 0 point et le choix E est gardé pour les propositions ultérieures.

### Cas spécial II

Pendant cette enquête, quelques interviewés ont eu du mal de hiérarchiser leurs réponses. Dans ce cas, nous donnons les points moyens de cette question pour chaque option retenue.

Par exemple, pour la question 1, on a 4 réponses possibles. Les points totaux pour cette question sont donc 10 ( $4+3+2+1=10$ ), alors les points moyens sont 2,5 ( $10/4=2,5$ ). Si quelqu'un fait un choix multiple sans hiérarchie, nous donnons 2,5 points pour chaque choix même si il n'a pas coché toutes les réponses.

### Pour la question qui est à réponse unique, la méthode suivie est :

Pour ce type de question, la méthode de calcul est relativement simple. Nous donnons 1 point pour la réponse sélectionnée et 0 point pour le(s) autre(s) options (les options abandonnées).

Par exemple, pour question 6, il y a uniquement 3 choix. Si quelqu'un choisit réponse A, alors A : 1 point, B : 0 point, C : 0 point.

### Méthode de calcul les points maximum pour une option retenue

Pour les questions à réponses multiples possibles, si une question à 4 options, alors le score maximum pour une option retenue est 4 points; si une question a 3 options, 3 points est donc le score maximum pour une option.

Nous avons au total 20 échantillons d'interviewés dans cette enquête. Donc, pour les questions qui ont 4 options, les points maximums pour une option retenue sont 80 ( $4*20=80$ ) ; pour les questions qui ont 3 options, les points maximum possibles sont 60 ( $3*20=60$ ).

### Méthode de calcul du pourcentage des points d'une option retenue

Pourcentage des points retenus pour une option = Points retenus réels de l'option/ Points maximum possibles de l'option

Par exemple, pour l'option A de la question 1, selon la méthode de calcul des points retenus, cette option a obtenu 49,5 points dans cette enquête. La question 1 a au total 4 options (si on exclue les options Autres et Aucun), les points maximums possibles pour chaque option de la Question 1 sont donc 80.

Le pourcentage des points retenus de l'option A de la question 1 =  $49,5/80 = 62\%$

## 4.2. Analyse et discussion

Dans ce chapitre, nous allons analyser chaque question dans le questionnaire (pour le questionnaire complet voir Annexe 3). Nous allons préciser pourquoi chaque question a été élaborée et le résultat obtenu.

Nous allons présenter des graphiques que nous avons fait selon les réponses des interviewés, pour de voir plus clairement les résultats. Nous avons fait un groupe de trois graphiques pour chaque question à réponse multiple possible et un seul graphique pour chaque question à réponse unique.

Pour la question qui est à réponse multiple possible, le premier graphique (en haut à gauche) est une statistique pour le nombre d'options retenues pour chaque choix, soit le nombre de personnes qui ont coché un choix. Le deuxième graphique (en haut à droite) montre la situation dans la hiérarchie pour chaque option retenue. Par exemple, pour le choix A de la Question1, combien de personnes l'ont choisi en premier, combien de personnes l'ont choisi en 2eme, et ainsi de suite. Le troisième graphique (en bas à gauche) est le résultat en pourcentage des points retenus pour chaque choix, qui est obtenu selon la méthodologie que nous avons présentée en 4.1.3.

### Section 1 : Usage des appareils mobiles dans la phase de conception

Dans la section 1, nous avons posé des questions sur l'attitude d'interviewés pour les usages des appareils mobiles. Dans la Question 1 nous nous sommes focalisés sur avantages et dans la Question 2 sur les inconvénients.

Nous pouvons constater à partir des résultats de l'enquête pour ces deux questions, cent pour cent des personnes pensent que l'appareil mobile possède à la fois des avantages et des inconvénients. Ses avantages principaux sont d'être multifonctions et facile à transporter, ses inconvénients principaux sont la taille de l'écran réduite et le traitement difficile de documents volumineux.

Un autre avantage que les interviewés ont cité le plus dans leurs commentaires est la possibilité d'acquérir des informations sur site, tels que "Avoir les infos sur site", "Grâce à cet outil on peut accéder facilement aux données des sites". Les choix que nous avons élaborés pour la question 2 sont sur l'utilisation du matériel. Néanmoins, le contenu que les interviewés ont mis dans « Autres » et leurs commentaires indiquent qu'il existe autres inconvénients, y compris les suivantes :

## i. Changement de l'habitudes de travail

- Comparaison avec la méthode "crayon-papier" : « La caractéristique principale à mon avis est que ça soit un outil informatique : ça ne peut pas remplacer un carnet et un crayon pour réfléchir. »
- Comparaison avec la méthode de travail sur un ordinateur fixe : « Absence de clavier et souris matériels »

## ii. Insuffisance de quantité et de qualité de logiciel dans le marché actuel

Exemple de commentaire : « Peu de logiciel professionnel de conception à ce jour ».

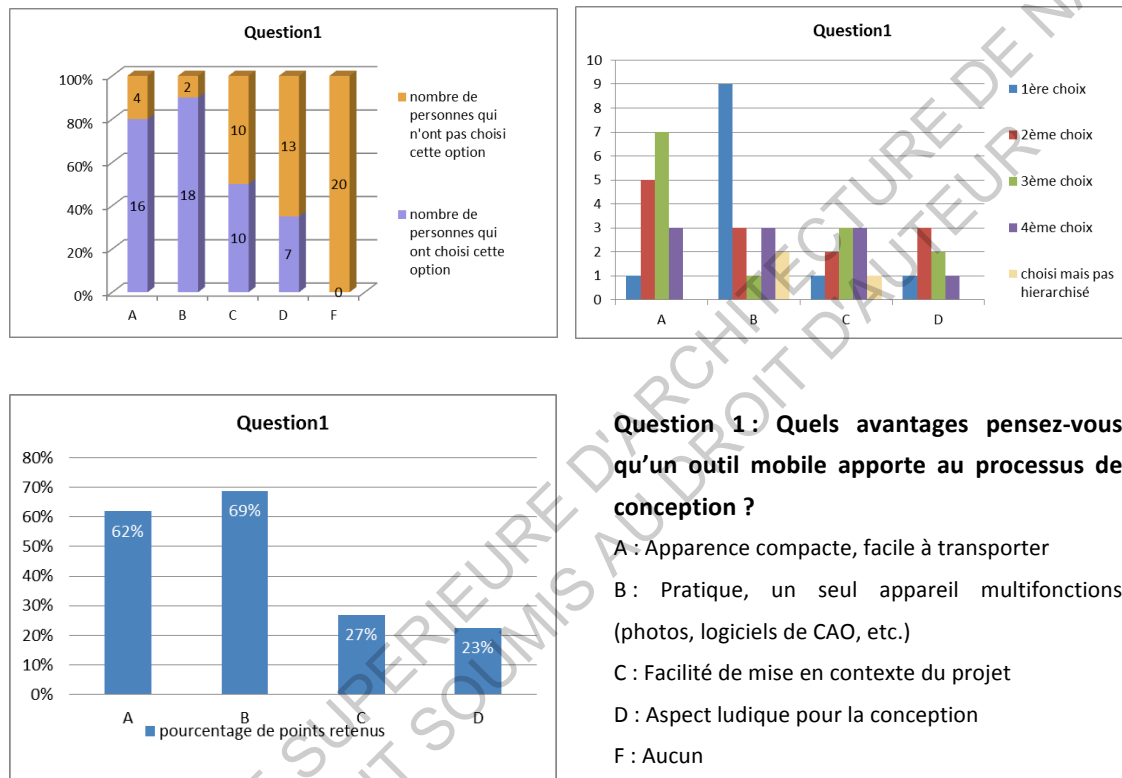
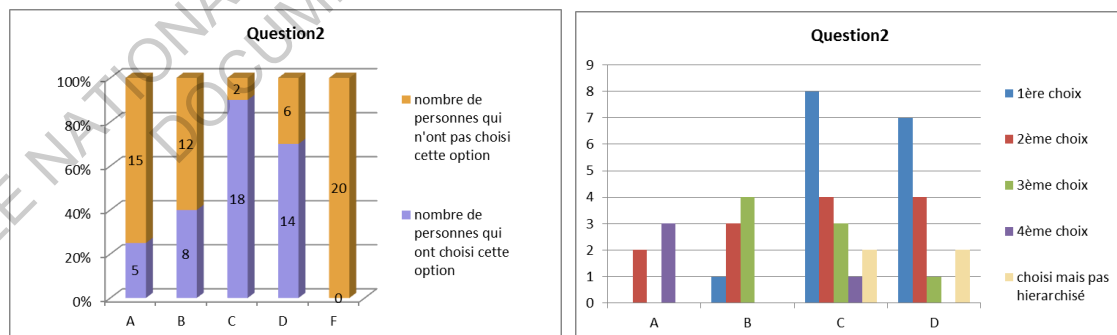
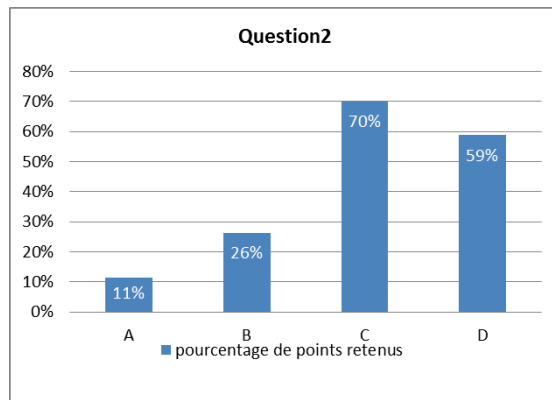


Figure 14 - Graphiques des résultats de question 1





### Question 2 : Quels inconvénients pensez-vous qu'un outil mobile apporte au processus de conception ?

A : Cela prend du temps de télécharger et d'apprendre à utiliser les applications

B : Les applications sont payantes pour certaines d'entre elles

C : La taille de l'écran est trop petite pour voir clairement le contenu

D : Cela ne marche pas très bien quand on travaille sur un document volumineux

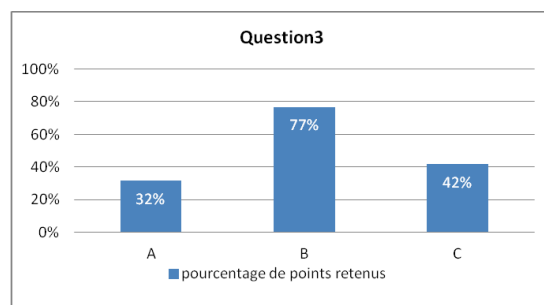
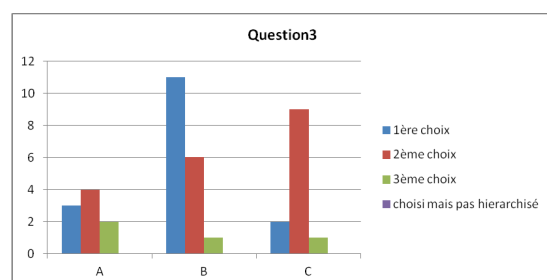
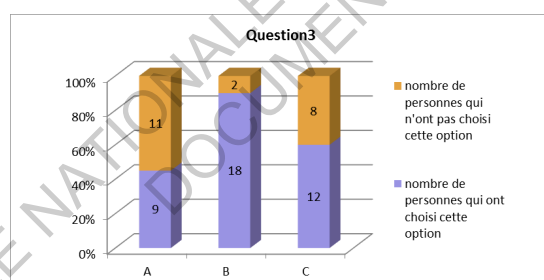
Figure 15 - Graphiques des résultats de question 2

## Section 2 : Usages existants ou prospectifs sur appareils mobiles

Cette section a 6 questions qui portent sur les attentes et les souhaits des usagers sur comment et à quoi des outils mobiles peuvent servir. Chaque question aborde un point concret : soit le type de support de représentation, soit la méthode de travail, soit la technique informatique déployée éventuellement dans un outil mobile.

La Question 3 demande « A quoi pourrait servir de dessiner directement sur un outil mobile? ». Parmi les choix élaborés, 90% d'interviewés ont retenu le choix « Convertir automatiquement le dessin à main levée en format numérique » et, 11 sur 20 de personnes l'ont mis en premier choix. Par conséquent, cette option est un usage prospectif en termes de dessin par rapport avec les deux autres choix.

Nous pouvons voir un autre avantage de dessiner sur un outil mobile que les interviewés ont mis dans « Autres », c'est la mobilité. Nous pouvons « Visite d'un site avec un projet 3D virtuel » et « Consulter plans et documentations sur place ».



### Question3 : A quoi pourrait servir de dessiner directement sur un outil mobile ?

A : Modifier et sauvegarder plus facilement le dessin

B : Convertir automatiquement le dessin à main levée en format numérique

C : Ajouter des textures (à partir de photos par exemple)

Figure 16 - Graphiques des résultats de question 3



Les Question 4 et Question 5 portent sur les méthodes préférées pour transporter les documents sur site. La Question 4 demande les pratiques courantes de l'interviewé et la Question 5 portent sur les pratiques futures. Nous avons demandé aussi aux interviewés d'indiquer les raisons de leurs choix.

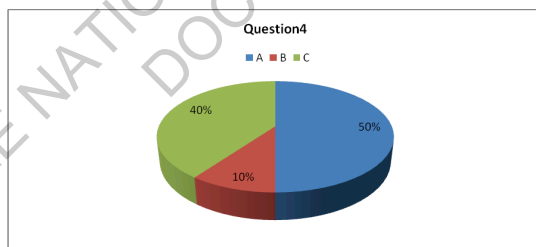
C'est intéressant de voir le résultat :

Actuellement, 50% de personnes préfèrent des documents papiers, mais pour l'avenir, il n'y a que 20% des personnes préféreraient garder ce type de documents. C'est à dire que 30% de personnes changent d'avis. La raison principale pour laquelle les usagers préfèrent des documents papiers est la possibilité de faire des annotations rapides directement dessus. Exemples de commentaires : « Annotations directement et plus rapidement », « C'est plus facile, moins compliqué et il n'a pas besoin d'un ordinateur et plus rapide à certains étapes de conception », « Plus clair et on peut écrire dessus, dessiner ».

Actuellement, 10% de personnes préfèrent des documents numériques, mais ce chiffre triple pour l'avenir. C'est-à-dire que des documents numériques ont tendance à remplacer les documents papiers pour travailler sur site dans le futur pour une partie des personnes. La raison est simplement la facilité de transport pour quasiment tous les interviewés qui ont coché ce choix.

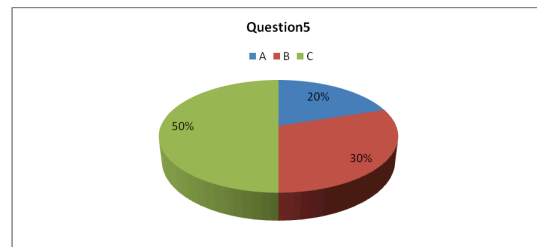
Le nombre de personnes qui ont choisi les deux méthodes, à la fois le travail sur document papier et numérique, augmente à 50% pour l'avenir contre 40% actuellement. Ce chiffre affirme que les deux méthodes utilisées en même temps est le choix le plus accepté pour la moitié de personnes. Pourquoi les usagers souhaitent transporter des documents numériques et à la fois, ne souhaitent pas d'abandonner des documents papiers ? Leurs raisons sont : « Facilité de compréhension par tous » et « Sécurité ».

En bref, le critère de choix pour une méthode de transport des documents pour les usagers est la facilité et l'aspect pratique. Choisi des documents papiers, c'est pour faire des annotations de manière plus pratique; choisi des documents numériques, c'est pour les transporter plus facilement. Par conséquent, nous pouvons dire que, quand la prise de notes sur un écran de l'outil mobile sera comparable à une annotation sur papier, le travail sur des documents numériques sera accepté plus largement.



**Question 4 : Actuellement, quelle méthode préférez-vous pour transporter vos documents sur site ?**

- A : Des documents graphiques et textuels sur papiers  
 B : Des documents graphiques et textuels numériques  
 C : Les deux

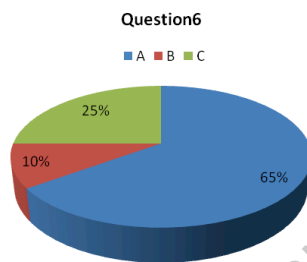


**Question 5 : A l'avenir, quelle méthode préférez-vous pour transporter vos documents sur site ?**

- A : Des documents graphiques et textuels sur papiers  
 B : Des documents graphiques et textuels numériques  
 C : Les deux

Figure 17 - Graphiques du résultat de question 4 et question 5

Dans la Question 6 nous avons demandé aux interviewés les méthodes d'interaction qu'ils utilisent avec un appareil mobile pour la création d'un modèle 3D architectural. Nous pouvons lire des commentaires des usagers sur internet<sup>13</sup> : ils ne veulent pas travailler avec un appareil mobile qui est sans souris ni clavier. En conséquence, leur habitude de travail deviendra un des aspects déterminants pour le développement d'une application. Dans ce contexte, nous avons posé la question des méthodes de modélisation. Mais heureusement, le résultat de l'enquête est optimiste : 65% des personnes sont sûrs qu'ils sont prêts à tester l'interaction avec des interfaces tactiles par des gestes spécifiques pour la modélisation, 25% de personnes sont hésitantes, seulement 10% des personnes affirment qu'ils ne veulent pas tester. La plupart des usagers ont l'intention de s'emparer de cette nouvelle technologie. Exemple de commentaires : « Chaque outil technique a sa propre logique de fonctionnement. Appliquer la logique de PC aux outils mobiles rend l'utilisation de ces outils plus difficile, à mon avis », « Oui pourquoi pas, c'est probablement l'avenir de notre métier ». Un interviewé qui a choisi les deux méthodes, papier et numérique, a exprimé que, « Si je découvre un réel intérêt oui ». Ainsi, nous pouvons éliminer notre inquiétude sur le mode d'interaction spécifique avec un écran tactile pour la modélisation.



**Question 6 : Seriez-vous prêt à apprendre de nouvelles techniques de modélisation qui mettraient à profit des gestes spécifiques sur interface tactile ou bien préféreriez-vous une interface qui reproduit vos habitudes sur PC (pointeurs, menus, etc.) ?**

A : Je suis prêt à tester

B : Je ne veux pas tester

C : Je ne sais pas, cela dépend des fonctions

**Figure 18 - Graphique du résultat de question 6**

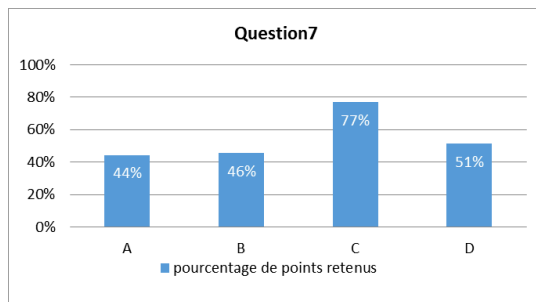
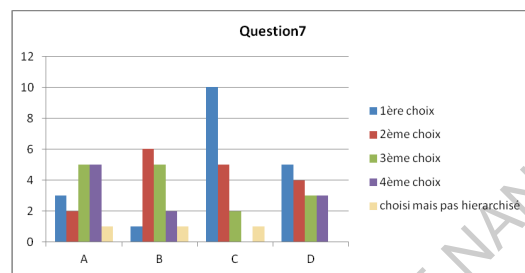
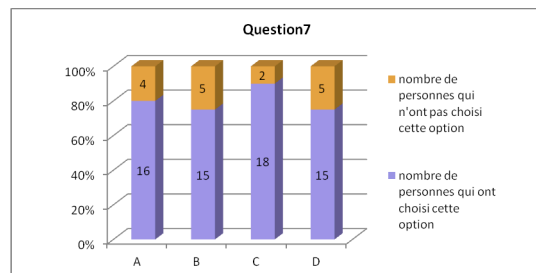
La Question 7 a posé la question de l'utilisation de la réalité augmentée. Cette technique pourrait permettre de réaliser certaines fonctionnalités pour la conception en architecture et en urbanisme, nous avons demandé aux interviewés de choisir les fonctionnalités utiles pour eux. Parmi les 4 choix, le A le B le C sont les fonctionnalités déjà existantes et le D est une fonctionnalité prospective.

Le résultat indique qu'une fonctionnalité qui semble convenir au mieux aux usagers, c'est de « superposer la maquette numérique déjà réalisée hors site dans le monde réel et l'observer sur site ». La raison est, « cette fonction va nous permettre de bien voir le niveau d'intégration de notre projet avec le contexte existant ». Par ailleurs, la seule fonctionnalité prospective dans cette question n'a pas été retenue en priorité par trop de personnes, c'est parce que « ça je n'y crois pas vraiment, la conception prend du temps et être sur le site tout le temps n'est pas nécessaire ».

Cependant, nous pouvons constater un phénomène intéressant : tous les choix ont été retenus par plus de 75% (15 sur 20) d'interviewés. Cela prouve que les fonctionnalités que la RA offre sont

<sup>13</sup> <http://www.housingzone.com/design/design-fly-how-tablets-are-transforming-design-process>. Consulté le 17 septembre 2013.

employables pour la plupart personnes. C'est-à-dire que, le RA est une technique adaptée dans un outil mobile pour un projet architectural et urbanistique.

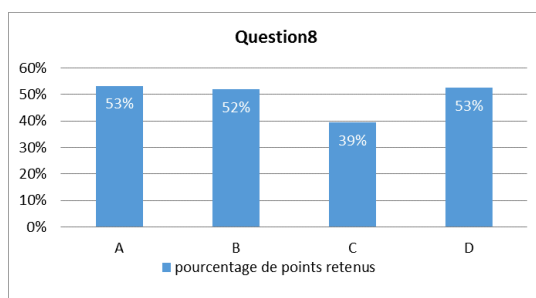
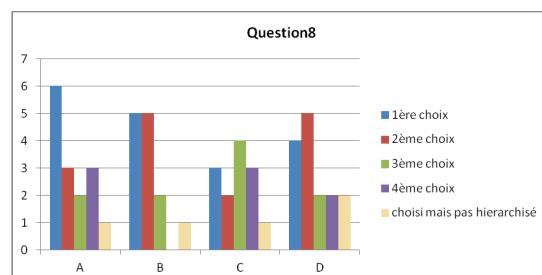
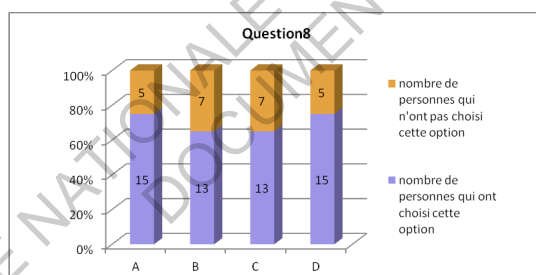


**Question 7 : La réalité augmentée pourrait permettre de réaliser les fonctionnalités suivantes, choisissez les fonctionnalités qui peuvent vous aider à réaliser un projet :**

- A : Visualiser des données disponibles sur un serveur distant (caractéristiques du site, informations légales, etc.)  
 B : Visualiser des objets cachés et abstraits (réseaux sous-terrain, délimitations réglementaires, informations sociales, etc.)  
 C : Superposer la maquette numérique déjà réalisée hors site dans le monde réel et l'observer sur site  
 D : Concevoir et dessiner directement sur site

Figure 19 - Graphiques des résultats de question 7

La Question 8 a demandé « Pensez-vous que les outils mobiles peuvent vous aider à faciliter votre approche sensible du site ? ». Tous les choix ont été retenus par plus de 65% (13 sur 20) d'interviewés, mais les réponses se répartissent de manière à peu près équivalentes sur toutes les options. Une raison possible est que, actuellement les usagers n'ont pas beaucoup touché à l'approche sensible du site par un appareil mobile, c'est une notion un peu abstraite pour eux, ils ont du mal à préciser leur intention exacte. Mais d'un autre côté, nous pouvons dire que c'est un aspect potentiel à développer.



**Question 8 : Pensez-vous que les outils mobiles peuvent vous aider à faciliter votre approche sensible du site ?**

- A : Pour faire des photos et des vidéos du site  
 B : Pour appréhender la lumière et les autres paramètres d'ambiance du site (vent, température, etc.)  
 C : Pour dessiner quelques croquis pour saisir l'esprit du lieu  
 D : Pour utiliser les capteurs intégrés pour analyser certaines caractéristiques d'ambiance (son, ensoleillement, etc.)

Figure 20 - Graphiques des résultats de question 8

### Section 3 : Utilisation personnelle et attentes vis-à-vis des outils mobiles

Cette section comprend deux questions ouvertes. Nous souhaitons connaître plus en profondeur l'état actuel de l'utilisation un outil mobile et les attentes des usagers.

La Question 9 a demandé « Avez-vous déjà utilisé un outil mobile dans le cadre d'un projet d'architecture ou d'urbanisme ? ». C'est un peu dommage que 75% de personnes n'ont pas encore utilisé un appareil mobile pour la conception, mais les questions précédentes montrent qu'ils sont prêt au moins à essayer : nous pouvons donc dire que l'utilisation un outil mobile est potentielle. Nous avons demandé aussi aux interviewés d'indiquer les usages qu'ils en ont fait, mais presque tous les interviewés qui ont choisi le A ont utilisé un outil mobile juste pour prendre des photos. Une personne a utilisé AutoCAD, mais à cause de la taille d'écran, il l'a désinstallé.

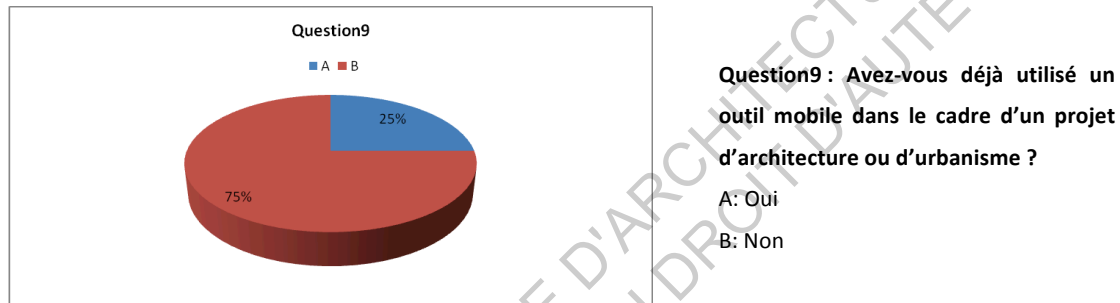


Figure 21 - Graphique du résultat de question 9

La Question10 a demandé « Que souhaiteriez-vous qu'un outil mobile vous aide à faire sur site pour vos futurs projets d'architecture et d'urbanisme ». Les réponses à cette question ne devaient pas se limiter aux outils existants.

Nous nous intéressons vraiment aux réponses à cette question parce que les usagers peuvent exprimer directement leurs souhaits ici. En résumé, leurs attentes comprennent les points suivants :

i. Récupérer des données sur site

Exemple de commentaires : « Récupérer toutes les données existantes sur le site (type moteur de recherche) », « Informations sur des paramètres divers (ambiance, réseaux) », « Les différents contextes du projet... »

ii. Mesures et relevés

Exemple de commentaires : « Prendre des mesures (intégrer un laser !) », « Faire des relevés ou dessiner la 3D rien qu'en faisant une vidéo », « Pour des photos ou pour mesurer les conditions physiques d'un lieu thermique, sonore, éclairage ».

iii. Dessiner des croquis

Exemple de commentaires : « Faire des esquisses sur le territoire réel ou sur une base de données cadastrale », « Esquisse en RA », « Dessiner le plan de masse ».

Une attente décrit par un interviewé est très intéressante :

iv. Recherche automatique d'un projet similaire comme référence

« J'espère que l'outil mobile pourra m'aider à trouver les projets similaires qui sont déjà réalisés comme références. Par exemple, je prends les photos du site sur place, et l'outil mobile me donne les références similaires en analysant les données du site par rapport aux photos.

### **4.3. Conclusion**

Cette enquête nous permet de mieux comprendre la préférence de méthode de travail pour les usagers et leurs attentes pour un outil mobile dans un projet architectural et urbanistique.

Le résultat de l'enquête nous montre que actuellement, les trois quarts des interviewés n'ont pas encore utilisé un appareil mobile pour un projet architectural et urbanistique. Tous les interviewés pensent que l'utilisation d'appareils mobiles possède à la fois des avantages et inconvénients vis à vis du processus de conception. Selon les questions fermées que nous avons élaborées, les usagers souhaitent qu'un outil mobile puisse réaliser les fonctionnalités suivantes :

- Transporter des documents graphiques et textuels numériques sur site si les usagers peuvent les annoter comme sur papier
- Convertir automatiquement le dessin à main levée en format numérique
- Modéliser l'objet avec des gestes spécifiques sur interface tactile
- Superposer la maquette numérique déjà réalisée hors site dans le monde réel et l'observer sur site

Selon les questions ouvertes :

- Récupérer des données sur site
- Mesurer les caractéristiques du site et relever la dimension des bâtiments
- Dessiner des croquis
- Rechercher automatiquement un projet similaire comme référence

## 5. Usages existants et prospectifs pour l'architecte et l'urbaniste

Selon les résultats de notre enquête, nous avons trouvé certains usages possibles pour l'architecte et l'urbaniste. Parmi eux, quelques usages sont déjà existants et nous pouvons trouver des exemples d'applications dans le tableau 2, et quelques uns sont encore à développer. Dans cette partie, nous ferons la liste des usages existants et prospectifs, et ensuite nous décrirons de scénario d'usage.

### 5.1. Usages existants préférés des usagers

#### 5.1.1. Liste des usages

| Usages existants                                                                                   |                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Usage                                                                                              | Exemple de l'application actuelle          |
| Transporter des documents graphiques et textuels numériques sur site                               | Graphique : AutoCAD 360                    |
|                                                                                                    | Texte : PDF reader                         |
| Convertir automatiquement le dessin à main levée en format numérique                               | OrthoGraph Architect 3D CAD                |
| Modéliser l'objet avec des gestes spécifiques sur interface tactile                                | Autodesk Formit                            |
| Superposer la maquette numérique déjà réalisée hors site dans le monde réel et l'observer sur site | 3D on Architecture                         |
| Récupérer des données sur site                                                                     | Informations du contexte : Wikitude        |
|                                                                                                    | Caractéristique du site : Sun seeker       |
| Mesurer les conditions physiques du site et Relever la dimension d'un bâtiment                     | Dimension : Télémètre-Smart Mesure         |
|                                                                                                    | Condition physique : Sonomètre-Sound Meter |
| Dessiner des croquis                                                                               | Sketch Book                                |

Tableau 5 - Usages existants préférés des usagers

#### 5.1.2. Scénario d'usages d'applications existantes

##### Cas d'utilisation numéro 1 : AutoCAD 360

**Objectif :** ouvrir un fichier DWG (format de AutoCAD) et l'éditer sur site

**Description :** un groupe d'architectes (ou d'urbanistes) travaillent sur site et éditent le plan d'étage sur l'appareil mobile

**Séquences d'événements**

- Télécharger un plan d'étage vers « le cloud »
- Consulter ce dessin dans le nuage sur site par un appareil mobile

- Se localiser dans le plan d'étage par GPS
- Éditer ce dessin en utilisant des gestes spécifiques sur l'écran tactile (possible pour plusieurs personnes de travailler sur un même dessin)

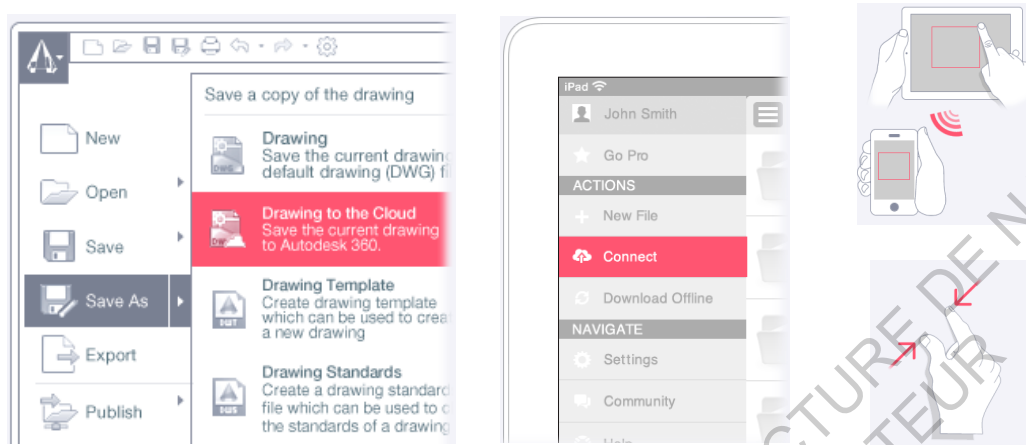


Figure 22 - Image extraites de l'aide de AutoCAD 360

### Cas d'utilisation numéro 2 : OrthoGraph Architect 3D CAD

**Objectif :** convertir un dessin rapide en un format CAO

**Description :** l'architecte (ou l'urbaniste) dessine un plan à main levée sur un appareil mobile et exporte ce dessin en format ArchiCAD/SketchUp

**Séquences d'événements**

- L'utilisateur dessine un plan d'étage imprécis
- Le système ajuste automatiquement des traits plus réguliers
- L'utilisateur donne les mesures de chaque segment
- Le système modifie le dessin initial selon ces mesures et produit un dessin précis
- L'utilisateur exporte le dessin en format CAO (ArchiCAD/SketchUp)

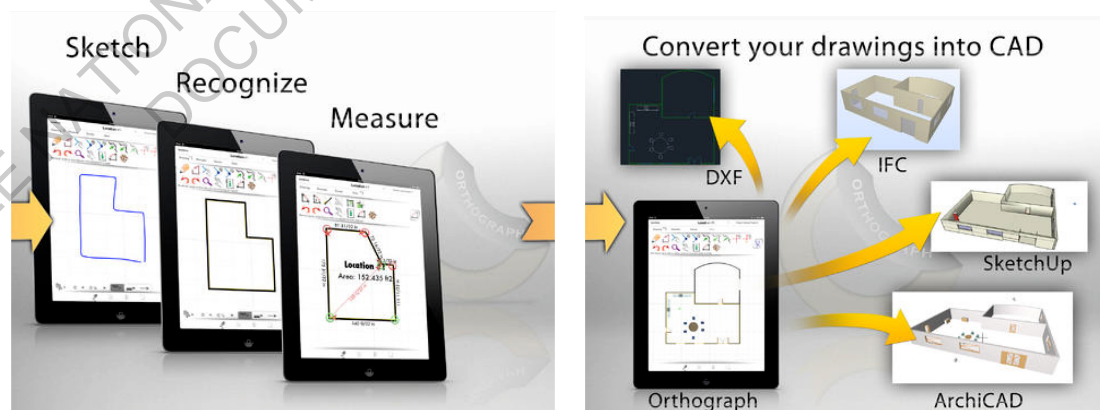


Figure 23 - Image d'explication de OrthoGraph Architect 3D CAD<sup>14</sup>

<sup>14</sup> <https://itunes.apple.com/hu/app/orthograph-architect/id464252559?mt=8>. Consulté le 17 septembre 2013.



### Cas d'utilisation numéro 3 : Autodesk Formit

**Objectif :** faire une maquette numérique rapide sur site

**Description :** l'architecte (ou l'urbaniste) crée une maquette numérique directement sur une carte du site

**Séquences d'événements**

Cliquer le bouton localiser

Importer l'imagerie satellite (ou/et choisir une image existante)

Faire la maquette sur l'image

Possible de simuler l'ensoleillement instantané par définir l'heure et la date



Figure 24 - Captures d'écran de Autodesk Formit<sup>15</sup>

### Cas d'utilisation numéro 4 : 3D on Architecture

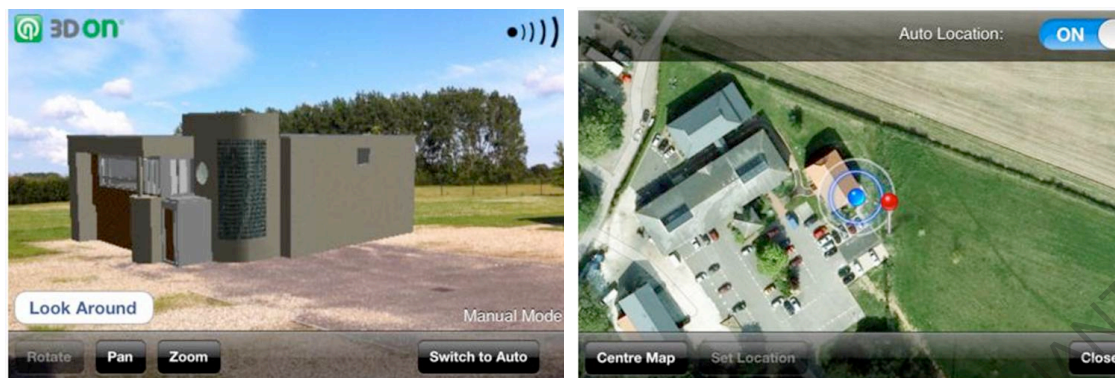
**Objectif :** voir une maquette numérique 3D sur site

**Description :** l'architecte (ou l'urbaniste) visualise sur site la maquette numérique ou montre aux habitants leurs futurs logements

**Séquences d'événements**

- Télécharger une maquette vers le site web
- Attendre le traitement de la maquette par cette application
- Télécharger la maquette vers un appareil mobile
- Visualiser la maquette sur site
- Modifier éventuellement la maquette et la télécharger vers le site web

<sup>15</sup> <https://itunes.apple.com/us/app/autodesk-formit/id575282599?mt=8>. Consulté le 17 septembre 2013.

Figure 25 - Captures d'écran de 3Don ARchitecture<sup>16</sup>

### Cas d'utilisation numéro 5 : Wikitude

**Objectif :** visualiser des informations du site lors de l'étude sur le terrain

**Description :** l'architecte (ou l'urbaniste) voit des informations graphiques et textuelles du site qui sont affichées en réalité augmentée

#### Séquences d'événements

- Saisir le nom de la destination dans la barre de recherche
- Tourner la caméra de l'appareil mobile à 360°
- Voir la photo, la distance et la description de la destination sur Wikipédia
- Explorer des informations sur les bâtiments alentour

Figure 26 - Captures d'écran iPhone de wikitude<sup>17</sup>

<sup>16</sup> <https://itunes.apple.com/gb/app/3don-architecture/id423551046?mt=8>. Consulté le 17 septembre 2013.

<sup>17</sup> <http://www.ifreeware.net/download-wikitude-augmented-reality-browser.html>. Consulté le 17 septembre 2013.

### Cas d'utilisation numéro 6 : Sun seeker

**Objectif :** prendre en compte les caractéristiques d'ensoleillement d'un lieu

**Description :** l'architecte (ou l'urbaniste) souhaite connaître les caractéristiques d'ensoleillement du site et savoir si l'ombre d'un bâtiment masquerait d'autres bâtiments.

#### Séquences d'événements

- Localiser ce bâtiment
- Cliquer le bouton map pour visualiser la direction d'ensoleillement et la hauteur du soleil de chaque heure du jour
- Cliquer le bouton détails pour connaître les données de l'ensoleillement aux solstices

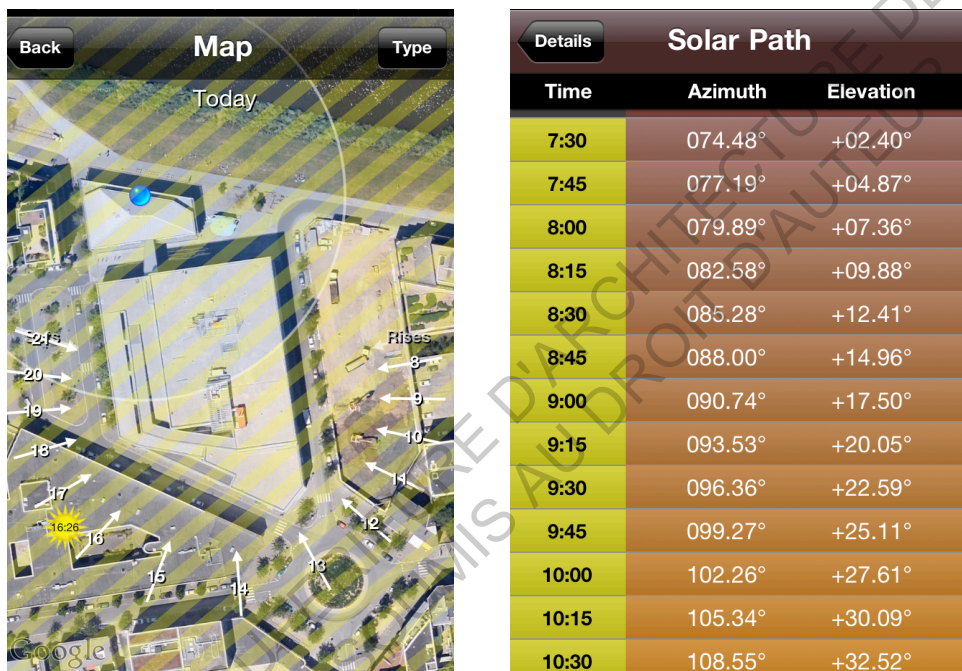


Figure 27 - Captures d'écran de Sun seeker

### Cas d'utilisation numéro 7 : Télémètre-Smart Mesure

**Objectif :** relevés sur le terrain

**Description :** l'architecte (ou l'urbaniste) fait un relevé pour savoir la dimension d'une construction

#### Séquences d'événements

La hauteur

- Diriger la caméra d'appareil mobile vers la base de cette construction
- Cliquer le déclencheur
- Cliquer le bouton hauteur
- Lever l'appareil mobile vers le haut de la construction
- Cliquer le déclencheur pour appuyer

La largeur

- Diriger la caméra d'appareil mobile vers le bord gauche de cette construction

- Cliquer le déclencheur
- Cliquer le bouton largeur
- Déplacer l'appareil mobile vers le bord droit de la construction
- Cliquer le déclencheur pour appuyer

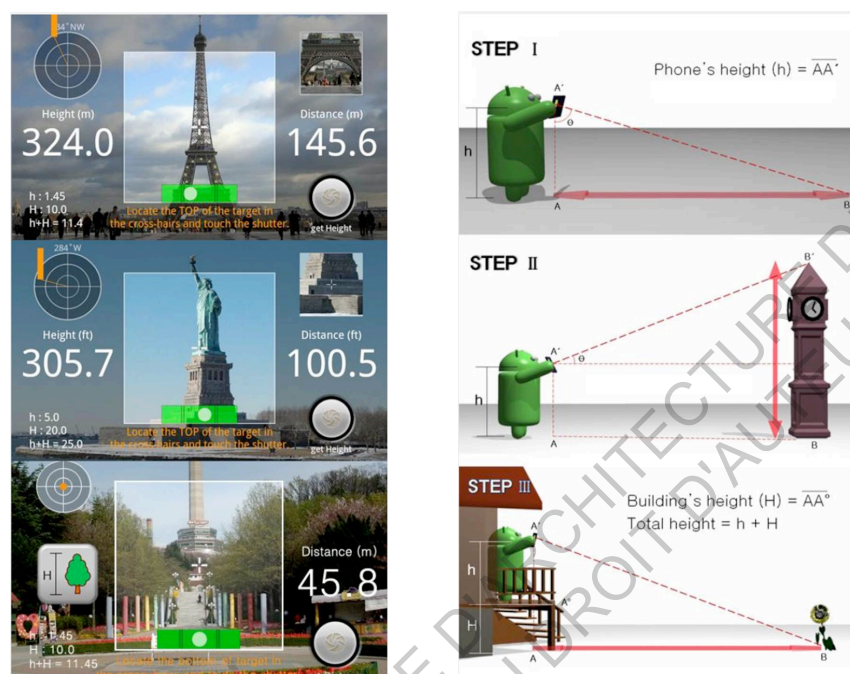


Figure 28 - Image d'explication de Télémètre<sup>18</sup>

### Cas d'utilisation numéro 8 : Sketch Book

**Objectif :** faire une esquisse rapide

**Description :** l'architecte (ou l'urbaniste) esquisser une idée qui émerge instantanément

**Séquences d'événements**

- Sélectionner des fonctions dans la barre d'outils (type de brosse, la couleur par exemple)
- Dessiner directement sur l'écran du bout du doigt ou avec un stylet spécial pour tablette

<sup>18</sup> [https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.sira.measure&feature=related\\_apps](https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.sira.measure&feature=related_apps). Consulté le 17 septembre 2013.

Figure 29 - Capture d'écran de Sketchbook pro<sup>19</sup>

## 5.2. Usages prospectifs

Nous avons mentionné quelques usages souhaités par les usagers mais qui n'existent pas encore pour l'instant. Nous allons formuler nos propositions pour ces usages.

### 5.2.1. Liste des usages

| Usages prospectifs                                                    |                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Usage                                                                 | Description                                                                                                                |
| Modéliser l'objet avec des gestes spécifiques pour un appareil mobile | Utiliser des gestes dans l'espace (mouvement de mains) et les gestes sur l'écran tactile                                   |
| Mesurer les distances sur site                                        | Intégrer un capteur laser pour mesurer les distances                                                                       |
| Concevoir et dessiner directement sur site                            | Esquisser en RA sur l'écran d'un appareil mobile, et le dessin interagit en temps réel avec l'image capturée par la caméra |
| Rechercher automatiquement des projets similaires comme référence     | Analyse de la relation spatiale (topologique) du contexte du projet, des contraintes et des exigences du projet            |

Tableau 6 - Usages prospectifs

### 5.2.2. Explication des usages prospectifs

- **Modéliser l'objet avec des gestes spécifiques pour un appareil mobile**

Les gestes sur une interface tactile que nous avons introduites dans une partie précédente peuvent

<sup>19</sup> <http://mylifescoop.com/2011/03/09/home-design-apps-for-your-ipad/>. Consulté le 17 septembre 2013.



nous permettre de faire une modélisation. Cependant, les gestes dans l'espace (mouvement de mains) n'ont pas encore été beaucoup appliqués sur un appareil mobile faute de l'intégration d'un capteur infrarouge. Au fur et à mesure de l'émergence des appareils mobiles qui comportent un capteur infrarouge, la modélisation en utilisant les gestes dans l'espace devient une possibilité.



Figure 30 - Les 9 capteurs intégrés dans le GALAXY S420

Un capteur infrarouge dans le GALAXY S4 pour reconnaître des gestes dans l'espace

Nous pouvons d'abord dessiner à main levée (ou par un stylet) un plan ou créer des géométries en 2D (utiliser éventuellement des gestes spécifiques sur une interface tactile) sur l'écran. Et puis nous pouvons ajouter au dessin la troisième dimension par le mouvement de la main dans l'espace sans toucher l'écran. Nous pouvons également modifier la maquette numérique en utilisant certains gestes tels que la rotation. Cette méthode peut éviter la limite de l'interaction avec un écran, et la taille de l'écran ne serait moins un inconvénient pour l'interaction. Néanmoins la taille de l'écran peut rester un obstacle pour la visualisation.

La méthode est présentée dans le schéma suivant :

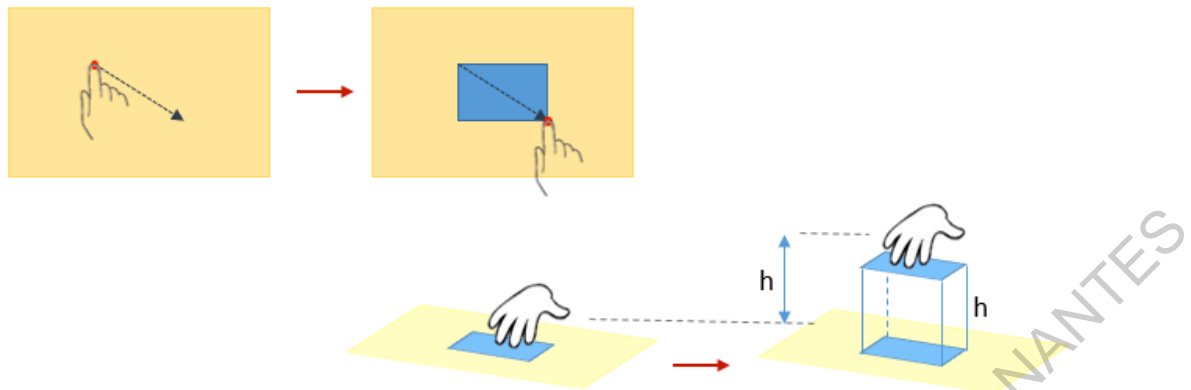


Figure 31 - Illustration expliquant la méthode de modélisation en utilisant des gestes spécifiques

- **Relever les distances sur site**

Relever les distances sur site par un capteur laser. La méthode de travail est comme celle de télémètre. « Un rayon laser est projeté sur une cible qui renvoie à son tour le rayon lumineux. Le boîtier électronique calcule le déphasage entre l'émission et la réception » [Wikipédia (c), 2013].

- **Concevoir et dessiner directement 3D sur site**

Esquisser en réalité augmentée sur l'écran d'un appareil mobile. Nous proposons ici deux méthodes pour réaliser cette fonctionnalité.

1. Dessin 3D à main levée sur site

Une approche existante pour dessiner directement in-situ sur un appareil mobile est proposée par Paczkowski en 2011 [Paczkowski et al., 2011]. L'idée est de créer un modèle du site à partir des plusieurs photos du site, des données d'élévation géographique et de la mesure de distance point-à-point. C'est-à-dire que, nous dessinons dans une scène 2,5D.

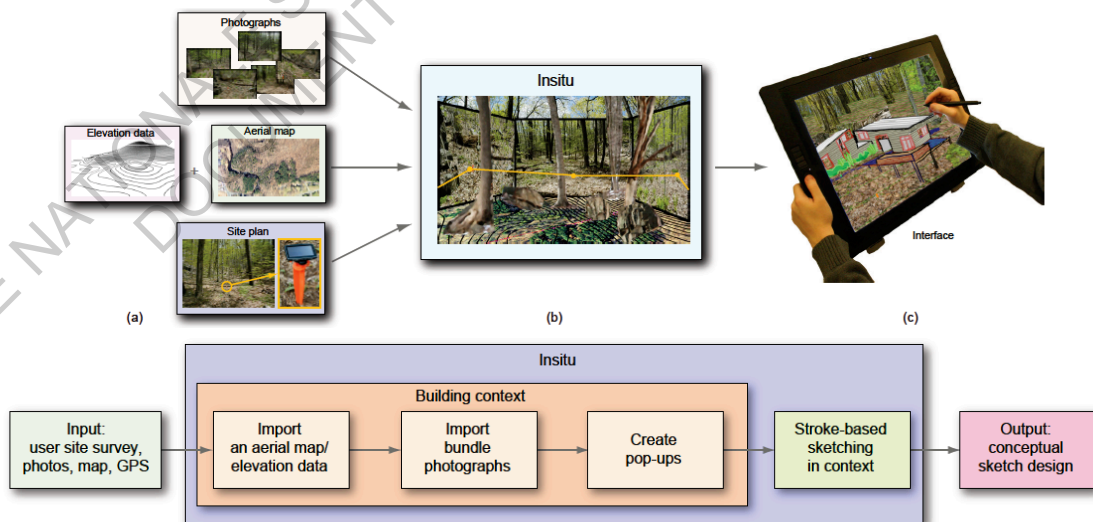


Figure 32 - Illustration issue de l'approche de Paczkowski – source : [Paczkowski et al., 2011]

Maintenant, nous proposons une méthode de dessin en 3D en plusieurs étapes :

- L'utilisateur se localise



- Création d'un système de coordonnées géographiques sur site
- L'utilisateur focalise la caméra d'appareil mobile sur site et accède au mode de réalité augmentée
- Dessin de l'enveloppe (façade, toiture, etc.) d'un bâtiment sur l'écran. La figure que l'utilisateur a dessinée est fixée avec son environnement réel affiché sur l'écran, comme elle a été établit dans le monde réel.
- Dessiner à partir d'un autre point de vue pour compléter l'enveloppe (ajouter les autres façades par exemple)

La méthode de travail est semblable à celle de Paczkowski, mais la scène de travail est 3D contre 2,5D pour Paczkowski.

## 2. Combinaison de dessins à main levée et de modélisation 3D

Nous pouvons interagir en temps réel avec une image de l'environnement qui est capturée par la caméra. L'utilisateur dessine d'abord un plan dans un système de coordonnées géographiques adapté et l'extrude en une maquette 3D. Et puis il accède au mode de réalité augmentée et modifie la maquette. L'image sur l'écran est donc la maquette virtuelle avec son environnement réel et l'interaction entre eux est en temps réel. Nous pouvons à partir de là dessiner les détails sur la maquette.

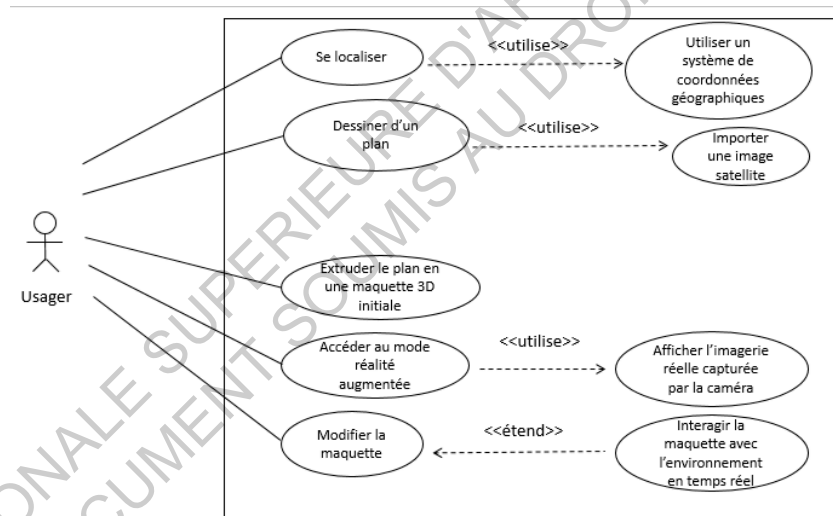


Figure 33 - Diagramme de cas d'utilisation de conception et dessin directement sur site

### • Rechercher automatiquement de projets similaires comme référence

L'idée est de trouver des projets similaires en recherchant le contexte du projet (type de projet, fonction de construction/zone, surface, etc.), les contraintes et les exigences du projet (l'exigence de réglementation par exemple) et les relations spatiales (topologiques par exemple) entre des constructions entourant le site à partir des photos prises sur site.

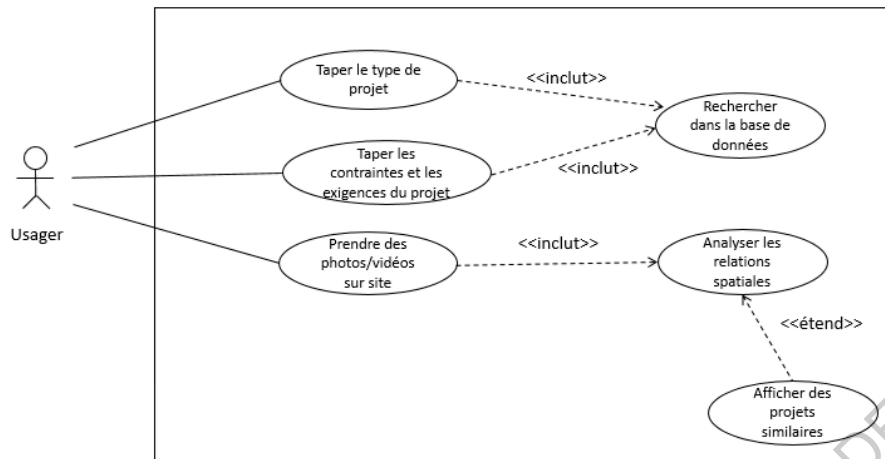


Figure 34 - Diagramme de cas d'utilisation de recherche automatique de projets similaires comme référence

## 6. Conclusion et perspectives

Cette étude a montré que l'utilisation des outils mobiles pour l'architecte et l'urbaniste en phase de conception n'est pas encore largement acceptée mais des usages prospectifs ont été proposés. Nous avons décrit dans notre première partie la conception dans un projet d'architecture et d'urbanisme, et puis nous avons formulé des problématiques. Selon les résultats de notre enquête sur des outils mobiles et une étude des usages fournis par un outil mobile pour un projet de conception, nous pouvons affirmer que :

- Concernant la conception sur site, à tout prendre, les interviewés ont donné des réponses positives à toutes les questions que nous avons posées sur la conception in-situ. Actuellement, les applications existantes pour ce domaine n'ont pas beaucoup de succès.
- La plupart des architectes (ou des urbanistes) souhaitent convertir automatiquement le dessin à main levée vers un format numérique CAO en évitant de perdre du temps. Peu d'applications sur cette fonctionnalité existent à l'heure actuelle.
- L'architecte (ou l'urbaniste) est prêt à tester un outil mobile pour faire une conception sur site. Mais leur préférence va pour l'instant vers la méthode traditionnelle (crayon-papier) et le travail sur ordinateur fixe.
- La réalité augmentée est une technique acceptée par l'architecte (ou l'urbaniste). Les applications qui utilisent cette technique sont de plus en plus nombreuses sur le marché.

Dans cette recherche, nous avons également réalisé les travaux suivants :

- Définir les caractéristiques des étapes de conception en architecture et en urbanisme.
- Produire une typologie des usages possibles selon la fonctionnalité.
- Spécifier certaines applications en décrivant des scénarios d'utilisation.
- Proposer quelques usages prospectifs.

A partir de cette étude, nous pouvons développer plusieurs nouveaux travaux. Notre travail est une recherche préliminaire sur ce sujet, il reste plein d'aspects à compléter :

- Dans notre première partie qui est sur la conception en architecture et en urbanisme, nous avons mentionné les éléments importants dans ce domaine. Pour l'étude ultérieure, nous pourrions explorer des usages vis à vis des éléments que nous n'avons pas abordés. Par exemple, une application basée sur l'analyse de la structure urbaine.
- Les questions de cette enquête peuvent être complétées. Nous pourrions désormais élaborer plus de questions pour les autres usages que nous n'avons pas abordés dans cette enquête.
- Concernant cette enquête, puisque la plupart d'interviewés n'ont pas encore pratiqué une application sur la conception en architecture et en urbanisme, leur connaissance sur ce sujet est limitée. Nous pourrions d'abord laisser les interviewés tester certaines applications existantes, et après leur demander de donner leurs commentaires.

- Pour les usages que nous avons proposés, c'est encore au stade de supposition. Il sera nécessaire de faire une étude de technique pour les développer en profondeur.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

## Bibliographie

**Alexander, C. & Mannheim, M.**, *The use of Diagrams in Highway Route Location*. Cambridge Mass. 1962. MIT Departement, cf. Civil Engineering Research, Report R 62-3.

**Aliakseyeu, D., Martens, J. B., and Rauterberg, M.** 2006. A Computer Support Tool for The Early Stages of Architectural Design. *Interacting with Computers* 18, 4, 528–555.

**Alsop, W.** (1993, mars 8). (O. Tric, Intervieweur). Dans : **Tric, Olivier**, *La Démarche De Projet En Architecture*. Louis Pasteur, ENSAIS. 1997. 95 pages.

**Bady, Susan.** Design on the fly: How tablets are transforming the design process. *Professional Builder* 2011.

**Bendeddouch, Assya.** *Le Processus D'élaboration D'un Projet D'architecture: L'agrandissement Du Musée Des Beaux-arts De Montréal*. L'Harmattan. 1998.

**Chrabin, A. M., Szewczyk J. & Neuckerman, H.** *Local Values in a Networked Design World - Added Value of Computer Aided Architectural* : DUP Science- Delft University Press 2003, "A Critical Evaluation of Early Stages Software in its Capacity of Coping with Contextual Issues". 165-182.

**Conan, Michel.** *Concevoir Un Projet D'architecture*. Paris : L'Harmattan. 1990. 185 pages. (Villes et Entreprises.). convention CSTB-Plan-Construction n°8761434.

**Cornuéjols, Michel.** *Créativité et Rationalisme en Architecture*. Paris : L'Harmattan. 2005. 272 pages.

**Décret n°93-1268.** (1993, novembre 29). France.

**Dixon, David.** The Urban Design Process: Creating and Achieving a Vision. *The Architects Handbook of Professional Practice* 2005

**Do, Ellen Yi-Luen.** Design sketches and sketch design tools . *Knowledge-Based Systems* 2005. vol. 18, n° 8. p. 383 - 405.

**Estevez, Daniel.** *Dessin d'Architecture et Infographie, l'Evolution Contemporaine des Pratiques Graphiques*. Paris : CNRS. 2001. 191 pages.

**Ferguson, Eugene S.** *Engineering and The Mind's Eye*. MIT Press, Cambridge, MA, 1992.

**Gross, M., Yi-Luen Do, E.**, 1996. Ambiguous intentions: a paper-like interface for creative design. In: *Proceedings of UIST'96*, November 1996, Seattle. ACM Press, pp. 183–192.

**Hii Jun Chung, Daniel; Zhou Zhiying, Steven; Karlekar Jayashree; Schneider Miriam & Lu, Weiquan.** *Outdoor Mobile Augmented Reality for Past and Future On-site Architectural Visualizations*. T. Tidafi and T. Dorta (eds) *Joining Languages, Cultures and Visions: CAADFutures 2009*, PUM, 2009, pp. 557- 571 : 2009.

**Lawson, B.** 'Fake' and 'real' Creativity Using Computer Aided Design : Some Lessons from

Herman Hertzberger. In: Proceedings of Creativity & Cognition'99, October 1999, Loughborough, ACM Press, pp. 174–180.

**Le Moigne, Aurore & Mayer, Claire.** *Projet de Veille Technologique- “Les Outils et Techniques en Réalité Augmentée (ra) sur Matériel Mobile : Usages, Techniques et Matériels Associés.”* Ecole Centrale Nantes. 2013 Rapport de recherche.

**Lebahar, Jean-Charles.** *Le Dessin d'Architecte : Simulation Graphique et Réduction d'Incertitude.* Roquevaire : Parenthèses. 1983. 134 pages. (Architecture/Outils).

**Lemoigne, J.L.** Intelligence et Conception, pp. 231-247, in : *Intelligence des Mécanismes, Mécanismes de l' Intelligence*, Lemoigne, coord., Fayard /Fondation Diderot, Paris, 1986.

**Malcurat, O.** *Spécification d'un environnement logiciel d'assistance au travail coopératif dans le secteur de l'architecture et du BTP.* Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy, 2001, 153 pages.

**Nishimori, Rikuo.** *Comment Représenter l'Architecture, Toutes Les Techniques.* 1ère ed. japonaise 2000. Paris : Eyrolles. 2010. 111 pages.

**Norberg-Schulz, Christian.** *Genius Loci : towards a phenomenology of architecture.* Londres : Academy. 1980. 213 pages.

**Nouvel, Jean.** (1991, janvier 26). France Culture. (O. Tric, Intervieweur). Dans : **Tric, Olivier, La Démarche De Projet En Architecture.** Louis Pasteur, ENSAIS. 1997. 95 pages.

**Nouvel, Jean.** in “Les cahiers de la recherche architecturale” n°6-7, 1980.

**Paczkowski, P., H.Kim, M., Morvan, Y., Dorsey, J., Rushmeier, H. & O'Sullivan, C.** Insitu: Sketching Architectural Designs in Context. *ACM Transactions on Graphics (Proc. SIGGRAPH Asia 2011)* 2011. vol. 30, n°6. p. 182:1—10.

**Prost, Robert.** *Conception Architecturale, Une Investigation Méthodologique.* Paris : L'Harmattan. 1992. 190 pages.

**Reffa, Rabee M.** Intelligent Agents For Concept Invention Of Design Forms. in : **JS Gero & FMT Brazier**, (ed.). *Agents in Design 2002, Sydney.* 2002. p. 55-68.

**Safdie, M.** (1994, août 5). (A. Bendeddouch, Intervieweur). Dans : **Bendeddouch, Assya.** *Le Processus D'élaboration D'un Projet D'architecture: L'agrandissement Du Musée Des Beaux-arts De Montréal.* L'Harmattan. 1998.

**Silvestri, Chiara.** *Perception et Conception en Architecture Non Standard.* Thèse de doctorat Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc. 2009.

**Summerfield A.J. & Hayman S.,** On Capturing Context in Architecture, Dept. of Architectural Design Science—University of Sydney, 2006.

**Tric, Olivier.** *La Démarche De Projet En Architecture, Nemausus Jean Nouvel - Jean Marc Ibos.* Thèse de doctorat Un. Louis Pasteur, ENSAIS. 1997. 95 pages.

**Tversky, Barbara.** What do Sketch say about Thinking. AAAI Spring Symposium, Sketch

Understanding Workshop, Stanford University, *AAAI Technical Report SS-02-08*.2002.

**Unwin, Simon.** *Analysing Architecture*. Londres : Routledge Taylor Francis group. 2009. 255pages.

**Von Meiss, P.**, "Elements of Architecture", London: E & FN Spon, 1996

**Wang X, Gu N, Marchant D.** An Empirical Case Study on Designer's Perceptions of Augmented Reality within An Architectural Firm, ITcon Vol. 13, Special Issue *Virtual and Augmented Reality in Design and Construction* , 2008, pp. 536-552, <http://www.itcon.org/2008/33>

**Weill, Michel.** *A Quoi Sert L'architecture?*. Milan. 2001. 63 pages.

**Wetzel, Jean-Paul.** *Proposition d'un modèle et d'un outil dédiés à la conception morphologique architecturale en phase esquisse*. Thèse de doctorat Institut National Polytechnique de Lorraine - INPL. 2009. Disponible sur : < <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00557992>>.

Wikipédia (a), *Architecte*. (s.d.). Consulté le mars 12, 2013, sur wikipédia : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Architecte>

Wikipédia (b), *Maison sur la cascade*. (s.d.). Consulté le avril 2, 2013, sur wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Maison\\_sur\\_la\\_cascade](http://fr.wikipedia.org/wiki/Maison_sur_la_cascade)

Wikipédia (c), *Télémètre laser*. (s.d.). Consulté le 11 septembre, 2013, sur wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9l%C3%A9m%C3%A8tre\\_laser](http://fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9l%C3%A9m%C3%A8tre_laser)



## Table des figures

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 - Planning détaillé – source : [Nishimori, 2010] .....                                                                        | 8  |
| Figure 2 - Schéma de processus de conception/construction (selon la loi MOP).....                                                      | 10 |
| Figure 3 - Documents fournis à chaque étape du projet – source : [Malcurat, 2001].....                                                 | 10 |
| Figure 4 - La limite du processus de conception – source : [Lebahar, 1983].....                                                        | 11 |
| Figure 5 - Étapes de la création architecturale et urbanistique .....                                                                  | 12 |
| Figure 6 - Exemples des éléments de conception en urbanisme.....                                                                       | 17 |
| Figure 7 - Norman Foster, Hong Kong Bank – source : [Estevez, 2001] .....                                                              | 18 |
| Figure 8 - Un exemple des six types de dessins selon la classification de Conan.....                                                   | 20 |
| Figure 9 – Les deux types de maquettes - Source : [Nishimori, 2010].....                                                               | 21 |
| Figure 10 - Maison de la cascade, Pensylvanie, USA, octobre 2007 – source : [wikipédia, 2013b] .....                                   | 28 |
| Figure 11 – Processus de conception, image issue du site think architect, le 7 mai 2011, Lee CALISTI (architecte) .....                | 31 |
| Figure 12 - Les gestes permettant la navigation dans un outil de modélisation 3D [Wetzel, 2009].....                                   | 37 |
| Figure 13 - Suite de maquettes réalisées pendant la conception du bâtiment Dancing House à Prague, Frank O. Gehry. [Wetzel, 2009]..... | 38 |
| Figure 14 - Graphiques des résultats de question 1 .....                                                                               | 44 |
| Figure 15 - Graphiques des résultats de question 2 .....                                                                               | 45 |
| Figure 16 - Graphiques des résultats de question 3 .....                                                                               | 45 |
| Figure 17 - Graphiques du résultat de question 4 et question 5.....                                                                    | 46 |
| Figure 18 - Graphique du résultat de question 6 .....                                                                                  | 47 |
| Figure 19 - Graphiques des résultats de question 7 .....                                                                               | 48 |
| Figure 20 - Graphiques des résultats de question 8 .....                                                                               | 48 |
| Figure 21 - Graphique du résultat de question 9 .....                                                                                  | 49 |
| Figure 22 - Image extraites de l'aide de AutoCAD 360.....                                                                              | 52 |
| Figure 23 - Image d'explication de OrthoGraph Architect 3D CAD .....                                                                   | 52 |
| Figure 24 - Captures d'écran de Autodesk Formit.....                                                                                   | 53 |
| Figure 25 - Captures d'écran de 3Don ARchitecture .....                                                                                | 54 |
| Figure 26 - Captures d'écran iPhone de wikitude .....                                                                                  | 54 |
| Figure 27 - Captures d'écran de Sun seeker.....                                                                                        | 55 |
| Figure 28 - Image d'explication de Télémètre .....                                                                                     | 56 |
| Figure 29 - Capture d'écran de Sketchbook pro .....                                                                                    | 57 |
| Figure 30 - Les 9 capteurs intégrés dans le GALAXY S4 .....                                                                            | 58 |
| Figure 31 - Illustration expliquant la méthode de modélisation en utilisant des gestes spécifiques.....                                | 59 |
| Figure 32 - Illustration issue de l'approche de Paczkowski – source : [Paczowski et al., 2011].....                                    | 59 |
| Figure 33 - Diagramme de cas d'utilisation de conception et dessin directement sur site.....                                           | 60 |
| Figure 34 - Diagramme de cas d'utilisation de recherche automatique de projets similaires comme référence.....                         | 61 |

## Table des tableaux

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 - Caractéristiques de chaque étape de conception architecturale et urbanistique .....       | 13 |
| Tableau 2 - Comparaison entre de dessin à main levée et de dessin numérique .....                     | 24 |
| Tableau 3 - Les applications actuelles pour l'architecture et l'urbanisme sur l'appareil mobile ..... | 35 |
| Tableau 4 – Comparaison entre deux appareils : Samsung GALAXY S IV et iPhone 5 ..                     | 40 |
| Tableau 5 - Usages existants préféré des usagers .....                                                | 51 |
| Tableau 6 - Usages prospectifs .....                                                                  | 57 |
| Tableau 7 - Type de capteurs soutenus par la plate-forme Android .....                                | 74 |

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

## **Annexes**

### **Annexe 1 : Extrait de la loi MOP**

**Décret n°93-1268 du 29 novembre 1993 relatif aux missions de maîtrise d'œuvre confiées par des maîtres d'ouvrage publics à des prestataires de droit privé**

#### **Section 1 : Eléments de mission de maîtrise d'œuvre pour les opérations de construction neuve de bâtiment.**

**Les études d'esquisse** ont pour objet :

- a) De proposer une ou plusieurs solutions d'ensemble, traduisant les éléments majeurs du programme, d'en indiquer les délais de réalisation et d'examiner leur compatibilité avec la partie de l'enveloppe financière prévisionnelle retenue par le maître de l'ouvrage et affectée aux travaux ;
- b) De vérifier la faisabilité de l'opération au regard des différentes contraintes du programme et du site.

**Les études d'avant-projet** comprennent des études d'avant-projet sommaire et des études d'avant-projet définitif.

**I. Les études d'avant-projet sommaire** ont pour objet :

- a) De préciser la composition générale en plan et en volume ;
- b) D'apprécier les volumes intérieurs et l'aspect extérieur de l'ouvrage ;
- c) De proposer les dispositions techniques pouvant être envisagées ;
- d) De préciser le calendrier de réalisation et, le cas échéant, le découpage en tranches fonctionnelles ;
- e) D'établir une estimation provisoire du coût prévisionnel des travaux.

**II. Les études d'avant-projet définitif** ont pour objet :

- a) De déterminer les surfaces détaillées de tous les éléments du programme ;
- b) D'arrêter en plans, coupes et façades les dimensions de l'ouvrage, ainsi que son aspect ;
- c) De définir les principes constructifs, les matériaux et les installations techniques ;
- d) D'établir l'estimation définitive du coût prévisionnel des travaux, décomposés en lots séparés ;
- e) De permettre au maître de l'ouvrage d'arrêter définitivement le programme ;
- f) De permettre l'établissement du forfait de rémunération dans les conditions prévues par le contrat de maîtrise d'œuvre.

Pour les ouvrages de construction neuve de logements, les études d'avant-projet sommaire et d'avant-projet définitif peuvent être exécutées en une seule phase d'études.

**III. Les études d'avant-projet** comprennent également l'établissement des dossiers et les consultations relevant de la compétence de la maîtrise d'œuvre et nécessaires à l'obtention du permis de construire et des autres autorisations administratives, ainsi que l'assistance au maître de l'ouvrage au cours de leur instruction.

**Les études de projet** ont pour objet :

- a) De préciser par des plans, coupes et élévations, les formes des différents éléments de la

construction, la nature et les caractéristiques des matériaux et les conditions de leur mise en œuvre ;

- b) De déterminer l'implantation, et l'encombrement de tous les éléments de structure et de tous les équipements techniques ;
- c) De préciser les tracés des alimentations et évacuations de tous les fluides ;
- d) D'établir un coût prévisionnel des travaux décomposés par corps d'état, sur la base d'un avant-métré ;
- e) De permettre au maître de l'ouvrage, au regard de cette évaluation, d'arrêter le coût prévisionnel de la réalisation de l'ouvrage et, par ailleurs, d'estimer les coûts de son exploitation ;
- f) De déterminer le délai global de réalisation de l'ouvrage.

**L'assistance apportée au maître de l'ouvrage pour la passation du ou des contrats de travaux** sur la base des études qu'il a approuvées a pour objet :

- a) De préparer la consultation des entreprises, en fonction du mode de passation et de dévolution des marchés ;
- b) De préparer, s'il y a lieu, la sélection des candidats et d'examiner les candidatures obtenues ;
- c) D'analyser les offres des entreprises et, s'il y a lieu, les variantes à ces offres ;
- d) De préparer les mises au point permettant la passation du ou des contrats de travaux par le maître de l'ouvrage

**I. Les études d'exécution** permettent la réalisation de l'ouvrage. Elles ont pour objet, pour l'ensemble de l'ouvrage ou pour les seuls lots concernés :

- a) D'établir tous les plans d'exécution et spécifications à l'usage du chantier ainsi que les plans de synthèse correspondants ;
- b) D'établir sur la base des plans d'exécution un devis quantitatif détaillé par lot ou corps d'état ;
- c) D'établir le calendrier prévisionnel d'exécution des travaux par lot ou corps d'état ;
- d) D'effectuer la mise en cohérence technique des documents fournis par les entreprises lorsque les documents pour l'exécution des ouvrages sont établis partie par la maîtrise d'œuvre, partie par les entreprises titulaires de certains lots.

**II.** Lorsque les études d'exécution sont, partiellement ou intégralement, réalisées par les entreprises, le maître d'œuvre s'assure que les documents qu'elles ont établis respectent les dispositions du projet et, dans ce cas, leur délivre son visa.

**La direction de l'exécution** du ou des contrats de travaux a pour objet :

- a) De s'assurer que les documents d'exécution ainsi que les ouvrages en cours de réalisation respectent les dispositions des études effectuées ;
- b) De s'assurer que les documents qui doivent être produits par l'entrepreneur, en application du contrat de travaux ainsi que l'exécution des travaux sont conformes audit contrat ;
- c) De délivrer tous ordres de service, établir tous procès-verbaux nécessaires à l'exécution du contrat de travaux, procéder aux constats contradictoires et organiser et diriger les réunions de chantier ;
- d) De vérifier les projets de décomptes mensuels ou les demandes d'avances présentés par l'entrepreneur, d'établir les états d'acomptes, de vérifier le projet de décompte final établi par l'entrepreneur, d'établir le décompte général ;

e) D'assister le maître de l'ouvrage en cas de différend sur le règlement ou l'exécution des travaux.

**L'ordonnancement, la coordination et le pilotage du chantier** ont respectivement pour objet :

- a) D'analyser les tâches élémentaires portant sur les études d'exécution et les travaux, de déterminer leurs enchaînements ainsi que leur chemin critique par des documents graphiques ;
- b) D'harmoniser dans le temps et dans l'espace les actions des différents intervenants au stade des travaux ;
- c) Au stade des travaux et jusqu'à la levée des réserves dans les délais impartis dans le ou les contrats de travaux, de mettre en application les diverses mesures d'organisation arrêtées au titre de l'ordonnancement et de la coordination.

**L'assistance apportée au maître de l'ouvrage lors des opérations de réception et pendant la période de garantie de parfait achèvement** a pour objet :

- a) D'organiser les opérations préalables à la réception des travaux ;
- b) D'assurer le suivi des réserves formulées lors de la réception des travaux jusqu'à leur levée ;
- c) De procéder à l'examen des désordres signalés par le maître de l'ouvrage ;
- d) De constituer le dossier des ouvrages exécutés nécessaires à leur exploitation.

## **Section 2 : Eléments de mission de maîtrise d'œuvre pour les opérations de réutilisation ou de réhabilitation d'ouvrage de bâtiment.**

**Les études de diagnostic** qui permettent de renseigner le maître de l'ouvrage sur l'état du bâtiment et sur la faisabilité de l'opération ont pour objet :

- a) D'établir un état des lieux ;
- b) De fournir une analyse fonctionnelle, urbanistique, architecturale et technique du bâti existant ;
- c) De permettre d'établir un programme fonctionnel d'utilisation du bâtiment ainsi qu'une estimation financière et d'en déduire la faisabilité de l'opération.

Le maître d'œuvre préconise, éventuellement, des études complémentaires d'investigation des existants.

**Les études d'avant-projet** comprennent des études d'avant-projet sommaire et des études d'avant-projet définitif.

**I. Les études d'avant-projet sommaire** ont pour objet :

- a) De proposer une ou plusieurs solutions d'ensemble traduisant les éléments majeurs du programme fonctionnel et d'en présenter les dispositions générales techniques envisagées ;
- b) D'indiquer des durées prévisionnelles de réalisation ;
- c) D'établir une estimation provisoire du coût prévisionnel des travaux des différentes solutions étudiées.

**II. Les études d'avant-projet définitif** ont pour objet :

- a) D'arrêter en plans, coupes et façades, les dimensions de l'ouvrage ainsi que son aspect ;
- b) De définir les matériaux ;
- c) De permettre au maître de l'ouvrage d'arrêter définitivement le programme et certains choix d'équipements en fonction des coûts d'investissement, d'exploitation et de maintenance ;

- d) D'établir l'estimation définitive du coût prévisionnel des travaux, décomposés en lots séparés ;
- e) De permettre l'établissement du forfait de rémunération dans les conditions prévues par le contrat de maîtrise d'œuvre.

III. Les études d'avant-projet comprennent également l'établissement des dossiers et les consultations relevant de la compétence de la maîtrise d'œuvre et, le cas échéant, nécessaires à l'obtention du permis de construire et des autres autorisations administratives, ainsi que l'assistance au maître de l'ouvrage au cours de leur instruction.

Les dispositions des articles 5 à 11 (les études de projet - l'assistance apportée au maître de l'ouvrage lors des opérations de réception et pendant la période de garantie de parfait achèvement) sont applicables aux opérations de réutilisation ou de réhabilitation d'ouvrages de bâtiment.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

## Annexe 2 : Tableau de capteurs intégrés dans un Smartphone

| Sensor                   | Type                 | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Common Uses                                  |
|--------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| TYPE_ACCELEROMETER       | Hardware             | Measures the acceleration force in m/s <sup>2</sup> that is applied to a device on all three physical axes (x, y, and z), including the force of gravity.                                                                                                                                                         | Motion detection (shake, tilt, etc.).        |
| TYPE_AMBIENT_TEMPERATURE | Hardware             | Measures the ambient room temperature in degrees Celsius (°C). See note below.                                                                                                                                                                                                                                    | Monitoring air temperatures.                 |
| TYPE_GRAVITY             | Software or Hardware | Measures the force of gravity in m/s <sup>2</sup> that is applied to a device on all three physical axes (x, y, z).                                                                                                                                                                                               | Motion detection (shake, tilt, etc.).        |
| TYPE_GYROSCOPE           | Hardware             | Measures a device's rate of rotation in rad/s around each of the three physical axes (x, y, and z).                                                                                                                                                                                                               | Rotation detection (spin, turn, etc.).       |
| TYPE_LIGHT               | Hardware             | Measures the ambient light level (illumination) in lx.                                                                                                                                                                                                                                                            | Controlling screen brightness.               |
| TYPE_LINEAR_ACCELERATION | Software or Hardware | Measures the acceleration force in m/s <sup>2</sup> that is applied to a device on all three physical axes (x, y, and z), excluding the force of gravity.                                                                                                                                                         | Monitoring acceleration along a single axis. |
| TYPE_MAGNETIC_FIELD      | Hardware             | Measures the ambient geomagnetic field for all three physical axes (x, y, z) in $\mu$ T.                                                                                                                                                                                                                          | Creating a compass.                          |
| TYPE_ORIENTATION         | Software             | Measures degrees of rotation that a device makes around all three physical axes (x, y, z). As of API level 3 you can obtain the inclination matrix and rotation matrix for a device by using the gravity sensor and the geomagnetic field sensor in conjunction with the <code>getRotationMatrix()</code> method. | Determining device position.                 |
| TYPE_PRESSURE            | Hardware             | Measures the ambient air pressure in hPa or mbar.                                                                                                                                                                                                                                                                 | Monitoring air pressure changes.             |
| TYPE_PROXIMITY           | Hardware             | Measures the proximity of an object in cm relative to the view screen of a device. This sensor is typically used to                                                                                                                                                                                               | Phone position during a call.                |



|                        |                      |                                                                                                                                                                                                        |                                                       |
|------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                        |                      | determine whether a handset is being held up to a person's ear.                                                                                                                                        |                                                       |
| TYPE_RELATIVE_HUMIDITY | Hardware             | Measures the relative ambient humidity in percent (%).                                                                                                                                                 | Monitoring dewpoint, absolute, and relative humidity. |
| TYPE_ROTATION_VECTOR   | Software or Hardware | Measures the orientation of a device by providing the three elements of the device's rotation vector.                                                                                                  | Motion detection and rotation detection.              |
| TYPE_TEMPERATURE       | Hardware             | Measures the temperature of the device in degrees Celsius (°C). This sensor implementation varies across devices and this sensor was replaced with the TYPE_AMBIENT_TEMPERATURE sensor in API Level 14 | Monitoring temperatures.                              |

Tableau 7 - Type de capteurs soutenus par la plate-forme Android<sup>21</sup>

<sup>21</sup> [http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors\\_overview.html](http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview.html)

## Annexe 3 : Questionnaire

### Questionnaire d'étude des usages prospectifs d'outils mobiles<sup>22</sup> pour l'architecture et l'urbanisme

Ce questionnaire a été conçu pour définir des usages prospectifs qui seraient implémentés dans un outil mobile pour une utilisation in-situ lors de la phase de conception. Nous appelons outils mobiles les Smartphones et tablettes tactiles qui peuvent être amenées sur site.

Dans les questions suivantes, dans certains cas, il est possible de choisir plus d'une réponse (dans ce cas c'est indiqué à la fin de question).

#### Section 1 : Usage des appareils mobiles dans la phase de conception

##### 1. Quels avantages pensez-vous qu'un outil mobile apporte au processus de conception ?

(réponses multiples possibles, hiérarchisez vos réponses)

- ☐ A : Apparence compacte, facile à transporter
- ☐ B : Pratique, un seul appareil multi-fonctions (photos, logiciels de CAO, etc.)
- ☐ C : Facilité de mise en contexte du projet
- ☐ D : Aspect ludique pour la conception
- ☐ E : Autres \_\_\_\_\_
- ☐ F : Aucun

Hiérarchisez vos réponses :

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |

Vos commentaires :

---



---



---

##### 2. Quels inconvénients pensez-vous qu'un outil mobile apporte au processus de conception ? (réponses multiples possibles, hiérarchisez vos réponses)

- ☐ A : Cela prend du temps de télécharger et d'apprendre à utiliser les applications
- ☐ B : Les applications sont payantes pour certaines d'entre elles
- ☐ C : La taille de l'écran est trop petite pour voir clairement le contenu
- ☐ D : Cela ne marche pas très bien quand on travaille sur un document volumineux
- ☐ E : Autres \_\_\_\_\_
- ☐ F : Aucun

<sup>22</sup> Smartphone ou tablette tactile

Hiérarchisez vos réponses :

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |

Vos commentaires :

---



---



---

## Section 2 : Usages existants ou prospectifs sur appareils mobiles

**3. A quoi pourrait servir de dessiner directement sur un outil mobile ?** (réponses multiples possibles, hiérarchisez vos réponses)

- ☐ A : Modifier et sauvegarder plus facilement le dessin
- ☐ B : Convertir automatiquement le dessin à main levée en format numérique
- ☐ C : Ajouter des textures (à partir de photos par exemple)
- ☐ D : Autres \_\_\_\_\_

Hiérarchisez vos réponses :

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
|   |   |   |

Vos commentaires :

---



---



---

**4. Actuellement, quelle méthode préférez-vous pour transporter vos documents sur site ?**

- ☐ A : Des documents graphiques et textuels sur papiers  
Raisons (ex : lecture intuitive) : \_\_\_\_\_
- ☐ B : Des documents graphiques et textuels numériques  
Raisons (ex : facile à transporter) : \_\_\_\_\_
- ☐ C : Les deux  
Raisons : \_\_\_\_\_

Vos commentaires :

---



---



---

**5. A l'avenir, quelle méthode préféreriez-vous pour transporter vos documents sur site ?**

- ☐ A : Des documents graphiques et textuels sur papiers  
Raisons (ex : lecture intuitive) : \_\_\_\_\_
- ☐ B : Des documents graphiques et textuels numériques  
Raisons (ex : facile à transporter) : \_\_\_\_\_

☐ C : Les deux

Raisons \_\_\_\_\_

Vos commentaires : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**6. Seriez-vous prêt à apprendre de nouvelles techniques de modélisation qui mettraient à profit des gestes spécifiques sur interface tactile ou bien préféreriez-vous une interface qui reproduit vos habitudes sur PC (pointeurs, menus, etc.) ?**

☐ A : Je suis prêt à tester

☐ B : Je ne veux pas tester

☐ C : Je ne sais pas, cela dépend des fonctions

Vos commentaires : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**7. La réalité augmentée<sup>23</sup> [voir Figure 1] pourrait permettre de réaliser les fonctionnalités suivantes, choisissez les fonctionnalités qui peuvent vous aider à réaliser un projet : (réponses multiples possibles, hiérarchisez vos réponses)**

☐ A : Visualiser des données disponibles sur un serveur distant (caractéristiques du site, informations légales, etc.)

☐ B : Visualiser des objets cachés et abstraits (réseaux sous-terrain, délimitations réglementaires, informations sociales, etc.)

☐ C : Superposer la maquette numérique déjà réalisée hors site dans le monde réel et l'observer sur site

☐ D : Concevoir et dessiner directement sur site

☐ E : Autres \_\_\_\_\_

Hiérarchisez vos réponses :

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |

Vos commentaires : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

<sup>23</sup> la réalité augmentée est une technique informatique qui rend possible la superposition d'un modèle virtuel 3D ou 2D à la perception que nous avons naturellement de la réalité et ceci en temps réel



Fig 1 : Capture d'écran d'une application de Réalité augmentée in situ sur tablette.

**8. Pensez-vous que les outils mobiles peuvent vous aider à faciliter votre approche sensible du site ?** (réponses multiples possibles, hiérarchisez vos réponses)

- ☐ A : Pour faire des photos et des vidéos du site
- ☐ B : Pour appréhender la lumière et les autres paramètres d'ambiance du site (vent, température, etc.)
- ☐ C : Pour dessiner quelques croquis pour saisir l'esprit du lieu
- ☐ D : Pour utiliser les capteurs intégrés pour analyser certaines caractéristiques d'ambiance (son, ensoleillement, etc.)
- ☐ E : Autres \_\_\_\_\_

Hiérarchisez vos réponses :

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |

Vos commentaires :

---



---



---

**Section 3 : Utilisation personnelle et attentes vis-à-vis des outils mobiles**

**9. Avez-vous déjà utilisé un outil mobile dans le cadre d'un projet d'architecture ou d'urbanisme :**

- ☐ A : oui ☐ B : non

Si oui, indiquez les usages que vous en avez fait et/ou le nom des applications utilisées :

---



---



---

**10. Pour vos futurs projets d'architecture ou d'urbanisme, que souhaiteriez-vous qu'un outil mobile vous aide à faire sur site** (ex : dessiner le plan de masse, etc. sans vous

limiter aux outils déjà existants)

### Informations personnelles (facultatif)

Vous êtes

☐ A : un homme

☐ B : une femme

Age :

Nationalité :

École/entreprise :

Niveau (Bac+x) :

Spécialité :

Nombre d'années d'expérience (si applicable) :

Quels types de projet concevez-vous principalement ?

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR