

# IMMEUBLE DE GRANDE HAUTEUR A SYDNEY


## SKRIPSI PROJET DE DEUXIEME ANNEE

Oleh :  
Sendi ADITYA PUTRA  
04 03 01 705 9



**DOUBLE DEGREE PROGRAM  
ECOLE CENTRALE PARIS  
DAN  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
2007/2008**

Immeuble de grande hauteur à Sydney  
Rapport final

	Projet de 2 <sup>ème</sup> année	N° du projet : 9036  Date : 20/05/08
	Rapport intermédiaire : <input type="checkbox"/>  Rapport final : <input checked="" type="checkbox"/>	Promo 2009

# Immeuble de grande hauteur à Sydney



<b>Elèves participant au projet</b>  Hamdi HENTATI Juan Pablo COLOMER JUNGK Mir Amid HASHEMI AFRAPOLI Ngoc Do NGUYEN Sendi ADITYA PUTRA		<b>Enseignant responsable</b>  Eric Mathieu
---	--	---

**Immeuble de grande hauteur à Sydney**  
**Rapport final**

---

--	--	--

**SOMMAIRE**

<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>4</b>
<b>I. INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
A. ENONCE GENERAL .....	5
B. CONTEXTE ET ENJEUX .....	5
C. OBJECTIFS .....	5
D. DEMARCHE GENERALE .....	6
E. OBJECTIVES .....	7
F. APPROACH .....	7
<b>II. PLANIFICATION ET ORGANISATION .....</b>	<b>9</b>
A. PRESENTATION DE L'EQUIPE .....	9
B. WORK BREAKDOWN STRUCTURE .....	9
C. PLANNING .....	9
<b>III. LES IMMEUBLES DE GRANDE HAUTEUR .....</b>	<b>11</b>
A. DEFINITION .....	11
B. HISTORIQUE .....	11
C. PRINCIPALES STRUCTURES DES IGH .....	12
D. REGLEMENTS DE SECURITE .....	14
E. CALCULS DE STRUCTURE ET CRITERES DE SURETE .....	14
<b>IV. LA TOUR AURORA PLACE .....</b>	<b>16</b>
A. PRESENTATION GENERALE .....	16
B. RAISONS DU CHOIX D'AURORA PLACE .....	17
C. PROGRAMME ARCHITECTURAL .....	18
D. PLAN DE MASSE .....	22
<b>V. PROJETS DE REMPLACEMENT .....</b>	<b>23</b>
A. ETUDE DE CONTEXTE – REALISATION DE LA MAQUETTE .....	23
B. CONCEPTION DES PROJETS DE REMPLACEMENT .....	25
C. REALISATION DES ESQUISSES .....	27
D. PRESENTATION DES PROJETS DE REMPLACEMENT .....	28
E. CHOIX DU PROJET DE REMPLACEMENT .....	33
F. FAÇADES .....	33
<b>VI. ETUDE DE LA TOUR P036 .....</b>	<b>36</b>
A. PROGRAMME ARCHITECTURAL .....	36
B. CALCUL DE STRUCTURE .....	42
<b>VII. CONDUITE DU PROJET .....</b>	<b>49</b>
A. LES METHODES UTILISEES .....	49
B. LES PROBLEMES RENCONTRES .....	49
C. LE RESPECT DU WBS .....	50
D. LE RESPECT DU PLANNING .....	50
E. LE SUIVI DES RISQUES .....	51
F. LES COMPETENCES ACQUISES .....	51
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>53</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>54</b>
A. DEMANDE DE PLAN DE MASSE .....	54
B. CAPITALEX .....	57
C. FICHE DE RISQUES .....	58
D. COMPTES RENDUS .....	59

**REMERCIEMENTS**

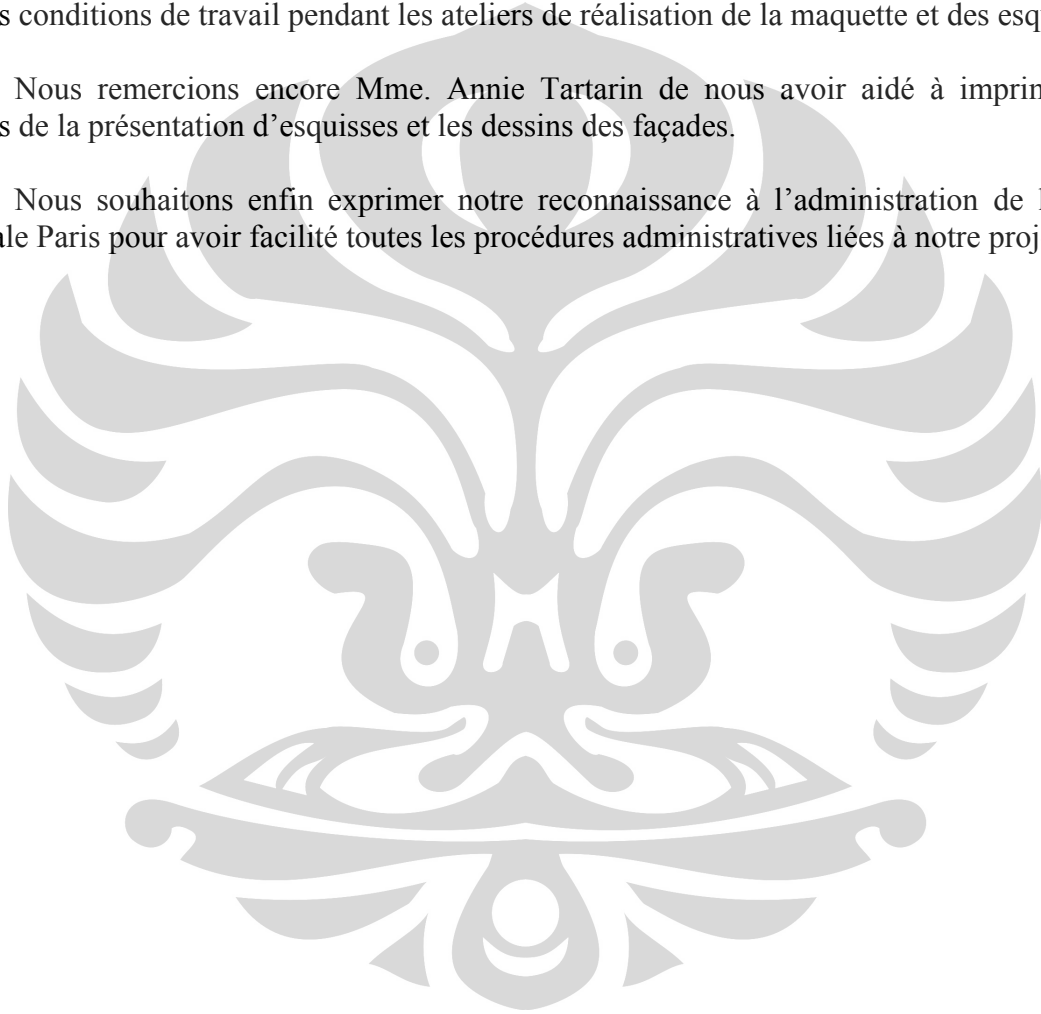
Toute l'équipe du projet 9036 tient à remercier chaleureusement M. Eric Mathieu pour son encadrement, ses conseils pertinents et précieux et sa participation active au projet, et aussi à M. Jean Marc Jaeger pour son soutien à notre projet.

Nous remercions également vivement M. Michel Jouan pour sa participation à la soutenance d'esquisses et pour l'échange intéressant que nous avons partagé lors de cette soutenance.

Nous sommes aussi reconnaissants à Mme. Laure Chablay pour son aide et pour les bonnes conditions de travail pendant les ateliers de réalisation de la maquette et des esquisses.

Nous remercions encore Mme. Annie Tartarin de nous avoir aidé à imprimer les posters de la présentation d'esquisses et les dessins des façades.

Nous souhaitons enfin exprimer notre reconnaissance à l'administration de l'Ecole Centrale Paris pour avoir facilité toutes les procédures administratives liées à notre projet.





## **I. INTRODUCTION**

### **A. Enoncé général**

**Notre objectif est la conception d'un immeuble de grande hauteur à distance et sous contraintes environnementales. Il s'agit de redessiner un IGH à Sydney. L'immeuble en question est la tour « Aurora Place » située à « Central Business District, Sydney » et conçue par M. Renzo Piano.**

### **B. Contexte et enjeux**

Les immeubles de grande hauteur sont dans le contexte actuel le centre de plusieurs débats qui tournent autour de la question suivante : « Faut-il encore construire des tours ? ». Toutefois, quotidiennement les projets de construction d'immeubles de grande hauteur voient le jour dans les grandes villes sans doute grâce à la symbolique des tours et à leur rayonnement international.

Les tours tirent généralement leurs symboliques de leurs formes architecturales. Dans cette perspective, le premier enjeu du projet est de se former à l'architecture. Le deuxième enjeu est l'acquisition de connaissances techniques liées à la construction et au métier du bâtiment. Ces deux enjeux se rejoignent. En effet, les ingénieurs en génie civil et les architectes exercent dans le même secteur qui est celui de la construction. Cependant, on observe un fossé entre les deux métiers. Le troisième enjeu est de rapprocher les deux métiers.

### **C. Objectifs**

Conformément aux enjeux du projet, à nos attentes et à celles de M. Eric Mathieu, nous nous sommes fixés les objectifs suivant :

- Etude de la mécanique du sol et de l'interaction entre le sol et le bâtiment,
- Elaboration d'une liste des points théoriques appliqués aux calculs mécaniques liés à la construction des IGHs (On s'attardera en particulier aux calculs des critères de sûreté),
- Etude de l'insertion urbaine (Il s'agit ici de soigner les détails de la perception rapprochée au niveau du piéton et des "bases" des immeubles voisins, qu'ils soient hauts ou non),
- Etude de l'effet "skyline", c'est-à-dire, l'effet de la tour vue de très loin dans le concert de ses tours voisines (Le travail consistera à harmoniser l'effet "skyline" de la perception lointaine avec les détails de la perception rapprochée),
- Conception et réalisation d'esquisses,
- Rencontre avec l'architecte concepteur de la tour « Aurora Place », M. Renzo Piano, ou avec un de ses collaborateurs.
- Amélioration du travail en groupe, de la communication au sein de l'équipe et entre l'équipe et M. Eric Mathieu et de la gestion du temps.

A ces objectifs, on peut ajouter des objectifs qui se sont imposés au fur et à mesure de l'avancement du projet tels que la demande d'un plan de masse du voisinage d'Aurora Place aux services techniques de la ville de Sydney (étude à distance), l'organisation de la soutenance esquisses comme dans un concours d'architecture à l'image de ce qui se passe dans les grands projets d'IGH, la formation aux outils et logiciels informatiques tel que

CATIA et l'intégration du projet dans un projet commun « conception d'IGH, urbanisme et gestion de flux urbains».

D. Démarche générale

La démarche suivie au cours de l'année est la suivante :

1. La première étape a été la mise en place d'un système de communication au sein de l'équipe. Une *mailing list* a été créée à cet effet. Elle compte actuellement plus de 600 messages envoyés. De plus, les différents membres communiquent à l'aide de logiciels de discussions tel que *Windows Messenger*.
2. L'étape suivante a été le lancement, la planification et l'organisation du projet. Nous avons ainsi définis suite aux réunions avec M. Eric Mathieu les objectifs du projet et les livrables du projet. Nous avons ensuite rédigés les documents pédagogiques : Work Breakdown Structure (WBS), le planning, la fiche de risques, le budget prévisionnel... Cette étape, très importante, a donc permis de répartir le travail à accomplir à la fois sur les membres de l'équipe projet et sur l'année scolaire, de définir les principaux risques liés au projet et d'établir un plan les réponses adéquates à ces risques.
3. Après clarification de la structure et des objectifs du projet, nous avons, dans un premier temps, effectué une recherche documentaire, dans le but de se familiariser avec le projet. Cette recherche concerne principalement les immeubles de grande hauteur, la tour Aurora Place, le calcul de structure des IGH et l'architecture des IGH. Nous avons entre autres résumé les rapports de cinq projets d'IGH effectué dans le cadre du cours d'approfondissement IGH (mtb 2007). Ces rapports contiennent des présentations de programmes architecturaux, ainsi que des calculs de structure.
4. L'étape suivante consiste à l'étude de la tour Aurora Place. Parmi les principaux points de cette recherche on peut citer l'obtention d'un plan de masse du voisinage d'Aurora place et de son programme architectural. Concernant le programme architectural, l'idée de départ était de le demander lors d'une rencontre avec des collaborateurs de M. Renzo Piano. Une demande a été envoyée mais n'a malheureusement pas été suivie de réponse. Cependant nous avons réussi à estimer le programme architectural à partir des données collectées depuis Internet, mais aussi et principalement depuis le livre *Aurora Place : Renzo Piano in Sydney* et le livre [Tall Buildings and Urban Habitat](#) qui contient un rapport technique sur Aurora place rédigé par Rocco Bressi, ingénieur structures chez Bovis Lend Lease, maître d'œuvre. La recherche du plan de masse a été beaucoup plus difficile. Les plans et les photos aériennes trouvés sur Internet ou sur Google Earth permettent de situer Aurora Place dans son contexte. Toutefois un plan de masse détaillé facilite l'étude du contexte au voisinage d'Aurora place. Nous avons donc envoyé des demandes (courrier électronique et demande écrite, voir Annexes) à différents destinataires : plusieurs services de la mairie de Sydney, ambassade de France à Sydney, urbanistes de la ville de Sydney, forum d'architecture... Nous n'avons pas eu de réponses positives. Nous nous sommes contentés d'un plan de masse simplifié qu'un architecte nous a envoyé.
5. Nous avons ensuite réalisé la maquette du voisinage d'Aurora Place.
6. La 6<sup>ème</sup> étape était la réalisation des propositions de projets de remplacement. Chaque élève a conçu une tour pour remplacer Aurora Place à l'aide de CATIA et/ou AutoCAD et réalisé une esquisse de la tour à la même échelle que la maquette avec des façades dessinées avec AutoCAD. Ces esquisses ont été insérées ensuite dans la maquette pour étudier l'insertion urbaine et l'effet skyline. Ces projets ont été

présentés lors de la soutenance esquisses (programmes architecturaux + calculs de structure). Une tour « gagnante » a été désignée à l’occasion de cette soutenance. On appellera cette tour « P036 ».

7. La dernière phase du projet consiste à une étude architecturale et structurelle plus approfondie de la tour choisie.

#### E. Objectives

According to the issues of the project, based on our expectations and those of Mr. Eric Mathieu, we define hereby the followings objectives:

- Study of soil mechanics and the interaction between the ground and the building.
- Development of a list of theoretical points applied to mechanical calculations related to the construction of skyscrapers (we will focus, in particular, in the calculations of safety criteria).
- Study of urban insertion (this is about look after the details of the perception brought to the pedestrian level and the “bases” of the closers buildings, no matter if they are high or not).
- Study of the skyline effect, i.e., the effect of the tower seen by far as a group with his closers towers (work will consist in harmonizing the skyline effect of remote perception with the details of close perception).
- Design and realization of drafts.
- Arrange a meeting with the architect of the “Aurora Place” tower, Mr. Renzo Piano, or with one of his associates.
- Improve the team work skills (communication, time management etc)

With these objectives, it’s also possible to add objectives that were imposed during the progression of the project such as the request of a ground-plan of the Aurora Place neighborhood to the engineering services of Sydney (remote study), the organization of the drafts presentation as in an architectural contest for a real skyscraper, the formation with the tools and computer software such as CATIA and the integration of the project in a joint project “design of a skyscraper, town planning and urban flows management”.

#### F. Approach






The method followed during the year is the following:

1. The first stage was to set up a good communication system within the team. For this purpose a mailing list was created. Currently it has more than 600 messages circulated. Moreover, the group members communicate using discussion software such as Window Messenger.
2. The following stage was the launching of the project itself, the planning definition and the organization of the project. Thus, after the meetings with Mr. Eric Mathieu, we defined the objectives of the project and what we have to deliver. Then, we wrote the teaching documents: Work Breakdown Structure (WBS), planning, the card of risks, and the projected budget. This very important stage made possible to distribute the works that have to be accomplished by the members of the group and during the school year, to define the principal risks related to the project and to establish an adequate answers plan to these risks.

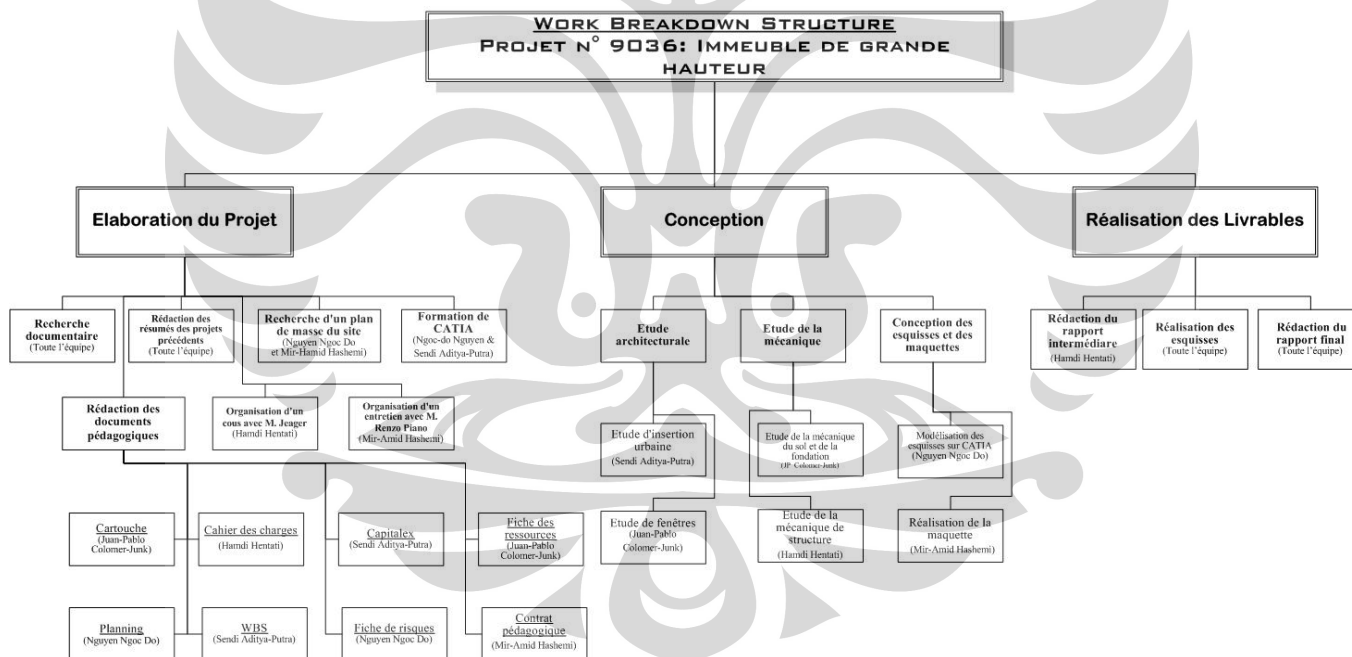
3. After clarification of the project's structure and objectives, initially, we did a bibliographic research via internet or books, to familiarize us with the project. This research relates mainly to the skyscrapers, the Aurora Place tower, the skyscraper's structural analysis and the architecture of the skyscraper. We summarized five skyscraper's projects which were done within the framework of the "cours d'approfondissement IGH (mtb 2007)". These projects contain presentation of architectural programs, as well as structural analyses.
4. The next stage is the study of the Aurora Place tower. Among the main points of this research it can be quoted obtaining a ground-plan of the Aurora Place's neighborhood and his architectural program. Concerning the architectural program, the starting idea was to require it at the moment of a meeting with Renzo Piano's associates. A request was sent but unfortunately there was not a following answer. However we succeeded in estimating the architectural program starting from the data collected from Internet, and also from the book Aurora Place: Renzo Piano in Sydney and the book: Tall Building and Urban Habitat which contains a technical report of Aurora Place written by Rocco Bressi, structural engineer at Bovis Lend Lease, project builder. The research of the ground-plan was much more difficult. The plans and the aerial photographs found on Internet or Google Earth make it possible to locate Aurora Place in its context. However a ground-plan facilitates the study of the context in the Aurora Place's neighborhood. Therefore, we sent requests (email and written request, see Annexes) to various recipients: several services of Sydney's city hall, embassy of France in Sydney, town planners of Sydney, architectural forums... We did not have positive responses. We were satisfied with a simplified ground-plan that an architect sent us.
5. Afterward, we produced the model of the Aurora Place neighborhood.
6. The 6<sup>th</sup> stage was the implementation of the proposed replacements projects. Each student designed a tower to replace Aurora Place using CATIA and/or AutoCAD and carried out a draft of the tower at the same scale as the model with façades drawn with AutoCAD. Then these scale models were inserted in the model to study urban insertion and the skyline effect. These projects were presented at the time of the drafts presentation (architectural programs + structural analyses). A "winner" tower was chosen at the moment of this presentation. We will call this tower "P036".
7. The last phase of the project consists of an architectural and structural study thorough of the selected tower.

## II. PLANIFICATION ET ORGANISATION

### A. Présentation de l'équipe

				
<a href="#">Hamdi Hentati</a>	<a href="#">Mir Amid Hashemi Afrapoli</a>	<a href="#">Ngoc-Do Nguyen</a>	<a href="#">Juan Pablo Colomer Junk</a>	<a href="#">Sendi Aditya Putra</a>
Chef de projet	Responsable Informatique	Responsable Programmation	Responsable Calculs	Responsable Architecture
06 98 77 29 58	06 32 52 13 99	06 28 25 19 93	06 83 45 93 67	06 37 77 11 63

### B. Work Breakdown Structure



### C. Planning

#### Octobre

- 12 **Réunion** avec M. Mathieu : Définition des objectifs du projet
- 18 **Atelier** : Répartition des documents pédagogiques
- 22 **Réunion** avec M. Mathieu : Evaluation du projet, Reformulation des objectifs
- 23 **Atelier** : Résumés des projets de nos prédécesseurs, Recherche documentaire sur la « Aurora Place »

**Immeuble de grande hauteur à Sydney**  
Rapport final

---

29-31 **Vacances** et jeux d'entreprises

**Novembre**

1-11 Vacances et jeux d'entreprises  
13 Formation CATIA + **Atelier n°1** : Critères à respecter lors de la conception d'une tour, Analyse du Capitalex et du WBS  
20 Formation CATIA + **Atelier n°2** : Rédaction du planning, fiche de risques, fiche de ressources, Logo  
**Travail à faire :**

- Rédaction des documents pédagogiques (Dead line le 27/11)
- Recherche documentaire
- Rédaction du rapport intermédiaire

**Décembre**

4 Formation CATIA + **Atelier n°3**, **Réunion** avec M. Mathieu : **Remise du rapport intermédiaire**  
10 **CF d'analyse économique**  
11 **Atelier n°4** : Conception des esquisses  
18 **Atelier n°5** : Conception des esquisses  
19 **Réunion** probable avec M. Jaejert  
22-31 **Vacances de Noël**

**Janvier**

1-5 **Vacances de Noël**  
8 **Atelier n°6** : Réalisation des esquisses  
15 **Atelier n°7** : Réalisation des esquisses  
18 **CF de Mécanique des Fluides**  
22 **Atelier n°8** : Etudes des fenêtres  
25 **CF de Physique**  
29 **ME : Génie civil**  
31 **CF d'Analyse**

**Février**

5 **ME: Génie civil**  
6 **CF de Génie civil**  
12 **ME: Génie civil**  
19 **ME: Génie civil**  
20 **CF de Conduite de Projet**  
26 **Atelier n°9** : Réalisation de la maquette avec AutoCad / CATIA

**Mars**

1-16 **Vacances** + **Module de Sciences Humaines** + Préparation de la soutenance esquisses  
18 **Réunion** avec M. Mathieu : **Soutenance esquisses**, Choix de l'esquisse  
25 **Atelier n°10** : Aménagement de la tour, Etude de l'insertion urbaine

### Avril

1	<b>Atelier n°11</b> : Réalisation des maquettes des étages avec AutoCad
8	<b>Atelier n°12</b> : Calcul des valeurs critiques
11	<b>CF de Systèmes Electroniques et Automatiques</b>
15	<b>Atelier n°13</b> : Calcul des valeurs critiques, Etude de l'aspect financier
19-31	<b>Vacances</b>

### Mai

1-4	<b>Vacances</b>
6	<b>Atelier n°14</b> : Rédaction du rapport final
9	<b>CF de Mécanique</b>
13	<b>Atelier n°15</b> : Rédaction du rapport final
16	<b>CF de Systèmes d'Information</b>
20	<b>Atelier n°16</b> : Rédaction du rapport final
27	<b>Atelier n°17</b> : Rédaction du rapport final

### Juin

3	<b>Atelier n°18</b> : <b>Remise du rapport final</b>
4	<b>CF d'Approfondissement</b>
9	<b>CF du cours d'application n°4</b>
11-13	<b>Soutenance Projet</b>

## **III. LES IMMEUBLES DE GRANDE HAUTEUR**

### **A. Définition**

Un IGH, Immeuble de Grande Hauteur, est un immeuble dans lequel la hauteur du plancher bas du dernier étage est supérieure à 28 mètres pour les immeubles de bureaux et de service, et supérieure à 50 mètres pour les immeubles d'habitations.

### **B. Historique**

C'est à Chicago que l'histoire des immeubles de grande hauteur a débuté. Un incendie eût lieu en 1871 dans ce centre de commerce. Les flammes détruisirent 18.000 maisons. Même les grands bâtiments commerciaux furent anéantis, la fournaise faisant fondre leurs structures de fer forgé. Les méthodes de construction ont depuis changé : à partir de ce jour, on évita d'utiliser le bois et les structures métalliques dépourvues d'enrobage de protection. De plus avec l'augmentation notable du prix du terrain, il devint bien meilleur marché de bâtir en hauteur plutôt que sur de larges surfaces.

La conception des gratte-ciel a évolué selon sept périodes successives qui correspondent à des techniques et des styles différents. Pour chaque période nous allons vous donner un exemple de gratte-ciel :



- La période fonctionnelle 1880 – 1900 : Le [Home Insurance Building](#)
- La période éclectique 1900 – 1920 : Le [Flatiron Building](#)
- La période art déco 1920 – 1940 : Le [Chrysler Building](#)
- Le style international 1950 – 1975 : Le [World Trade Center](#)
- Les tours géantes 1965 – 1975 : La [Sears Tower](#)
- Le gratte-ciel social 1970 – 1980 : Le [Citigroup center](#)
- La période postmoderne 1980 – : Les [tours jumelles Petronas](#)

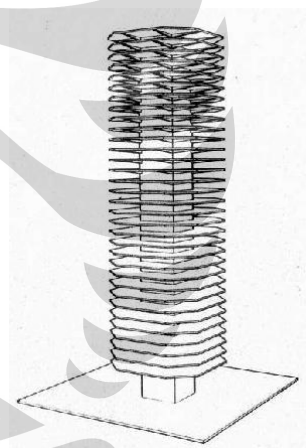
### C. Principales structures des IGH

#### 1. La tour traditionnelle

Les gratte-ciels sont traditionnellement construits sous forme d'une tour monolithique organisée autour d'un noyau central comprenant notamment les voies de circulation verticale (escaliers, ascenseurs) et les conduites (eau, réseaux électriques et de communication...). La structure porteuse peut être concentrée dans ce noyau central, ou répartie sur des piliers. Certains édifices ont également bénéficié d'une armature entièrement métallique.

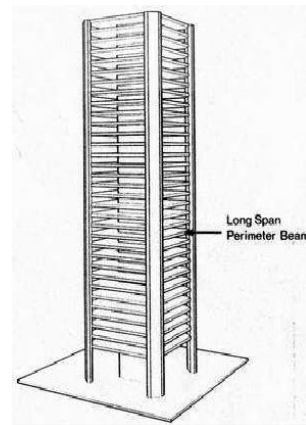
##### a. Le système à porte-à-faux

Au centre, le cœur en béton, et les éléments porteurs (les étages) sont rattachés à celui-ci. Seul le cœur en béton est porteur.



##### b. Le système par colonnes

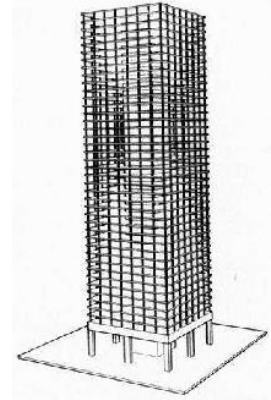
Ici le cœur en béton sera entouré par quatre colonnes qui soutiendront eux aussi le bâtiment. Ces colonnes seront reliées entre elles par des poutres.





### c. Le système en armature métallique

Le système en armature métallique est plus résistant vis-à-vis des effets du vent, les charges sont en effet reprises sur les parois et transférées aux poteaux du rez-de-chaussée puis aux fondations. L'armature métallique permet à l'immeuble à résister, grâce à l'élasticité de l'acier, aux séismes en particulier.



## 2. La tour polycentrique

Le bâtiment s'organise sous forme de modules constitués autour de plusieurs noyaux de circulations verticales. Ce principe a été mis au point par Denis Sloan, architecte, Peter Terrell et Geoff Rooke, ingénieurs structures, et Claude Delalande, ingénieur sécurité.

Les avantages de cette conception sont :

- un tel édifice serait moins susceptible de s'effondrer si l'un de ces piliers était endommagé,
- la capacité d'évacuation est largement améliorée,
- un incendie survenant dans l'un des modules aurait peu de chances de se propager à d'autres zones de l'immeuble.

Ce concept n'a cependant pas encore été appliqué.



## 3. L'exosquelette

L'exosquelette conçu par l'architecte français Hervé Tordjman et les ingénieurs de SETEC TPI (Jean-Marc Jaeger) pour le projet des tours jumelles de Canton est une vraie révolution pour la construction d'ouvrages de grande hauteur.

L'exosquelette (ossatures métalliques extérieures) garantit une résistance de l'ouvrage à des efforts mécaniques particulièrement importants (typhons, tremblements de terre) tout en intégrant une réelle protection face aux agressions extérieures (avions, missiles).

Cet exosquelette est souvent secondé par un noyau de béton, qui offre une réelle stabilité dynamique et une résistance exceptionnelle aux incendies.



#### D. Règlements de sécurité

Les IGH sont soumis à un règlement de sécurité particulier. En supposant que les dispositions de sécurité relatives aux immeubles de grande hauteur en Australie sont proches de celles en France, nous allons étudier la réglementation appliquée en France.

L'arrêté du 18 octobre 1977, modifié depuis à de nombreuses reprises, est destiné à mettre en œuvre les principes de sécurité définis à l'article R 122-9 du [Code de la construction et de l'habitation](#) :

- « *permettre de vaincre le feu avant qu'il n'ait atteint une dangereuse extension* », notamment en compartimentant l'immeuble en secteurs capables d'éviter la propagation de l'incendie de l'un à l'autre, et en limitant les sources de matériaux combustibles ;
- assurer une évacuation aisée des occupants, notamment par la présence d'au moins deux escaliers par compartiment ;
- assurer une détection rapide de l'incendie, et mettre à disposition des moyens efficaces de lutte contre l'incendie ;
- empêcher le passage des fumées d'incendie de la zone sinistrée aux secteurs encore indemnes ;
- empêcher l'incendie d'un IGH par propagation d'un incendie frappant le voisinage de ce bâtiment.

#### E. Calculs de structure et critères de sûreté

##### 1. **Reprise des charges verticales**

###### a. **Poids de la tour (noté P)**

On utilise pour approximer le poids de la tour une charge surfacique de 13 à 14 kN/m<sup>2</sup> (c'est-à-dire 1,3 à 1,4 tonnes par m<sup>2</sup>). Ceci inclue les structures, les autres installations et les charges d'exploitation. Un calcul plus précis peut être effectué en calculant le poids des éléments de structure et en y additionnant des charges surfaciques qui sont en fonction de l'utilisation des locaux.

###### b. **Reprise par le noyau**

Pourcentage de reprise des charges verticales par le noyau  $\tau$  (estimé à 70%).  
Surface du béton S.

$$\text{Contrainte maximale au niveau du noyau } t = \frac{P \times \tau}{S} .$$

Contrainte admissible du béton utilisé dans le noyau  $\sigma_{\max}$ .

**On doit vérifier que  $t < \sigma_{\max}$ .**

###### c. **Reprise par la façade**

Reprise de  $(1 - \tau)$  des charges verticales et des contraintes dues au vent :

$$\text{La moitié de la façade reprend } \frac{P \times (1 - \tau)}{2} .$$

L'action du vent  $t'$  est estimée à 2 kN/m<sup>2</sup>.

L'action du vent s'applique sur une surface apparente  $L$  (largeur moyennée sur les différentes largeurs le long de la tour).

Le moment de flexion induit est de  $M = \frac{t' \times L \times h^2}{2}$ . Ce moment de flexion se répartit en un effort de traction au pied de la façade exposée au vent, et en un effort de compression sur l'autre façade.

Effort maximum au niveau des poteaux (réparties sur la moitié de la façade) :  
 $F = \frac{M}{L'} + \frac{P \times (1 - \tau)}{2}$  ( $L'$  est la distance entre la façade exposée au vent et la façade opposée).

Nombre de poteaux  $N$  (réparties sur la moitié de la façade).

Contrainte maximale au niveau d'un poteau  $t'' = \frac{F}{S \times N}$  où  $S$  est la surface d'un poteau.

Contrainte admissible du matériau constituant les poteaux  $\sigma_{\max}$ .

**On doit vérifier que  $t'' < \sigma_{\max}$ .**

## 2. Fondations

On note  $q_{\max}$  la pression maximale supportée par le sol.

### a. Radier

Contrainte maximale au niveau du radier  $q_R = \frac{P \times \tau}{S_R} + \gamma_{\text{béton}} \times D_R$  avec  $S_R$  la surface du radier,  $D_R$  l'hauteur du radier et  $\gamma_{\text{béton}}$  la masse volumique du béton.

**On doit vérifier que  $q_R < q_{\max}$ .**

### b. Sabots

Contrainte maximale au niveau d'un sabot  $q_S = \frac{P}{S_S \times N} + \gamma_{\text{béton}} \times D_S$  avec  $S_S$  la surface d'un sabot,  $D_S$  l'hauteur d'un sabot et  $\gamma_{\text{béton}}$  la masse volumique du béton.

**On doit vérifier que  $q_R < q_{\max}$ .**

### 3. Confort en tête de tour

Pour calculer la flèche de la tour au dernier étage due aux efforts horizontaux, on modélise le noyau par une poutre en console, encastrée en son pied, soumise à la pression uniforme du vent.

La flèche est déterminée par la formule suivante  $d = \frac{F_v \cdot h^4}{8 \cdot E \cdot I}$ .

$F_v$  est la force linéique (dans le sens de la hauteur de la tour) du vent liée à la pression qu'il exerce sur une paroi de l'immeuble  $F_v = t \times L$ .

$h$  est la hauteur de la tour.

$E$  est le module d'élasticité du béton qui compose le noyau de la tour.

$I$  est le moment d'inertie au niveau d'une section du noyau par rapport à un axe horizontal.

**On doit vérifier que  $d < h/500$ .**

Pour un IGH, on approxime la période des oscillations due au vent à  $T = 8$  s environ soit une pulsation  $w = \frac{2\pi}{T} = 0.75s^{-1}$ . L'accélération horizontale est  $\gamma = d \times w^2$ .

**Le confort des usagers est assuré pour une valeur de  $\gamma$  inférieure à 2% de  $g$ .**

### 4. Elancement

Le rapport d'élanement se calcule en divisant la hauteur de la tour par la plus petite dimension du noyau. Un rapport d'élanement de 1/10 assure une très bonne rigidité.

## IV. LA TOUR AURORA PLACE

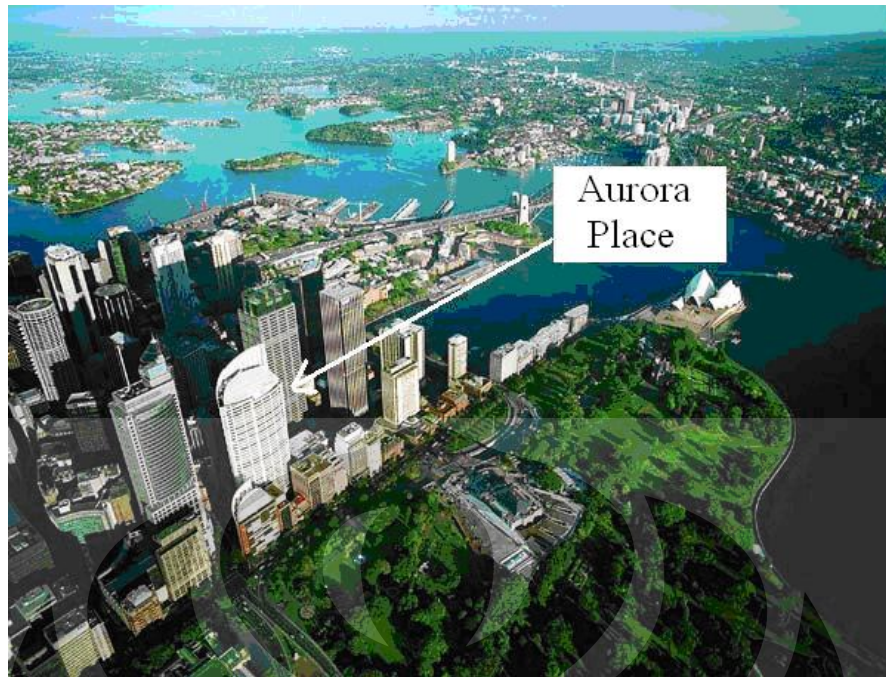
### A. Présentation générale

Architecte	Renzo Piano
Adresse	88 Phillip Street, Sydney
Chef de Projet	Bovis Lend Lease
Fin de la construction	2000
Style	Postmoderne
Type	Immeuble de bureaux

Le prix de transaction (Janvier 2001) est estimé à 485 million \$.



## Immeuble de grande hauteur à Sydney Rapport final



La forme courbée de la façade rappelle les formes géométriques de l'Opera House de Sydney.



La tour était le gagnant du *Rider Hunt Award* du conseil de propriété australien pour ses qualités techniques et architecturales.

La tour "Aurora" est un immeuble de 44 étages. 38 étages sont réservés aux bureaux et on compte 4 niveaux de sous-sol. La distance dalle à dalle est de 3,72m et l'hauteur du plafond d'un étage est de 2,7m.

### B. Raisons du choix d'Aurora Place

Les raisons du choix de la tour Aurora Place sont nombreuses :

## Immeuble de grande hauteur à Sydney

### Rapport final

Les qualités architecturales de la tour, sa façade et son insertion urbaine,

Le site où se trouve la tour : La tour étant à Sydney, son étude se fait à distance. C'est une contrainte supplémentaire mais qui entre dans les objectifs du projet,

La conception de la tour : Renzo Piano et ses collaborateurs ont réalisé plusieurs esquisses qu'ils ont opposées pour en choisir une. Cette méthode correspond à l'approche du projet,

Le contexte urbain : La tour se situe dans un contexte urbain dense (quartier financier de la ville de Sydney). On trouve plusieurs IGH au voisinage d'Aurora Place...

### C. Programme architectural

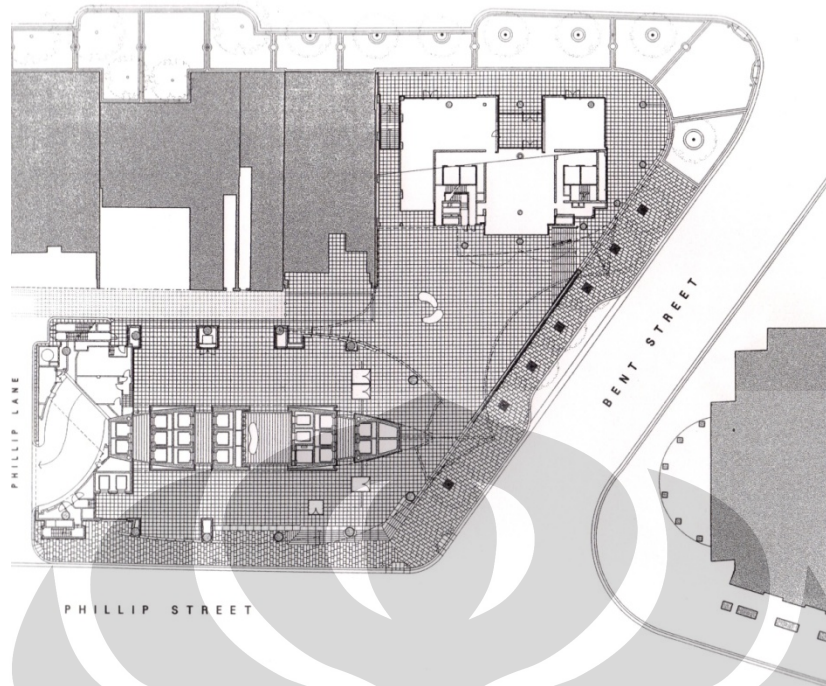


Le site de l'Aurora Place se situe au croisement de Macquarie street et Bent street. Ce site était l'ancien site du « State Government Office Block ». La superficie du site est de 4262 m<sup>2</sup>.



# Immeuble de grande hauteur à Sydney

## Rapport final



L'Aurora Place est composé d'un immeuble de grande hauteur à usage de bureaux de 44 étages et d'un immeuble résidentiel de 18 étages.

Nous nous intéressons ici seulement à l'IGH destiné à un usage de bureaux.

La tour s'élève à 188 m.

SHON (Surface hors œuvre nette) = 60650 m<sup>2</sup>.

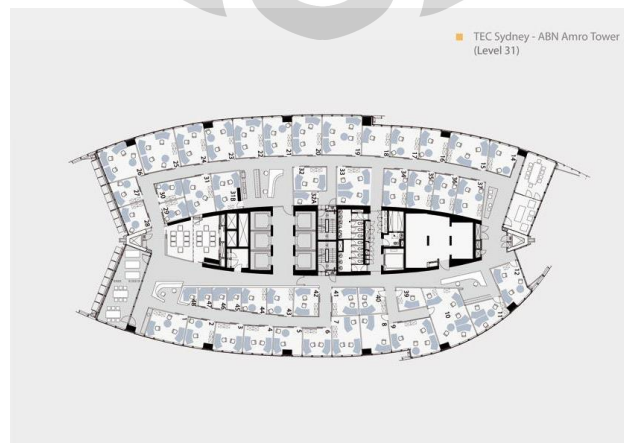
### Les Effectifs

L'optimisation des différentes options fondamentales de l'IGH a conduit à adapter les effectifs et les postes de travail à :

Effectifs de base : 4500

Postes de travail : 5000

>> 12 m<sup>2</sup> SHON / personne en étage courant



## Immeuble de grande hauteur à Sydney

### Rapport final

---

#### Organisation du noyau

Le noyau représente ~ 23% du SHON.

La tour est divisée en 4 parties:

1. Low Low Rise (LLR): étages 3 à 8,
2. Low Rise (LR): étages 9 à 19,
3. Medium Rise (MR): étages 20 à 29,
4. High Rise (HR): étages 30 à 41.

La tour comporte 20 ascenseurs et 1 monte charge, 4 ascenseurs pour le LLR, 5 pour le LR, 5 pour le MR et 6 pour le HR. Les étages de transfert se situent au niveau 8 pour le LLR et le LR, au niveau 19 pour le LR et le MR et au niveau 29 pour le MR et le HR.

La surface des sanitaires est d'environ 3% de la SHON, et elle était calculée en fonction des effectifs.

Low Low Rise (5 étages)	6435 m <sup>2</sup>
Low Rise (11 étages)	14135 m <sup>2</sup>
Medium Rise (10 étages)	13580 m <sup>2</sup>
High Rise (12 étages)	17220 m <sup>2</sup>
SUBL bureaux	51360 m <sup>2</sup>
SUBL parties communes	3855 m <sup>2</sup>
TOTAL SUBL bureaux	55215 m <sup>2</sup>
Surfaces archives	747 m <sup>2</sup>
TOTAL surfaces utiles agrémentées	55962 m <sup>2</sup>
Parkings	332 m <sup>2</sup>

#### Hall d'entrée et accès aux étages

L'entrée principale de l'immeuble se situe au niveau du croisement de Bent Street et Philip Lane.

Le rez-de-chaussée comprend le hall d'entrée en double hauteur, les banques d'accueil, la cafétéria ouverte sur le hall, la galerie d'expositions, les accès sécurisés aux batteries d'ascenseurs...

L'accès au parking s'effectue au niveau de deux entrées situées à Bent Street et à Philip Street.



# Immeuble de grande hauteur à Sydney

## Rapport final

---

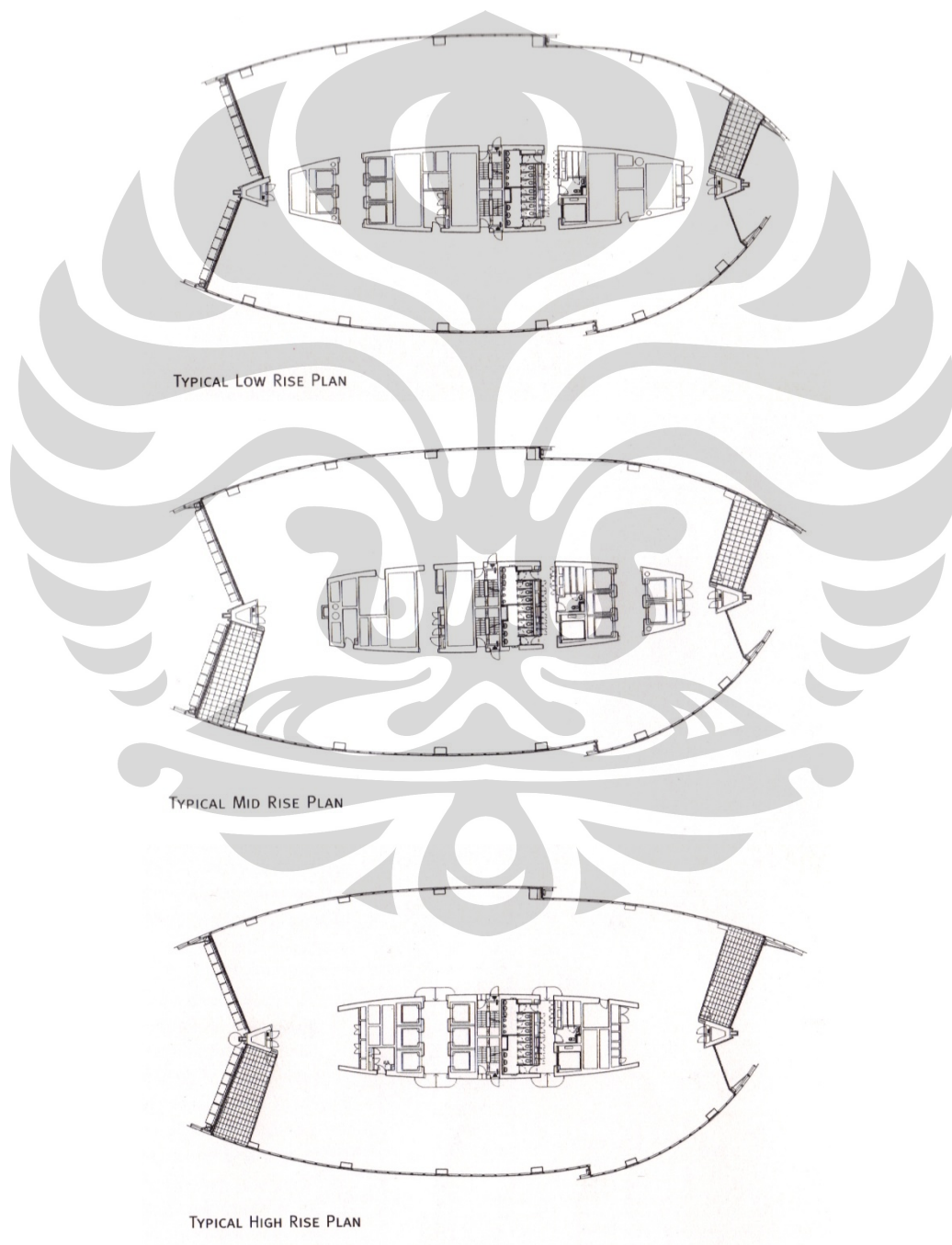
### Espaces de restauration

Les zones de restauration sont réparties entre le rez-de-chaussée (cafétéria et brasseries), le R+1 (kiosques et restauration rapide) et le R+2 (restaurant interentreprises) pour une capacité de 2650 couverts/jour.

Les ascenseurs des quatre batteries desservent les deux niveaux R+1 et R+2.

### Les étages de bureaux

Plans d'étages courants :



Les niveaux de sous-sol

Dans l'emprise de la tour, le niveau R-1 comporte une zone de cuisine, un espace fitness, des locaux techniques d'électricité, un local poste...

Les niveaux R-2 et R-3 sont organisés en demi-niveaux (4 niveaux au total) et sont dédiés essentiellement aux parkings, aux locaux techniques et aux archives.

Les niveaux de sous-sol, dits étages d'infrastructure sont desservis par les 2 entrées parking et par un monte charge.

D. Plan de masse



## V. PROJETS DE REMPLACEMENT

### A. Etude de contexte – Réalisation de la maquette

La réalisation de la maquette s'est faite en deux parties :

#### 1. **Choix du périmètre**

Il faut trouver un périmètre qui soit significatif et représentatif du voisinage de l'Aurora Place.

Le quartier choisi est celui qui possède le plus d'immeubles de grande hauteur. Au-delà, il ne sert à rien de réaliser des maquettes car les bâtiments de moins de 10 étages ne nous intéressent pas dans la vision de l'insertion de notre immeuble dans le quartier.

Nous avons donc pris un quartier où se trouvent principalement des IGH, donc un périmètre de 200mx350m centré sur l'Aurora Place si l'on regarde les plans.



Nous avons donc choisi une zone qui se trouve entre Bridge St et Hunter St.

La taille des bâtiments est estimée par de la documentation. Nous regardons les photos et estimons, avec la hauteur de l'Aurora Place, les hauteurs des autres bâtiments.



# Immeuble de grande hauteur à Sydney

## Rapport final



Par ailleurs, nous avons, grâce à Google Earth et Google SktechUp, trouvé les dimensions de deux bâtiments clefs (car ils sont hauts aussi) dans le voisinage de l'Aurora Place.

Les bâtiments trouvés sont le Chifley Tower et le Governor Phillip Tower.

## 2. Conception de la Maquette

Nous avons décidé que la maquette ferait une échelle de 1/500. Il dure plus de temps à concevoir par rapport à un 1/1000 mais il est plus visible et plus imagitatif.

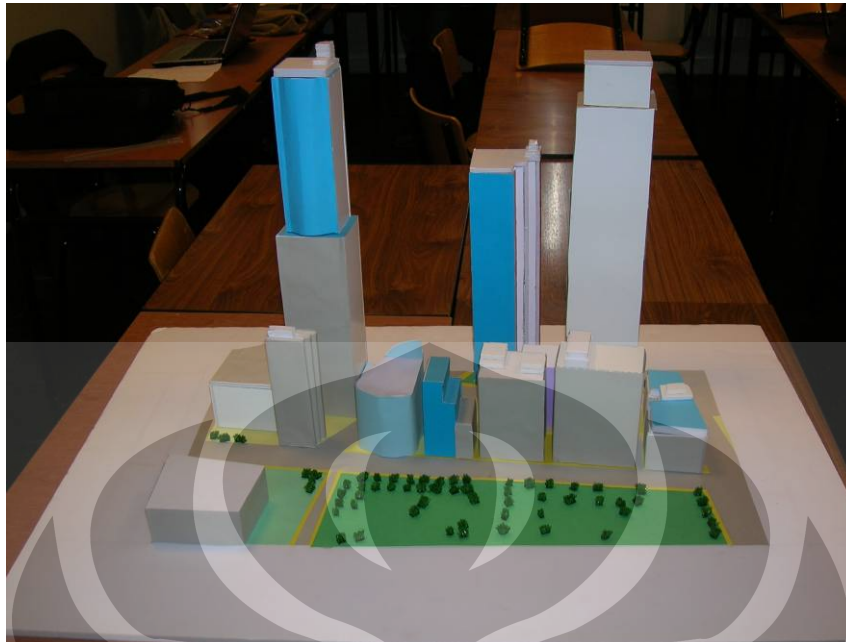
D'abord, il fallait tracer sur un plancher blanc de 5mm d'épaisseur le plan du quartier qui a été représenté plus haut. Deux personnes, s'y sont mises à cette tâche.

Entretemps, le reste du groupe conçoit les tours et les bâtiments du voisinage. Les hauteurs et les formes sont prises à partir de documents et photos trouvés dans des catalogues et livres.

Les bâtiments sont numérotés et nous les réalisons l'un après l'autre grâce à du carton blanc, du papier coloré et de la colle. Les arbres sont réalisés par du plastique vert. La maquette ci-dessus dépasse le quartier que nous avons choisi.



Finalement, nous avons cette maquette :



#### B. Conception des projets de remplacement

Chacun des étudiants a procédé à une conception personnelle. Il a d'abord dessiné un croquis sur papier, puis l'a formé sur un logiciel de CAO. En l'occurrence, ici, tout le monde a utilisé CATIA. D'autres, pour compléter leur conception, ont utilisé AutoCAD ou encore Google SketchUp.

Donc, les étudiants qui ne connaissaient pas encore CATIA ont du suivre plusieurs séances de formation grâce à M. Morenton de l'Ecole Centrale Paris.

**Immeuble de grande hauteur à Sydney**  
Rapport final

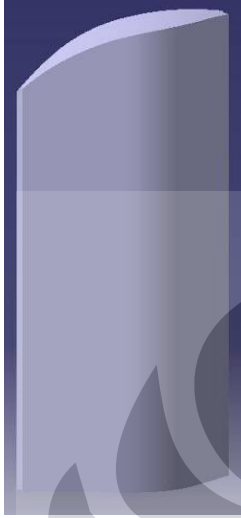
---

Voici les différentes tours construites :

Hentati Hamdi :

**Green Tower**

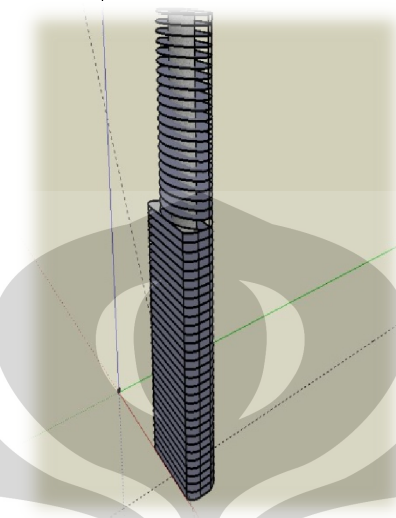
[http://www.p036.free.fr/projets2008p036Green\\_Tower.wrl](http://www.p036.free.fr/projets2008p036Green_Tower.wrl)



Nguyen Ngoc DO :

**NGN Tower**

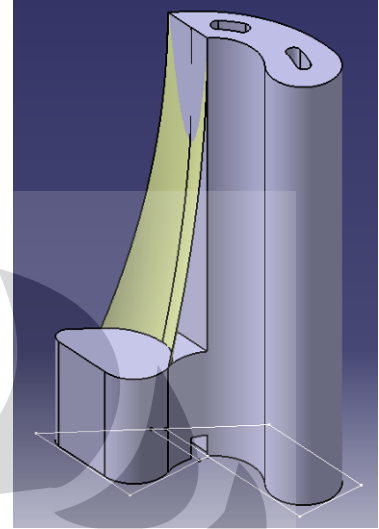
[http://www.p036.free.fr/projets2008p036NGN\\_Tower.wrl](http://www.p036.free.fr/projets2008p036NGN_Tower.wrl)



Hashemi Mir Amid :

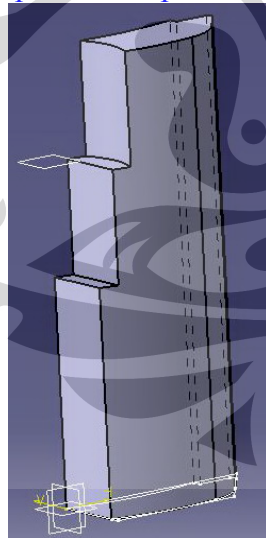
**HMI Tower**

[http://www.p036.free.fr/projets2008p036HMI\\_Tower.wrl](http://www.p036.free.fr/projets2008p036HMI_Tower.wrl)



Aditya Sendi :  
Aurora Place 2

<http://www.p036.free.fr/projets2008p036auroraplace2.wrl>



Colomer JP :  
JP'S Tower :

<http://www.p036.free.fr/projets2008p036tour.wrl>





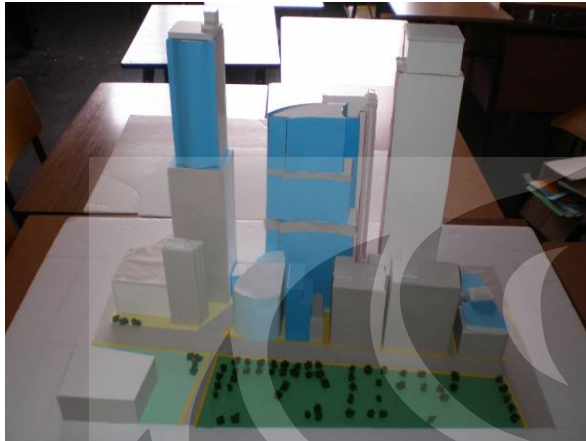
## Immeuble de grande hauteur à Sydney

### Rapport final

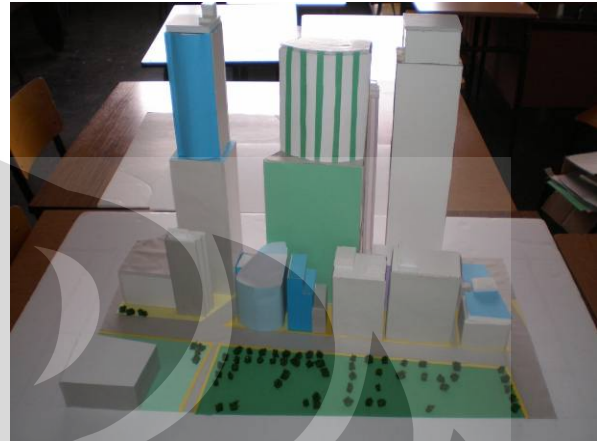
#### C. Réalisation des esquisses

Les esquisses ont été faites grâce aux fichiers CATIA. Chacun mesure sous ce logiciel les distances qu'il faut pour fabriquer son esquisse.

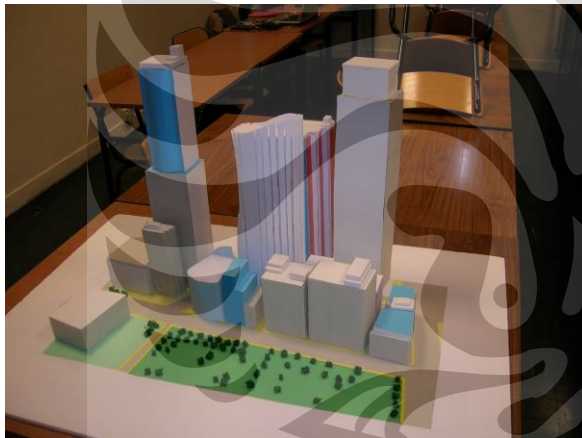
L'esquisse se fait avec du carton de 5mm d'épaisseur, de la colle et du papier de couleur. Voici des photos des esquisses mises dans le contexte du quartier :



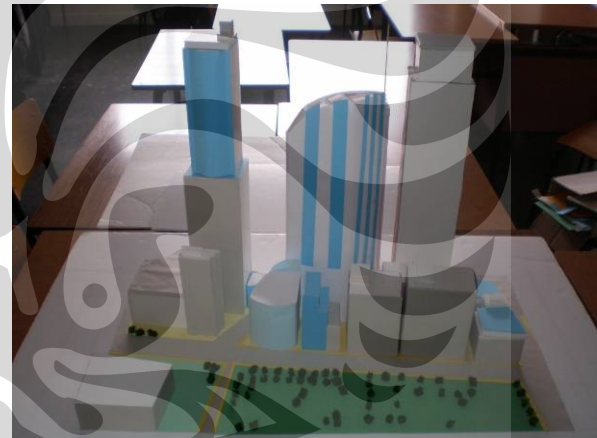
Aurora Place 2



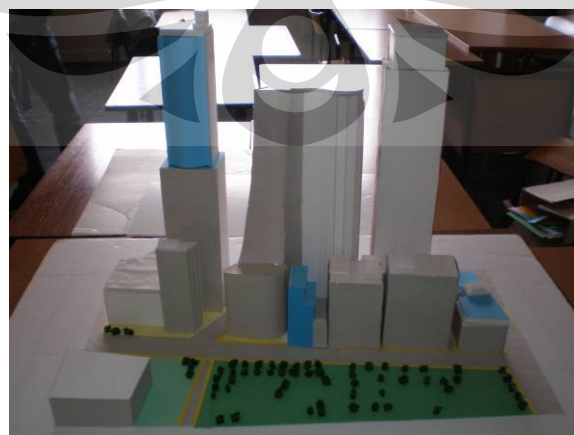
NGN Tower



JP's Tower



Green Tower



HMI Tower

D. Présentation des projets de remplacement

**1. Aurora Place 2**

Caractéristiques de la tour :

Hauteur : 180 m

48 étages (3.75 m par étage)

Low level (jusqu'au 24ème étage)

Medium level (25 – 36ème étage)

High level (37 – 48ème étage)

4 niveaux sous sol

SHON : 79029.6 m<sup>2</sup>

Noyau : 24.7% de surface moyenne

Programme architectural :

Superficie du site : 2123.8 m<sup>2</sup>

Organisation générale de l'immeuble :

RdC et R+1 : l'accueil, les halles de conf, les espaces de restauration

R+2 à R+47 : étages des bureaux

R+48 : étage technique

Niveaux sous-sol:

R-1 : étage technique

R-2 à 2-4 : Parking

14 ascenseurs et 1 monte charge

6 à LL, 4 à ML, 4 à HL

Les Calculs Structuraux :

Données :

Pression du vent : 3 kN/m<sup>2</sup>

$s_{max}$  (contr. max béton) : 15 MPa

(reprise par de noyau) : 70%

Poids total : 14 kPa x SHON = 1.106 GN

$s_{noyau} = 12 \text{ MPa} < s_{max}$

$s_{façade} = 13.5 < s_{max}$  (15 poteaux de 1m<sup>2</sup>)

Fondation :

Surface de radier > 406.2 m<sup>2</sup>

Surface des sabots > 6.8 m<sup>2</sup>

Flèche (d) : 0.135 m à  $d/h < 1/500$



## 2. Green Tower

### Caractéristiques de la tour :

Un concept écologique : La tour est bioclimatique.

Hauteur : 193,5m

Hauteur du dernier plancher : 182,3m

49 étages en superstructure et 5 niveaux de sous-sols.

Surface hors oeuvre brute (SHOB) : 84972 m<sup>2</sup>

Surface hors oeuvre nette (SHON) : 67978 m<sup>2</sup>

Distance entre 2 planchers : 3,72 m

Noyau : 23.2% de surface moyenne

### Programme architectural :

5 niveaux de sous-sols: parkings, archives, locaux techniques, zone de livraison, zone de cuisine...;

Usage de bureaux : 5300 postes de travail → moyenne de 12.8 m<sup>2</sup> de SHON par personne;

L'entrée principale de l'immeuble se situe au niveau de Philip Street. L'accès au parking s'effectue au niveau de deux entrées situées à Bent Street et à Philip Lane;

Zones de restauration: rez-de-chaussée (cafétéria et kiosques), niveau 1 (brasseries et restauration rapide) et niveau 2 (restaurant interentreprises) → capacité de 2800 couverts/jour;

Salles de conférences situées aux niveaux 3 et 4;

Salles de marché situées aux niveaux 20 et 21;

Niveaux 47 et 48: bureaux de la direction + restaurant de haut standing;

Étages de transfert situés aux niveaux 9, 22 et 32;

Étages techniques situés aux niveaux 10, 25 et 49.

Faible consommation d'énergie (économie d'énergie évaluée à 60%): programme conçu en fonction de l'orientation, puits canadiens, serres tempérées.

### Les Calculs Structuraux

Reprise des charges verticales:

ELU:  $1.35G+1.5Q+1.2W$

Poids  $P=1293.7MN$

Reprise par le noyau:

$\tau=60\%$

Contrainte maximale  $\sigma=5.6MPa < 15MPa$

Reprise par la façade:

15 Poteaux en acier, 0.8m<sup>2</sup>

Contrainte maximale  $\sigma=54MPa < 144MPa$

Fondations:

Radier: 1550m<sup>2</sup>=58m\*26.5m

Sabot: 37m<sup>2</sup>=6.12m<sup>2</sup>

Confort en tête de la tour:

Flèche:  $d=10cm < h/500=36.5cm$

Accélération:  $\gamma=0.057 m.s^{-2} < 2\% g$

### 3. Tour HMI

#### Immeuble Résidentiel

Hauteur : 50m

Nombre d'étages : 13

Hauteur par étage : 3,70m

Epaisseur sol : 0,70m

SHOB : 16.320m<sup>2</sup>

SHON : 13.500m<sup>2</sup>

#### IGH

Caractéristiques de la tour :

Hauteur : 200m

Nombre d'étages : 52

Hauteur par étage : 3,70m

Epaisseur sol : 0,70m

SHOB : 80.000m<sup>2</sup> (1520m<sup>2</sup>/ét.)

SHON : 70.000m<sup>2</sup> (1350m<sup>2</sup>/ét.)

Noyau : 2 x 30m<sup>2</sup> = 60m<sup>2</sup>

Calculs Structuraux :

Poids : 13kN/m<sup>2</sup> x SHON = 1 GN

Répartition sur le noyau : 70%

$$700\text{MN}/60\text{m}^2 = 11,7\text{MPa} < 15\text{MPa}$$

Surface Radier :

$$700\text{MN}/0,5 \text{ Mpa} = 1.400\text{m}^2$$

Répartition sur la façade : 30%

$$300\text{MN}/(30 \times 1\text{m}^2) = 10\text{MPa} < 15\text{MPa}$$

30 piliers à installer

Surface Sabots :

$$10\text{MN}/0,5 \text{ MPa} = 20\text{m}^2$$

Déplacements en tête de tour :

$$d = 0,14 \text{ m} < H/500 = 0,4 \text{ m}$$

Oscillation en tête de tour :

$$dw^2 = 0,085 \text{ m/s}^2 < 0,2 \text{ m/s}^2$$

Elancement

$$e = 10 \text{ m} \times 2 = 20 \text{ m} = 10\% \text{ H}$$

Programme architectural :

Surface du terrain : 2280 m<sup>2</sup>

R-4 à R-2 : Parkings

R-1 : Locaux techniques

R : Accueil, restaurants

R+1, R+2 : Restaurants, cantines, centres commerciaux

R+3 à R+51 : Bureaux

R+52 : Locaux techniques

Ascenseurs : 2 batteries à l'intérieur des noyaux

#### 4. JP's Tower

##### Caractéristiques de la tour :

Hauteur : 195m

Hauteur dernier niveau: 180m

49 étages (3.75 m par étage)

LOW RISE (Rdc - 25ème étage)

HIGH RISE (26 – 49ème étage)

5 niveaux sous sol

SHOB : 63655 m<sup>2</sup>

SHON : 47411 m<sup>2</sup>

Noyau : 24.9% de surface moyenne

##### Programme architectural :

Superficie du site : 2280 m<sup>2</sup>

3700 Postes de Travail.

L'Entrée principale se trouve à Phillip Street, Les Entrées au parking se trouvent à Phillip Lane et à Bent Street.

Sous-sol : Parking (R-5 à R-2) ; zone de cuisine, locaux techniques, archives (R-2 et R-1).

Zones de Restauration (2000 couverts/jour) : RdC (cafétéria, kiosques), R+1 (brasseries, restauration rapide), R+2 (restauration interentreprises).

Étages Techniques se trouvent aux niveaux 15, 33 et 49

##### Les Calculs Structuraux :

Reprise de charges verticales:

ELU:  $1.35G+Q+1.2W$

Poids de la tour P: 889.45MN

reprise par le noyau  $\tau$  : 70%

Contr. Max.  $\sigma$  : 5.4MPa < 15MPa

reprise par la façade:

15 poteaux de surface 1.8m<sup>2</sup>

Contr. Max.  $\sigma$  : 13.03MPa < 15MPa

Fondations:

Radier : 630m<sup>2</sup> = 30m x 21m

Sabot : 25m<sup>2</sup> = 5m x 5m

Confort en la tête:

Flèche :  $d = 13.6\text{cm} < h/500 = 39\text{cm}$

Accélération :  $\gamma = 0.077\text{m/s}^2 < 2\%g$

## 5. NGN Tower

### Caractéristiques générales

Hauteur: 250 m

Nombre d'étages: 62

Low Rise: 31 étages

High Rise: 21 étages

SHOB : 94536 m<sup>2</sup>

SUBL: 80355 m<sup>2</sup>

Nombre de postes: 6500

Places de parking: 430

La surface du noyau : 200 m<sup>2</sup>

### Calcul de structures

Poids de la tour P= 1321,14 MN

$\tau$  : estimé à 60%

9 poteaux de surface de 1,5 m<sup>2</sup>

### Fondations

Surface du radier 1219 m<sup>2</sup>

Surface d'un sabot 64 m<sup>2</sup>

### Confort en tête de tour

La flèche  $0,167\text{m} < h/500 = 0,5\text{m}$

L'accélération horizontale

$0,094 < 2\% \text{ g} = 0,196$

### Programme architectural

Position : Au croisement de Macquarie street et Bent street

Superficie du site: 4262 m<sup>2</sup>.

Parking: situées à Bent Street et à Philip Lane au niveau R-2 et R-3 au sous-sol

Les zones de restauration (capacité de 3380 couverts/jour)

Rez-de-chaussée (cafétéria et brasseries)

R+1 (kiosques et restauration rapide)

R+2 (restaurant interentreprises)

### Sous-sol

R-1 : zone de cuisine, locaux techniques d'électricité,...

R-2 et R-3 : Parking

2 entrées parking et par un monte charge

Locaux techniques:

5 premiers étages en haut (de 58 à 62 étages)

## Immeuble de grande hauteur à Sydney

### Rapport final

#### E. Choix du PROJET de remplacement

Chacun des étudiants a conçu un poster où il montre toutes les données liées à leur tour. Lors de cette soutenance, nous avons d'abord parlé de la tour Aurora Place, du lieu où elle se trouvait, du programme architectural. Puis chaque étudiant a présenté sa tour avec ses caractéristiques : la hauteur, le nombre d'étages, la position et la forme du noyau, les dimensions de la base, mais aussi le calcul des structures et le programme architectural. A la fin de la soutenance chacun place son esquisse dans la maquette et on voit laquelle s'insère le mieux dans le milieu urbain. Voici un tableau de comparaison :

	Points positifs	Points négatifs
NDN Tower	Deux parties haute et basse avec une limite commune avec le Chifley Tower.	Espace très grand
Green Tower	Forme très pure, lignes droites intéressantes, proche de la tour Aurora Place.	
Aurora Place II	Corrélation avec les autres bâtiments.	La courbe concave n'est pas jolie.
JP's Tower	Forme très intéressante, surface droite très intéressante le long de Phillip Street.	
HMI Tower	Traitement en R+13 (immeuble résidentiel) très intéressant.	Double noyau qui coûte cher.

Les étudiants étaient avec 2 professeurs. Ils avaient donné tous les deux leur avis sur les différentes tours. La tour NGN Tower a été mise à l'écart car elle était trop élancée, ainsi que la HMI Tower qui risquait de tomber sous l'effet des rafales. La tour Aurora Place 2 a été aussi laissée de côté car elle ne s'insérerait pas dans le contexte avec les tours avoisinantes bien qu'elle était intéressante dans d'autres circonstances. Seules restaient les tours Green Tower et JP's Tower. Il fallait choisir entre les deux.

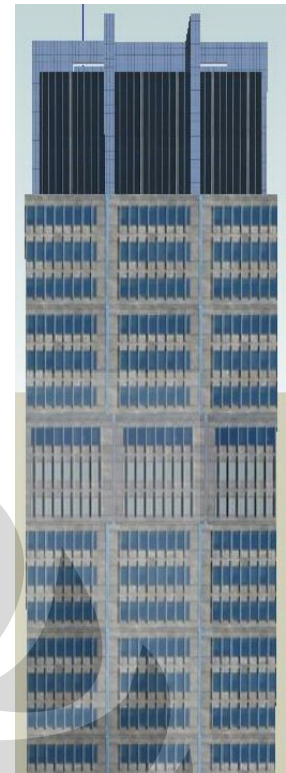
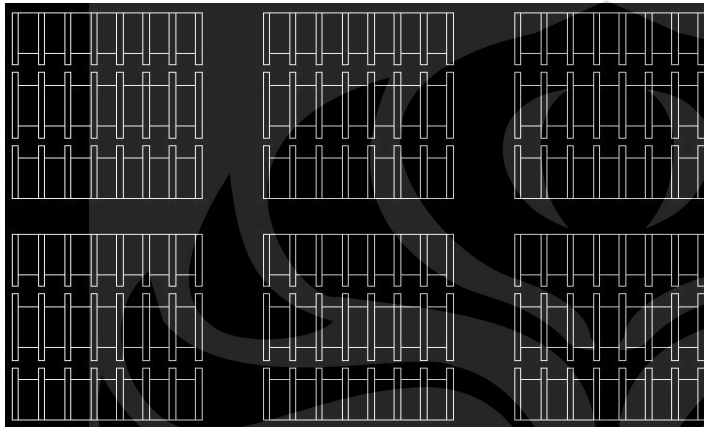
Finalement, nous avons tous choisi la tour de Juan Pablo (JP's Tower) car elle s'insère très bien dans le milieu urbain et possède de belles courbes. La tour de Hamdi (Green Tower) était aussi intéressante mais ses caractéristiques d'utilisation de SHON étaient à revoir.

#### F. Façades

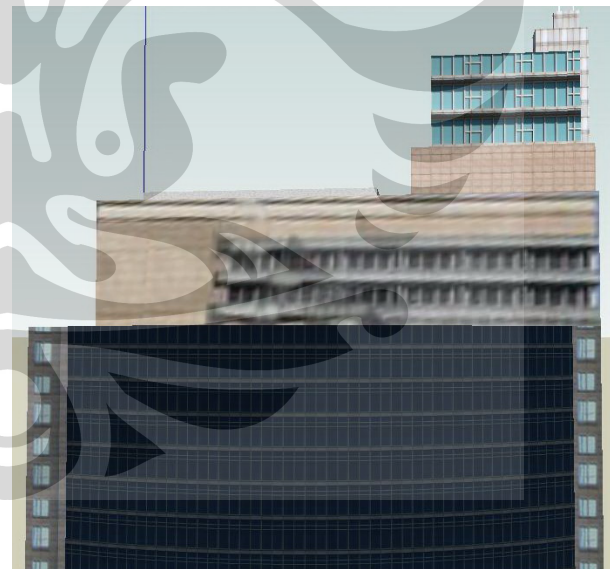
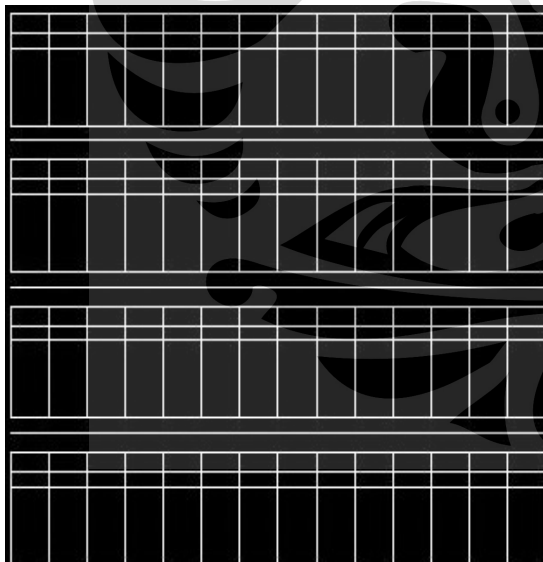
La forme de façade d'un immeuble de grande hauteur joue un rôle important dans son insertion urbaine. En effet en plus des formes architecturales des immeubles le jeu des façades des immeubles définit l'effet skyline d'un milieu urbain tel que celui de Sydney. Pour insérer l'IGH choisi à l'issue de la soutenance esquisses dans son contexte urbain, nous avons essayé d'abord de modéliser la forme des façades situées dans le voisinage d'Aurora Place (Chifley tower et Governor Philip Tower). Pour la modélisation, nous utilisons le logiciel AUTOCAD.

Voici les résultats de la modélisation des façades des immeubles autour de la tour P036 :

- Chifley Tower



- Governor Philip Tower

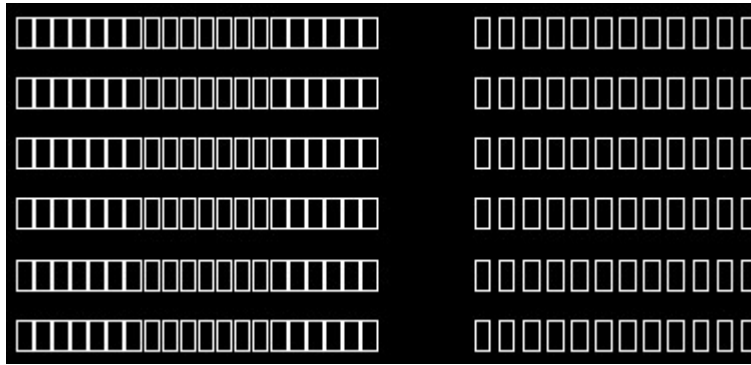


Ensuite, pour la façade de la tour P036, chacun de nous a proposé une forme que nous avons modélisée avec la même démarche. Enfin, nous avons choisit celle qui nous pensons la mieux adaptée à l'entourage de la tour.

1<sup>ère</sup> proposition :

Immeuble de grande hauteur à Sydney  
Rapport final

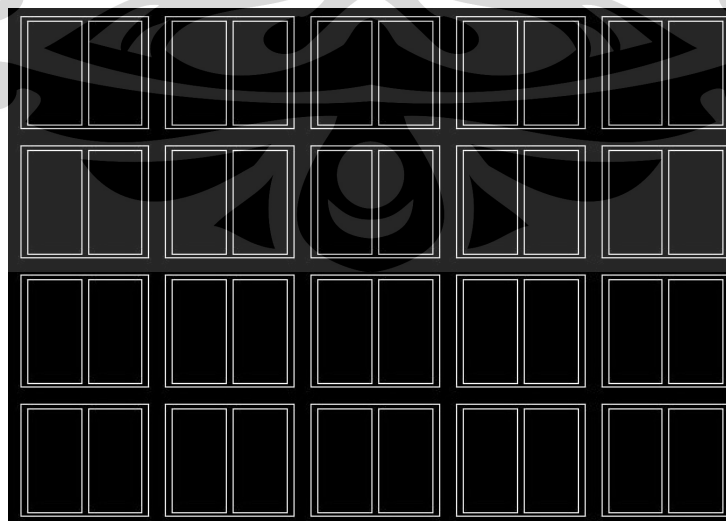
---



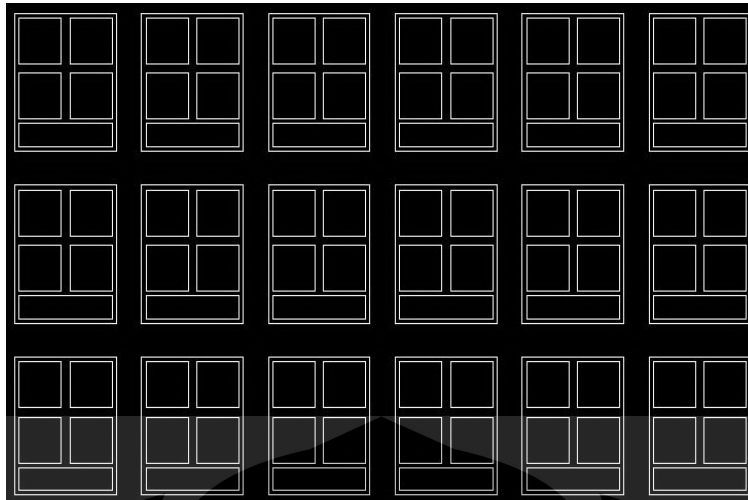
2<sup>ème</sup> proposition :



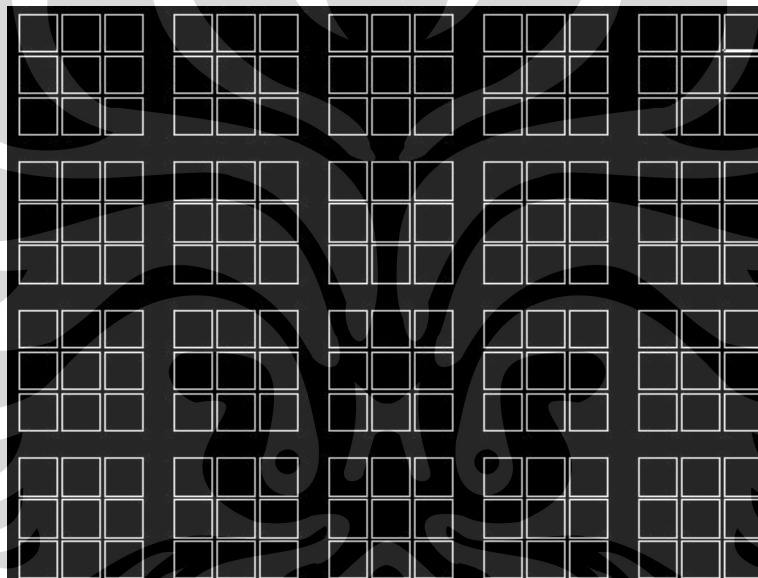
3<sup>ème</sup> proposition :



4<sup>ème</sup> proposition :



5<sup>ème</sup> proposition :



Après comparaison des 5 propositions, nous avons choisi la 2<sup>ème</sup> proposition. Cette décision a été prise en fonction de la forme des façades de l'entourage. La forme de la 2<sup>ème</sup> proposition a été jugée la plus proche de la façade du Chifley Tower et celle du Governor Philip Tower.

## **VI. ETUDE DE LA TOUR P036**

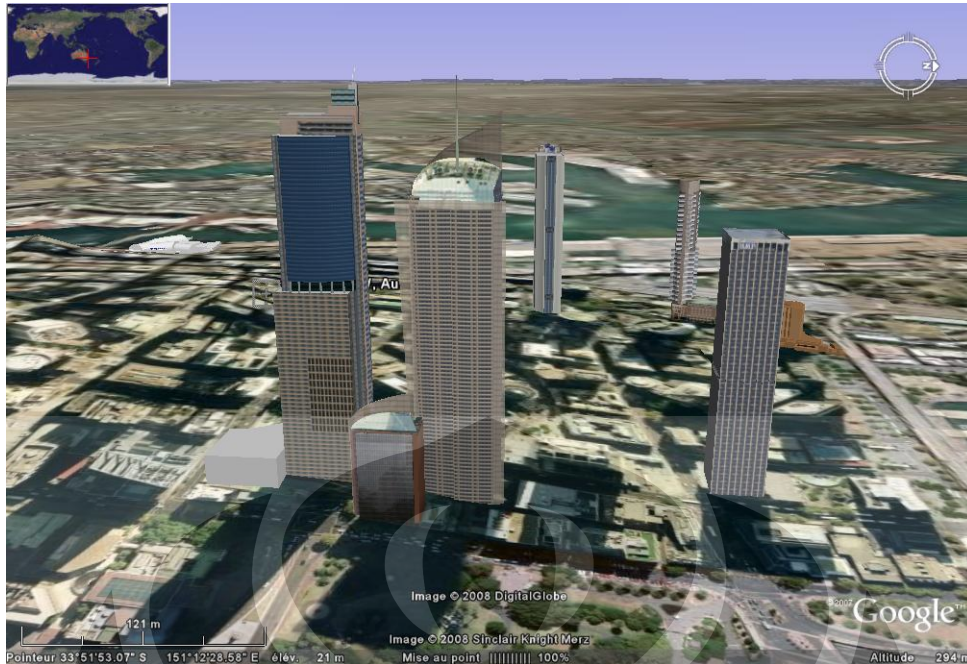
### **A. Programme architectural**

#### **Introduction**

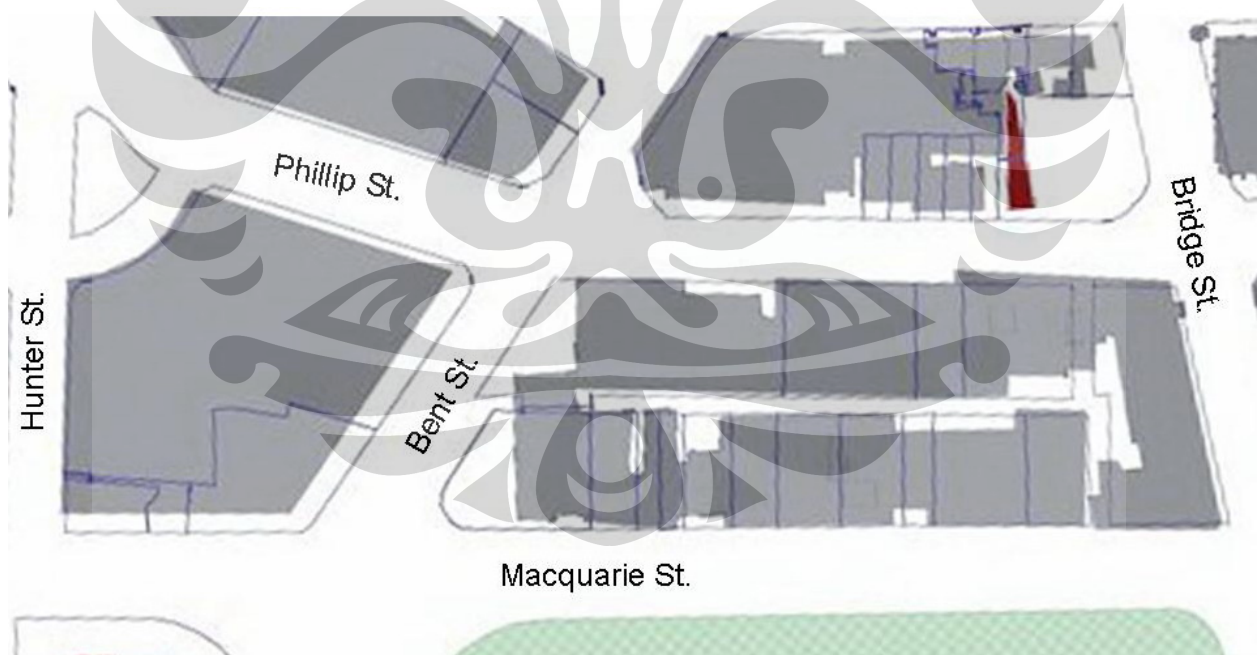
La tour P036 est un projet de remplacement d'une tour du quartier financier de Sydney et qui est l'Aurora Tower, tour conçue par l'architecte Renzo Piano.

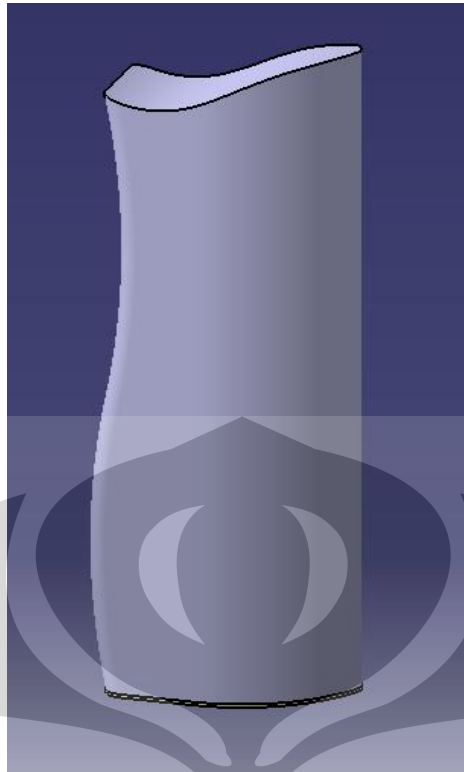


## Immeuble de grande hauteur à Sydney Rapport final



La tour P036 est la gagnante d'un concours d'architecture qui a opposé 5 propositions de projet d'IGH, réalisées par les élèves du groupe projet 9036. Elle se situera donc dans le même site que celui de l'Aurora place. Donc, au croisement de Macquarie et Bent Street avec une superficie de 4262 m<sup>2</sup>.





La tour s'élève à 195m et comporte 49 étages en superstructures et 6 niveaux de sous-sols. La tour est destinée à un usage de bureaux, elle abrite environ 5300 postes de travail avec une moyenne de 12,9 m<sup>2</sup> de SHON par personne.

## 1. Principales Caractéristiques du Projet

Hauteur = 195m

Hauteur du dernier étage = 183,26m

Nombre d'étages en superstructures = 49 (hauteur dalle à dalle = 3,74m)

Nombre d'étages techniques = 3

SHOB = 76890m<sup>2</sup>

SHON = 68350m<sup>2</sup>

SHON/SHOB = 88,9%

SUBL = 52800m<sup>2</sup>

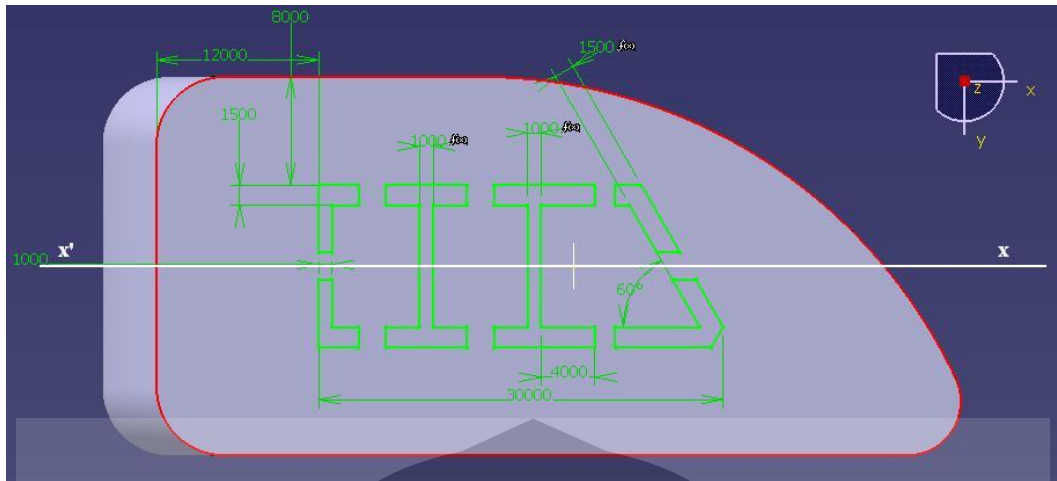
SUBL/SHOB = 68,6%

Nombre de niveaux de sous-sol = 6 (hauteur dalle à dalle = 3,06m)

## 2. Organisation du Noyau

Le rapport entre la surface de noyau et la surface d'étage représente 22,8%.

## Immeuble de grande hauteur à Sydney Rapport final



Le noyau a une forme de trapèze de longueur 30m et 24m puis une largeur de 12m et se constitue de six voiles en béton. A l'intérieur du noyau, il y aura des ascenseurs, des toilettes, des escaliers et évidemment des monte-charge (l'aménagement des étages donc du noyau est dans la présentation d'une coupe d'un étage courant).

La tour est divisée en deux parties :

- Low Rise (LR) : de RDC au 25<sup>ème</sup> étage
- High Rise (HR) : du 26<sup>ème</sup> étage au 49<sup>ème</sup> étage

Elle est aussi équipée de 12 ascenseurs et 1 monte charge :

6 ascenseurs pour LR

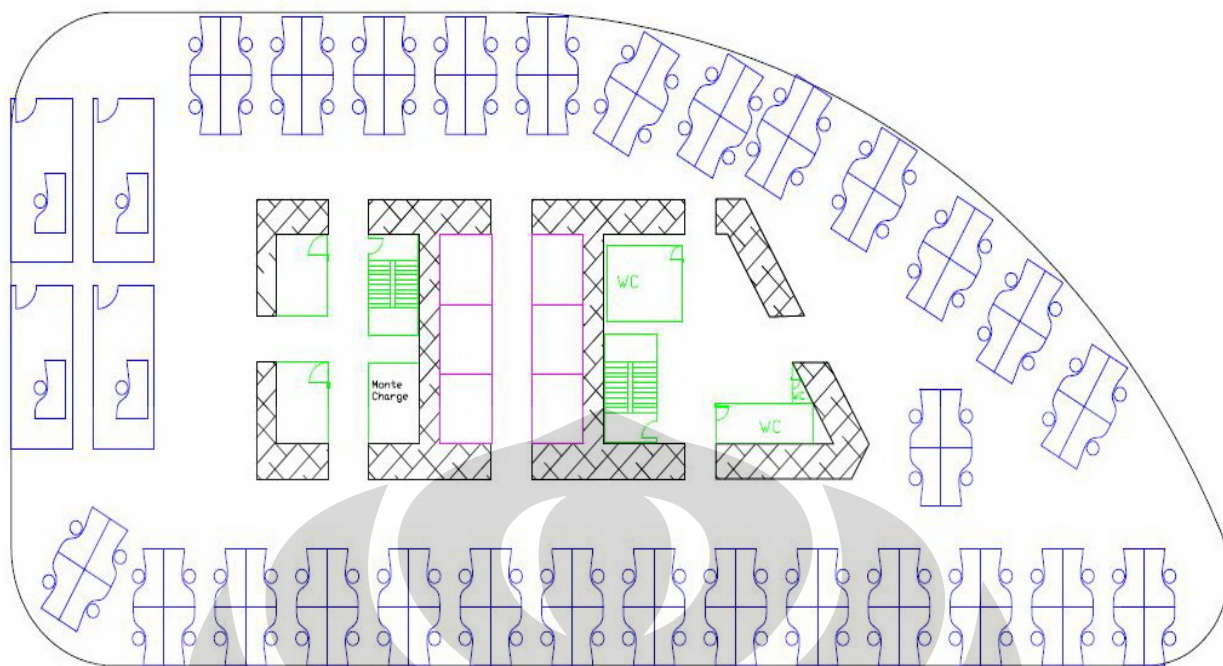
- 1 ascenseur express montant de RDC direct jusqu'au 12<sup>ème</sup> et 25<sup>ème</sup> étage
- 1 ascenseurs desservant de RDC jusqu'au 5<sup>ème</sup> étage
- 1 ascenseurs desservant de RDC jusqu'au 10<sup>ème</sup> étage
- 1 ascenseurs desservant de RDC jusqu'au 15<sup>ème</sup> étage
- 1 ascenseurs desservant de RDC jusqu'au 20<sup>ème</sup> étage
- 1 ascenseurs desservant de RDC jusqu'au 25<sup>ème</sup> étage

6 ascenseurs pour HR

- 1 ascenseur express montant direct de 25<sup>ème</sup> étage jusqu'aux 37<sup>ème</sup> et 49<sup>ème</sup> étage
- 1 ascenseurs desservant de 25<sup>ème</sup> jusqu'au 30 étage
- 1 ascenseurs desservant de 25<sup>ème</sup> jusqu'au 35 étage
- 1 ascenseurs desservant de 25<sup>ème</sup> jusqu'au 40 étage
- 1 ascenseurs desservant de 25<sup>ème</sup> jusqu'au 45 étage
- 1 ascenseurs desservant de 25<sup>ème</sup> jusqu'au 49 étage

1 monte charge montant de RDC jusqu'au 49<sup>ème</sup> étage.

Parmi les 49 étages, 3 de ces étages sont des étages techniques (3<sup>ème</sup>, 25<sup>ème</sup> et 49<sup>ème</sup> étage) et 2 premiers étages sont des étages accueils.



Coupe d'étage courant

La coupe ci-dessus montre l'aménagement du noyau avec le positionnement des batteries d'ascenseurs (en violet), des escaliers, du monte charge et des toilettes.

### 3. Organisation Générale de l'Immeuble

#### a. Hall d'entrée et accès aux étages

Comme l'Aurora Place, l'entrée principale de l'immeuble se situera au niveau de croisement entre Bent Street et Philip Lane. Comme indiqué précédemment, les deux premiers étages sont consacrés aux étages d'accueils. Ils comportent donc le hall d'entrée, les banques d'accueil et l'accès aux ascenseurs.

#### b. Espaces de restauration

Les zones de restauration sont réparties entre le rez-de-chaussée (cafétéria et kiosques), le R+1 (brasseries et restauration rapide) et le R+2 (restaurant interentreprises) pour une capacité de 2800 couverts/jour.

#### c. Les étages de bureaux

Les bureaux occupent tous les étages à partir du 3<sup>ème</sup>, mis à part les 15<sup>ème</sup>, 33<sup>ème</sup> et 49<sup>ème</sup> étages qui sont des étages techniques. La tour abrite des salles de conférences situées aux niveaux 4 et 5, et des salles de marché situées aux niveaux 20 et 21. Les niveaux 48 et 49 sont destinés aux bureaux de la direction et abrite un restaurant de haut standing. Au niveau des dimensions :

La hauteur brute d'un étage (dalle à dalle) est de 3,74 m

La hauteur nette d'un étage est à 2,84 m (en enlevant le faux plancher de 0,1 m, le faux

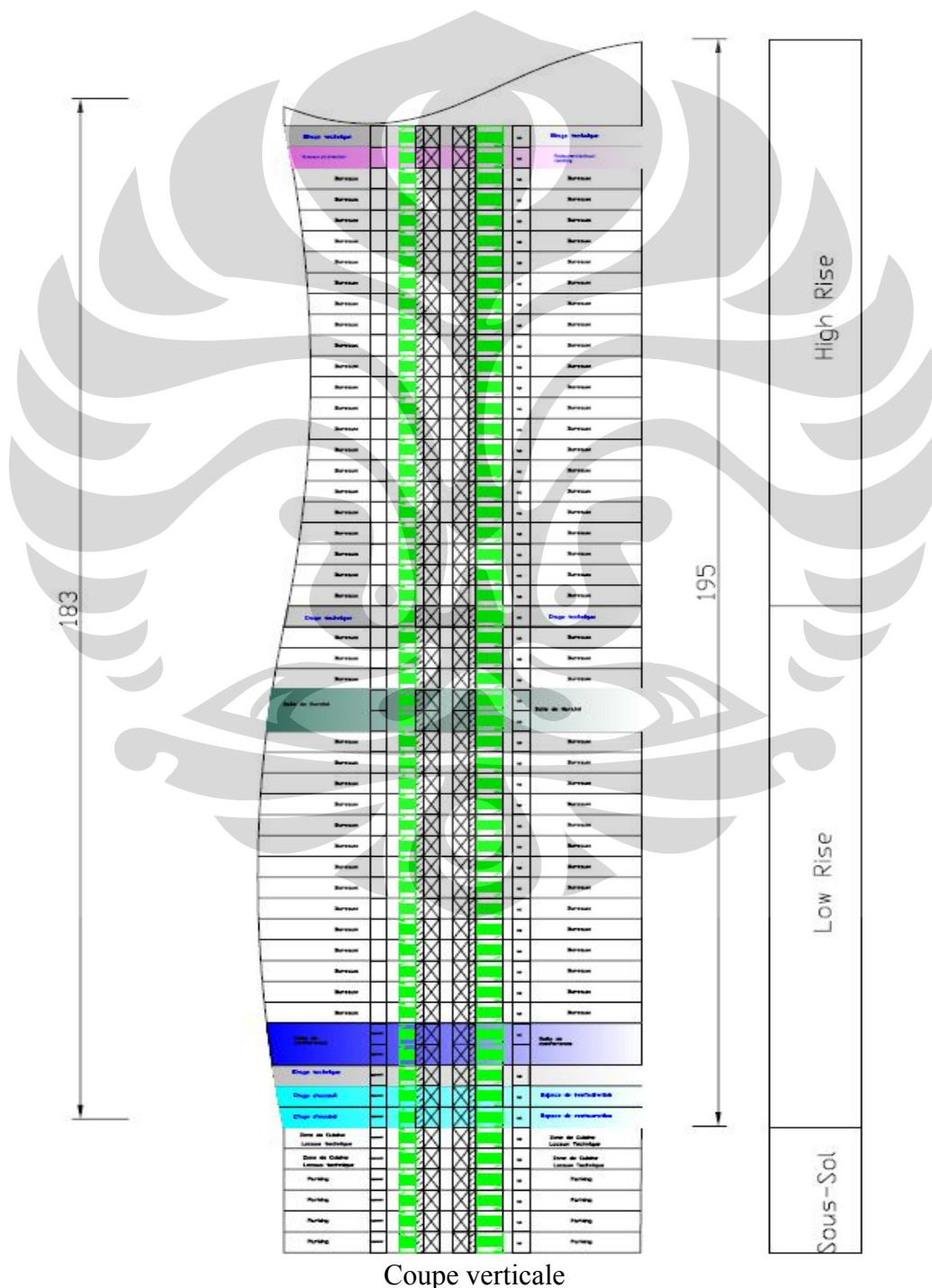


plafond de 0,5 m et la dalle de 0,3 m).

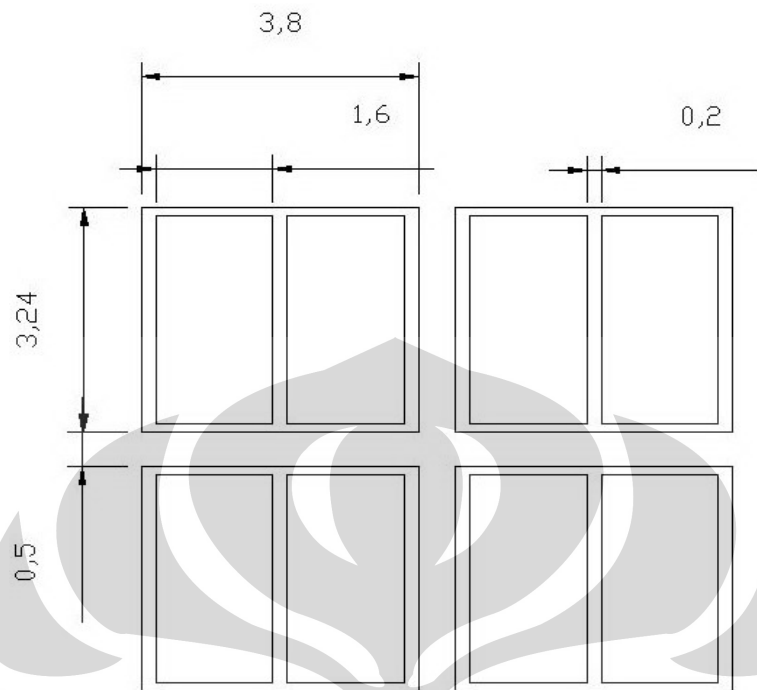
Les espaces destinés aux bureaux s'étalent autour de noyau.

d. Les niveaux de sous-sol

Dans l'emprise de la tour, les niveaux R-1 et R-2 comportent une zone de cuisine, un espace fitness, des locaux techniques d'électricité et donnent accès aux archives. Les niveaux R-3 jusqu'au R-6 sont organisés en demi-niveaux et sont dédiés aux parkings pour une capacité de 244 places. Pour l'accès et le déplacement d'un étage à un autre, les niveaux de sous-sol sont desservis par des ascenseurs, des monte-charges et des entrées-sorties.



## 4. Façade

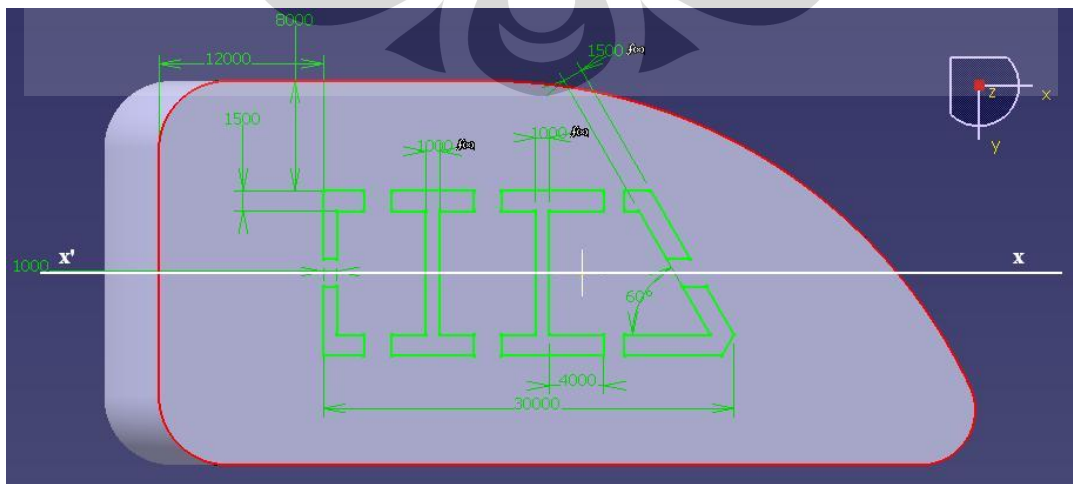


Forme et dimensionnement de la façade

### B. Calcul de structure

#### 1. Noyau

Hauteur noyau = 201,62m  
Largeur moyenne = 12m  
Longueur moyenne = 27m  
Surface noyau = 324m<sup>2</sup>  
SHOB étage = 1424m<sup>2</sup>  
Surface noyau / surface étage = 22,75%  
Surface bétonnée = 102m<sup>2</sup>  
Surface bétonnée/Surface noyau = 31,3%





### Calcul de l'inertie du noyau (par rapport à l'axe x'x)

On calcule tout d'abord pour chaque voile, grâce à CATIA, la surface, les coordonnées du centre de gravité et l'inertie par rapport à l'axe parallèle à x'x et passant par le centre de gravité du voile. L'inertie du noyau est obtenue en sommant les inerties de chaque voile calculé par rapport à l'axe x'x notée  $I_{Ox}$ .  $I_{Ox}$  est donné par la formule  $I_{Ox} = I_{OxG} + S \times G_y^2$  avec  $I_{OxG}$  l'inertie par rapport à l'axe parallèle à x'x et passant par le centre de gravité du voile, S la surface du voile et  $G_y$  la distance entre le centre de gravité et l'axe x'x.

Inertie du noyau = 2140 m<sup>4</sup>

Le poids du béton constituant les voiles est égal à 512MN.

(1MN ≈ 100 tonnes)

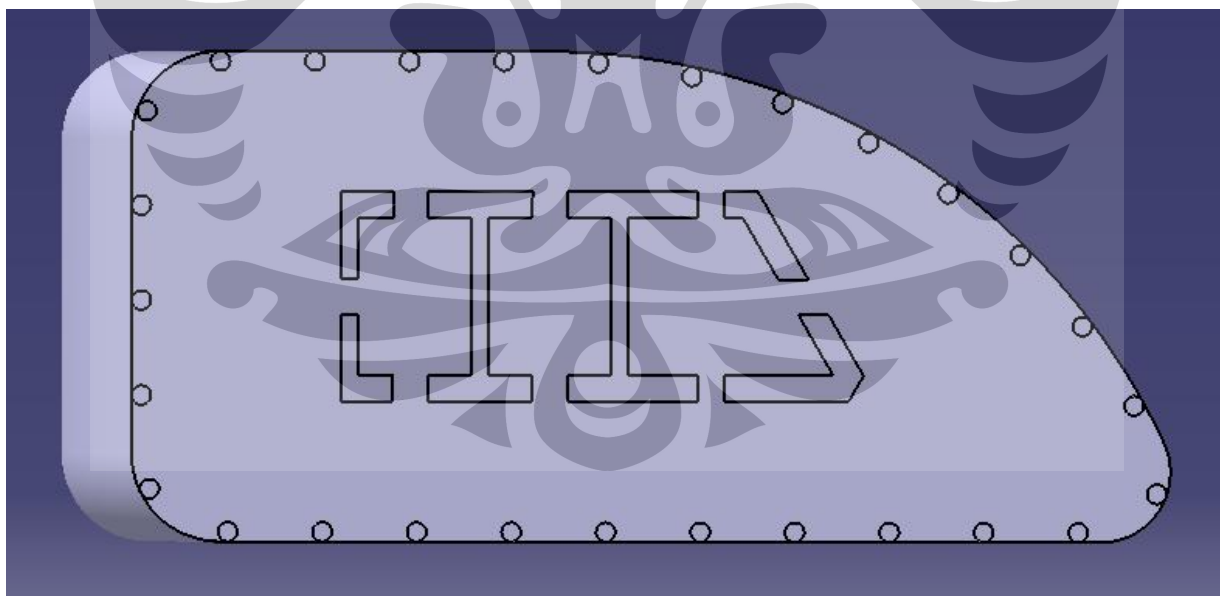
### Calcul de l'élançement de la tour

L'élançement de la tour est égal à la largeur moyenne du noyau sur l'hauteur de la tour. Il est égal à 6,5%. On vérifie que l'élançement est compris entre 5% et 10%, ce qui assure une bonne rigidité de la tour.

## 2. Poteaux

Nombre de poteaux = 28 (poteaux circulaires)

Diamètre d'un poteau = 1,2m



### Calcul de l'inertie des poteaux

L'inertie d'un cercle par rapport à un axe passant par son centre est égale à  $I_{OxG} = \frac{\pi \times R^4}{4}$  avec R le rayon. On procède ensuite de la même manière que pour le noyau

pour obtenir l'inertie des poteaux.

Inertie des poteaux =  $4035m^4$

Le poids des poteaux est égal à 160 MN

### 3. Descente des charges verticales

#### a. Reprise par le noyau

Le noyau supporte son propre poids, c'est-à-dire le poids du béton qui constitue les voiles, en plus d'un pourcentage des charges verticales égal à 70%. En appliquant une charge surfacique de 4 MPa pour le plancher, 7,5MPa pour la partie non bétonnée du noyau, 2,5 MPa pour les équipements des bureaux et 4 MPa pour les parkings, on obtient une charge permanente de 1300 MN (après multiplication par un coefficient de sécurité égal à 1,35) et une charge d'exploitation de 253 MN.

(1 MPa = 1 MN/m<sup>2</sup> ≈ 100 tonnes / m<sup>2</sup>)

Le poids arrivant sur le noyau est égal à 1140 MN.

En divisant par la surface bétonnée du noyau, on trouve la contrainte maximale au niveau du béton des voiles. Elle est égale à 11,3 MPa, ce qui est inférieur à 15 MPa, la contrainte maximale admissible du béton utilisé (B60).

#### b. Reprise par les poteaux

Les poteaux supportent leur propre poids, c'est-à-dire le poids du béton qui constitue les poteaux, en plus d'un pourcentage des charges verticales égal à 30%. Le poids  $P_{\text{poteau}}$  arrivant sur un poteau est égal à 11,2 MN.

On considère une charge surfacique due au vent  $p_{\text{vent}}$  de 2 kPa.

Ce moment de flexion vaut  $M = \frac{1,5 \times p_{\text{vent}} \times L \times h^2}{2}$  où 1,5 est un coefficient de

sécurité, L la distance entre 2 poteaux (on choisit deux poteaux situés sur la façade exposée au vent tel que la distance entre ces 2 poteaux soit maximale) et h la hauteur de la tour.

Cette charge induit un moment de flexion qui se répartie en un effort de traction au pied de la façade exposée au vent, et en un effort de compression sur l'autre façade.

La contrainte maximale arrivant sur un poteau est égale à  $(\frac{M}{L} + P_{\text{poteau}}) / S$  avec L'

la distance entre la façade opposée au vent et l'autre façade et S la surface d'un poteau. Cette contrainte est égale à 18,9MPa, ce qui est inférieur à 30MPa, la contrainte maximale admissible du béton utilisé (B800).

### 4. Fondations

Le noyau est supporté par un radier rectangulaire (35m\*15m), de 2,5m de hauteur. La contrainte maximale admissible du sol est (d'après un rapport technique de la tour Aurora Place) évaluée à 3 MPa (sol rocheux).

La contrainte au niveau du radier vaut  $\frac{P_{\text{noyau}}}{B_{\text{Radier}} \times L_{\text{Radier}}} + \gamma_{\text{Béton}} \times D_{\text{Radier}}$  où  $P_{\text{noyau}}$  est le poids arrivant sur le noyau,  $B_{\text{Radier}}$  la largeur du radier,  $L_{\text{Radier}}$  la longueur du radier,  $\gamma_{\text{béton}}$  le poids volumique du béton et  $D_{\text{Radier}}$  la hauteur du radier. La contrainte est égale à 2,23 MPa. Elle est inférieure à 3 MPa.

Chaque poteau est supporté par un sabot de base carré (côté 3m) et de hauteur (2,5m).

La contrainte maximale au niveau des sabots vaut  $\frac{\sigma_{\text{Poteau}} \times S_{\text{Poteau}}}{B_{\text{Sabot}} \times L_{\text{Sabot}}} + \gamma_{\text{Béton}} \times D_{\text{Sabot}}$  où  $\sigma_{\text{Poteau}}$  est la contrainte maximale au niveau d'un poteau,  $B_{\text{Sabot}}$  la largeur du radier,  $L_{\text{Sabot}}$  la longueur du radier,  $\gamma_{\text{béton}}$  le poids volumique du béton et  $D_{\text{Sabot}}$  la hauteur du radier. La contrainte est égale à 2,44 MPa. Elle est inférieure à 3 MPa.

## 5. Contreventement

La flèche due au vent vaut  $d = \frac{F_v \cdot h^4}{8 \cdot E \cdot I}$  où  $F_v$  est la charge linéique due au vent, égale à la charge surfacique due au vent multipliée par la largeur de la surface exposée au vent,  $h$  la hauteur de la tour,  $E$  le module de Young du béton et  $I$  l'inertie des voiles constituant le noyau et des poteaux. La flèche est égale 15cm. Elle est inférieure à la valeur maximale de 36,7cm qui correspond à  $h/500$ .

L'accélération en tête de la tour vaut  $a = d \times w^2$  où  $w$  est la pulsation des oscillations due au vent.  $w$  est égale à  $\frac{2\pi}{T}$  avec  $T$  la période des oscillations. On considère des rafales d'une période égale à 8s. L'accélération est égale à 0,092 m/s<sup>2</sup>. Elle est inférieure à la valeur maximale de 2%g=0,196m/s<sup>2</sup>.

## 6. Analyse modale de la structure

Nous nous sommes aussi intéressés à l'analyse modale de notre bâtiment. Cette étude a été faite sous CATIA. Nous avons principalement étudié les modes propres de vibration du noyau.

Tout d'abord, nous avons conçu la structure du bâtiment. Nous avons donc modélisé sous CATIA les objets suivants :

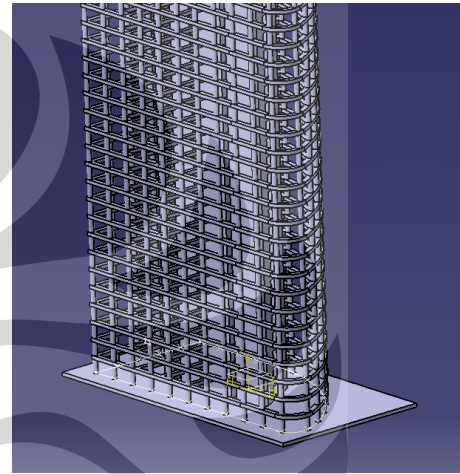
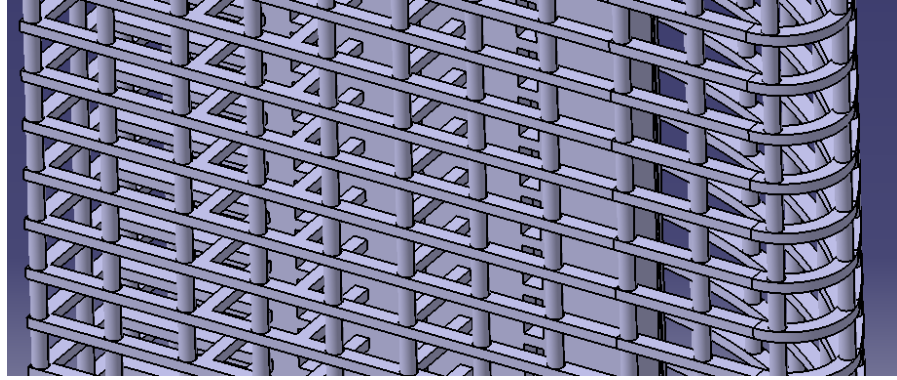
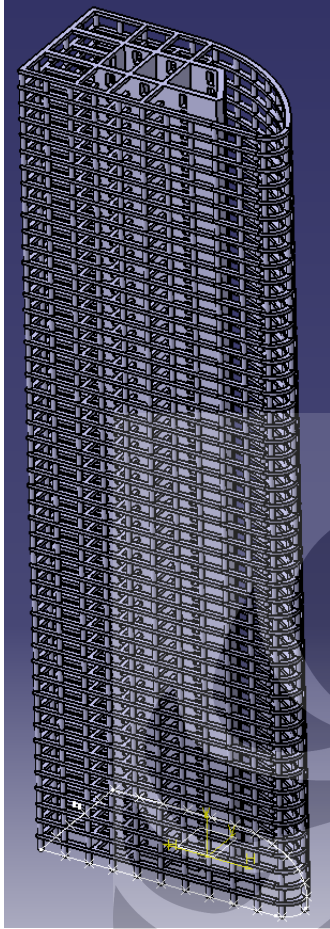
- Le noyau,
- Les poteaux,
- Les poutres reliant les poteaux,
- Les poutres reliant le noyau aux poteaux.

Ils sont tous en béton.

Voici des images de la structure (ou du squelette) ainsi construite :

## Immeuble de grande hauteur à Sydney Rapport final

---



Par après, nous sommes allés dans le menu « Analyse & Simulation » dans « Generative Structural Analysis » et nous avons calculé les modes propres du bâtiment (utilisation de la méthode des éléments finis).

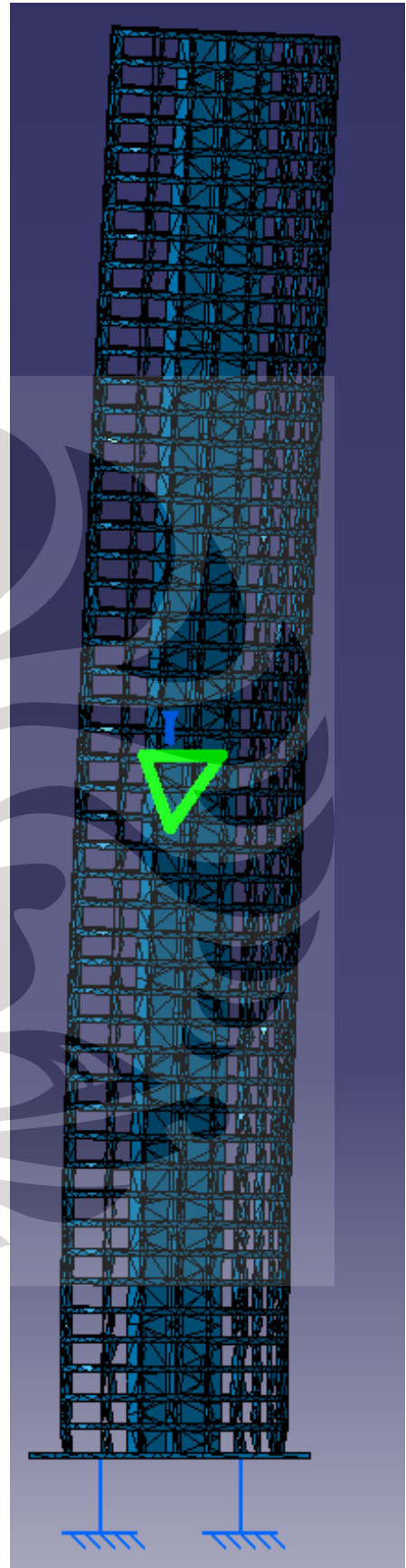
Le premier mode propre est celui qui fait déplacer la tour sur sa largeur.

CATIA nous donne sa fréquence :  
 $\nu_1 = 0,3 \text{ Hz}$

Ce qui nous donne une pulsation de :  
 $\omega_1 = 2 \text{ rad/s}$

Donc, si dans l'environnement de la tour, il y a un vent qui souffle toutes les 3 sec sur la face de la tour, il entre en résonance avec la tour.

Voici une image du premier mode : c'est une vue verticale de la tour (une vue sur la face de la tour donne une représentation sur toute sa longueur) :

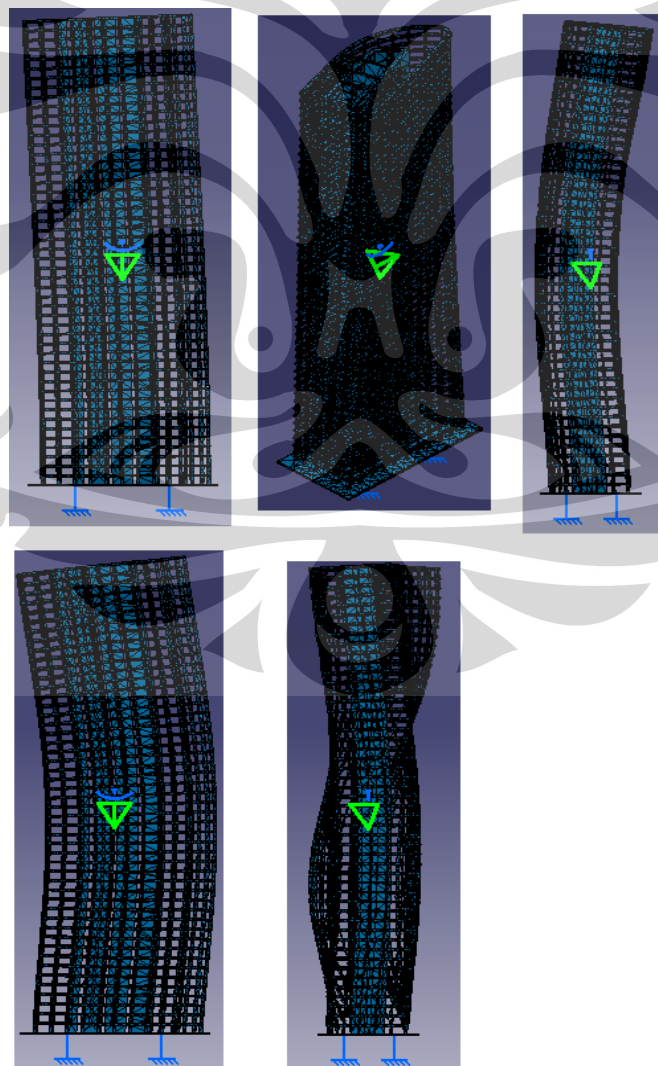


## Immeuble de grande hauteur à Sydney Rapport final

Les autres modes sont de plus haute énergie. Voici une liste faite sous CATIA des fréquences des 10 premiers modes de la tour :

Nombre de modes	Fréquences (Hz)
1	0,295188
2	0,483683
3	1,14031
4	1,55449
5	2,2796
6	2,73079
7	3,17137
8	3,2728
9	3,74526
10	3,89105

Le deuxième mode est la vibration de la tour qui la fait déplacer sur sa longueur. Elle vibre deux fois plus vite que la première. D'autres modes de vibration existent : nous avons des torsions de la tour, des compressions mais celles-ci demandent beaucoup d'énergie et des sollicitations plus difficiles à réaliser.





## **VII. CONDUITE DU PROJET**

### **A. Les méthodes utilisées**

Au vu de la taille du groupe, il était primordial de désigner dès le début une personne pour assumer le rôle de chef de projet. Cette fonction a été prise par Hamdi Hentati. Le travail du chef de projet a été tout d'abord de faire le lien, de servir d'interface, entre l'encadrant et l'équipe projet. Mais il a aussi coordonné le travail des différents membres de l'équipe en déléguant les différentes tâches à effectuer. Un autre volet de son travail a été de superviser et de coordonner la rédaction des documents pédagogiques, notamment le WBS, le planning, la fiche de risque et la fiche de ressources. Enfin, une part non négligeable de son rôle a été la gestion au coup par coup de l'équipe, du travail, des retards...

La taille de l'équipe ne facilite pas la gestion du temps. En effet, les réunions hors des créneaux prévus aux ateliers projets sont difficiles à organiser. Ces ateliers projets ont été donc pleinement exploités.

Concernant la communication, et pour faciliter l'échange, nous avons créé en début d'année une mailing list qui compte actuellement plus de 600 messages envoyés.

Enfin et pour s'assurer de garder une trace des échanges effectués lors des réunions, des comptes rendus. On en compte actuellement 10.

### **B. Les problèmes rencontrés**

Les problèmes rencontrés lors du lancement du projet concernaient principalement la compréhension des objectifs et des enjeux. Cette difficulté a entraîné une longue période de mise en route. Ce problème a engendré des malentendus dans la suite du projet. L'étude à distance n'a pas été considérée par les élèves lors du lancement du projet comme objectif principal alors qu'il s'agit d'un enjeu primordial du projet. Un autre malentendu est apparu lors de la réalisation de la maquette et des esquisses. Les élèves et l'encadrant ont envisagé des échelles différentes à cause de deux approches différentes sur l'utilité de la maquette.

Lors du démarrage du projet les problèmes concernaient essentiellement l'utilisation des logiciels à savoir CATIA et AutoCAD. Pour se familiariser avec CATIA, les élèves ont suivi des séances de formation de M. Pascal Morenton de l'école Centrale. Concernant AutoCAD, l'utilisation de ce logiciel a été confiée à Sendi Aditya Putra et à Ngoc-Do Nguyen qui possédaient des connaissances de base sur le mode d'emploi d'AutoCAD.

Mais le principal problème que nous avons rencontré était la non-obtention de certains documents nécessaires au bon déroulement de ce projet. Ces documents sont le programme architectural de la tour Aurora Place et le plan de masse du voisinage de la tour. Les principales raisons de cet échec sont les suivantes : nous avons probablement sous-estimé la procédure d'obtention de ces documents, les demandes envoyées sont exigeantes et les personnes contactées ne sont pas nécessairement concernées par le projet. Mais la raison principale de cet échec est sans doute la distance et la difficulté de trouver des contacts susceptibles de nous aider.

Enfin la difficulté qui a accompagné la fin du projet était le temps consacré à la rédaction du rapport final. En effet le planning initial n'a pas été respecté en raison du retard

# Immeuble de grande hauteur à Sydney

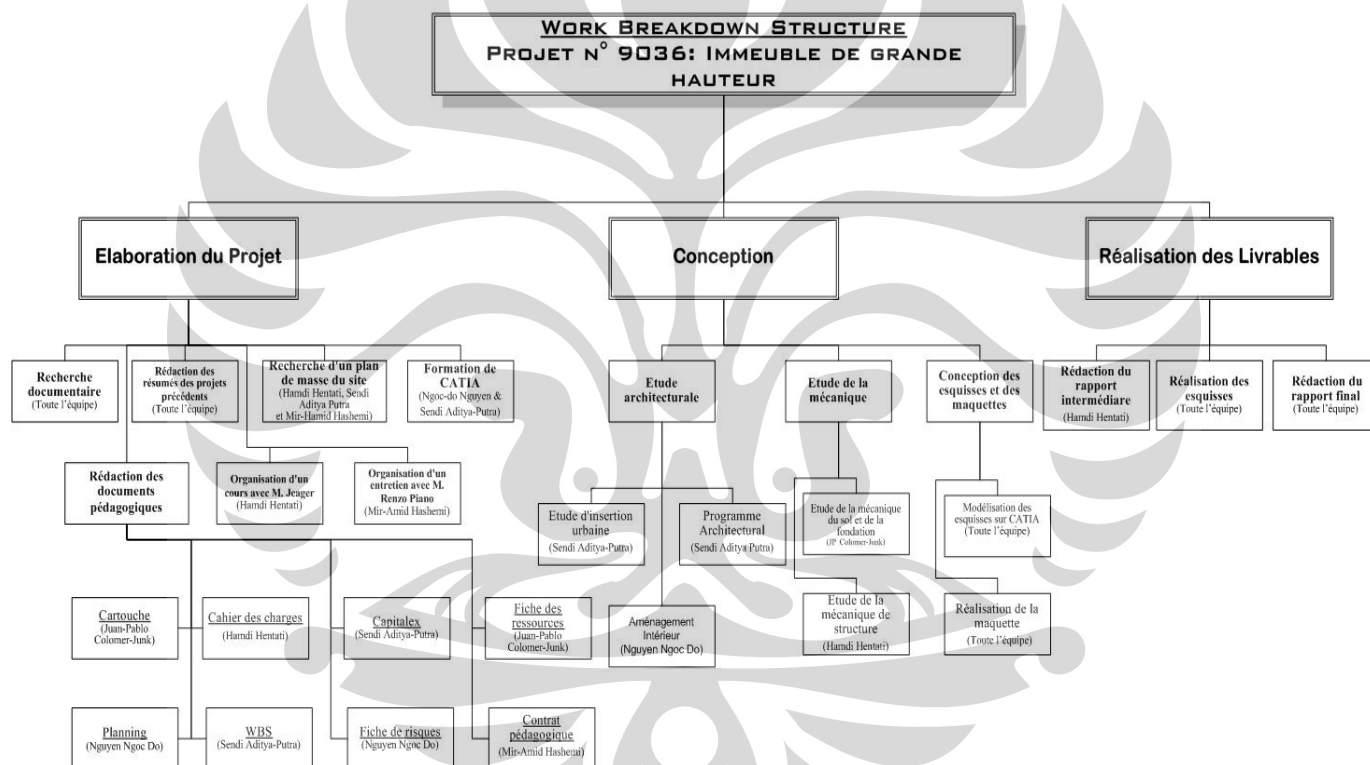
## Rapport final

de la phase de réalisation des esquisses qui s'est clôturée par la soutenance esquisses. Face à ce retard des ateliers supplémentaires ont eu lieu et ont permis de finir la rédaction du rapport final.

### C. Le respect du WBS

Lors du lancement du projet, un Work Breakdown Structure a été établi. La rédaction de ce WBS avait plus pour but de décomposer le travail à faire en fonction des objectifs, des livrables et des principales phases du projet. Pour chaque tâche un responsable a été nommé de façon à obtenir une répartition équilibrée du travail.

La décomposition du travail a été respectée tout au long de l'année, mais plusieurs responsabilités ont changé en fonction des compétences et des connaissances des élèves. Ceci a sans doute créé des différences dans les volumes de travail confié aux élèves, mais a aussi amélioré l'efficacité.



### D. Le respect du Planning

Il y eu quelques décalages en comparaison avec le planning initial établi au début de l'année. Les principaux décalages sont les suivants :

La soutenance d'esquisse a été décalée au 1er avril au lieu du 18 mars comme prévu. Nous n'avons pas bien estimé le temps nécessaire pour finir la maquette et les posters d'esquisses. Ce retard a affecté le planning du travail qui a suivi la soutenance. Nous avons donc du accélérer pour finir les documents nécessaires à la rédaction du rapport du projet de la tour choisie P036 : programme architectural, plan d'étage courant, calculs de structure...

Des éléments supplémentaires à étudier se sont imposés au cours du projet tel que l'analyse modale de la structure. Cette étude, par exemple, nécessite beaucoup de temps.

La réalisation de la maquette avec AutoCAD a été remplacée par la réalisation d'une maquette à échelle réduite.

Le temps dédiés à quelques tâches a été soit sous-estimé soit surestimé. C'est l'exemple de la conception des esquisses avec CATIA qui a été prévue en deux ateliers et a finalement nécessité plus de temps.

#### E. Le suivi des risques

Nous avons établi lors du lancement du projet une fiche de risques, recensant les risques prévisibles, leur probabilité d'occurrence, leur gravité ainsi qu'un plan de réponse à ces risques. Cette fiche de risque est présentée en annexe D.

Finalement, beaucoup des risques prévus se sont produits. Les plus importants sont :

- Ne pas obtenir le cahier de charge de la tour Aurora Place et le plan de masse de son voisinage,
- Ne pas respecter le planning initial,
- Ne pas réussir à contacter des professionnels.

Face à ces risques, nous avons réagi soit comme nous l'avons prévu initialement dans la fiche de risques soit en fonction des solutions qui se sont présentées au fur et à mesure de l'avancement du projet. Concernant le cahier des charges de la tour Aurora Place, nous avons grâce à la documentation dont un rapport technique sur la tour rédigé par un ingénieur structure chez Bovis Lend Lease (maître d'œuvre du projet Aurora Place) réussi à estimer le programme architectural. La recherche du plan de masse a été très difficile. Face à cette difficulté dont les raisons ont été expliquées dans le paragraphe -C. Les problèmes rencontrés-, nous avons multiplié les demandes et les personnes contactées. Nous avons aussi essayé de contacté des personnes du domaine de l'architecture de la ville de Sydney via un forum de discussion. Ces tentatives n'ont pas abouti. Mais nous avons fini par nous procurer un plan de masse "simple" grâce à un jeune architecte. La réponse face au non respect des délais était d'organiser des ateliers supplémentaires. Enfin, face à l'échec de rencontrer des professionnels, en l'occurrence M. Jean Marc Jaeger, nous avons utilisé les documents disponibles sur le site <http://www.projets.free.fr/>, dans le centre de documentation ou dans des sites spécialisés tel que <http://www.techniques-ingenieur.fr/>.

#### F. Les compétences acquises

Le projet a présenté différents enjeux notamment en termes d'organisation du travail en groupe et de communication. Dans cette perspective, nous avons réussi à créer un système de partage du travail et de communication interne, en développant ainsi une efficacité lors de la prise de décision.

Lors du lancement, nous avons découvert des points élémentaires sur le management de projet: WBS, Capitalex, fiche des risques... Après avoir fait une recherche documentaire, nous avons approfondi nos connaissances en architecture en général, et en IGH en particulier. Ces connaissances concernent l'effet skyline, l'insertion urbaine, les façades, l'aménagement

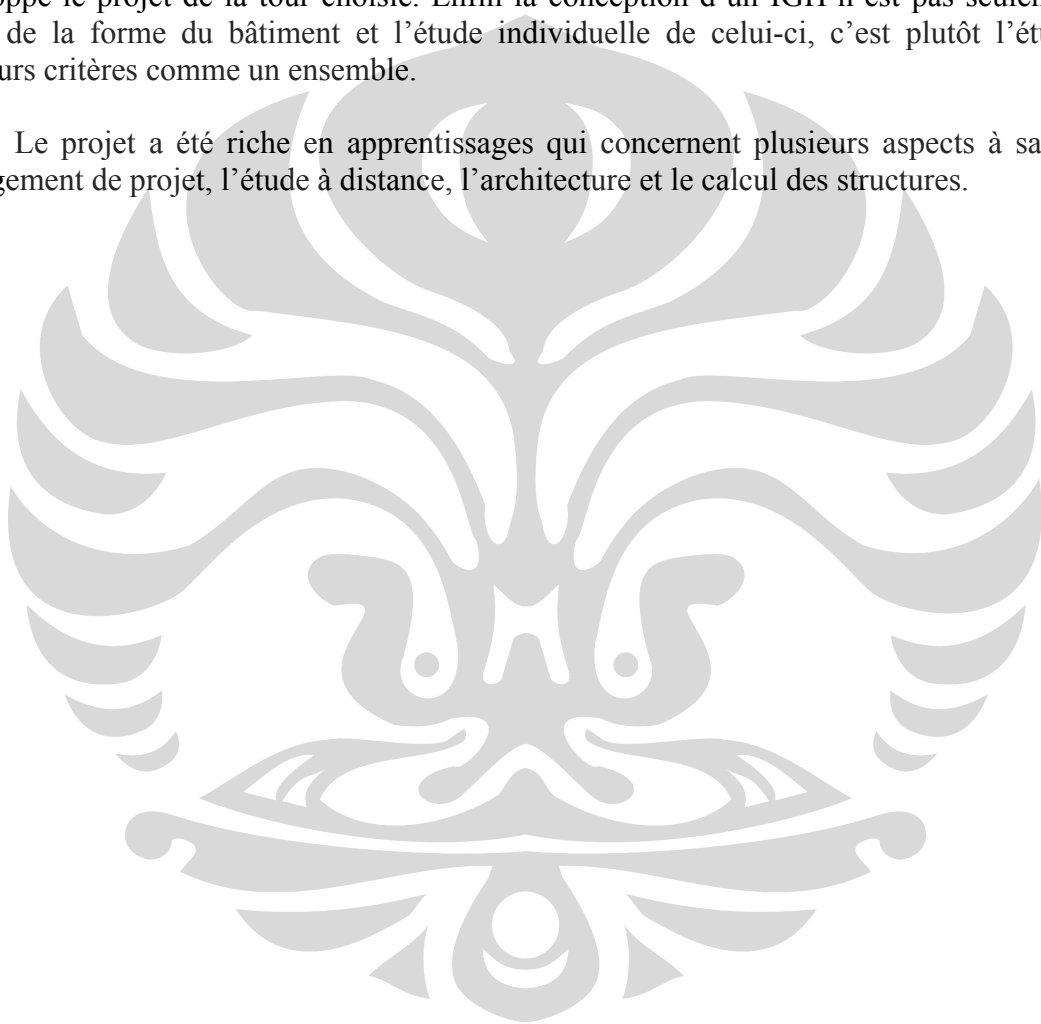
intérieur... Ensuite, nous avons développé des compétences en conception d'IGH, en dessinant des esquisses d'abord à la main et ensuite avec des logiciels comme CATIA et AutoCAD. Nous avons aussi approfondi nos connaissances en calcul de structure et en termes de critères de sûreté des bâtiments.



## CONCLUSION

Après une année de projet, notre travail se reflète sur des résultats concrets. Nous avons réussi à organiser et à partager les tâches pour concrétiser notre travail. Malgré les problèmes que nous avons eus au moment de l'obtention du cahier des charges de la tour Aurora, nous avons estimé le programme architectural de la tour à partir de données collectées sur Internet et dans des livres traitant de la tour ou des travaux de l'architecte Renzo Piano. Ensuite, nous avons conçu cinq esquisses pour remplacer la tour Aurora Place en respectant l'ensemble des enjeux du projet. Nous avons donc procédé comme dans un vrai concours architectural pour finalement choisir une tour parmi les cinq. Nous avons par la suite développé le projet de la tour choisie. Enfin la conception d'un IGH n'est pas seulement le choix de la forme du bâtiment et l'étude individuelle de celui-ci, c'est plutôt l'étude de plusieurs critères comme un ensemble.

Le projet a été riche en apprentissages qui concernent plusieurs aspects à savoir le management de projet, l'étude à distance, l'architecture et le calcul des structures.



**Immeuble de grande hauteur à Sydney**  
Rapport final

**ANNEXES**

A. Demande de plan de masse

**1. Formulaire de demande plan de masse**

**DOCUMENT ACCESS REQUEST**

**THIS FORM IS TO BE USED FOR ACCESS AND/OR DISCLOSURE OF DOCUMENTS HELD BY THE CITY OF SYDNEY WITHIN FILES OR STORED ELECTRONICALLY ON THE CITY'S RECORDS MANAGEMENT SYSTEM**

CBD/One Stop Shop Town Hall House Level 2 456 Kent Street Sydney	Kings Cross Neighbourhood Service Centre 50-52 Darlinghurst Road Kings Cross	Glebe Neighbourhood Service Centre 160 St Johns Road Glebe	Redfern Neighbourhood Service Centre 158 Redfern St Redfern	Erskineville Neighbourhood Service Centre 104 Erskineville Rd Erskineville
Contact the City of Sydney on phone 9265 9333; email <a href="mailto:council@cityofsydney.nsw.gov.au">council@cityofsydney.nsw.gov.au</a> ; fax 9265 9222 or post on GPO Box 1591 Sydney NSW 2001				



**APPLICANT'S DETAILS**

Surname COLOMER Given Names JUAN PABLO Title (Mr/Mrs/Ms) MR.  
 Postal Address 2 AVENUE SULLY PRUDHOMME, RESIDENCE ECP, CH E124  
CHATELAIN MALABRY, FRANCE Postcode 92290  
 Telephone Number (H) +3314837000 (W)..... (M) +33683459367  
 Fax Number..... E-mail JPCOLOMER@GMAIL.COM

IS THE INFORMATION ABOUT YOUR PERSONAL AFFAIRS? Yes  No

**DOCUMENTS REQUESTED**

<input type="checkbox"/> View Development Application Consent	<input type="checkbox"/> Copy DA Application Consent
<input type="checkbox"/> View Planners Report	<input type="checkbox"/> Copy Planners Report
<input type="checkbox"/> View Application Form	<input type="checkbox"/> Copy Application Form
<input type="checkbox"/> View Building Certificate	<input type="checkbox"/> Copy Building Certificate
<input type="checkbox"/> View Building Application consent	<input type="checkbox"/> Copy BA consent / Construction Certificate
<input type="checkbox"/> View Occupation Certificate	<input type="checkbox"/> Copy Occupation Certificate
<input checked="" type="checkbox"/> View DA, BA or CC Plans	<input type="checkbox"/> Copy Plans
<input type="checkbox"/> Any other documents	

**PROPERTY DETAILS**

Street Address 88 PHILIP STREET NSW 2000  
 Lot No ..... DP or SP No ..... Application No .....  
 Building Name AURORA PLACE Approx Age of Building 7  
 Description of development.....

**COPYING CHARGES** (free of charge to view documents)

Photo copies A4 size \$1.10 per page

PLANS per page [AO \$12.00] [A1 \$12.00] [A2 \$12.00] [A3 \$2.20] [A4 \$1.10]

Applicant advised of estimated copying charges of \$..... Yes  No  Not Required

**DOCUMENT INSPECTION / DELIVERY DETAILS**

Inspect files at Town Hall House  or forward by mail  fax  e-mail  please tick

**OWNER'S CONSENT IS REQUIRED FOR REQUESTS FOR COPIES OF PLANS FOR DEVELOPMENT,  
BUILDING APPLICATIONS & CONSTRUCTION CERTIFICATES & ALSO FOR COPIES OF BUILDING CERTIFICATES**

Owner's or Architect's Name ..... Signature .....  
 Signature of Applicant Juan Pablo Colomer Date 15/01/2008

**PRIVACY & PERSONAL INFORMATION PROTECTION NOTICE**

Purpose of collection: Public access to Council's documents.  
 Intended recipients: Council staff and Public access under Section 12 of the Local Government Act 1993.  
 Supply: Voluntary, a consequence of non provision is that insufficient information will be provided.  
 Access / Correction: Requests for access / correction of form under Section 12 of the Local Government Act 1993.  
 Storage: This form will be placed on a relevant file when the request has been processed and the enquiry is completed.

**OFFICE USE ONLY**

Request received by..... Location (KX, GL, R, OSS, ERSK)..... Date.....  
 Total Fees ..... Total Fees Paid..... Receipt Number.....  
 Referred to..... Department..... Date.....  
 Completed by..... Completed date.....



## 2. Lettre envoyée à la mairie de Sydney

### **ECOLE CENTRALE PARIS**

Sendi ADITYA PUTRA  
2, Avenue Sully Prud'homme  
Résidence de L'ECP – CH. A306  
92290 Châtenay-Malabry  
FRANCE

☎ +33 6 37 77 11 63

✉ [sendi.aditya-putra@student.ecp.fr](mailto:sendi.aditya-putra@student.ecp.fr)

December 4, 2007

### **The City of Sydney Council**

Town Hall House  
456 Kent Street  
Sydney NSW 2000  
AUSTRALIA

☎ +61 2 9265 9333

✉ [council@cityofsydney.nsw.gov.au](mailto:council@cityofsydney.nsw.gov.au)

Dear Sir,

We are a group of engineering students from the ECOLE CENTRALE PARIS, who are working on a project in the domain of high-rise building. The objective of our project is to redesign architecturally and structurally an actual high rise-building in your city – the AURORA PLACE - in the same circumstances as the old one.

To develop this project the technical details of the environment around the building such as the dimensions of the roads around the building, the facilities, etc...are essential. For this reason we are hoping that you would allow us to have a copy of the blue print of “the Corner of Macquire & Bent Streets” where the building is located. This could be in form of soft or hard copy, in order to have a clear view of the location.

We know that this project does not have a direct impact on your city but your participation in this project will be very beneficial in the name of education and knowledge.

We are really hoping for your consideration of our proposition, and look forward to hearing from you at your earliest convenience.

Yours faithfully,

Sendi ADITYA PUTRA  
On behalf of group Project of High-rise Building

## 3. Lettre envoyée à M. Werner – Services techniques de la ville de Sydney

Dear M. Werner,

We are very glad to have your e-mail address and very thankful for the help that you can offer for us.

We are a group of students working in a project concerning the design of a high rise building. We study engineering at the « Ecole Centrale de Paris » in Paris.

The Professor supervising the project is Professor Mathieu. Perhaps, you have already heard about our Professor in a former e-mail.

He has asked the embassy of France in Australia to see if it is possible to obtain the vectorized form of the context around the Aurora Place.

The main goal of our demand is to make an environment study of one part of the city of Sydney.

The help that we are looking for, and that you could offer us, is to obtain:

A vectorized electronic plan of the neighbourhood of Aurora Place in an area described [here](#). For the environmental study.

The detail of the request is:

- A copy of a cadastral entry of the site. There is an example of a cadastral entry [here](#).
- The copy can be sent as an **A4 paper** or as a **digital** image.
- We would also like to receive the plan in vectorized form in the **AutoCAD version 2000** format if it would be possible.

We also want to ask you if it is possible to have some photographs:

- One picture of an aerial view of the site that we would like to be **vertical**. An example can be found [here](#).
- Four pictures of aerial views of the site from an **oblique** angle. [Here](#) is an example of what we would like to obtain.

If you want to have more information and if you have some questions, you can visit [this site](#) : the request is explained in every detail.

You can also send us an e-mail to obtain more information about our request.

We thank you for helping us in our project.

Best Regards,  
Mir Amid Hashemi.

### **Traduction en français**

Cher M. Werner,

Nous sommes très contents d'avoir votre adresse e-mail et très reconnaissants de l'aide que vous pouvez nous offrir.

Nous sommes un groupe d'étudiants travaillant dans un projet concernant la conception d'un Immeuble de Grande Hauteur.

Nous étudions l'ingénierie à l'Ecole Centrale de Paris.

Le Professeur qui supervise le projet est le Professeur Mathieu. Peut-être, vous avez déjà entendu parler de lui dans un e-mail antécédent.

Il a demandé à l'ambassade de France en Australie pour voir s'il est possible d'obtenir la forme vectorisée de l'environnement entourant l'Aurora Place.

Le but principal de notre demande est de faire une étude environnementale d'une partie de la

# Immeuble de grande hauteur à Sydney

## Rapport final

ville de Sydney.

L'aide que nous cherchons, et que vous pourriez nous offrir, est d'obtenir :

Un plan vectorisé numérique du voisinage sur une **surface** décrite [ici](#). Pour une étude environnementale.

Le détail de la demande est :

- Une copie du plan cadastral du site. Vous pouvez voir un exemple [ici](#).
- La copie peut être envoyée en format **papier A4** ou en format **numérique**.
- Nous voudrions aussi recevoir le plan sous forme vectorielle en format **AutoCAD version 2000** si possible.

Nous aimerions aussi vous demander si c'est possible d'avoir quelques photographies :

- Une image d'une vue aérienne du site que l'on aimerait **verticale**. [Voici](#) un exemple de ce que nous voudrions avoir.
- Quatre image de vue aériennes prises d'un angle oblique. Un exemple peut être trouvé [ici](#).

Si vous voulez avoir plus d'informations et si vous avez quelques questions, vous pouvez visiter [ce site](#) : la requête est complètement expliquée de tous ses détails.

Vous pouvez aussi nous envoyer un e-mail pour obtenir plus d'informations à propos de notre demande.

Nous vous remercions de nous aider dans notre projet.

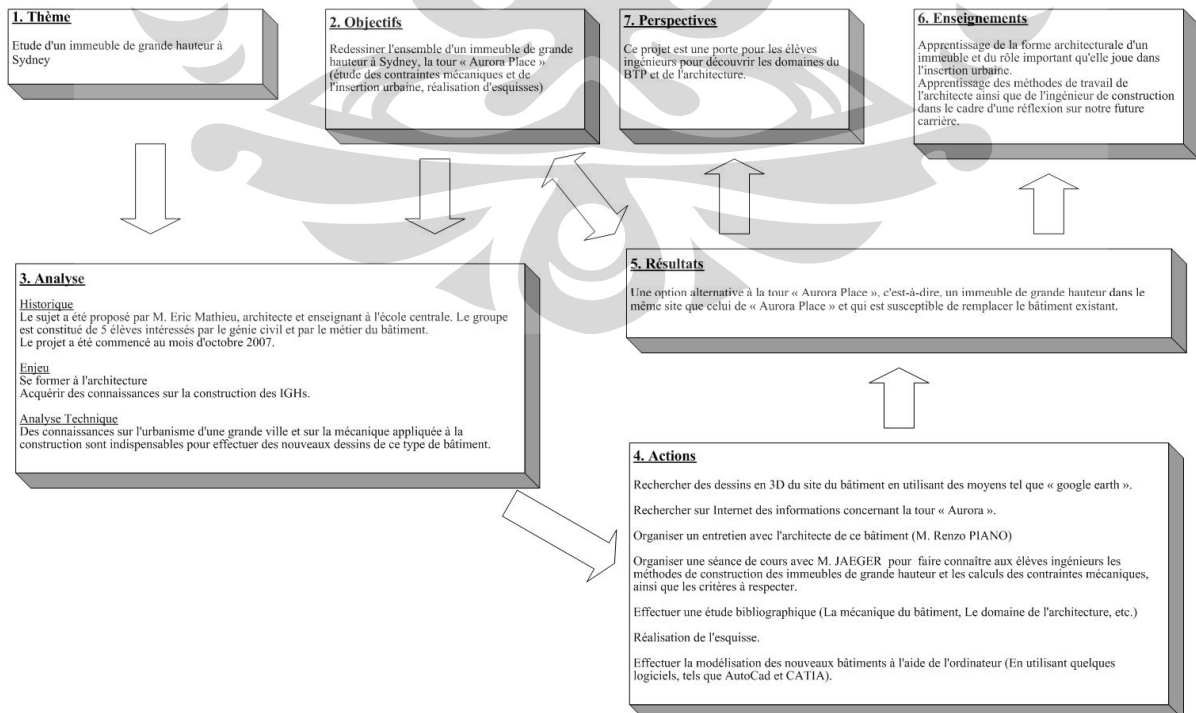
Cordialement,  
Mir Amid Hashemi.

## B. Capitalex

Format A3

### Un Immeuble de grande hauteur à Sydney

Date : 29/11/07



**Immeuble de grande hauteur à Sydney**  
Rapport final

C. Fiche de risques

	<b>Nature</b>	<b>Risques</b>	<b>Actions préventives</b>
Non obtention du cahier des charges réel de la tour « Aurora »	Technique	Difficulté d'avoir un point de départ pour la conception du projet alternatif	Recherche bibliographique dans le but de reconstituer le cahier des charges.
Non obtention des subventions	Financier	Difficulté de réaliser les esquisses (et les posters).	Envoi de demandes argumentées à la DE
Utilisation problématique des logiciels	Technique	Augmentation du temps nécessaire à la CAO (conception assistée par ordinateur) voire impossibilité d'en faire.	Utilisation des modes d'emploi. Etude ME avec utilisation de logiciels de modélisation.
Ne pas réussir à contacter des professionnels	Technique	Ne pas avoir l'avis de professionnels au sujet de la conception des IGH en général.	S'organiser et préparer en avance les mails. Contacter M. Jaeger. Utiliser le réseau des Centraliens.
Non respect du planning	Organisationnel	Diminution/dépassement du temps alloué aux différentes tâches et/ou report de la date de fin du projet.	Planning basé sur l'avis d'experts. Marge sur les durées indéterminées
Difficultés pour se réunir	Organisationnel	Impossibilité de mise en commun. Résultats incohérents. Perte de temps.	Tenir compte des disponibilités en faisant le planning. Planifier d'avance les réunions
Mauvaise compréhension des objectifs de la tâche confiée	Organisationnel	Travail inutile et non réalisation de celui à faire. Retard dans le projet	Etablissement d'un WBS. Définir les objectifs précis, des méthodes à employer et des outils par écrit (rapport intermédiaire)

Concevoir un projet irréaliste ou non valide	Technique	Travail inutile	Control continu du travail par M. Mathieu. Rencontres avec M. Jaeger pour vérifier la validité du projet.
--	-----------	-----------------	---

#### D. Comptes rendus

##### 1. CR n°1

La réunion a eu lieu le 12 oct. 07 à 12h30 en E101-A en présence de M. Eric Mathieu et de toute l'équipe projet.

Le premier sujet abordé au cours de la réunion a été celui de la Tour Phare. En effet, dans le cadre du projet Ariane et des projets Enjeux, se tiendra à l'école centrale une conférence le lundi 15 oct. 07 à 11h30 sur la tour Phare qui sera construite à la défense. Devant l'impossibilité d'y assister à cause du contrôle de protection de l'innovation, M. Mathieu pourrait envisager de demander à la direction des études une vidéo de la conférence. Dans le même cadre, une équipe de 5 élèves en première année effectue un mimi projet sur la tour Phare.

On a ensuite défini les principaux objectifs. Concernant le contenu du projet, le premier objectif est l'étude mécanique du sol et de l'interaction entre le sol et le bâtiment. Le deuxième objectif est la synthèse des apports de l'enseignement à centrale (cours de mécanique) dans la pratique de construction des IGHs : Ceci consiste à élaborer une liste des points théoriques qui sont applicables à la construction des IGHs à partir des polys<sup>1</sup> du cours de mécanique du tronc commun. Pour cela nous allons essayer de suivre le cours de M. Jean Marc Jaeger sur la mécanique appliquée à la construction des IGHs. La date de ce cours de deux heures est à fixer et devra convenir à l'équipe projet ainsi qu'au groupe du mimi projet sur la tour Phare. Les trois objectifs suivants sont ce qui est demandé par M. Mathieu et sont l'étude de l'insertion urbaine, l'étude des fenêtres et la réalisation des esquisses. Comme sixième objectif, nous allons essayer de prendre rendez vous avec M. Ranzo Piano et de voir les maquettes qu'il a réalisées. Le dernier objectif est l'amélioration du travail d'équipe et de la communication.

Le travail à effectuer pour la prochaine fois est l'élaboration des documents indiqués dans la communication<sup>2</sup> de M. Mathieu. Ce travail sera fait en équipe pendant une réunion à fixer au cours de la semaine prochaine. Les documents à préparer sont le doc1 qui contient les présentations des 5 membres de l'équipe. Le deuxième document (doc2) contient les références bibliographiques. Il faut reformuler/compléter la liste des thèmes qui existe dans le site de partage d'expérience <http://www.digh.free.fr> . Un des thèmes à ajouter est l'étude mécanique du sol. A ce propos il ne faut pas oublier de refonder, via les lois mécaniques générales, les ordres de grandeurs utilisés par nos prédécesseurs. Le doc3 est le cahier des charges qui comporte deux parties : 1) l'état de ce qui est connu à Centrale en matière technique et architecturale, 2) le programme reformulé du projet avec les étapes. A ce propos il faut changer la date de présentation des esquisses (26 février) car elle se situe pendant le

module ME. Le doc4 est la jaquette du futur CD du projet. Au cours de cette réunion, on répartira les objectifs demandés par le rapport intermédiaire.

La réunion s'est achevée par la répartition des différentes responsabilités :

- Chef de projet : Hamdi Hentati
- Organisation doc (+ CATIA 3D avec les éléments finis, voir M. Pascal Morenton pour les problèmes des points): Mir Amid Hashemi
- CATIA (formation) : Sendi Aditya Putra

<sup>1</sup> : Ces polys sont consultables au centre de documentation et sont :

- Mécanique1 : Mécanique des structures (62477)
- Mécanique1 : Mécanique des systèmes de corps rigides (62475)
- Mécanique des structures 2 (62464)
- Mécanique des milieux continus 1 (60518)
- Mécanique des milieux continus 2 (62465)
- Mécanique des milieux continus (62478)
- Génie civile : (53123)

<sup>2</sup> : <http://www.projets2004.free.fr/projets2008p036mail01.html>

*Compte rendu rédigé par Hamdi Hentati.*

## **2. CR n°2**

La réunion a eu lieu le 18 oct. 07 à 13h00 au CTI en présence de Hamdi Hentati, de Ngoc-do Nguyen, de Mir-Amid Hashemi et de Sendi Aditya-Putra.

Compte rendu des événements qui se sont passés entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> réunion :

- La vidéo n'a pu être mise en place pour la conférence de Antoine Habillat pour la Tour Phare.
- En revanche les fichiers .ppt de présentation d'Antoine Habillat ont été transmis et seront à votre disposition.
- Les membres de ce groupe : <http://mtb2007projetb.free.fr/mtb2007projetb.html> ont accepté - un mail doit être fait d'Eric Mathieu à leur équipe - de repérer les principales données de mécanique à connaître avant d'aborder la conception d'un IGH, M. Aubry a été rencontré à ce sujet.
- Le principe d'un cours d'une heure de la part de M. Jaeger envers les cinq de l'enjeu p2010 et de vous cinq p2009 est acquis par Antoine Habillat. Eric Mathieu doit proposer à M. Jaeger d'accepter de réaliser ce moment d'enseignement.

Compte rendu de la réunion :

La réunion a débuté avec la description de chacun de ses sentiments vis-à-vis du projet. La première impression qui se dégageait était le besoin de chacun de plus de clarification sur les objectifs du projet et sur son avancement.

On a alors essayer de rappeler les principaux objectifs qui sont :

- L'étude de la mécanique du sol
- L'insertion urbaine
- L'étude des fenêtres
- Les principales données mécaniques à connaître avant d'aborder la conception d'un IGH : cours de M. Jaeger



- Réalisation de l'esquisse

Ces Objectifs constituent les éléments à compléter dans le doc2.

Certains ont émis le souhait d'ajouter comme objectif l'étude de la mécanique des milieux continus. On en discutera avec M. Mathieu lors de la prochaine réunion.

On a ensuite essayé de clarifier le contenu du doc3. D'après ce qu'on est parvenu à comprendre, ce document devrait comprendre 2 parties :

- 1) Synthèse des cahiers des charges de nos prédécesseurs
- 2) Notre propre cahier des charges constitué des éléments suivants :
  - a. Problématique
  - b. Objectifs
  - c. Planning et répartition des tâches : à ce propos, la date du 26 février qui correspond à la présentation des esquisses est à modifier
  - d. Outils informatiques : dont CATIA (un cours sur la modélisation avec CATIA est enseigné à centrale, Hamdi Hentati et Sendi Aditya-Putra s'y sont inscrits, en attendant éventuellement l'inscription des autres membres de l'équipe)
  - e. Liens

La réunion s'est clôturée par la répartition des tâches suivantes :

- Cartouche : Juan-Pablo Colomer-Junk
- Cahier des charges : Hamdi Hentati
- Capitalex : Sendi Aditya-Putra
- Fiche des ressources : Juan-Pablo Colomer-Junk
- Planning : Ngoc-do Nguyen
- WBS : Sendi Aditya-Putra
- Fiche de risques : Ngoc-do Nguyen
- Contrat pédagogique : Mir-Amid Hashemi
- Communication pour la rencontre avec M. R. PIANO : Mir-Amid Hashemi

*Compte rendu rédigé par Hamdi Hentati.*

### **3. CR n°3**

Date : 22/10/2007

Conseil à lire : Pour ceux qui n'ont pas le temps de tout lire, il faut faire attention aux mots en gras.

Participants : Hamdi , Do, Mir Amid, Sendi et Juan Pablo.

- M. Mathieu a présenté un projet en 2<sup>e</sup> année sur une tour en Asie.
  - Il s'agit d'une tour qui a été modélisé par CATIA.
  - Il s'agit de *demander à M. Mathieu de nous donner le logiciel de ce projet.*
- Les demandes de travail :
  - Trancher sur les décisions
  - Amplifier et respecter le planning
  - Garder le contact avec M. Mathieu
- On n'a besoin de faire un site web et tous les docs peuvent se mettre sur le site de projet actuel. Amid fera la mise en langage HTML en envoyant les documents à M. Mathieu pour les mettre sur le site.
- Demande avant chaque réunion :

## Immeuble de grande hauteur à Sydney

### Rapport final

---

- Faire un ordre du jour (C'est la charge de la personne qui fait la CR de ce jour-là)
- Contact avec M. Renzo Piano et M. JEAGER
  - C'est nous qui devons les contacter, en passant par M. MATHIEU. Avec M. RENZO PIANO, ça sera difficile et il faut lui envoyer les emails en anglais plusieurs mois avant la rencontre.
  - Avec M. JEAGER : C'est M. MATHIEU qui le contactera.
  - Relation entre architecture et génie civil. Selon M. Mathieu, c'est l'essence de notre sujet
- Les parties prenantes du projet :
  - M. Mathieu, M. JEAGER et aussi les 5 élèves en 1<sup>ère</sup> année.
- La note finale du projet est divisée en 3:
  - L'Esquisse : 7.
    - Il nous faut faire plusieurs esquisses et les comparer entre elles.
  - Rapport intermédiaire : 7
  - Rapport finale : 7
- Quelques outils pour modéliser (AutoCad) :
  - Utiliser AUTOCAD pour faire des travaux répétitifs (les fenêtres...).
  - Faire une tour :
    - Le but : Implanter la tour dans son environnement c'est-à-dire par exemple : rechercher des photos d'un IGH sur Internet et dessiner des rues autour de celui-ci.

Faire les esquisses avant ou après les calculs ?

Les étages, surface de chaque étage, la proportion entre la surface de l'étage et la taille du noyau.

Il n'y aura pas de cours d'architecture mais en lisant les docs des projets des années passées, ça devrait aller.

Site : [http://www.mtb2004.free.fr/Mtb2007/Les projets](http://www.mtb2004.free.fr/Mtb2007/Les%20projets)

Pendant 1 mois, pas de demande d'esquisse mais travailler avec les docs.

Il faut aller chercher les docs (Il y a des docs partout).

A chaque fois qu'on reçoit un email de M. Mathieu, nous devons consulter les docs proposés.

- Doc 3 :
  - Aller chercher les infos sur la tour et la méthode pour faire une tour (Responsable : Do)
- Ebauche Planning
  - La forme comme celle-ci

	Octobre	Novembre	.....	
Taches à faire				

- Formation sur Autocad

- Amid peut nous donner des renseignements.
- Rapport intermédiaire :
  - Le faire le plus tôt possible
  - Dans 2 semaines jusqu'au 05/11.
  - Demander à M. Mathieu ce qu'il faut mettre dedans.
    - Consulter sur le site.
- Répartition des tâches:
  - Planning : Do
  - Jaquette : Juan Pablo
- La réunion le 26/02 est avancée le mardi 19/02.
- ME : Sauf imprévus, on sera tous dans le groupe 4.

*Compte rendu rédigé par Ngoc-do Nguyen.*

#### **4. CR n°4**

Date : 13/11/2007

Participants : Hamdi, Do, Mir Amid, Sendi et Juan Pablo

- Amid nous a parlé d'une date possible pour faire la soutenance avec M. Jaeger, cette date est le 19 décembre au matin.
- Il faut contacter le groupe des élèves de première année et leur demander si la date leur convient.
- Sendi nous a présenté le WBS et on a discuté qu'il fallait ajouter le rapport intermédiaire aux livrables.
- On a présenté les résumés des projets des années précédentes, on a pris connaissance des critères structurels à tenir en compte lors de la construction d'une tour.
- Ces critères sont les suivants :
  - Calculs de structure  
Elancement = largeur\_noyau / hauteur\_tour < 10%  
Fondations : radier (pour noyau) : surface  $S_r$  > charges supportées par noyau /  $C_{sol}$   
Fondations : sabots (pour piliers) : surface  $S_s$  > charges supportées par les piliers / ( $C_{sol} * nb\_piliers$ )
  - Déplacements de la tête de tour  
 $d = (F_{vent} \cdot H^4) / (8 \cdot E \cdot I)$   
 $d/H < 1/500$
  - Oscillation de la tête de tour  
 $a = d * w^2$   
 $w$  = pulsation des oscillations  
 $a < 0.2 \text{ m/s}^2$

**Immeuble de grande hauteur à Sydney**  
Rapport final

---

- La répartition de rédaction des Comptes-rendus qu'on a choisi :

Compte-rendu	Prenom
1	Hamdi
2	Hamdi
3	Do
4	Juan Pablo
5	Sendi
6	Amid
7	Hamdi
8	Hamdi
9	Do
10	Juan Pablo
11	Sendi
12	Amid

- La soutenance rapport intermédiaire avec M. Mathieu aura lieu le 4 décembre.
- La soutenance d'esquisse aura lieu le 18 mars 2008

*Compte rendu rédigé par Juan-Pablo Colomer-Junk.*

## **5. CR n°5**

20 Novembre 2007

Nous avons effectué l'atelier en deux parties, le matin (9hr – 12hr) et l'après midi (14hr – 17hr).

Le matin :

Il y avait Amid, Hamdi et Juan Pablo qui ont commencé l'atelier, Ils ont commencé à réfléchir sur le plan de notre rapport intermédiaire pendant que Sendi et Do étaient à la formation sur CATIA.

L'Après Midi :

Nous nous sommes concentrés sur le planning de toute l'année de notre projet et la recherche documentaire qui va soutenir notre rapport Intermédiaire.

En déterminant notre planning, nous nous sommes mis d'accord sur les points suivants :

- Commencer à réaliser les esquisses après avoir fini le rapport intermédiaire et la formation sur CATIA.
- Chacun fera au moins une esquisse d'un bâtiment.
- Effectuer la maquette virtuellement et les esquisses réellement.

Après avoir fini le planning (Il sera envoyé par M. NGUYEN dans les meilleurs délais), nous nous sommes concentrés sur la recherche documentaire, et voici les recherches que nous allons faire.

Répartition de la recherche documentaire:

1. Tour Aurora :

- Aménagement des étages / Fonctions → Juan Pablo
  - Présentation générale + photos → Do
  - Renzo Piano → Amid
  - Environnement socioculturel → Sendi
  - Environnement urbain → Sendi
  - Environnement économique Sendi
  - Réglementation (en Australie) → Hamdi
2. Construction des IGHs :
- Conception des IGHs → Les 5
  - Réglementation (par exemple sur les matériaux) en Australie → Do
  - Aspect financier → Hamdi
  - Calcul de sûreté → les 5
3. Réalisation des esquisses :
- Matériels utilisés → Juan Pablo
4. AUTOCAD → Amid et CATIA → Do
- Compte rendu rédigé par Sendi Aditya-Putra.*

## 6. CR n°6

Sont présents : tous.

Réunion : 04/12/07 à 9h au N119,

Une dernière correction a été apportée au rapport intermédiaire et il a été imprimé.

Rencontre à 10h avec M. Mathieu en E117.

M. Mathieu nous a donné beaucoup de conseils sur le fond et la forme du rapport.

Il est content de constater qu'il a une bonne relation avec nous.

Il demande de faire une soutenance le 19/12.

Il veut qu'on fasse une seule soutenance avec les 3 projets en même temps. Avec un ensemble de 12 slides par groupe environ.

Un conseil sur une partie de l'immeuble : à la base, il doit y avoir un équipement (hôpital, école, ...).

L'étude des fenêtres est importante car elle permet une meilleure vue et une meilleure appréciation des façades par le public.

Dans une présentation chacun doit savoir faire une synthèse globale du sujet et la soutenance sera préparée.

Synthétiser l'objectif du projet. Dans le rapport, nous n'avons mis que 25% de l'objectif : essayer de l'améliorer.

Objectif : Concevoir une esquisse d'un IGH à distance sous contraintes environnementales.

Objectifs intermédiaires à rajouter :

- Conception et réalisation d'esquisse en prenant compte des contraintes que le travail en groupe génère
- Gestion du temps
- Concomitance entre différents projets pour un résultat commun
- Consulter le site de l'exposition de Beaubourg et prendre des photos du catalogue qui montre toutes les esquisses du projet

Demander à une personne du bureau de Renzo Piano d'assister à notre soutenance finale.

Acheter une carte de Sydney (et l'ajouter au budget).

Contacteur des Centraliens à Sydney. Créer un réseau centralien à Sydney.

Estimer un programme architectural à partir de l'immeuble Aurora Palace.

**Bovis Lend Lease** est le chef de projet de la Tour Aurora Place.

Faire un mode d'emploi pour utiliser Skype.

Apprendre à utiliser les éléments finis sous Catia.

Comprendre le concept : L'architecture selon Le Corbusier et le jeu suprême et magnifique des ombres sous la lumière.

Façade : en résumé, c'est un drap blanc avec des trous. Il faut savoir que chaque façade possède son histoire.

Il faut en choisir une qui soit belle. Il faut non seulement trouver une bonne forme de tour mais aussi trouver la bonne façade.

Dans les rapports, essayer de trouver des phrases courtes et précises.

**M. Jaeger** : le cours de M. Jaeger est en ligne : [www.projets.free.fr](http://www.projets.free.fr) > p005 > questions (je ne le trouve pas)

La soutenance du 28 mai sera suivie d'un feed-back

### **Capitalex :**

Mettre beaucoup plus d'enjeux :

Travail en équipe, s'associer avec les autres projets, contacter M. Jaeger, M. Piano, apprendre Catia.

Si on a le temps, on pourra faire une étude de flux au pied de la tour.

Avec les 3 groupes de 2e année, 3 groupes de 1e vont nous accompagner dans nos projets.

On peut aussi faire une soutenance finale des trois projets en même temps (avec Champagne).

**Budget** : Quelques modifications.

Faire un abstract et sa traduction en anglais.

Compléter les formules mathématiques en annexe par des phrases.

A ajouter dans le budget, les frais d'une boîte de 10 CDs >> Juan Pablo

### **Esquisses :**

Chaque esquisse comportera :

- Apprendre à rédiger un programme architectural de la tour : regarder [http://www.mtb2004.free.fr/mtb2007programme\\_t1.html](http://www.mtb2004.free.fr/mtb2007programme_t1.html).
- Estimer le programme arch. de la tour Aurora Place.
- Valider l'estimation par l'atelier de Renzo Piano.
- Chaque esquisse doit essayer d'être la plus différente des autres : prendre la mixité fonctionnelle en compte (équipements, centre gérontologie, logement, entreprises, ...).
- Analyser aussi les étages courants.
- Une note de calculs.
- Un croquis à la main + une photographie des calculs.

*Compte rendu rédigé par Mir-Amid Hashemi.*

## **7. CR n°7**

La réunion a eu lieu le 28/01/2008 à 19h30 en E103. Ont été présents : M. Eric Mathieu, Ngoc-do Nguyen, Sendi Aditya Putra, Juan Pablo Colomer Junk et Hamdi Hentati.



## Immeuble de grande hauteur à Sydney

### Rapport final

---

Au cours de cette réunion, nous avons fait le point sur l'avancement du projet et nous avons fixé un planning des dates ultérieures.

1. 1<sup>ère</sup> journée du ME :
  - a. Regarder en détails les façades des immeubles
  - b. Faire des croquis (Le plus important est d'apprendre à faire des croquis, il sera utile de demander à M. Cointe)
  - c. Prendre des photos
  - d. Réfléchir à quelles peaux donner aux futures esquisses
- 1bis. Reportage architectural
2. 2<sup>ème</sup> journée du ME :
  - a. Faire des maquettes (en groupes de 3 à 4)
  - b. Repérer les méthodes rapides et efficaces pour faire des maquettes
  - c. Repérer les agilités
3. 3<sup>ème</sup> journée du ME :
  - a. Calcul des structures à l'aide d'un logiciel (Dr Frame)
4. 4<sup>ème</sup> journée :
  - a. Présentation orale
5. Dernier atelier avant la soutenance esquisse (en présence de M. Mathieu):
  - a. Réalisation des esquisses
  - b. Réalisation d'une maquette (sommaire)
  - c. Etude de contexte en implantant les différentes esquisses dans la maquette
6. Soutenance esquisse :
  - a. Chacun présente un poster (très sommaire et fait à la main) contenant le programme architectural de sa tour (Nom du projet + Programme + Principaux Calculs...)
7. Chacun est responsable de ce qu'il s'est engagé pour, et ce pour améliorer le travail en équipe :
  - a. Juan Pablo : Responsable des calculs de structures (Interface avec l'EA) + Présentation brève/résumé de son projet (Mécanique des sols) lors de la soutenance esquisse
  - b. Sendi : Responsable de l'architecture des différentes tours (Observer et commenter l'architecture des différents projets lors de la présentation + Répondre à la question « Quelles sont les images d'architecture qui nous ont influencé ? »)
  - c. Amid : Responsable informatique
  - d. Do : Responsable de la programmation (Relancer la demande pour la rencontre avec M. Piano)
  - e. Hamdi : Maîtrise d'ouvrage (Présentation de la conduite de projet lors de la soutenance esquisse)
8. M. Jaeger sera présent le Vendredi 01/02/2008 de 14h à 15h en E217.  
*Compte rendu rédigé par Hamdi Hentati.*

## 8. CR n° 8

- Date : 25 Mars 2008
- Présent : Tout le groupe
- Tâches à faire :

- ✓ Finir la maquette
- ✓ Travail sur les façades
- ✓ Préparation pour la soutenance d'esquisse du Mardi 01/04/2008
- ✓ Implantation des esquisses dans le contexte

#### 1> La maquette

-Implantation des plantes

#### 2> Façades

- Chercher sur Internet les façades de chaque bâtiment au voisinage d'Aurora Place
- Le fichier des façades a été partagé sur la mailing list

#### 3> Préparation pour la soutenance du Mardi 01/04/2008

##### Distribution des tâches

- Chacun doit préparer un poster pour présenter sa tour pendant la soutenance. Ce poster contient la présentation de la tour, le programme architectural et un calcul sommaire de structure
- Les slides de présentation contiennent les parties ci-dessous :
  - La maquette
  - Les démarches pour obtenir le plan de masse
  - Estimation du programme architectural d'Aurora
  - Les esquisses en 3D avec CATIA
  - Présentation des 5 tours

Pendant la présentation, Sendi, JP et Hamdi vont d'ailleurs parler des aspects suivants :  
(Vous pouvez consulter aussi le CR 7)

- Sendi : Topo d'architecture
- JP : Topo sur l'utilisation d'un logiciel pour l'interaction entre le sol et les fondations
- Hamdi : Topo conduite de projet

*Compte rendu rédigé par Ngoc-do Nguyen.*

## 9. CR n°9

La soutenance esquisses a eu lieu le 1<sup>er</sup> avril 08 en présence d'un jury formé par M. Eric Mathieu et par M. Michel Jouan et de l'équipe projet.

Lors de la soutenance nous avons présenté la maquette et les 5 esquisses. A l'issue de la soutenance, nous avons choisi une esquisse sur laquelle portera l'étude architecturale et structurale. Il s'agit de la JP's Tower.

Dans ce qui suit, seront détaillés des remarques concernant la présentation et le reste de l'étude à faire :

1. Arrondir les surfaces à 10 m<sup>2</sup> près ;

2. Dans le jargon du Bâtiment, on parle de distance "dalle à dalle" ;
3. La distance de dalle à dalle est de 3,74m ce qui correspond à 22 marches d'escaliers (0,17m\*22=3,74m). La distance de plancher à plafond est de 2,70m. Les américains proposent des emprises habitables plus hautes de 34cm en ajoutant 2 marches ;
4. Prévoir un plan d'étage courant pour chaque esquisse ;
5. Prévoir une coupe générale pour l'esquisse finale (coupe verticale avec les piliers, les fondations, les ascenseurs...) ;
6. Batterie d'ascenseurs = 6 ascenseurs ;
7. Green Tower : justifier sur les slides la faible consommation d'énergie (économie d'énergie réalisée, type de végétation, proportion d'espaces verts, réduction de la surface dédiée aux bureaux) ;
8. Donner la proportion  $\frac{SUBL}{SHON}$  ;
9. Faire un tableau résumant les calculs structuraux des 5 esquisses ;
10. Marché de définition : concours, plusieurs propositions de projet qui répondent au même cahier de charges ;
11. Penser à l'évolution du contexte de Aurora Place ;
12. Nombre de parkings : Nombre de postes >> Nombre de parkings !! Réponse : Programme architectural d'Aurora Place ;
13. Donner le ratio  $\frac{\text{Nombre de parkings}}{\text{Nombre de postes}}$  ;
14. Faire une présentation brève du projet de remplacement (Juan Pablo) ;
15. Comparer SHON noyau avec SHON étage courant ;
16. Différence entre radier et sabot ;
17. Relancer la demande de plan de masse (envoyer FAX – Juan Pablo) ;
18. Relancer la visite au bureau de M. Renzo Piano (M. Mathieu) ;
19. Comparaison des 5 esquisses :
  - NDN Tower : 2 parties haute et basse avec une limite commune avec le Chifley Tower, mais espace très grand ;
  - Green Tower : forme très pure, lignes droites intéressantes, proche de la tour Aurora Place, forme "masculine" ;
  - HMI : traitement en R+13 (immeuble résidentiel) très intéressant, double noyau qui coûte cher ;
  - Aurora Place II : Corrélation avec les autres bâtiments, la courbe concave n'est pas jolie ;
  - JP's Tower : forme très intéressante, "féminine", surface droite très intéressante le long de Phillip Street ;
  - Ajouter une ligne pour la tour Aurora place ;
20. Travail à faire :
  - Améliorer les façades : façades des immeubles au voisinage d'Aurora Place et des esquisses ;
  - Améliorer les posters ;
  - Tableau résumant les calculs de structure
  - Coupe générale et coupe d'un étage courant ;
  - Rapport final : se référer aux rapports faits dans le cadre des 6 projets mtb (voir en particulier le projet Azura <http://mtb2007projetc.free.fr/mtb2007projetc.html>) : programme architectural + calculs + coupe générale et coupe d'un étage courant + les façades du projet.

*Compte rendu rédigé par Hamdi Hentati.*

## **10.CR n°10**

### Avancement projet

Ce CR a pour but de mettre en revue le travail effectué au cours du projet. Il permettra d'avoir une idée sur l'avancement du projet et sur le travail accompli au regard des objectifs de départ. Ce CR constitue une base du document qui servira au feedback qui suivra la soutenance finale.

Pour commencer, nous rappelons les objectifs initiaux du projet. Ceci est un extrait du premier CR qui détaille les objectifs du projet : « Concernant le contenu du projet, le premier objectif est l'étude mécanique du sol et de l'interaction entre le sol et le bâtiment. Le deuxième objectif est la synthèse des apports de l'enseignement à centrale (cours de mécanique) dans la pratique de construction des IGHs : Ceci consiste à élaborer une liste des points théoriques qui sont applicables à la construction des IGHs à partir des polys<sup>1</sup> du cours de mécanique du tronc commun. Pour cela nous allons essayer de suivre le cours de M. Jean Marc Jaeger sur la mécanique appliquée à la construction des IGHs. La date de ce cours de deux heures est à fixer et devra convenir à l'équipe projet ainsi qu'au groupe du mimi projet sur la tour Phare. Les trois objectifs suivants sont ce qui est demandé par M. Mathieu et sont l'étude de l'insertion urbaine, l'étude des fenêtres et la réalisation des esquisses. Comme sixième objectif, nous allons essayer de prendre rendez vous avec M. Renzo Piano et de voir les maquettes qu'il a réalisées. Le dernier objectif est l'amélioration du travail d'équipe et de la communication. »

Ces objectifs se résument en sept points :

1. Etude du sol et des fondations,
2. Synthèse des concepts de mécanique applicables à la conception des IGH,
3. Etude de l'insertion urbaine,
4. Etude des façades et de l'effet skyline,
5. Réalisation de 5 esquisses différentes,
6. Rencontre avec M. Renzo Piano,
7. Amélioration du travail en groupe.

A ces objectifs, on peut ajouter des objectifs qui se sont imposés au fur et à mesure de l'avancement du projet tels que la demande d'un plan de masse du voisinage d'Aurora Place aux services techniques de la ville de Sydney (étude à distance), l'organisation de la soutenance esquisses comme dans un concours d'architecture à l'image de ce qui se passe dans les grands projets d'IGH, la formation aux outils et logiciels informatiques tel que CATIA et l'intégration du projet dans un projet commun « conception d'IGH + urbanisme + gestion de flux urbains».

Le travail accompli afin de satisfaire ces objectifs est le suivant :

- Tout d'abord, il a été question du travail en groupe et de la communication au sein de l'équipe. Nous avons créé une « Mailing List » pour faciliter la communication. Nous disposons d'autres moyens de communication tel que « Windows Messenger » qui permet de discuter en direct avec plusieurs correspondants. Est venu ensuite la phase

de rédaction des documents pédagogiques qui avait pour but de clarifier le contenu et les objectifs du projet. Nous avons partagé les différentes tâches et attribué différents rôles. Nous avons aussi défini un planning sur toute l'année. Le travail en groupe s'est effectué le long de l'année lors des ateliers qui ont eu lieu les mardis de chaque semaine.

- Après la rédaction des documents pédagogiques, nous avons effectué une recherche documentaire sur plusieurs thèmes qui sont la conception d'IGH, les calculs mécaniques relatifs aux IGH, la tour Aurora Place (programme architectural et contexte urbain). Nous avons ainsi commencé par consulter puis résumer les projets du site [www.mtb.free.fr](http://www.mtb.free.fr), nous avons aussi résumé les principaux calculs mécaniques et les critères de sûreté à respecter.
- Un des principaux points de cette recherche était l'obtention d'un plan de masse du voisinage d'Aurora place et de son programme architectural. Concernant le programme architectural, l'idée de départ était de le demander lors d'une rencontre avec des collaborateurs de M. Renzo Piano. Une demande a été envoyée mais n'a malheureusement pas été suivie de réponse. Cependant nous avons réussi à obtenir grâce à Internet différentes informations sur Aurora Place telles que les données techniques, le programme architectural, les plans des différents étages. A ce propos il est important de citer le livre suivant *Tall Buildings and Urban Habitat* (<http://books.google.fr/books?id=u4hJKSmHyXwC>) qui contient un rapport technique sur Aurora place rédigé par Rocco Bressi, ingénieur structures chez Bovis Lend Lease, maître d'œuvre. La recherche du plan de masse a été beaucoup plus difficile. Les plans et les photos aériennes trouvés sur Internet ou sur Google Earth permettent de situer Aurora Place dans son contexte. Toutefois un plan de masse détaillé facilite l'étude du contexte au voisinage d'Aurora place. Nous avons donc envoyé des demandes (courrier électronique et demande écrite) à différents destinataires : plusieurs services de la mairie de Sydney, ambassade de France à Sydney, urbanistes de la ville de Sydney, forum d'architecture... Nous n'avons pas eu de réponses positives. Nous nous sommes contentés d'un plan de masse simplifié qu'un architecte nous a envoyé.
- Parallèlement au projet, Hamdi Hentati et Sendi Aditya Putra participent à une étude en autonomie qui a pour but de décrire les notions de mécanique applicables à la conception d'un Immeuble de Grande Hauteur ainsi que les principaux calculs et les critères de sûreté à vérifier. Cette étude comprend aussi un petit aperçu de la mécanique du sol et une étude des fondations.
- Chaque membre de l'équipe a constitué une proposition de projet d'IGH de remplacement de la tour Aurora Place. Chacun a modélisé une tour qu'il a conçue avec CATIA, défini un programme architectural, calculé les principales données mécaniques, réalisé une esquisse et un poster présentant son projet. Ensuite et à l'occasion de la soutenance esquisses chaque membre a présenté sa tour comme dans un concours d'architecture
- Nous avons réalisé une maquette du voisinage de la tour Aurora Place dans le but d'étudier l'insertion urbaine de la tour. Nous avons aussi modélisé avec AutoCAD les façades de deux tours voisines d'Aurora Place et les façades des cinq esquisses afin d'étudier les façades et l'effet skyline. Lors de la soutenance esquisses, ces aspects ont été abordés. Un échange concernant l'insertion des différents dans le contexte et l'influence de la forme a eu lieu à l'image de ce qui se passe dans les workshops d'architecture. Une tour a été choisie à l'issue de la soutenance.
- Nous avons constitué un fichier excel de calcul mécanique détaillé de la tour choisie.

- Nous sommes en phase de rédaction du rapport final comportant un programme architectural de la tour choisie, des calculs mécaniques, les façades de la tour, une coupe générale et une coupe d'étage courant.

*Compte rendu rédigé par Hamdi Hentati.*

