

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM  
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE  
DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL & ARCHITECTURE

## **MEMOIRE DE MASTER**

SPECIALITE : ARCHITECTURE  
OPTION : HABITAT ET PROJETS URBAINS

### **THEME**

**La découverte des ondes gravitationnelles : vers la  
naissance d'une nouvelle ère de l'astronomie en Algérie**

Présenté Par

**Melle ZITOUNI Zahira  
Melle LOTMANI Nardjess Lila**

Encadré Par

**Mr GOUAÏCH Yacine**

Soutenu le : **24/05/2017**                      Devant le jury composé de :

<b>Président</b>	<b>- Mme KOURI Yamina</b>	<b>MAA</b>
<b>Examineur</b>	<b>- Mr TAIBI Sofiane</b>	<b>MAB</b>
<b>Examineur</b>	<b>- Mr BENYAGOUB Seddik</b>	<b>Architecte</b>
<b>Invité</b>	<b>- Mr BENOUINA Charef</b>	<b>MAC</b>
<b>Encadreur</b>	<b>- Mr GOUAÏCH Yacine</b>	<b>MAA</b>

**Année Universitaire 2016/2017**



# Préface

Le projet architectural sur lequel nous œuvrons, porte sur l'astronomie gravitationnelle, sujet très vaste et assez abstrait et que de surcroît n'est pas dans notre domaine. Afin de pouvoir bien comprendre le sujet et surtout consolider notre projet, nous nous sommes rapprochés de **Dr. Charef BENAOUINA**, maître de conférence et professeur au département de génie civil, pour nous éclaircir sur ce domaine mystérieux. Il a été très démonstratif sur tous les points qui ont été très obscurs pour nous. Il nous a aidés à y voir plus clair pour nous permettre d'aborder notre projet avec des sujets justes, des propos avérés et surtout lui donner toute l'importance qu'il mérite. Pour cela, nous tenons par le biais de cette préface à le remercier chaleureusement et qu'il trouve ici toute notre gratitude.

# Remerciements

Au terme de ce travail, mes remerciements vont à toutes personnes qui ont contribuées de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Qu'il me soit d'abord permis de remercier ma famille et en particulier mes parents pour leur patience et leur soutien constant.

Je leur dédie ce mémoire.

Je tiens aussi à remercier sincèrement Mr Yacine GOUAICHE, qui en tant que Directeur de mémoire s'est montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce Mémoire, afin de mener ce travail à bon port.

Je joins ces remerciements à Dr Nassim SEGHOUANI. Chef de département en astronomie et astrophysique pour son accueil et sa confiance qu'il nous a accordé dès notre arrivé au CRAAG d'Alger.

Je n'oublie bien évidemment pas l'ensemble de mes camarades de formation, ainsi, j'adresse une pensée spéciale à Bouchera et Amina et les remercie pour tous ces agréables moments passés ensemble.

LOTMANI Nardjess Lila

Je remercie mon dieu qui m'a donné le courage et la volonté de poursuivre mes études, ainsi que mes parents, qui ont sacrifié leur vie pour ma réussite.

Je tiens aussi à remercier Mr Yacine GOUAICHE, notre Directeur de mémoire, pour son aide, ses conseils, son encouragement et sa disponibilité dans ce projet.

Je remercie également Dr Nassim SEGHOUANI. Chef de département en astronomie et astrophysique pour son accueil et sa confiance qu'il nous a accordé dès notre arrivé au CRAAG d'Alger.

Enfin, je n'oserais oublier de remercier :

- Ma sœur Safia pour ses encouragements.
- Toute ma famille.
- Mes amies et mes collègues d'études et surtout EDDAIDJ Amina Linda, BENMELOUKA Bouchera et BENOUADAH Hadjira.

ZITOUNI Zahira





## **Résumé :**

Ce mémoire porte sur une connaissance d'un nouveau rebondissement dans le monde de l'astronomie et de l'astrophysique. Onde gravitationnelle ou déformation de l'espace-temps, est la nomination de ce nouveau champ de recherche. Considéré comme une affirmation de la théorie d'Einstein, cette expérience mérite d'être avisée et réfléchi, car l'effet qu'elle l'aura sur notre compréhension de la gravitation et de l'univers est d'une ampleur sans précédent.

Notre étude est la première tentative à vouloir accueillir cette expérience dans le pays tout en tenant compte de la carence de l'activité astronomique actuelle en Algérie, notamment en infrastructures. Actuellement, l'observatoire d'Alger demeure la seule infrastructure astronomique permanente de l'Afrique du nord, qui fut un des grands observatoires de la période coloniale. Ce mémoire vise à combler cette lacune.

Par ailleurs, tout en attirant l'attention sur le fait que l'astronomie et l'architecture sont en contact étroit et ce depuis la nuit des temps, nous démontrons que les premiers hommes étaient sûrement intrigués par les phénomènes célestes et étaient partagés entre peur et admiration pendant les éclipses du Soleil ou lors du passage de comètes brillantes, que cette drôle de fascination s'est même traduite en leur architecture.

Ce travail propose d'esquisser à travers un projet architectural, s'intitulant « Institut Algérien d'Astronomie Gravitationnelle » la jonction entre le bâti, le ciel et l'homme, une combinaison entre architecture et astronomie, en donnant naissance à une structure qui, de par son aspect formel, concrétisera cette combinaison et fonctionnellement sera en mesure d'accueillir la nouvelle ère d'astronomie gravitationnelle.

**Mots-clés:** Ondes gravitationnelles, astronomie gravitationnelle, IAAG, Alger.

## **Abstract:**

This thesis deals with a knowledge of a new rebound in the world of astronomy and astrophysics. Gravitational wave or space-time deformation, is the naming of this new field of research. Considered as an affirmation of Einstein's theory, this experience deserves to be warned and reflected, because the effect it will have on our understanding of gravity and the universe is unprecedented in scope.

Our study is the first attempt to welcome this experience in the country while taking into account the deficiency of the current astronomical activity in Algeria, especially infrastructure. At present, the Algiers Observatory remains the only permanent astronomical infrastructure in North Africa, which was one of the great observatories of the colonial period. This brief is intended to fill this gap.

On the other hand, while drawing attention to the fact that astronomy and architecture have been in close contact since the dawn of time, we demonstrate that the first men were surely intrigued by the celestial phenomena and were divided between fear and admiration during the eclipses of the Sun or during the passage of brilliant comets, which this funny fascination has even translated into their architecture.

This work proposes to sketch through an architectural project, which will be called "The Algerian institute of gravitational astronomy" the junction between the building, the sky and the man, a combination between architecture and astronomy, giving birth to a structure which, due to its formal aspect, will concretize this combination and functionally will be able to accommodate the new era of gravitational astronomy.

**Keywords:** gravitational waves, gravitational astronomy, IAAG, Algiers.

## ملخص

تتضمن هذه المذكرة معرفة حول اكتشاف جديد في عالم الفلك والفيزياء الفلكية. موجة جاذبية او تشوه الزمكان، هو تسمية لهذا المجال العلمي الجديد. وهو يعتبر تأكيدا لنظرية اينشتاين، هذه التجربة يجب ان تكون محكمة ومدروسة جيدا، لان تأثير ذلك على فهمنا للجاذبية والكون بمدى لم يسبق له مثيل.

دراستنا هي المحاولة الأولى التي ستتطرق لهذه التجربة في البلاد مع الأخذ بعين الاعتبار عدم وجود النشاط الفلكي الحالي في الجزائر، وخاصة البنى التحتية. لا يزال مرصد الجزائر البنية التحتية الفلكية الدائمة الوحيدة في شمال أفريقيا، والذي كان واحدا من المراصد الكبرى في الفترة الاستعمارية. وتهدف هذه الأطروحة لملء هذه الفجوة.

علاوة على ذلك، نريد لفت الانتباه إلى حقيقة الاتصال الوثيق بين علم الفلك والهندسة المعمارية منذ فجر التاريخ. ونبرهن ان الانسان القديم كان بالتأكيد مفتونا بهذه الظواهر السماوية وكانت مزيج بين الخوف والاعجاب عند كسوف الشمس او مرور المذنبات، هذا السحر الغريب قد ترجمه حتى في الهندسة المعمارية الخاصة به.

يقترح هذا العمل تصميم مشروع معماري، المسمى "المعهد الجزائري لعلم الفلك الجاذبي" من خلال انشاء رابط بين البناية، السماء والانسان، وهو مزيج من الهندسة المعمارية والفلك، مما أدى إلى انشاء بنية التي، بواسطة جانبها الشكلي، تجسد هذا المزيج ووظيفيا سوف تكون قادرة على استقبال عصر جديد في علم الفلك الجاذبي.

## Tables des matières

Préface .....	III
Remerciements.....	IV
Résumé.....	V
Abstract.....	VI
Résumé en arabe.....	VII
Tables des matières .....	VIII
Tables des figures.....	XIV

## Introduction Générale

1. Introduction .....	19
2. Problématique .....	20
3. Objectifs .....	21
4. Méthodologie .....	21
5. Structure du mémoire.....	22

## Chapitre I : Détection des ondes gravitationnelles : une fenêtre sur l'univers

1.1 Introduction.....	24
1.2 L'astronomie, un monde à découvrir .....	24
1.2.1 L'astronomie et l'astrophysique, quel différence ?.....	25
1.3 Découverte des ondes gravitationnelles .....	26
1.3.1 Qu'est-ce qu'une onde gravitationnelle ?.....	28
1.3.2 D'où viennent les ondes gravitationnelles ?.....	28
1.3.3 Lien intime entre les trous noirs et les ondes gravitationnelles.....	28
1.3.4 Seconde détection des ondes gravitationnelles .....	29
1.4 La prédiction d'Einstein.....	30

1.4.1 L'origine de la plus heureuse idée d'Einstein .....	30
1.4.2 L'esprit d'ascenseur .....	31
1.4.3 La courbure de l'espace-temps.....	32
1.5 Les interféromètres terrestres .....	33
1.5.1 Les détecteurs LIGO .....	34
1.6 L'astronomie, un nécessaire travail en réseau.....	36
1.6.1 L'extension du réseau.....	37
1.6.2 Répondre rapidement à « la découverte du siècle ».....	38
1.7 L'impact de cette découverte sur le monde.....	40
1.8 Conclusion .....	41

## **Chapitre II : l'astronomie en Algérie : Une discipline en péril**

2.1 Introduction .....	43
2.2 L'histoire de l'astronomie en Algérie .....	43
2.3 Les sociétés astronomiques en Algérie .....	46
2.4 L'astronomie en tant que discipline scientifique .....	49
2.4.1 Les institutions académiques.....	50
2.4.2 Le département d'astronomie et d'astrophysique à Constantine (Frère Mentouri).....	51
2.4.3 L'expérience de l'université des frères Mentouri .....	52
2.5 L'agence spatiale algérienne « ASAL ».....	53
2.5.1 Le CRAAG.....	53
2.5.2 L'observatoire de Bouzaréah .....	54
2.5.3 Centre des Techniques Spatiales (CTS).....	56
2.5.4 Centre des Applications Spatiales (CAS).....	57
2.5.5 Centre de recherche spatiale d'Oran (Centre de Développement des Satellites) .....	57

2.5.6 Centre d'exploitation des Systèmes de Télécommunications (CEST).....	58
2.6 Un phénomène dans le ciel de Constantine.....	59
2.7 Conclusion .....	60

## **Chapitre III : Approche thématique**

3.1 Introduction.....	62
3.2 Astronomie et Architecture dans les premiers temps.....	62
3.2.1 Structures Principalement astronomiques .....	63
3.2.2 Structures à double fonction.....	63
3.3 La promotion de l'astronomie.....	64
3.4 Les relais de la culture astronomique.....	66
3.4.1 Qu'est-ce qu'un observatoire .....	66
3.4.2 Qu'est-ce qu'un centre .....	66
3.5 Cas d'étude (1) : Maison de l'astronomie à Heidelberg .....	68
3.5.1 La situation .....	68
3.5.2 Le contexte .....	69
3.5.3 L'Institut Max Planck d'astronomie.....	69
3.5.4 L'approche fonctionnelle .....	70
3.5.5 L'approche Formelle .....	74
3.5.6 Synthèse .....	76
3.6 Cas d'étude (2) : L'observatoire de Paris.....	77
3.6.1 La situation .....	77
3.6.2 Aperçu historique .....	78
3.6.3 Le contexte .....	78
3.6.4 Domaine d'activités.....	79
3.6.5 Politique de recherche .....	80
3.6.6 Les installations de l'observatoire.....	81

3.6.7 Synthèse .....	82
3.7 Conclusion .....	82

## **Chapitre IV : Approche contextuelle**

3.1 Introduction .....	84
3.2 Méthode d'analyse .....	84
3.2.1 La méthode d'Edward White .....	84
3.2.2 La méthode de LAGRO .....	85
3.3 Choix du site .....	86
3.3.1 Territoire national algérien .....	87
3.3.2 La ville d'Alger .....	88
3.3.3 La morphologie .....	88
3.3.4 Accessibilité au site .....	89
3.3.5 Contexte .....	91
3.3.6 Nature juridique.....	92
3.4 L'inventaire et l'analyse du site .....	93
3.4.1 Contexte de voisinage .....	93
3.4.2 Caractéristiques naturels et physiques.....	96
3.4.3 Caractéristique sensoriels.....	97
3.5 Extension du CRAAG ? .....	99
3.6 Perspective du projet .....	99
3.7 Conclusion .....	100

## **Chapitre V : Approche architecturale**

5.1 Introduction .....	102
------------------------	-----



5.2 La conception d'un institut d'astronomie gravitationnelle .....	102
5.2.1 Les enjeux du projet .....	102
5.3 Les usagers .....	104
5.3.1 Les providers .....	104
5.3.2 Les consommateurs .....	104
5.4 Programmation .....	104
5.4.1 La recherche scientifique .....	105
5.4.2 La formation .....	105
5.4.3 La sensibilisation .....	105
5.5 Démarche conceptuelle .....	106
5.6 Idée du projet .....	106
5.6.1 Concepts liés au thème .....	106
5.6.2 Concepts liés au site .....	107
5.6.3 Concepts liés à l'architecture .....	108
5.7 Formalisation du projet .....	109
5.7.1 Première étape : délimitation .....	109
5.7.2 Deuxième étape : principe de composition .....	110
5.7.3 Troisième étape : principe d'implantation .....	111
5.8 Description des entités .....	115
5.8.1 L'entité d'accueil .....	115
5.8.2 Le pavillon scientifique .....	116
5.8.3 L'entité de service .....	117
5.9 Programme quantitatif .....	120
5.10 Choix structurel .....	122
5.10.1 Structure en poteau poutre .....	122
5.10.2 La structure tridimensionnelle .....	123
5.11 Conclusion .....	123

**Conclusion Général** .....125

**Bibliographie** ..... 127

# Table des figures

Fig. 1: Illustration d'amas de galaxies (cosmos).....	24
Fig. 2: Couverture de la publication .....	26
Fig. 3. : Observation des ondes gravitationnelles.....	26
Fig. 4 : Plus de 1009 auteurs de nationalités différentes se sont entretenus sur l'évènement.....	27
Fig. 5: Rotation des trous noirs .....	28
Fig. 6: Distorsions de l'espace-temps.....	28
Fig. 7: Le physicien théoricien Albert Einstein. ....	30
Fig. 8: Une illustration de l'effet d'ascenseur selon la théorie d'Einstein.....	31
Fig. 9: Représentation de la déflexion de la lumière près d'un trou noir.....	31
Fig. 10: Une simulation informatique de la déformation de l'espace-temps.....	31
Fig. 11: Démonstration représentant l'espace-temps comme tissu élastique.....	32
Fig. 12: Trajectoire d'une bille.....	32
Fig. 13: Illustration de l'agitation de l'eau.....	32
Fig. 14 : Les détecteurs des ondes gravitationnelles du monde.....	34
Fig. 15 : Les deux détecteurs LIGO.....	35
Fig. 16: Schéma expliquant le fonctionnement de l'interféromètre.....	36
Fig. 17: Aperçu du réseau de la collaboration mondiale .....	37
Fig. 18: Kohn Hall, qui abrite l'Institut Kavli de la physique théorique.....	38
Fig. 19: Une séance de discussion ouverte sur la formation du trou noir par l'astronome Sterl Phinney.....	38
Fig. 20: L'activité astronomique à l'époque coloniale était en plein essor, article journalier, Al Bassair.....	43
Fig. 21: Extrait de l'article « Quel Gâchis ! », samedi 24/09/2016, Smail Goumeziane.....	45
Fig. 22: Photo du club astronomique à Alger.....	46
Fig. 23 : Le planétarium de Sidi Bel Abbès.....	48
Fig. 24: Ecole doctorale d'astrophysique.....	51
Fig. 25 : L'observatoire des Aurès.....	52
Fig. 26 : Photo de l'entrée de CRAAG .....	53
Fig. 27: Situation de CRAAG .....	54
Fig. 28: L'observatoire d'Alger, 1921, Fernand Baldet.....	54

Fig. 29 : Les instruments de l'observatoire.....	55
Fig. 30 : Photo de l'entrée de CTS.....	56
Fig. 31 : Le bâtiment de CDS.....	57
Fig. 32: Photo de constat illustrant le passage du météorite. ....	59
Fig. 33: Le Taux de l'activité astronomique depuis la création de l'observatoire d'Alger.....	60
Fig. 34 : Les secteurs principale favorisant la diffusion de la culture astronomique.....	48
Fig. 35: L'observatoire Jantar Mantar.....	63
Fig. 36 : Stonehenge, qalinx.....	63
Fig. 37: Le plan du site de Stonehenge.....	64
Fig. 38 : Le mécanisme d'un centre.....	67
Fig. 39 : Simulation en 3D du planétarium ....	68
Fig. 39 : Simulation en 3D du planétarium ....	68
Fig. 41: L'observatoire d'Heidelberg-Königstuhl.....	69
Fig. 42: Vue aérienne du campus de l'Institut Max Planck.....	69
Fig. 43 : Schéma de principe d'implantation.....	70
Fig. 44 : Organigramme fonctionnel des types d'installations du campus /Zoning.....	71
Fig. 45 : Etude des activités.....	72
Fig. 46 : Rapport circulation / activité.....	72
Fig. 47 : Récapitulatif du programme du HDA, M.Possel.....	73
Fig. 48 : Référence de la forme du projet issue de la galaxie M51.....	74
Fig. 49 : Vue sur la façade d'entrée.....	75
Fig. 50: Vue sur le projet.....	75
Fig. 51: Schéma de la synthèse du cas d'étude.....	76
Fig. 52: La façade sud de l'observatoire de Paris.....	77
Fig. 53: Situation du projet.....	77
Fig. 54 : L'observatoire de Paris.....	78
Fig. 55: Schéma des domaines d'activités de l'observatoire.....	79
Fig. 57: Organisation des unités de recherche et thématiques.....	80
Fig. 58: Répartition des différentes actions transverses.....	81
Fig. 59: Le plan d'observatoire de Paris.....	81
Fig. 60 : Schéma de la synthèse du projet.....	82

Fig. 61: Schéma représentatif de la méthode d'Edward T White.....	85
Fig. 62: Schéma représentatif de notre méthodologie.....	86
Fig. 63: La carte de l'Algérie avec la situation d'Alger.....	87
Fig. 64 : La carte de la commune de Bouzareah.....	88
Fig. 65: Vue en relief de la commune de Bouzaréah.....	88
Fig. 66 : Coupe topographique AA, représentant l'importance d'altitude de la commune.....	89
Fig. 67 : Plan des voies de dessertes, depuis l'aéroport Houari Boumediene.....	89
Fig. 68 : Plan des voies de dessertes, depuis la gare Agha.....	89
Fig. 69 : Téléphérique de Bouzareah.....	90
Fig. 70 : La ligne de téléphérique de Bouzareah.....	90
Fig. 71 : Accessibilité par route à Bouzareah .....	91
Fig. 72 : Accessibilité depuis la gare routière de kharouba.....	91
Fig. 73 : L'observatoire d'ALGER.....	91
Fig. 74 : Centre de Développement des Energies Renouvelables CDER.....	91
Fig. 75: Schéma des cibles du projet.....	92
Fig. 76 : Carte conceptuelle représente l'inventaire de site.....	93
Fig. 77: Le développement historique de site entre 2001 et 2016.....	94
Fig. 78: Etat des fonctions de l'environnement immédiat.....	94
Fig. 79 : Etat des fonctions de l'environnement immédiat par pourcentage.....	95
Fig. 80 : Etat des hauteurs de l'environnement immédiat.....	95
Fig. 81 : Etude des hauteurs .....	96
Fig. 82 : Plan représentatif de trais de coupe.....	96
Fig. 83 : Une coupe topographique sur le terrain d'étude.....	96
Fig. 84: Courbe de température de Bouzareah.....	97
Fig. 85: L'ensoleillement et les vents dominants.....	97
Fig. 86: Les vues dominantes du site .....	98
Fig. 87 : Schéma représentatif des actions à mener.....	100
Fig. 88 : Schéma des cibles du projet.....	104
Fig. 89 : Organigramme fonctionnel.....	105
Fig. 90: Flexibilité du plan libre.....	107
Fig. 91: Principe de délimitation du terrain.....	109

Fig. 92 : Schéma de la trame.....	110
Fig. 93: Schéma de principe de la disposition des entités.....	110
Fig. 94 : Schéma de principe de l'implantation.....	111
Fig. 95: L'orientation du pavillon scientifique.....	112
Fig. 96 : Déformation de la trame.....	112
Fig. 97: Plan de masse.....	114
Fig. 98 : Vue perspective du projet.....	115
Fig. 99 : L'entité d'accueil, vue sur l'entrée principale.....	116
Fig. 100 : Modélisation 3D du pavillon scientifique.....	116
Fig. 101 : Vue sur le planétarium du pavillon scientifique.....	117
Fig. 102: Vue sur l'espace service.....	117
Fig. 103: Modélisation 3D de l'administration.....	118
Fig. 104: Modélisation 3D de l'hébergement.....	118
Fig. 105: Vue sur la cafétéria.....	119
Fig. 106: Tableau du programme quantitatif.....	122
Fig. 107: La structure apparente de la sphère d'accueil.....	123

---

# Introduction Générale

1. Introduction
  2. Problématique
  3. Objectifs
  4. Méthodologie
  5. Structure du mémoire
-

## 1. Introduction

Un des premiers instincts de l'homme était de contempler le ciel. L'une des premières activités humaines était la construction des mégalithes. L'astronomie et l'architecture ont voyagé pendant des milliers d'années en contact étroit, beaucoup des grands monuments et constructions cérémoniales des premières civilisations étaient alignés astronomiquement<sup>1</sup>, révélant l'admiration de l'homme du monde qui l'entoure.

L'astronomie semble être la science la plus fascinante et la plus attirante pour le public dans les sociétés anciennes et contemporaines. Depuis les temps les plus reculés, la vie des hommes a toujours été marquée par l'alternance des jours et des nuits, des saisons, qui lui étaient familiers. Au fil des temps il commença à utiliser ces phénomènes à son avantage (programmer son quotidien, améliorer son mode de vie)

Dans le saint Coran, nombre de versets affirment et témoignent la divinité de la cosmogonie et la sublimité de l'univers. À l'époque, où l'humanité ne possédait évidemment pas de télescopes ni des techniques d'observation de pointe que nous avons aujourd'hui, techniques qui permettent de scruter l'Espace sur des millions de kilomètres, le Coran révélait certains mystères qui entourent notre monde visible. « *Nous avons fait du ciel une voûte protégée, et pourtant ils se détournent de Nos signes.* » (Sourate al-Anbiyâ', 32) À cette époque, on pensait que la terre était plate et pourtant la parole de Dieu décrivait la forme de la terre différemment plus précisément comme étant ronde.

Ce qui a été révélé dans le Coran fut découvert des siècles plus tard par des érudits d'astronomie extasiés devant ces constatations. Cette science vieille de tous les temps, n'arrête pas de nous étonner, son existence est toujours en évolution de découverte en découverte. Pas plus tard que l'année passée, un phénomène extraordinaire a été observée, baptisé ondes gravitationnelles.

---

<sup>1</sup> Lockyer, N. (2003). Stonehenge & Other British Stone Monuments Astronomically Considered 1909: Kessinger Publishing.



## 2. Problématique

La plupart du temps, lorsque nous parlons de la science, c'est pour révéler une nouvelle découverte des chercheurs. Chaque pas en avant de la connaissance nous émerveille à juste titre. En effet, un nouveau Graal de la physique vient d'être atteint le début d'année 2016, il s'agit de la détection d'ondes gravitationnelles, comme il a été annoncé dans la publication Phys. Rev. Lett<sup>2</sup>. Cette toute récente mise en évidence des ondes gravitationnelle démontre combien l'astronomie est vivante et florissante, toutefois, il est un sujet qui obnubile le monde entier d'où l'enthousiasme des pays à se lancé dans une course scientifique. Or notre pays n'a pas su jusqu'à présent développer d'attitude positive envers cet évènement.

La culture astronomique en Algérie, notamment l'astronomie gravitationnelle, a réellement le potentiel de rayonner de par le monde. En effet, l'astronomie en Algérie a occupé une place considérable dans le monde, du temps de la période coloniale, en participant à des projets astronomique internationaux. A l'époque, la France comptait quatre grands observatoires, Paris, Lyon, Nice, et celui d'Alger<sup>3</sup>. Actuellement, l'observatoire d'Alger demeure la seule infrastructure astronomique permanente de l'Afrique du nord, un réel patrimoine en quête de reconnaissance. Pour cela la problématique sera traduite comme suit :

- Quel intérêt détient cet évènement pour atteindre une telle ampleur ?
- L'astronomie en Algérie a-t-elle l'esprit de suivre cette vague scientifique ?
- Existe-t-il un site qui pourra supporter cette nouvelle ère d'astronomie ?
- Comment représenter cette pensée en un projet architectural ?
- Quel scénario faudrait-il adopté afin de promouvoir l'astronomie gravitationnelle en Algérie ?

---

<sup>2</sup> Abbott, B., Abbott, R., Abbott, T., Abernathy, M., Acernese, F., Ackley, K., ... Adhikari, R. (2016). Observation of gravitational waves from a binary black hole merger. Physical review letters, 116(6), 061102.

<sup>3</sup> Sadat, R. (1998). Astronomie en Algérie. *African Skies*, 2, p.11.

### 3. Objectifs

Notre attitude face à ce choix du thème, est liée en grande partie à notre enthousiasme envers l'astronomie gravitationnelle, nous a poussés à tracer un objectif clair « **Promouvoir et ancrer l'astronomie gravitationnelle en Algérie** » Plusieurs d'autres objectifs ont été fixés, ils seront récapitulés comme suit :

- Sensibiliser la population aux sciences de l'astronomie, tout particulièrement dans le domaine de la gravitation, par des actions de diffusion, de conservation, d'éducation et de recherche.
- Contribuer à la création d'une nouvelle plateforme scientifique. N'ayant pas de filière de formation spécifique, cette plateforme contribuera à définir de nouveaux axes de recherches.
- La création d'une structure indépendante assurant une certaine attractivité mais associative avec les autres institutions de la société astronomique.
- Comme l'astronomie gravitationnelle est un fait nouveau en Algérie certainement le projet est à caractère national et doit trouver lieu une zone a cachet scientifique et astronomique

### 4. Méthodologie

Nous apportons dans notre mémoire des réponses appropriées aux questions posées au départ. En effet, notre démarche portée sur la promotion de l'astronomie gravitationnelle s'organisera autour de deux parties: théorique et pratique.

Cela dit, après avoir établi la problématique et les questions de recherche, il est important de déterminer les théories et les idées préexistantes en lien avec le sujet choisi. Sur ces entrefaites, le cadre théorique consistera à établir l'état de l'art du thème abordé, pour l'acquisition des connaissances solides sur les travaux de recherche réalisés dans ce domaine, à travers des définitions des termes relatifs au sujet, l'étude historique de l'activité astronomique en Algérie et l'approche thématique.

Le cadre pratique quant à lui, s'intéresse aux outils manuels d'analyse et de conceptualisation. Pour mieux appréhender la problématique nous nous sommes référés d'abord à l'approche contextuelle, qui va nous permettre de nous informer sur le site qui réceptionnera cette expérience, tout en justifiant le choix du terrain par des arguments valables et des supports cartographiques. Ensuite, à l'approche programmatique, qui nous permettra de définir un programme spécifique. Au final, à l'approche architecturale qui consiste à tirer tous les enseignements des phases précédentes afin d'arriver à la formalisation du projet dans son aspect formel et fonctionnel partant du choix définitif du terrain, l'étude du contexte et les éléments du programme.

## 5. Structure du mémoire

La structure de ce mémoire est essentiellement chronologique et structurée en deux parties :

- **La partie théorique :**

- ✓ Chapitre I : ce chapitre constitue une entrée privilégiée et un état de connaissance sur l'objet d'étude. Pour cela, nous allons donner quelques définitions et notions liées directement aux ondes gravitationnelles. Ensuite, nous exposons successivement les différentes structures qui ont répondu rapidement à la découverte. Enfin, nous allons développer l'importance et l'effervescence de ce phénomène.
- ✓ Chapitre II : ce chapitre est consacré à situer l'astronomie en Algérie d'une manière globale, nous donnerons ainsi un bref état des activités des sociétés astronomiques et nous démontrons si le pays sera en mesure à entreprendre le nouveau champ de recherche.
- ✓ Chapitre III : cette partie de notre mémoire englobera l'approche thématique et l'analyse des différents cas d'études.

- **La partie pratique :**

- ✓ Chapitre IV : à travers ce chapitre nous essayerons par le biais de l'approche contextuelle de choisir un site dans la capacité à supporter l'ère de l'astronomie gravitationnelle.
- ✓ Chapitre V : Enfin, nous verrons dans le dernier chapitre, intitulé approche conceptuelle, les différentes phases de conception du produit architectural.

---

# Chapitre I

## Détection des ondes gravitationnelles : une fenêtre sur l'univers

1.1 Introduction

1.2 L'astronomie, un monde à découvrir

1.3 Découverte des ondes gravitationnelles

1.4 La prédiction d'Einstein

1.5 Les interféromètres terrestres

1.6 L'astronomie, un nécessaire travail en réseau

1.7 L'impact de cette découverte sur le monde

1.8 Conclusion

---

## 1.1 Introduction

*“Rare est celui qui n’a pas levé les yeux, un soir à la campagne, et admiré la prodigieuse beauté de la voie lactée s’étirant au-dessus de sa tête. Le simple geste de porter son regard vers les cieux nous confronte immédiatement à des questions millénaires sur nos origines et nous permet de tisser un lien étroit avec le passé”.* **(Wesemael, 2006)**

Dans ce chapitre nous allons explorer les dernières actualités liées à l’astronomie, cependant nous allons dévoiler une révolution dans le monde de cette discipline, qualifiée comme « la découverte du siècle » faisant vibrer le monde entier.

## 1.2 L’astronomie, un monde à découvrir

Pour la majorité des gens, l’astronomie évoque un monde à la fois mystérieux et grandiose, celui des étoiles et de l’immensité cosmique. **(fig. 1)** Depuis toujours, nous éprouvons une sensation étrange et unique en contemplant la nuit étoilée. Comme si son spectacle était une porte ouverte sur les grands mystères fondamentaux. L’astronomie évoque donc aussi les grandes questions « existentielles » : Où sommes-nous ? **(Bond, 2006)**



**Fig. 1:** Illustration d’amas de galaxies (cosmos).

Source : **NASA/CXC/MSU/M.Sun**

Depuis la nuit des temps l’astronomie à occuper une place considérable dans la civilisation humaine, n’en demeure pas moins qu’aujourd’hui et dans tous les pays du monde cette discipline est toujours aussi importante. L’astronomie, cette science aux multiples branches tient un rôle moteur dans la recherche scientifique et de ce fait, elle crée un développement technologique et scientifique dans tous les domaines. En effet, cette science, l’astronomie fait appel à toutes les sciences : la chimie, la physique, l’électronique, la mécanique, l’optique, la biologie, et l’informatique pour son développement, c’est primordial et ce sont ces exigences qui incitent des progrès énormes dans

ces domaines cités plus haut. Vu l'immensité de cette science, les physiciens ont pour laboratoire le ciel pour étudier les phénomènes à haute énergie.

### **1.2.1 L'astronomie et l'astrophysique, quel différence ?**

Dans la définition général donnée, on voit souvent contrastés les termes « astronomie » et « astrophysique » l'astronomie se préoccupe principalement de l'observation des corps célestes tandis que l'astrophysique, comme vous l'avez sûrement compris, est un mélange d'astronomie et de physique. Plus précisément, l'astrophysique est une branche entière de la physique s'intéressant à tous les phénomènes qui se produisent dans l'espace. La différence avec l'astronomie est que l'astrophysique a pour mission d'expliquer les phénomènes mis en jeu au sein des astres et de l'Univers. On trouve ainsi différentes branches en astrophysique, selon le sujet d'étude ou selon la théorie utilisée pour expliquer les phénomènes.

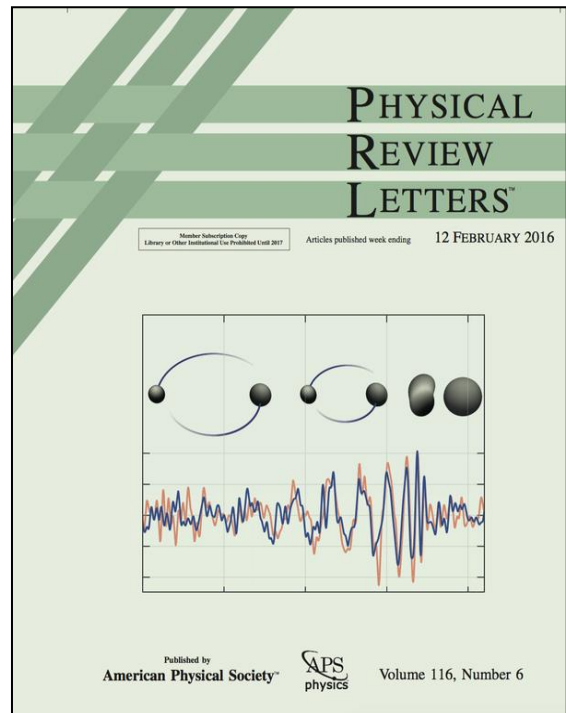
Actuellement, les astronomes ont une formation en astrophysique et leurs observations sont généralement étudiées dans un contexte astrophysique, de sorte qu'il y a moins de distinction entre ces deux disciplines qu'auparavant. Il existe différentes disciplines en astrophysique : Cosmologie , Planétologie , Exobiologie, Instrumentation , Physique stellaire ,, Héliosismologie et astérosismologie , Physique du milieu interstellaire , Plasmas, astrophysiques , Physique galactique , Technologies de propulsion (spatiale) , propulsion par l'antimatière , propulsion plasma.

L'astrophysique étant un sujet très vaste, les astrophysiciens utilisent généralement plusieurs disciplines de la physique, dont la mécanique, l'électromagnétisme, la mécanique statistique, la thermodynamique, la mécanique quantique, la relativité, la physique nucléaire, la physique des particules, la physique atomique et moléculaire. **(Taillet, Villain, & Fevre, 2008; Wesemael, 2006)**

### 1.3 Découverte des ondes gravitationnelles

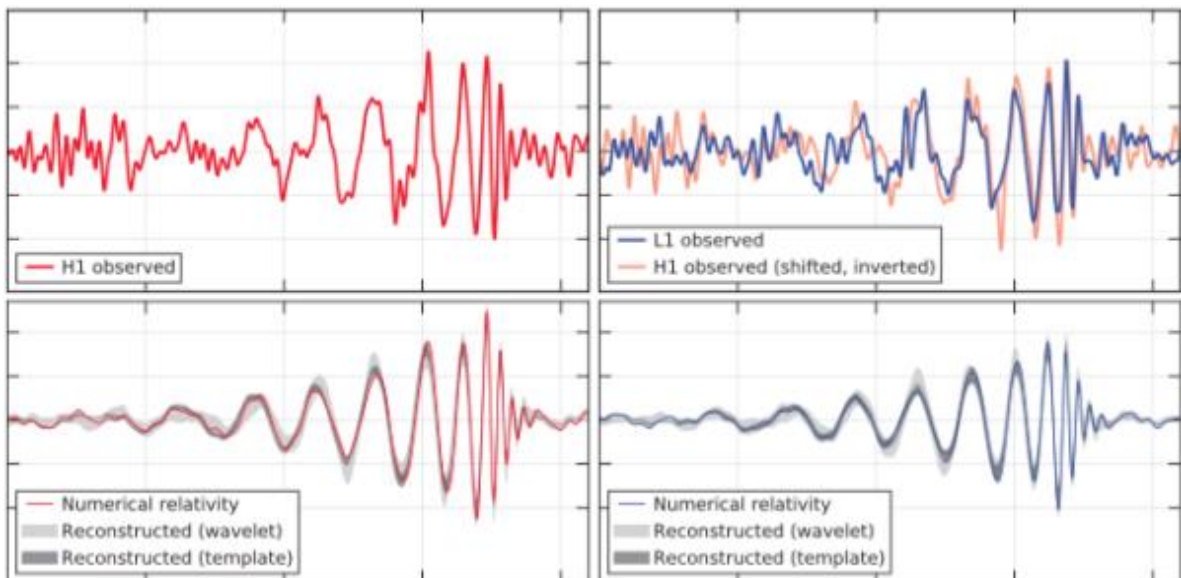
*“Ladies and gentlemen, we have detected gravitational waves.”* -David Reitze<sup>1</sup>

Selon ce que rapporte la publication dans la revue *Physical Review Letters* (**Fig. 2**), et à l’occasion d’une conférence de presse à 16h heure française, Le 11 février 2016, qui a eu lieu en états unis, l’Italie et en France simultanément, les physiciens américains viennent d’annoncer une énorme secousse dans le monde scientifique, pour une découverte majeure, à ranger au sommet des plus grandes percées de la connaissance. (**Abbott et al., 2016**)



**Fig. 2:** Couverture de la publication

Source : **Physical Review Letters**



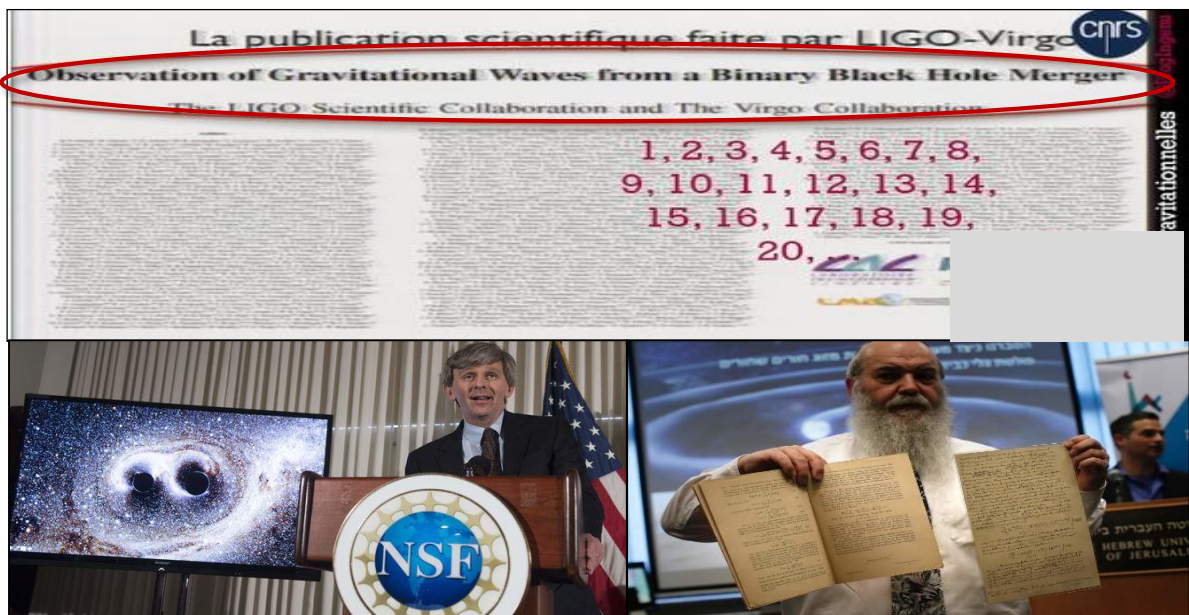
**Fig. 3. :** Observation des ondes gravitationnelles

Source : **Physical Review Letters 116, 061102 (2016).**

<sup>1</sup> David Reitze : Professeur de physique Américain à l’ Université de Floride qui a été le porte - parole scientifique de la découverte des ondes gravitationnelles.

Pour la première fois, des vibrations venues de l'espace et d'une étrange nature ont été détectées sur Terre, confirmant une prédiction d'Albert Einstein vieille d'un siècle.

L'observation d'ondes gravitationnelles (**Fig. 3**), pourrait être un événement majeur pour la science en général et l'astrophysique en particulier. Plus de 1009 auteurs ont participé à la rédaction d'une publication sur ce phénomène hors pair vu son importance (**Fig. 4**). La détection de ce premier clapotis cosmique a été dévoilée sur YouTube en anglais et sur le site du CNRS<sup>2</sup>, et détaillée dans la revue Physical Review Letters du 11 février par l'équipe de l'instrument LIGO, aux Etats-Unis, en collaboration avec celles de Virgo, détecteur essentiellement franco-italien et construit près de Pise, et de GEO600, en Allemagne. « Cette détection est le début d'une nouvelle ère, celle de l'astronomie des ondes gravitationnelles devenue désormais une réalité », a lancé Gabriela Gonzalez, porte-parole de l'équipe LIGO, professeur d'astrophysique à la Louisiana State University. (**Larousserie, 2016; Spiro, Leduc, & Dulieu, 2016**)



**Fig. 4 :** Plus de 1009 auteurs de nationalités différentes se sont entretenu sur l'évènement

Source : [www.lemonde.fr](http://www.lemonde.fr)

<sup>2</sup> CNRS : Centre national de la recherche scientifique, plus connu sous le sigle CNRS, est le plus grand organisme public français de recherche scientifique.

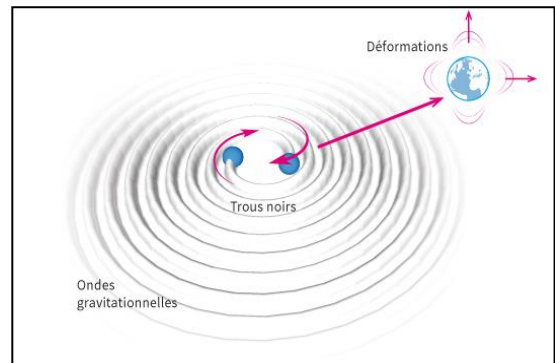


### 1.3.1 Qu'est-ce qu'une onde gravitationnelle ?

Selon Einstein, les ondes gravitationnelles sont les vectrices de la force gravitationnelle et se propagent à la vitesse de la lumière dans le «tissu» de l'espace-temps en le déformant. Pour nous représenter des ondes gravitationnelles, nous pouvons imaginer des vaguelettes dans l'espace-temps, le matériau qui compose l'Univers. **(Moutounet-Cartan, 2016)**

### 1.3.2 D'où viennent les ondes gravitationnelles ?

Selon la théorie de la relativité générale, un couple de trous noirs<sup>3</sup> en orbite l'un autour de l'autre perd de l'énergie sous forme d'ondes gravitationnelles **(Fig. 5)**. Les deux astres se rapprochent lentement, un phénomène qui peut durer des milliards d'années avant de s'accélérer brusquement. En une fraction de seconde, les deux trous noirs entrent alors en collision à une vitesse de l'ordre de la moitié de celle de la lumière et fusionnent en un trou noir unique. **(Abbott et al., 2016)**



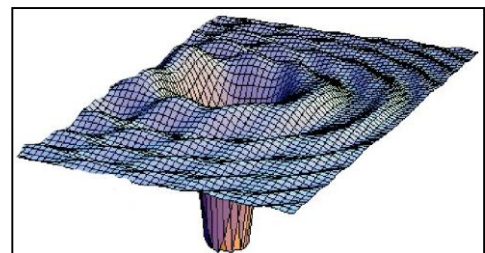
**Fig. 5:** Rotation des trous noirs

Source : **CNRS**

### 1.3.3 Lien intime entre les trous noirs et les ondes gravitationnelles

Les trous noirs et les ondes gravitationnelles sont tous deux des distorsions de l'espace-temps **(Fig. 6)** :

- Distorsions extrêmes (trous noirs)
- Distorsions minimales (ondes gravitationnelles)



**Fig. 6:** Distorsions de l'espace-temps.

Source : **CNRS**

<sup>3</sup> Trous noirs : Objets célestes si compact qu'ils ne peuvent ni émettre, ni réfléchir la lumière et sont donc noirs.

En particulier, trous noirs et ondes gravitationnelles n'ont pas besoin de matière pour exister : ce sont des solutions du vide des équations de la Relativité Générale. (équations d'Einstein)(**Gourgoulhon, 2016**)

### **1.3.4 Seconde détection des ondes gravitationnelles**

Les deux LIGO détecteurs d'ondes gravitationnelles dans Hanford Washington et Livingston Louisiane ont attrapé un second signal robuste à partir de deux trous noirs dans leurs orbites finales, puis leur coalescence en un seul trou noir. Cet événement, baptisé GW151226, a été vu le 26 Décembre à 03:38:53. « *C'est un soulagement d'avoir pu avoir une confirmation sur des phénomènes différents* », note Nicolas Arnaud, chercheur du CNRS au laboratoire de l'Accélérateur linéaire d'Orsay<sup>4</sup>, membre de Virgo.

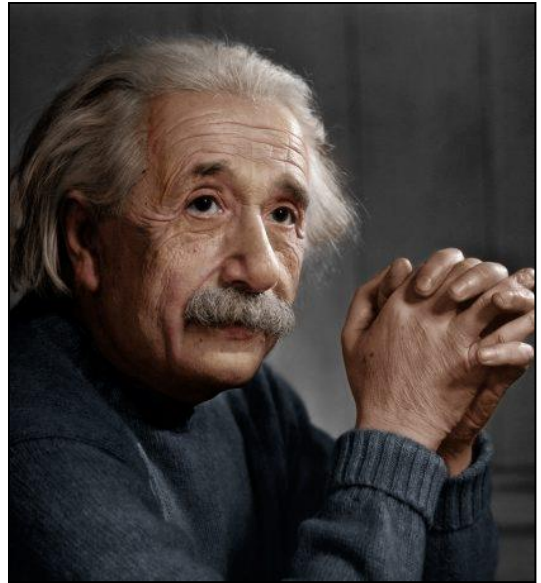
Ces deux détections confirment que les couples de trous noirs sont relativement abondants. L'analyse complète des données collectées par les détecteurs LIGO entre septembre 2015 et janvier 2016 laisse d'ailleurs penser qu'un troisième événement de ce type a pu être observé, le 2 octobre – avec cependant un degré de certitude moindre. À terme, l'analyse de ce genre d'observations pourra permettre de comprendre l'origine des couples de trous noirs : sont-ils issus d'un couple d'étoiles ayant chacune évolué en trou noir ou un trou noir est-il capturé par l'autre ?(**Larousserie, 2016**)

---

<sup>4</sup> Le Laboratoire de l'accélérateur linéaire est une unité mixte de recherche de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules du CNRS et de l'Université Paris-Sud.

## 1.4 La prédiction d'Einstein

Parmi les prédictions de la théorie de la relativité générale d'Einstein (**Fig. 7**), le seul élément à n'avoir pas encore été observé était la trace directe de l'existence des ondes gravitationnelles. Einstein avait prédit que lorsqu'un corps massif est soumis à une accélération, l'espace-temps<sup>5</sup> autour de lui doit en permanence se réajuster, ce qui se traduit par de légères perturbations qui se propagent à la vitesse de la lumière appelées des ondes gravitationnelles. Pour lui, ces ondulations étaient trop faibles pour être jamais détectées ; jusqu'à aujourd'hui, c'était vrai. (**Jarlett & Pralavorio, 2016**)



**Fig. 7:** Le physicien théoricien Albert Einstein.

Source : [www.ladepeche.fr](http://www.ladepeche.fr)

### 1.4.1 L'origine de la plus heureuse idée d'Einstein

*« J'étais assis sur ma chaise au Bureau fédéral de Berne, racontera-t-il. Je compris soudain que si une personne est en chute libre, elle ne sentira pas son propre poids. J'en ai été saisi. Cette pensée me fit une grande impression. Elle me poussa vers une nouvelle théorie de la gravitation. »* A la suite de cet émoi, Einstein postula qu'il y aurait une sorte d'identité formelle entre accélération et gravitation : si une accélération peut effacer un champ gravitationnel réel, alors elle doit pouvoir aussi créer l'apparence d'un champ gravitationnel là où il n'y en a pas. (**Klein, 2016**)

---

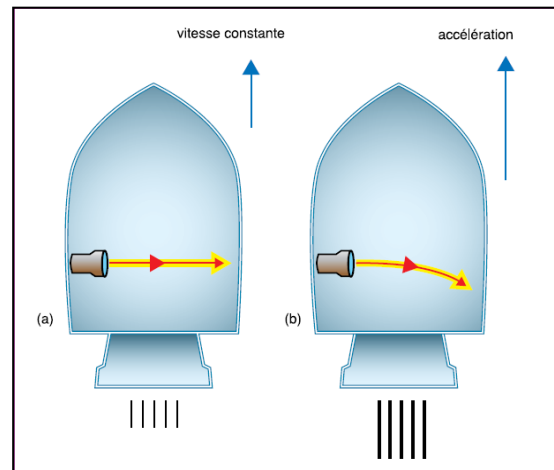
<sup>5</sup> L'espace-temps est une représentation mathématique de l'espace et du temps comme deux notions inséparables et s'influençant l'une l'autre. Il comporte quatre dimensions : trois dimensions pour l'espace, « x », « y », et « z », et une pour le temps, « t »

### 1.4.2 L'esprit d'ascenseur

Imaginons que la cabine d'un ascenseur (**Fig. 8**) ait un mouvement accéléré et qu'un rayon de lumière parallèle au plancher passe par un minuscule orifice aménagé dans l'une de ses parois. La vitesse de la lumière n'étant pas infinie, il lui faut un certain temps pour atteindre la paroi opposée, temps pendant lequel la cabine se sera déplacée vers le haut, de sorte que le point d'impact du rayon lumineux sera un peu plus proche du plancher que l'orifice d'entrée. Si l'on pouvait observer la trajectoire du rayon lumineux traversant la cabine, on constaterait qu'elle est courbée en raison de l'accélération vers le « haut »

L'image (**Fig. 9**) confirme la théorie de l'esprit d'ascenseur donnée par Einstein ou l'on constate d'une manière assez claire que de la Voie lactée n'est plus rectiligne à cause de la déflexion de la lumière passant près du trou noir. (**Kennefick, 2016; Klein, 2016**)

Pour Einstein, le mouvement d'un corps n'est pas déterminé par des forces, mais par la configuration de l'espace-temps. Par exemple, d'après Newton la Terre tourne autour du Soleil car celui-ci exerce une force gravitationnelle sur notre planète. Pour Einstein, c'est une perturbation de l'espace-temps introduite par la masse du Soleil qui est à l'origine du mouvement de la Terre (**Fig. 10**). (**Hartle, 2003**)



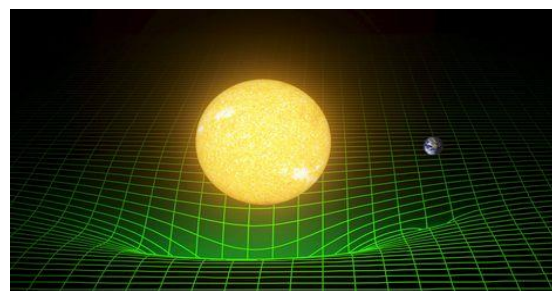
**Fig. 8:** Une illustration de l'effet d'ascenseur selon la théorie d'Einstein.

Source : [www.fondation-lamap.org](http://www.fondation-lamap.org)



**Fig. 9:** Représentation de la déflexion de la lumière près d'un trou noir.

Source : [www.futura-sciences.com](http://www.futura-sciences.com)

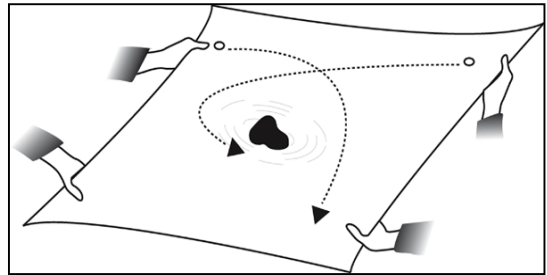


**Fig. 10:** Une simulation informatique de la déformation de l'espace-temps.

Source : **LIGO Laboratory /Reuters**

### 1.4.3 La courbure de l'espace-temps

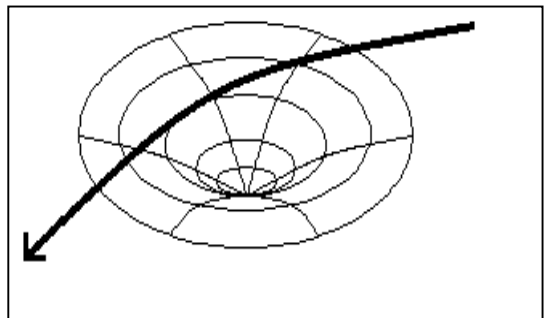
Pour mieux comprendre cette idée, faisons appel à une analogie à deux dimensions. L'espace, en relativité générale, peut être comparé à une sorte de tissu élastique (**Fig. 11**). La présence d'une étoile peut être simulée en posant une pierre sur ce tissu. Celle-ci s'enfonce dans le tissu, le déforme et y crée une dépression.



**Fig. 11:** Démonstration représentant l'espace-temps comme tissu élastique.

Source : [www.astronomes.com](http://www.astronomes.com)

Que se passe-t-il lorsqu'un corps plus petit passe à proximité de l'étoile ? Faisons rouler une bille sur le tissu : la trajectoire est d'abord une simple ligne droite, mais lorsque la bille passe à proximité de la pierre, elle pénètre légèrement dans la dépression. Elle est alors déviée de sa ligne droite et sa trajectoire se courbe. Sur ce tissu élastique, le mouvement de la bille n'est pas dicté par une force mais par la forme de l'espace ou plus précisément, par la courbure de celui-ci. (**Fig. 12**) (**Esslinger, 2015**)



**Fig. 12:** Trajectoire d'une bille.

Source : [www.astronomes.com](http://www.astronomes.com)

Pour simplifier encore plus le phénomène des ondes gravitationnelles citons un deuxième exemple, remplaçons l'univers par une surface d'un lac lorsque nous agitions quelque part sur la surface du lac bien plane, évidemment là où nous agitions il se produit des ondes concentriques qui démarre de cette source et se propage très loin, ces propagations sont des ondes gravitationnelles. (**Fig. 13**)



**Fig. 13:** Illustration de l'agitation de l'eau.

Source : [www.poledesetoiles.fr](http://www.poledesetoiles.fr)

## 1.5 Les interféromètres terrestres

Depuis près de 50 ans, les scientifiques cherchent à détecter ce phénomène pour améliorer notre connaissance de l'Univers et vérifier finement les prédictions de la relativité générale. Mais comment les scientifiques ont-ils fait pour découvrir sur Terre des ondes gravitationnelles ? Ils utilisent en fait un « interféromètre Michelson amélioré ». Il s'agit d'un instrument composé de deux bras faisant chacun 4 kilomètres de long et sont disposés à leurs extrémités des miroirs. Nous faisons ensuite passer dans ces bras des lasers (qui réfléchissent sur les miroirs). Lorsque des ondes gravitationnelles se propagent sur Terre, elle étend ou distord l'espace-temps et donc les bras s'allongent ou se contractent (sur des distances infimes). De ce fait, les miroirs sont plus éloignés ou proches les uns des autres et la lumière prend plus ou moins de temps qu'à la normale pour effectuer le parcours entre deux miroirs **(Laure Cailloce, 2016; Moutounet-Cartan, 2016)**

Ces instruments devraient permettre les premières détections directes d'ondes gravitationnelles. Il existe plusieurs projets indépendants **(Fig. 14)** :

- Le projet américain LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory). Il est constitué de 3 interféromètres<sup>6</sup> de Michelson.
- Le projet Germano-Britannique GEO600, construit près de Hambourg. Les bras de l'interféromètre mesurent 600 mètres.
- Le projet japonais TAMA, construit à Tokyo. Ses bras ont une longueur de 300 m, et il sert de prototype à un interféromètre de deuxième génération. A ce jour il a quasiment atteint sa sensibilité de référence.
- Le projet australien AIGO, situé à proximité de Perth. Ce projet n'a pas encore reçu les crédits nécessaires. Il n'entrerait en service que dans quelques années. Et il aurait des bras de 4m. Il serait le seul détecteur interférométrique d'ondes gravitationnelles situé dans l'hémisphère Sud, et permettrait ainsi de compléter le réseau mondial.
- Le projet Franco-Italien Virgo, construit à Cascina, non loin de Pise, qui doit son nom à l'amas de galaxies de la vierge situé à 15 Mpc. **(Laure Cailloce, 2016)**

---

<sup>6</sup> Interféromètre : un dispositif optique inventé par Albert Abraham Michelson et Edward Morley qui produit des interférences par division d'amplitude.





GEO 600 (Germany).



TAMA (Japon).



AIGO (Australie).



VIRGO (Italie).

**Fig. 14 : les détecteurs des ondes gravitationnelles du monde**

Source : [www.ligo.org](http://www.ligo.org)

### 1.5.1 Les détecteurs LIGO

Les deux détecteurs américains LIGO (**Fig. 15**) situés en Louisiane et à Washington ont été les deux clefs pour repérer cet événement extrêmement court mais très important pour la physique. L'équipe de scientifiques du Ligo travaille en étroite collaboration avec celle du détecteur franco-italien Virgo, situé près de Pise, en Italie, actuellement à l'arrêt pour des travaux d'améliorations. La collaboration scientifique LIGO et la collaboration Virgo exploitent trois observatoires suffisamment sensibles pour détecter des ondes gravitationnelles, lesquelles seraient causées par des événements violents survenant dans l'Univers, comme des explosions d'étoiles ou des collisions entre des trous noirs. (**Althouse & Zucker, 1992**)



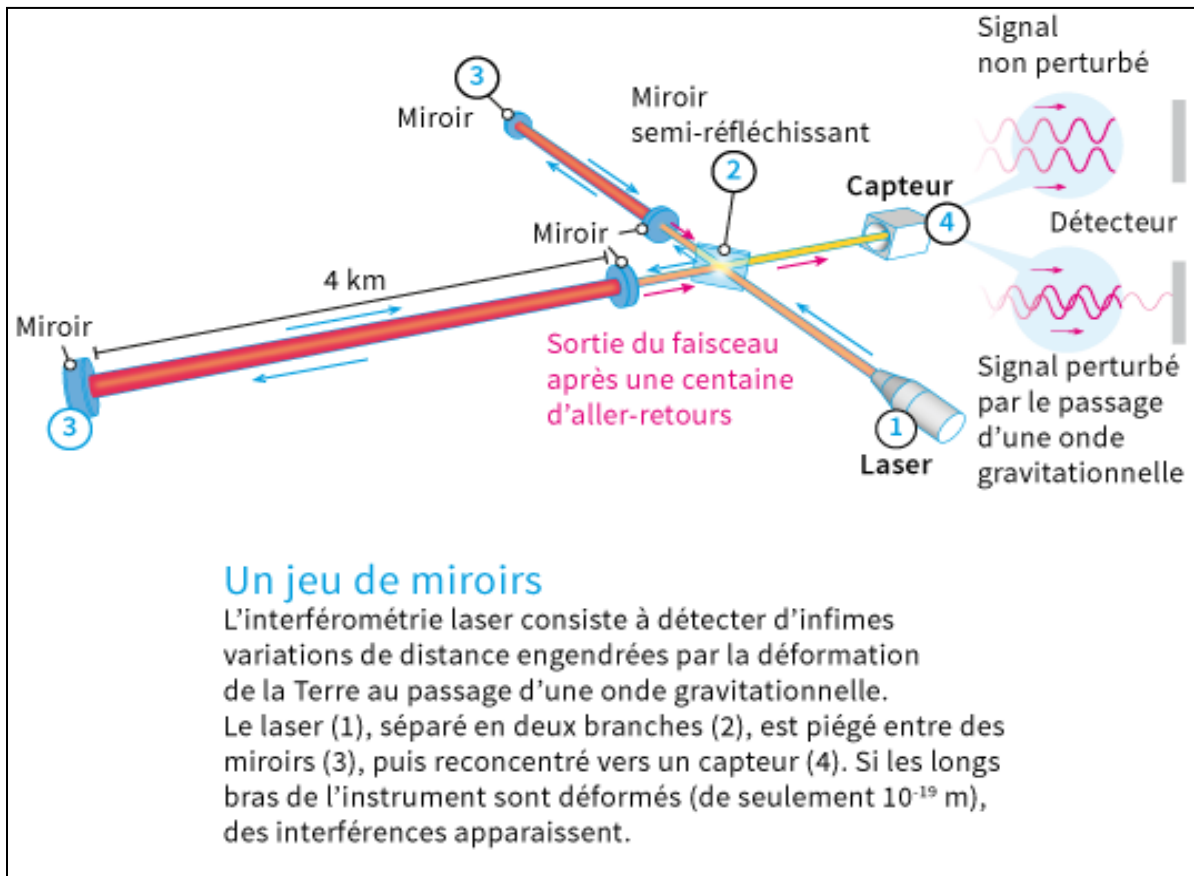
**Fig. 15 :** Les deux détecteurs LIGO

Source: **LIGO Laboratory & Virgo / N. Baldocchi**

LIGO compte deux sites aux États-Unis, distants de plusieurs milliers de kilomètres l'un de l'autre : l'observatoire Hanford à Washington et l'observatoire Livingston en Louisiane. Ces deux observatoires fonctionnent à l'unisson, ce qui permet d'augmenter la sensibilité de l'installation et de débarrasser le signal des vibrations locales, afin d'éviter que celles-ci ne soient confondues avec des ondes gravitationnelles.

Sur chaque site sont installés deux tubes de quatre kilomètres de long chacun (**Fig. 16**), disposés de manière à former un « L » et protégés par une enceinte en béton, qui bloque les interférences venant du monde extérieur. Une série de miroirs et de lasers, placés à l'intérieur des tubes, mesurent leur longueur, qui change très légèrement si une onde gravitationnelle les traverse. Les interféromètres de LIGO ont récemment été améliorés, ce qui a multiplié par trois la sensibilité des détecteurs, et ils n'ont recommencé à prendre des mesures qu'en septembre 2015. Juste après leur remise en service, les deux interféromètres ont détecté le même signal, au même moment : celui dont il est question aujourd'hui. On estime qu'il a été produit par la collision cataclysmique, à environ 1 milliard d'années-lumière de la Terre, de deux trous noirs ayant des masses de 36 et de 29 fois celle du Soleil. (**Hirose & University, 2008**)





**Fig. 16:** Schéma expliquant le fonctionnement de l'interféromètre

Source : LIGO VIRGO/ Infographe : Henri-Olivier.

## 1.6 L'astronomie, un nécessaire travail en réseau

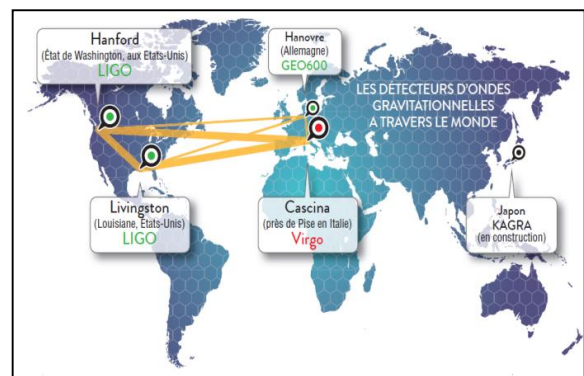
L'astronomie est un travail d'équipe qui demande une collaboration étroite entre chercheurs (les astronomes), ingénieurs et techniciens, et personnels administratifs, au niveau national et international.

De même que les effets des ondes gravitationnelles sur Terre sont tellement faibles qu'un instrument unique ne permet pas de faire de manière fiable la différence entre des signaux parasites et les signaux d'ondes gravitationnelles. En effet, les ondes gravitationnelles, interagissant très faiblement avec la matière, traversent la Terre sans perturbation. Mais de ce fait, elles sont aussi observables partout sur Terre, quasiment simultanément. La mise en commun des observations d'au moins deux instruments séparés par une grande distance permet tout d'abord de réduire significativement les signaux parasites. Par ailleurs, la comparaison des temps d'arrivée des signaux et de

leurs caractéristiques renseigne sur la position de la source dans le ciel. De plus, l'orientation différente du détecteur Virgo par rapport aux détecteurs LIGO apporte des informations supplémentaires permettant de mieux évaluer la distance de la source. Un réseau de centres de recherches distribués sur la Terre est donc nécessaire pour l'avènement d'une nouvelle astronomie, qui utilise les ondes gravitationnelles afin de mieux connaître les objets astrophysiques qui les émettent. **(Laure Cailloce, 2016) (Laure Cailloce, 2016)**

### 1.6.1 L'extension du réseau

L'effort international pour chercher les ondes gravitationnelles n'est pas limité à LIGO et Virgo. Au Japon, un centre de recherche en Astrophysique doté du détecteur KAGRA, de même taille que Virgo, est en cours de construction au cœur d'une montagne. KAGRA, dont les premières prises de données devraient avoir lieu vers 2018, compléterait avantageusement le réseau LIGO-Virgo en améliorant



**Fig. 17:** Aperçu du réseau de la collaboration mondiale

Source : [www.CNRS.fr](http://www.CNRS.fr)

son efficacité et certaines de ses performances. L'Inde manifeste également un fort intérêt pour ce type de recherche. Le financement d'un site pour l'installation d'un interféromètre de type LIGO est en cours de finalisation. Le démarrage de LIGO-India est envisagé vers 2022 et apporterait une dimension supplémentaire au réseau. **(Fig. 17)(Laure Cailloce, 2016)**

## 1.6.2 Répondre rapidement à « la découverte du siècle »

Comment les scientifiques réagissent aux dernières découvertes de la science ? Effectivement, cette découverte scientifique majeure à donner naissance à de nouvelles institutions en vue d'étudier ce domaine de l'astrophysique entièrement nouveau.

- **L'Institut Kavli de physique théorique à Santa Barbara, Californie**

L'Institut Kavli de physique théorique (KITP) est une institut de recherche de l'Université de Californie, Santa Barbara. Le KITP est l'un des instituts les plus renommés pour la physique théorique dans le monde. **(Kinney, 2007)**



**Fig. 18:** Kohn Hall, qui abrite l'Institut Kavli de la physique théorique.

Source : [www.en.wikipedia.org](http://www.en.wikipedia.org)



**Fig. 19:** Une séance de discussion ouverte sur la formation du trou noir par l'astronome Sterl Phinney.

Source : [www.quantamagazine.org](http://www.quantamagazine.org)

Pour les astrophysiciens après la grande annonce des ondes gravitationnelles, il se réunissait pendant deux semaines à Santa Barbara, Californie. LIGO a annoncé la détection des ondes gravitationnelles en Février et juste six mois plus tard, trois douzaines experts ont fait leur chemin à l'Institut Kavli de physique théorique **(Fig. 18)**, à Santa Barbara pour un atelier "réponse rapide". "*L'atelier nous a permis d'avoir deux semaines intenses à aiguïser les questions et les réponses scientifiques*" a déclaré Holz, professeur adjoint à l'Université de Chicago, dans un courriel **(Fig. 19)**. "Et cette découverte nous a vraiment déclenché pour faire un programme court, cependant nous allons réunir astrophysiciens et les expérimentateurs de LIGO pour discuter les ramifications d'une telle découverte." A annoncé Lars Bildsten, astrophysicien Américain et le sixième directeur de KITP. **(Kazmierczak, 2016)**

- **L'Australie ouvre un centre de recherche en astronomie gravitationnelle**

La découverte étonnante des ondes gravitationnelles annoncée ce Février, a été un moment influent dans l'histoire de l'astronomie, et le travail de collaboration de centaines de scientifiques du monde entier. L'Australie a joué un rôle important dans cette découverte et continuera à aller de l'avant dans le domaine, avec l'annonce de 31,3 millions \$ pour la construction d'un centre de recherche d'ondes gravitationnelles UA. «*Grâce à ce centre, les scientifiques et les étudiants australiens auront la possibilité de participer pleinement à la naissance de l'astronomie des ondes gravitationnelles*», a déclaré Bailes<sup>7</sup> dans un communiqué. "*Cela va nous permettre de développer des technologies étonnantes comme compression quantique pour améliorer encore les détecteurs... pour trouver les vagues, et ceci conduira à une révolution dans notre compréhension de l'Univers.*" **(Commissariat, 2016 )**

Le centre ouvrira ses portes en 2017, financé par l'université. Il sera dans la mission de trouver les sources d'ondes gravitationnelles, et d'étudier la fréquence de la fusion des super massifs trous noirs afin de déterminer si ils peuvent être étudiés en utilisant le futur Télescope Kilometre Telescope Array . L'équipe de recherche travaillera également à déterminer si la théorie d'Einstein de la relativité générale tient toujours dans des conditions gravitationnelles extrêmes. "Maintenant que les ondes gravitationnelles ont été détectés, nous entrons dans une ère d'exploration où l'on peut utiliser des ondes gravitationnelles à tout, des trous noirs à étudier la supernova<sup>8</sup> et l'accumulation de galaxies sur l'histoire du cosmos", a déclaré la physicienne Katie Mack de l'université de Melbourne. "L'Australie a déjà été un chef de file dans la recherche d'un type d'ondes gravitationnelles que les détecteurs au sol comme LIGO ne peuvent pas voir » Jugea- elle. L'investissement supplémentaire du centre permettra aux chercheurs basés en Australie de continuer à pousser les limites de notre connaissance de l'univers gravitationnel ". **(Commissariat, 2016 )**

---

<sup>7</sup> Professeur australien, il a fondé le Centre d'astrophysique et de l'informatique à Swinburne en 1998 et a servi en tant que directeur.

<sup>8</sup> L'ensemble des phénomènes conséquents à l'explosion d'une étoile.

## 1.7 L'impact de cette découverte sur le monde

"On se trouve actuellement au seuil d'une période révolutionnaire dans notre compréhension de l'univers" explique Tuck Stebbins, le chef du laboratoire d'Astrophysique gravitationnelle à la Nasa

"Si on pouvait détecter ces ondes il serait alors possible de remonter à la première milliseconde du Big Bang", estime-t-il, jugeant "qu'il n'y a pas d'autres moyens pour l'humanité de voir les origines de l'univers". Car la capacité de détecter ces ondes permettrait d'accéder à une nouvelle dimension d'observation qui aujourd'hui se limite à la détection de la lumière émise par les différents corps célestes.

Catherine Nary Man, une des responsables de l'Observatoire de la Côte d'Azur, en France, explique que la détection de ces ondes va permettre de sonder l'intérieur des étoiles et de peut-être résoudre le mystère des rayons gamma, qui comptent parmi les plus puissantes explosions dans l'univers et dont l'origine reste mystérieuse.

En effet, après les ondes électromagnétiques (lumière, ondes radio, rayons X...), qui ont permis aux astronomes d'observer des phénomènes et des objets cosmiques de plus en plus éloignés, les ondes gravitationnelles vont désormais permettre d'étudier des événements extrêmes et de remonter encore plus loin dans l'histoire de l'Univers. Le redémarrage en 2016 du détecteur Advanced Virgo en Italie, dont les données seront combinées avec celles de Ligo, fournira aux chercheurs un observatoire gravitationnel capable d'identifier et de localiser encore plus précisément les sources de ces précieuses ondes. Kagra au Japon devrait compléter ce réseau vers 2018. Ces instruments seront ensuite rejoints, vers 2030, par eLISA, un ensemble de trois satellites qui constitueront un interféromètre avec l'ambition de détecter directement les ondes gravitationnelles issues du Big Bang. L'ère de l'astronomie gravitationnelle est née.

Ce sera peut-être une découverte qui s'inscrira dans les livres de physique et dans l'histoire de la recherche scientifique. Cette dernière pourrait ouvrir un champ extrêmement vaste pour la recherche sur les trous noirs par exemple, qui pourront être observés directement et non plus constatés par des observations indirectes qui suggèrent leur présence, en d'autre terme cette découverte permettra de détecter des objets qui n'émettent pas la lumière à l'intermédiaire des ondes gravitationnelles. **(Cadot, 2016)**

## **1.8 Conclusion**

Cette découverte qui couronne plusieurs décennies d'efforts, ne laissera aucun prix Nobel, savant ou érudit sans réaction. Une effervescence assurée retentira dans le monde scientifique. Ce nouveau regard sur la voute céleste, va permettre d'approfondir notre compréhension du cosmos et conduira à des découvertes inattendu.

Qu'en serait-il chez nous ? Cette nouvelle nous fera elle vibrer comme dans le reste du monde ? Eveillera-elle notre conscience qui, admettons-le, est souvent en mode sommeil ? Notre souhait le plus profond est qu'elle soit pour nous un sursaut intellectuel qui nous positionne sur le rail de la connaissance et enfin participer, comme les grandes nations, à la science qui ne cesse de se développer. Ne restons pas en marge du progrès car l'immensité de cette découverte et l'impact incomparable sur l'humanité ne nous laisse pas indifférent. Lui consacrer toute les structures nécessaires pour l'introduire en Algérie est crucial.

---

# Chapitre II

## L'astronomie en Algérie : Une discipline en péril

2.1 Introduction

2.2 L'histoire de l'astronomie en Algérie

2.3 Les sociétés astronomiques en Algérie

2.4 L'astronomie en tant que discipline scientifique

2.5 L'agence spatiale algérienne « ASAL »

2.6 Un phénomène dans le ciel de Constantine

2.7 Conclusion

---

## 2.1 Introduction

L'astronomie a de tout temps occupé une place privilégiée et aujourd'hui la place qui lui est dédiée dans tous les pays à travers le monde est très importante. Mais qu'en est-il de la position de l'Algérie vis à vis l'astronomie ? Après cette introduction générale, nous aimerions aborder dans ce chapitre le sujet de l'astronomie en Algérie en détail, et nous allons le diviser en plusieurs parties.

## 2.2 L'histoire de l'astronomie en Algérie

Selon ce que rapporte l'article de Rachida SADAT dans le journal Africain : " *L'astronomie en Algérie remonte au siècle dernier (Fig. 20), lorsque fut construit « l'observatoire de Bouzareah » à Alger. Vers 1890, l'observatoire de Bouzareah fut retenu pour participer à l'élaboration de la carte du ciel, projet français qui regroupait plusieurs observatoires européens, australiens, sud-américains, sud-africains et pakistanais dont le but était de photographier l'ensemble du ciel sur des plaques de verre grâce à un astrographe Gautier spécialement conçu à cet effet. Le résultat de ce projet à donner quelques 5000 plaques photographiques qui sont aujourd'hui restaurées et archivées. D'autres instruments ont été conçus et orientés essentiellement vers la mesure de la position des astres : une lunette méridienne de Gautier (19 cm), un équatorial coudé et un télescope de Foucault (60 cm). Mis à part l'astrographe, tous les autres instruments sont aujourd'hui hors d'usage.* "(SADAT, 1998)



**Fig. 20:** L'activité astronomique à l'époque coloniale était en plein essor, article journalistique, Al Bassair



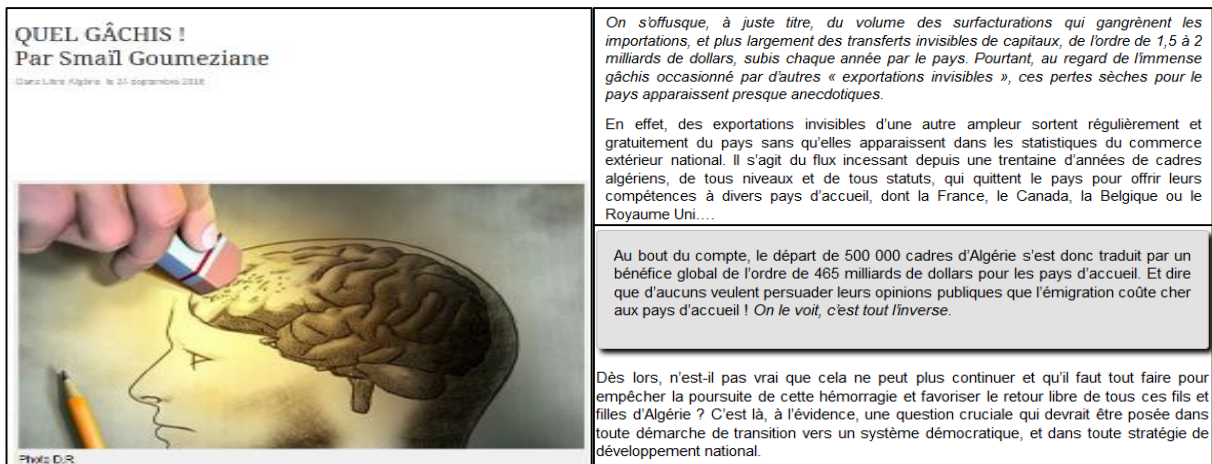
Nous ne pouvons pas présenter une étude de l'astronomie en Algérie et d'extraire leurs racines dans le passé et ses perspectives pour l'avenir sans mettre le sujet dans le contexte culturel, social, public et historique. L'Algérie est un grand pays avec un passé riche et des caractéristiques spécifiques affectant l'ensemble du développement social et culturel notamment dans ce siècle. Il est connu d'abord que l'Algérie était parmi les premiers pays du Sud (du monde arabe et musulman ou le tiers monde en général) qui a été colonisé pendant une période de quasi-record (132 ans). Non seulement cela, mais que l'esclavage et l'obscurantisme violent a effacé l'identité arabo-islamique du peuple et la tentative était unique, de sorte que ses effets sont encore visibles dans notre pays 35 ans après l'indépendance. Il suffit, par exemple de souligner que la majorité des gens étaient incapables de lire et d'écrire lorsqu'ils étaient colonisés. Le taux d'analphabétisme est estimé à 90% dans le sillage de l'indépendance, et le pourcentage est encore élevé aujourd'hui (14%). En effet, la faute revient aux années de la colonisation, dans tous les domaines vitaux du pays (que ce soit la gestion de l'industrie, les médias et même l'éducation et la culture) la langue arabe a été remplacée par la langue française jusqu'à la fin des années quatre-vingt. Il y a eu également des facteurs ethniques et culturels locaux qui ont affecté la société.

Dans l'étude de l'état de l'astronomie en Algérie, il est essentiel de se référer aux aspects historiques, éducatifs et scientifiques, en particulier si nous partons de l'idée principale du fait que l'astronomie dans le monde arabe représente un domaine culturel plus qu'elle représente une science étudiée par des spécialistes et dont ses résultats seront appliqués.

Il y a trois facteurs de base qui ont fortement influencé le développement de la scène culturelle et scientifique en Algérie au cours des dernières décennies :

- Le premier de ces facteurs, peut-être le plus important, est la politique d'arabisation qui a été adaptée par l'Algérie depuis la fin des années soixante, ce qui a engendré une rupture de culture entre la nouvelle génération et la génération bilingue.
- Le deuxième facteur est l'effondrement du pétrole ainsi que la baisse du budget de l'État qui a eu une grave menace et des restrictions sur le secteur scientifique et de la recherche.

- Le troisième facteur est la politique de la formation supérieure des chercheurs scientifiques à l'étranger, un grand sacrifice imposé par l'Algérie, quoi que la majorité des étudiants bénéficiant de ces bourses, n'ont jamais remis les pieds en Algérie, ce qui représente une vraie perte de savoir et de richesse intellectuelle pour l'Algérie qui continue jusqu'à nos jours. « *que dire de la perte d'expérience que cela a occasionné pour le pays, de la diminution de la capacité d'innovation, de l'absence de capacités techniques, organisationnelles et culturelles, du manque d'effet de transmission et d'entraînement pour les générations futures ?* » Un coût inestimable (**Goumeziane, 2016**). Les « *exportations invisibles d'êtres humains* » : c'est ainsi que l'économiste et ancien ministre Smaïl Goumeziane caractérise la fuite des cerveaux en Algérie. Dans son article intitulé « Quel Gâchis ! » sur le site Libre Algérie (**Fig. 21**), Goumeziane évalue l'impact financier du départ de 500 000 cadres algériens vers l'étranger depuis une trentaine d'années. Le coût indirect de ce phénomène, à travers le manque à gagner pour l'Algérie, s'élève à 105 milliards de dollars sur la période en question, affirme l'économiste.



**Fig. 21:** Extrait de l'article « Quel Gâchis ! », samedi 24/09/2016, Smaïl Goumeziane.

Source : [www.libre-algerie.com](http://www.libre-algerie.com)

## 2.3 Les sociétés astronomiques en Algérie

La caractéristique la plus distinguée des clubs scientifiques algériens en général et de l'astronomie en particulier (Fig. 22), est la durée de sa courte vie, qu'il est capable d'assister à la naissance de ce club astronomique au printemps et sa disparition à l'automne ou en hiver prochain, surtout si cela se produisait à l'occasion d'un évènement astronomique. De plus, les cadres administratifs, qui supervise les associations et les clubs, que ce soit au niveau local ou national, sont aussi éphémère et affecte les associations dans les procédures administratives et la poursuite financière.



Fig. 22: photo du club astronomique à Alger

Source : [aajaa-dz.org](http://aajaa-dz.org)

« Bien que le nombre des clubs de l'astronomie ont une espérance de vie près de cinquante jours, chaque centre culturel, ou université comprend dans le cadre de ses activités cette science. En ce qui concerne les clubs ayant une activité stable et régulière, ça se compte sur les doigts d'une main, entre autre : l'Association Battani à Oran (fondée en 1983), le club "péroniste" Alger (1983), le club d'astronomie à l'Université de Constantine (1986), le club "Buzjana" à Medea (1989), Sirius Association de l'astronomie à Constantine (1996). »(Guessoum, MIMOUNI, & MEZIANE, 1999)

En donnant l'exemple sur l'échec du mouvement des sociétés astronomiques, nous citons le cas de l'Association astronomique créée en 1995 avec la participation des membres et des responsables de plusieurs associations locales importantes, bien qu'elle regroupait un certain nombre de chercheurs, professeurs et amateurs qui travaillaient en cohabitation, ils n'ont pas eu l'aval des autorités officielles et ainsi disparaît tous les espoirs des amoureux du cosmos.

Les associations astronomiques, les clubs, les activités, tournent généralement autour de trois points:

A) des séances d'endoctrinement de cette discipline qui se fait habituellement au siège du club.

B) des réunions publiques, des ateliers astrojunior<sup>12</sup> et des manifestations publiques.

C) des séances d'observations du cosmos.

Mais il est important de noter que la plupart de ces activités ne sont pas tenu régulièrement, de plus que leur niveau qui est très faible, on constate d'une manière assez claire, le manque de participation et d'organisation par les responsables. Ce qui nous amène à dire que Le rythme de l'activité astronomique au cours des dernières années a clairement diminué.

*'Il convient également de noter l'existence de quelques forums nationaux pour les amateurs de l'astronomie dans certaines villes (Medea, Ghardaia, Tizi Ouzou ...) organisés par les autorités locales et fréquentés par d'autres clubs à travers le pays ainsi que certains spécialistes du domaine, afin d'offrir des conférences. Il y a aussi un forum national sur l'astronomie et l'astrophysique organisée par l'Université de Constantine qui est fréquentée par un grand nombre de participants, il est devenu un point de repère pour les amateurs. En outre, ce forum organise des cours donnés gratuitement sur l'astrophysique suivis régulièrement par environ 50 à 60 étudiants.'* **(Guessoum et al., 1999)**

Pour toutes ces raisons citées au cours des années précédentes, deux projets ont été lancé pour créer un planétarium<sup>13</sup>, le premier par l'Université islamique et le second par les responsables de la wilaya de Sidi Bel Abbes. Alors que le premier projet était très ambitieux et supervisé par les professeurs de l'université d'une façon détaillée, il a même été sponsorisé par la société "Spitz" (société Américaine) qui a obtenu le budget nécessaire pour son approbation, ce dernier n'a jamais vu le jour en raison de grèves à l'Université islamique qui ont mené à sa fin.

---

<sup>12</sup> Atelier astrojunior : permettent de réaliser des coloriages et découpages d'images en lien avec l'astronomie.

<sup>13</sup> Planétarium : Installation permettant de représenter sur une voûte hémisphérique, grâce à des projections lumineuses, les mouvements des astres, l'aspect du ciel étoilé à différentes époques et certains phénomènes astronomiques.

Le deuxième projet, le planétarium de la ville de Sidi Bel Abbès (**Fig. 23**) a déjà été mis en œuvre jusqu'à ce qu'il soit arrêté il y a environ deux ans, en raison du manque d'entretien de pièces de rechange et de l'expertise.



**Fig. 23** : le planétarium de sidi bel Abbès

Source : [www.aplf-planetariums.info](http://www.aplf-planetariums.info)

De ce fait, nous déduisons que le mouvement des sociétés astronomiques en Algérie souffre toujours des lacunes

fondamentales dans ses activités, et nous allons essayer ci-dessous de mentionner les raisons qui ont conduit, à notre avis à cette détérioration de la situation:

- Le manque du soutien continu par les institutions officielles concernées (Ministère de l'éducation, Ministère de la Culture et le Ministère de la Jeunesse et des autorités locales Ariyadh- ...).
- Une désunion flagrante entre les clubs et les institutions supérieurs scientifiques de l'astronomie (Centre pour les études astronomiques, universités ...) cette carence est due en premier lieu à la faiblesse des activités de la communauté scientifique et d'autre part à l'écart culturel et linguistique (comme indiqué dans l'introduction) chez les jeunes amateurs et les scientifiques professionnelles, comme nous les trouvons incapables dans la plupart des cas, d'échanger leurs savoirs de manière clair, explicite et passionnante pour le public.
- L'absence d'un réel projet national qui servira pour attirer l'attention du public, tel la réalisation d'un satellite, la construction d'un véritable centre de recherche d'astronomie etc.
- La non-adhérence entre les associations algériennes et leurs homologues dans le monde arabe et en Europe. Parmi les dizaines des clubs d'astronomie algériens, on en trouve seulement deux ou trois qui sont toujours en connexion avec d'autres clubs étrangers (échange de correspondance, l'information mutuelle sur les activités, des visites d'échange, etc...).

- L'absence de vulgarisateur scientifique et des talents dans la recherche astronomique de haut niveau, comme c'est le cas dans de nombreux pays du monde (Carl Sagan en Amérique, Huber Reeves en France, Patrick Moore en Grande-Bretagne, Farouk El-Baz dans le monde arabe, Ajeery au Koweït, etc.) ce qui rend l'astronomie en Algérie orpheline.

## 2.4 L'astronomie en tant que discipline scientifique

On ne peut dire simplement qu'il n'y a aucun enseignement réel de l'astronomie depuis l'indépendance, mais il existe des cas rares. « *Le système de l'école primaire publique est presque dépourvu de toute éducation astronomique, sauf un simple chapitre intitulé le système solaire enseigné dans la géographie comme une introduction à l'étude de la Terre dans les écoles moyennes. Mis à part cela, l'élève algérien peut terminer ses études et devenir un médecin, un ingénieur ou même un ministre de l'éducation sans connaître la différence entre une étoile et une galaxie, entre le télescope et l'astrolabe ou même entre l'âge de la terre et l'âge de l'univers! Chaque fois que nous l'avons signalé aux responsables, ils répondent généralement "l'astronomie est un luxe" dans les sociétés développées et ne donne aucun avantage au développement, ce qui est, bien évidemment, le contraire de la réalité (Guessoum et al., 1999)*

Au niveau de l'université, on y trouve des tentatives afin d'introduire l'astronomie dans l'enseignement, comme par exemple à l'Université islamique à la fin des années quatre-vingts. En dépit de la forte opposition par les étudiants qui trouvaient cette idée une invasion intellectuelle occidentale sur leur programme, l'idée est mise en œuvre pendant quelques années avant qu'elle ne soit rejetée. Les superviseurs de l'Université islamique avaient des perspectives futures afin de donner naissance à un grand projet d'Institut des sciences astronomiques au sein de l'université doté d'un Planétarium, quoi que la partie opposé à l'idée a finalement réussi à mettre fin à ce projet, malgré l'approbation du ministère.

Au début des années quatre-vingt-dix, fut créé un nouvel Institut de l'astrophysique à l'Université de Blida, supervisé par un groupe d'enseignants ayant une formation supérieure à l'étranger. Divers facteurs ont aidé à développer cette branche pour l'enseignement supérieur de l'astrophysique au sein de l'institut dont notamment, la présence de trois doctorants de l'astrophysique, tous diplômés au États-Unis, la situation

de l'institut à une distance proche de l'Observatoire<sup>14</sup> d'Alger, qui contenait un groupe de spécialistes et de chercheurs en astronomie et enfin le soutien et l'agrément du recteur de l'université. Malheureusement, l'expérience fut arrêtée sous la contrainte à la suite de la décennie noire qu'a connue l'Algérie, à la fin des années 1994, il ne restait aucun des astronomes (il y en a qui sont morts et d'autres ont émigré), y compris les chercheurs travaillant à l'observatoire qui ont contribué au projet d'enseignement et de supervision. Bien que l'expérience était unique dans son genre, cependant la plus grande lacune qui la caractérise est son incapacité d'établir une coordination avec l'observatoire d'une part et ne pas être en mesure de créer une équipe de recherche avancée d'autre part. Ce dernier point représente le plus grand problème qui afflige l'astronomie en Algérie.

### **2.4.1 Les institutions académiques**

Comme nous l'avons cité un peu plus haut, certains des astronomes et astrophysiciens algériens rejoins le secteur académique en enseignant de l'astrophysique dans les universités et d'autre travaillent comme chercheurs dans l'observatoire. On distingue une différenciation importante des compétences et expériences entre les enseignants astrophysiciens. Tandis que certains d'entre eux ont reçu un doctorat en physique, ont suivis une formation brillante avec un contenu riche dans la plupart des branches de ce domaine, d'autres se spécialisaient seulement dans la physique atomique et nucléaire, en prenant quelques cours de l'astronomie à un certain stade de leur formation. Nous trouvons ces professeurs dispersés dans de nombreuses universités et instituts à travers le territoire algérien. Cependant, Il faut souligner le manque de communication entre eux et l'absence de revues scientifiques, qui pourraient permettre aux chercheurs de partager leurs savoirs.

*« La recherche scientifique dans le domaine de l'astronomie et l'astrophysique est presque inexistante, mis à part certaines études théoriques liés à l'astronomie qui sont effectués à l'Institut de l'astrophysique de l'Université de Constantine. » (Guessoum et al., 1999)*

---

<sup>14</sup> Un observatoire : est un lieu doté d'instruments scientifiques, destiné à l'observation astronomique.



## 2.4.2 Le département d'astronomie et d'astrophysique à Constantine (Frère Mentouri)

L'absence d'enseignement de l'astronomie en Algérie a poussé les autorités à proposer en 2007 un projet d'école doctorale en astrophysique à l'université de Constantine (**Fig. 24**), sous la direction du Professeur Jamal Mimouni, en collaboration avec l'université de Batna, le Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG), et le Centre des Techniques Spatiales (CTS). Cette école doctorale aura pour tâche de former les futurs chercheurs en Astrophysique du pays et fonctionnera de concert avec le futur Observatoire dans la région des Aurès qui offrira un cadre pratique pour la formation de ces chercheurs mais également des perspectives de travail et d'embauche dans le secteur de l'astronomie.



**Fig. 24:** école doctorale d'astrophysique

Source : [www.oaf-dz.org](http://www.oaf-dz.org)

L'effectif du département est composé actuellement de cinq chargés de recherche, de trois chargés d'études (chercheurs préparant leur maîtrise) et de trois doctorants.

Les différents projets de recherche développés par les chercheurs du département d'astronomie et d'astrophysique concernent les points suivants :

- La physique solaire.
- La physique stellaire (étoiles variables)
- La dynamique galactique.
- L'optique atmosphérique et imagerie.
- Le service de l'Heure.



A cette création d'École Doctorale sont associés les projets de construction d'observatoire. Les deux sites potentiels se situent dans le Massif des Aurès (2000 m) (**Fig. 25**) et celui du Hoggar (2700 m). Il aura pour mission de participer au renforcement de la connaissance scientifique spatiale. L'Algérie participe, à travers ces observatoires et le CRAAG, au grand projet



**Fig. 25** : L'observatoire des Aurès.

Source : [www.alger2000.com](http://www.alger2000.com).

international « JEM-EUSO », qui consiste à mettre en place un télescope géant embriqué sur la station spatiale internationale. « *Notre pays participe, pour la première fois, à un projet similaire avec un consortium de 14 pays, à savoir les États-Unis d'Amérique, l'Allemagne, l'Espagne, la France, l'Italie, le Mexique, la République de Corée, la Russie, la Slovaquie, la Suède, la Suisse, la Pologne et la Bulgarie, pilotés par le Japon* » a indiqué à l'APS M. Abdelkrim Yelles-Chaouche, le Directeur général du (CRAAG). (**Hichem, 2013**)

### **2.4.3 L'expérience de l'université des frères Mentouri**

Le 2 mars 2016, l'université de Constantine a annoncé l'ouverture d'un master en astrophysique. Elle a publié sur son site web que la rentrée prochaine verra l'ouverture à Constantine du premier mastère d'astrophysique du pays. Elle fera intervenir, en plus de l'équipe du Laboratoire de physique des particules (LPMPS) qui en aura la charge, un certain nombre de compétences de plusieurs universités algériennes et étrangères. Un atout de taille pour l'université Mentouri qui fera «un bond dans l'univers» passionnant et complexe de l'astrophysique.

Ce projet s'inscrit dans la thématique de valorisation de l'astrophysique en Algérie dans la perspective de former des chercheurs forts versés en la matière. L'introduction de cette discipline dans le pays aura pour but ultime la mise en œuvre de l'observatoire d'Aurès et celui de Hoggar, et de ce fait être apte à contribuer dans le réseau mondiale de la recherche des ondes gravitationnelle qui nécessite une collaboration à l'échelle internationale ce qui permettra aux nations alliées de partager leurs ressources et leur expertise.

## 2.5 L'agence spatiale algérienne « ASAL »

L'Agence spatiale algérienne est l'institution responsable du programme spatial de l'Algérie. Son objectif principal est de faire de l'outil spatial un vecteur performant de développement économique, social et culturel du pays et d'assurer la sécurité et le bien-être de la communauté nationale.

Elle est dotée d'un conseil d'administration composé des représentants de 15 départements ministériels; d'un comité scientifique composé d'experts dans les domaines des technologies et applications spatiales.

### 2.5.1 Le CRAAG

Le Centre de recherche en astronomie, astrophysique et géophysique, ou CRAAG (Fig. 26), est un observatoire astronomique, connu autrefois comme l'Observatoire d'Alger. Il est créé en 1985, héritant de l'Observatoire astronomique de Bouzareah, construit en 1890, et de l'Institut de Physique du Globe d'Alger datant de 1931.



Fig. 26 : photo de l'entrée de CRAAG

Source : [www.algerie-focus.com](http://www.algerie-focus.com)

En 1980, l'année du séisme qui a détruit la ville de Chlef, l'observatoire d'Alger est devenu le CRAAG, centre de recherche en astronomie, astrophysique et géophysique. Les missions du CRAAG peuvent se résumer en trois points principaux :

- La surveillance sismique grâce au réseau national et international de surveillance sismique.
- Le développement de la recherche dans les domaines de géophysique et de l'astrophysique.
- La diffusion des connaissances.

-Il existe actuellement trois départements :

- Le département de sismologie
- Le département d'astronomie et d'astrophysique
- Le département de géophysique et de géologie.

Le CRAAG se situe dans la proche banlieue Ouest d'Alger à la commune de Bouzaréah (fig.27).



Fig. 27 : situation de CRAAG

Source : [www.googlemap.com](http://www.googlemap.com)

## 2.5.2 L'observatoire de Bouzaréah

En Algérie, le Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG) abrite un observatoire d'astronomie connu autrefois comme l'Observatoire d'Alger (Fig. 28), du côté de la route de Sidi Bennour. Du haut de son rocher à 340 m, le Centre surplombe la mer. C'était une excellente condition d'observation à l'époque - contrairement au cas présent.



Fig. 28: l'observatoire d'Alger, 1921, Fernand Baldet

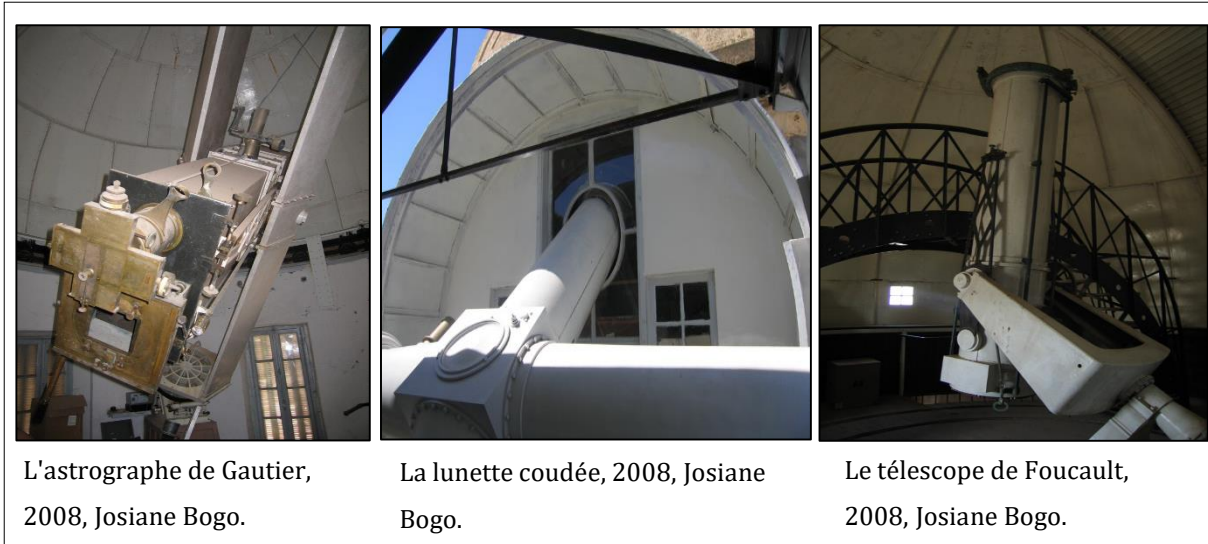
Source : [tel.archives-ouvertes.fr](http://tel.archives-ouvertes.fr)

Cet observatoire construit par l'administration coloniale française depuis plus d'un siècle. L'observatoire d'Alger participe alors au grand projet international de la Réalisation de la « Carte du Ciel »<sup>15</sup>. (BOGO, 2008)

<sup>15</sup> Carte de ciel : un petit graphique astronomique qui détermine la position exacte de chacune des dix planètes connues de notre système solaire. Elle est destinée à cartographier et relever les coordonnées de plusieurs millions d'étoiles de la sphère céleste, jusqu'à une magnitude apparente de 11 ou 12 environ.

L'observatoire a été équipé d'un certain nombre d'instruments (**Fig. 29**) tel :

- L'Astrographe de Gautier.
- La Lunette équatoriale coudée.
- Le Télescope de Foucault.



L'astrographe de Gautier,  
2008, Josiane Bogo.

La lunette coudée, 2008, Josiane  
Bogo.

Le télescope de Foucault,  
2008, Josiane Bogo.

**Fig. 29** : Les instruments de l'observatoire

Source : [acces.ens-lyon.fr](http://acces.ens-lyon.fr)

Il est doté également de jumelles photographiques de diamètre de 36 cm, astrolabe "Danjun" pour mesurer les sites, des jumelles méridiennes. La bibliothèque de l'observatoire conserve des milliers d'images du ciel, possédant de précieuses informations sur l'astronomie qui n'a pas encore été exploitée scientifiquement comme il se doit. Ainsi se transforme l'observatoire progressivement en un musée.

Un changement administratif important a eu un impact négatif sur l'observatoire, il a été affecté du secteur de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique au ministère de l'Intérieur au début des années quatre-vingt, après la décision de créer un centre de recherche en astronomie et l'astrophysique, placé à Bouzaréah dans les locaux de l'observatoire.

Après notre petite évaluation sur le mauvais usage de l'observatoire d'Alger, nous retranscrivons un certain nombre de facteurs, qui sont résumés comme suit:

- Le manque de dispositifs de base destinés à l'observation, la mesure et l'analyse astronomique, dont la majorité ne fonctionne plus correctement.



- Un conflit d'intérêt entre chercheurs en ce qui concerne l'étude de l'activité solaire et l'étude des galaxies.
- Manque de coordination entre le secteur de la recherche et le secteur académique.

### 2.5.3 Centre des Techniques Spatiales (CTS)

Le Centre des Techniques Spatiales d'Arzew (CTS) (**Fig. 30**) est chargé de mener toutes les actions d'études et de recherches scientifiques et techniques dans les domaines :



**Fig. 30** : photo de l'entrée de CTS

Source : [www.aroundguides.com](http://www.aroundguides.com)

- de la technologie spatiale, notamment les techniques liées aux capteurs, aux radiomètres, aux télécommunications spatiales, aux stations terriennes de réception et de contrôle ainsi qu'aux engins et instruments d'observation de la terre et de l'atmosphère ;
- de la physique de la télédétection aérospatiale, du bilan d'énergie au sol et de la physique de l'atmosphère ;
- de la méthodologie de traitement des images satellitaires et du traitement des banques de données images ;
- de la géodésie spatiale<sup>16</sup> et des systèmes de références, des techniques et systèmes de navigation par satellites, de la radioastronomie<sup>17</sup> et l'altimétrie spatiale, de la détermination du champ de pesanteur et du géoïde, et des applications géodynamiques
- de la géomatique, des bases de données et systèmes d'informations géographiques, des méthodes d'acquisition (topographique, photogrammétrie, télédétection et cartographie), de traitement et de restitution des données géographiques.

---

<sup>16</sup> La géodésie spatiale : l'ensemble des techniques de mesures et de traitement offrant un intérêt géodésique et dans lesquelles interviennent un ou plusieurs points situés en dehors du voisinage immédiat de la surface terrestre.

<sup>17</sup> La radioastronomie : est une branche de l'astronomie traitant de l'observation du ciel dans le domaine des ondes radio. C'est une science relativement jeune qui a fait ses débuts dans les années 1930.

### 2.5.4 Centre des Applications Spatiales (CAS)

Le Centre des Applications Spatiales (CAS) est chargé de mettre en œuvre les actions d'exploitation des satellites et des systèmes découlant des programmes spatiaux, en relation avec les différents secteurs utilisateurs. Le centre assure la réalisation des projets opérationnels sectoriels et intersectoriels basés sur la télédétection et les systèmes d'information géographique, particulièrement dans les domaines de l'environnement et des risques naturels, de l'agriculture et des ressources en eau, de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme ainsi que de la géologie et des sciences de la terre.

### 2.5.5 Centre de recherche spatiale d'Oran (Centre de Développement des Satellites)

Le Centre de développement des satellites (CDS) (**Fig. 31**), inauguré jeudi 23 février 2012 à Oran par le président de la République constitue un des instruments fondamentaux pour la mise en œuvre et la consolidation du programme national spatial s'étalant jusqu'à l'horizon 2020. En effet, le CDS, une des entités opérationnelles de l'Agence nationale spatiale (ASAL), est destiné à concevoir et à développer localement des outils spatiaux qui seront mis au service du développement économique, social et culturel du pays, notamment, la contribution dans les domaines connexes des technologies spatiales, les domaines de la mécanique, de l'électronique, de l'optique, de l'informatique et des télécommunications. Fort de l'expérience acquise dans la maîtrise de l'outil spatial, avec les deux satellites "Alsat 1", lancé le 28 novembre 2002, et "Alsat 2A".



**Fig. 31** : le bâtiment de CDS.

Source : [www. Oran-tourism.com](http://www.Oran-tourism.com)

Le Centre, dont les travaux ont été entamés en 2008, a été réalisé sur une assiette foncière de plus de quatre (4) hectares. Il comporte notamment un bâtiment destiné à l'intégration des satellites en salle blanche et un autre réservé aux essais d'environnement, permettant des intégrations et des essais sur des satellites pesant jusqu'à 1.000 kg.

L'établissement dispose également de nombreuses salles et équipements pour le stockage des composants, leur nettoyage, l'inspection, les tests thermiques ainsi que des laboratoires mécaniques, électriques, électroniques et optiques. D'autres bâtiments sont spécialisés en télédétection, en géodésie, en géomantique et des technologies spatiales.

Avec le CDS, l'Algérie aura franchi un palier d'autonomie dans la réalisation des satellites. Son implantation au pôle technologique d'Oran, à proximité de l'université des sciences et technologies "Mohamed Boudiaf", reflète ce souci de complémentarité entre les secteurs de la recherche de pointe et celui de l'enseignement supérieur. **(M.Koursi, 2012)**

### **2.5.6 Centre d'exploitation des Systèmes de Télécommunications (CEST)**

Le Centre d'Exploitation des Systèmes de Télécommunications (CEST) est chargé de la gestion, de l'exploitation et de la commercialisation des produits et services de satellites de télécommunications prévus dans le cadre du programme spatial national, notamment en ce qui concerne les domaines suivants :

- la gestion technique des infrastructures terrestres de réception et de contrôle
- la prise en charge des produits et services des satellites en relation avec les secteurs utilisateurs concernés.
- la définition et la mise en œuvre d'une politique de commercialisation des produits et services.

## 2.6 Un phénomène dans le ciel de Constantine

Avant de clore ce chapitre, nous voudrions revenir sur un fait qui s'est produit récemment dans la région de Constantine, il a été vu un phénomène rare. En effet, les habitants de la ville des ponts suspendus et de ses environs ont pu assister dans la soirée de samedi, 1 octobre 2016, aux environs de 21h30 au passage d'un objet rocheux traversant le ciel et faisant un sillage (**fig. 32**). Le passage de ce corps céleste a été suivi peu après d'une secousse tellurique relativement forte, selon ce que rapporte le site web du journal arabophone Ennahar. Phénomène normal

ou paranormal ? S'agit-il d'une météorite, un bolide ou un mystérieux corps céleste ? Nous le saurons pas, les moyens humains et matériels adéquats pour étudier ce genre de phénomène, afin de mettre toute la lumière sur cet évènement qui a suscité la curiosité, est très infime chez nous, alors il faudra y remédier !



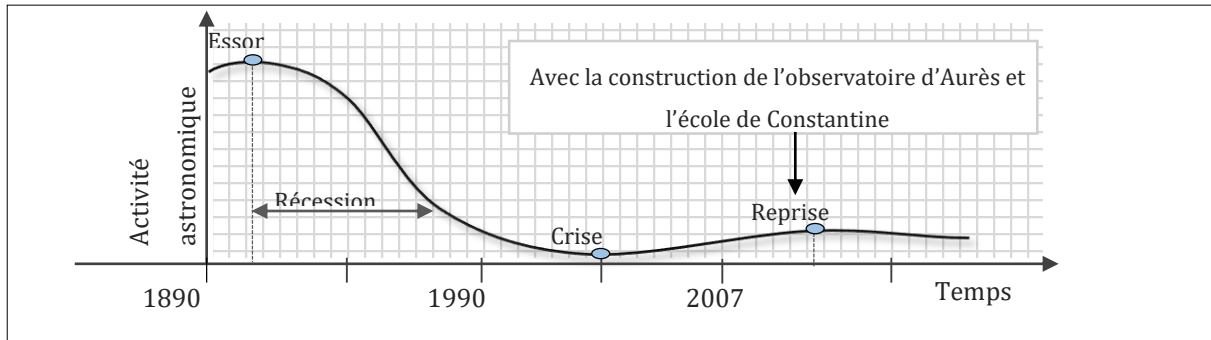
**Fig. 32:** photo de constat illustrant le passage du météorite.

Source : [www.Algerie.niooz.fr](http://www.Algerie.niooz.fr)



## 2.7 Conclusion

Après avoir fait une lecture approfondie sur l'état actuel des activités astronomiques Il est aisément observable que l'Algérie est déficitaire en terme de culture astronomique tant au niveau quantitatif qu'au niveau qualitatif (**Fig. 33**). C'est désolant d'observer ce constat.



**Fig. 33:** Le Taux de l'activité astronomique depuis la création de l'observatoire d'Alger

Source : **Auteurs de mémoire**

En revanche, l'activité astronomique en dépit qu'elle soit pauvre continue d'exister, avec le pôle académique des sciences astronomiques de la région Est, le pôle des sciences spatial dans la région Ouest (CTS. CDS) et l'observatoire d'Aurès, qui n'est pour le moment qu'une intention, mais fait preuve d'une réelle capacité d'entreprendre le nouveau domaine d'astronomie.

L'Algérie est un pays riche et doit investir dans un tel projet, créer des centres de recherche d'astronomie serait un atout majeur pour le pays, ça limitera la fuite des cerveaux vers les pays occidentaux, beaucoup d'autres choses s'améliorant dans la foulée. Cela permettra d'ouvrir de nouvelles perspectives scientifiques dans tous les domaines, de pérenniser l'astronomie en Algérie et donner un cachet scientifique et culturel très importants à cette partie du pays.

---

# Chapitre III

## Approche thématique

3.1 Introduction

3.2 Astronomie et Architecture dans les premiers temps

3.3 La promotion de l'astronomie

3.4 Les relais de la culture astronomique

3.5 Cas d'étude (1) : Maison de l'astronomie à Heidelberg

3.6 Cas d'étude (2) : L'observatoire de Paris

3.7 Conclusion

---

### 3.1 Introduction

En architecture, il est impensable de mettre en œuvre une idée et la concrétiser sans qu'on est l'élément primordial, qui n'est autre que le thème. Rien ne sort du néant, un maximum d'informations et une connaissance poussée du sujet sur lequel on doit se baser est nécessaire. Thématiser un objet architectural c'est faire sortir l'idée de la banalité et du commun et ne pas obéir qu'à des besoins fonctionnels ou esthétique.

Dans ce chapitre, nous allons évoquer l'approche thématique en établissant un socle de données, déterminant le principe, l'évolution, les besoins du thème, ainsi que les activités qui s'y déroulent et les types d'espace qui s'y adaptent.

### 3.2 Astronomie et Architecture dans les premiers temps

Cette partie porte sur l'étude comment l'architecture et l'astronomie se réunissent pour atteindre un but commun et de donner une compréhension comment les aspects astronomiques ont réglementé la conception architecturale. Il comprend également l'étude d'architecture astronomique des premières civilisations. L'étude étend également à la pertinence de Vaastu<sup>18</sup> dont les principes sont dirigés à la compréhension de la relation indirecte entre l'architecture et l'astronomie. **(Quack, 2011)**

Les sociétés humaines du passé ont toujours cherché à se repérer dans le temps et dans l'espace, par le besoin de comprendre le monde dans lequel ils vivaient. Les premiers hommes éprouaient de la curiosité pour le ciel et les phénomènes célestes, ce qui les a poussés à de nombreuses découvertes, telles les lunettes de Galilée, l'établissement du calendrier. Cette fascination commençait à prendre un aspect culturel. Les civilisations associaient l'astronomie à la religion, leurs modes de vies et a des croyances mythiques, qui semblaient être des moyens de sensibilisation de la société aux mystères de l'univers.

La fascination de la première civilisation pour l'astronomie s'est même traduites en leurs architectures, telles les grandes premières pyramides dont la propriété est d'être orientée suivant les quatre points cardinaux. La relation entre l'architecture et l'astronomie pourrait être divisé en deux types différents, l'un en tant que structures

---

<sup>18</sup> Vaastu Shastra est un système hindou traditionnel de l'architecture. Qui signifie littéralement « la science de l'architecture." Destiné à intégrer l'architecture avec la nature.

principalement construites dans le but de l'étude et l'observation astronomique. Le deuxième type était des observatoires astronomiques à vocation religieuse et spirituelle.

### 3.2.1 Structures Principalement astronomiques

Ces structures pourraient être tracées à travers l'histoire dans les observatoires anciens. Le Jantar Mantar en Inde (**Fig. 35**), est un observatoire astronomique constitué de plusieurs instruments intégrés à l'architecture du site. Il est l'un des cinq observatoires du genre construits à partir de 1724 en réponse au désir de l'empereur Moghol Muhammad Shâh de mettre à jour le calendrier et les tables astronomiques.



**Fig. 35:** L'observatoire Jantar Mantar.

Source : [www.delhitourism.org](http://www.delhitourism.org)

### 3.2.2 Structures à double fonction

C'est dans la plaine de Salisbury, en Angleterre, que se dresse depuis 5 000 ans, le plus beau monument mégalithique d'Europe. Stonehenge fascine archéologues et astronomes (**Fig. 36**). Stonehenge n'a pas encore livré tous ses secrets. Était-ce un temple, un monument funéraire ou un observatoire astronomique. Les nombreux restes humains retrouvés indiquent que le site a été utilisé comme lieu de sépulture.



**Fig. 36 :** Stonehenge, qalinx.

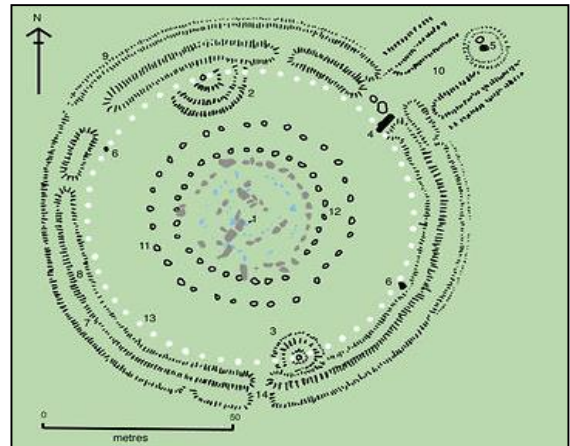
Source : [www.dinosoria.com](http://www.dinosoria.com)

Cependant, des astronomes tels que Gérald Hawkins, ont étudié le site, leur thèse est la suivante : Les mégalithes<sup>19</sup> s'ordonnent en des lignes de visée mettant en valeur des phénomènes astronomiques. L'anneau des trous d'Aubrey se rapporterait au cycle des éclipses lunaires. Hawkins a démontré qu'en déplaçant six pierres d'un trou chaque année, on peut prévoir tous les évènements lunaires sur de très longues périodes.

<sup>19</sup> Mégalithes : pierres dressées commémoratives ou jalons de systèmes rectilignes (alignements) ou circulaires.

- **Le plan du site de Stonehenge**

1. la pierre d'autel ; 2 et 3. Tumuli ; 4. La pierre de sacrifice ; 5. La (pierre talon); 6. Deux des quatre « stations »; 7, 8, 9. Fossés, talus; 10. L'avenue monumentale qui mène à la rivière Avon, à 3 km à l'est; 11 et 12. Les deux cercles de 30 trous « Y » et « Z »; 13. Les 56 trous d'Aubrey; 14. Entrée secondaire. (Fig. 37).



**Fig. 37:** Le plan du site de Stonehenge

Source : [fr.vikidia.org](http://fr.vikidia.org)

### 3.3 La promotion de l'astronomie

Dans le texte précédent, nous y constatons que l'astronomie depuis la première civilisation est dotée d'un caractère culturel qui tend à munir une société des connaissances dans le domaine, une sorte de sensibilisation et de promotion. De nos jours, les moyens de la promotion de l'astronomie se différencient avec l'évolution de la mentalité. Afin de savoir les types d'infrastructure capable d'accueillir cette stratégie de la promotion et la diffusion de connaissances nous tentons d'expliquer cette notion de « culture astronomique ».

*“La culture scientifique en général, est cette entreprise d'action culturelle visant toutes les composantes de la société, qui a pour ambition d'apporter le savoir scientifique (connaissance, mode de pensée, valeurs) à ce public, comme à la fois, une source d'enrichissement intellectuel et moral, et une source de loisirs. “ {MIMOUNI, 2011 #57}*

Remarquons que l'expression « culture astronomique » renferme une contradiction, ou du moins une opposition, qui est sans nul doute la source de son statut ambigu et problématique. La culture est en effet synonyme de cette activité dans laquelle s'engagent les membres d'une société lors de leur temps libre, c'est donc une activité souvent menée de manière bénévole, liée à la sensibilité de cette société, faisant écho de ses préoccupations, et traduisant de manière artistique l'ethos même de cette société.

D'un autre côté, l'astronomie qui est un qualificatif scientifique réfère à une pratique, une étude, utilisant un appareillage de précision et ordinateurs, manipulant des

bases de données, et s'attellant à sonder la matière dans ses retranchements les plus intimes.

Comment concilier ces deux aspects aussi antagonistes, l'un lié au monde des loisirs, l'autre à une praxis rigoureuse relevant de la sphère des activités professionnelles ? Cette équivoque pose maints problèmes que nous devons vivre avec.

Cette entreprise de création et diffusion de cette branche de la culture d'un genre nouveau (**Fig. 34**) demande l'implication de différents acteurs et relais. Nous distinguerons :

- Les providers :

- Les scientifiques du monde universitaire, les chercheurs, mais aussi les professeurs de matières scientifiques des lycées.

- Les animateurs scientifiques au niveau des centres culturels et maisons de jeunes, ainsi que les étudiants impliqués dans des clubs scientifiques tant universitaires que grand public.

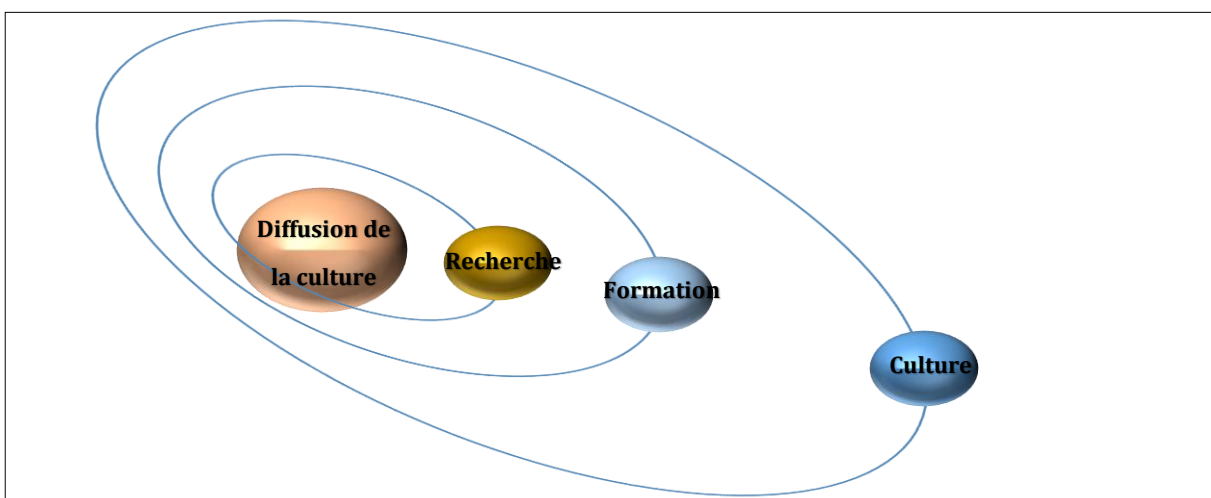
- Les relais :

- Les différents média (TV, journaux, Internet...)

- Les musées des sciences, du type Cité des Sciences, Cité de l'Espace...

- Les Centres de recherches, Centres de formation.

- Les observatoires.



**Fig. 34** : les secteurs principale favorisant la diffusion de la culture astronomique

Source : **Auteurs de mémoire**

## **3.4 Les relais de la culture astronomique**

Par relais nous insinuons les infrastructures qui permettent d'exercer la diffusion des connaissances. Nous définissons dans ce qui suit, chaque relais déjà cité un peu plus haut.

### **3.4.1 Qu'est-ce qu'un observatoire**

Établissement public de recherches doté d'instruments scientifiques, mécaniques, optiques et électroniques destiné à l'observation astronomique. Il sert également à mesurer et quantifier les phénomènes présents dans l'univers. En outre, c'est un lieu de diffusion des connaissances et de la création.

### **3.4.2 Qu'est-ce qu'un centre**

Par centre nous insinuons tout Organisme public à vocation particulière, généralement socio-culturelle, d'enseignement, de recherche. Un siège où des actions, des activités sont concentrées, sont les plus développées, tel un centre de recherche, centre administratif, centre culturel...etc.

- **Centre de recherche**

C'est un lieu privilégié de développement de la recherche jouissant d'une certaine stabilité. Son rôle consiste pour l'essentiel à consolider des ressources humaines autour d'une thématique bien définie, généralement multidisciplinaire, et à coordonner les activités de plusieurs chercheurs ou équipes de chercheurs, soit par le regroupement physique d'infrastructures existantes (locaux, équipements et matériels, personnel de soutien technique et administratif, ressources financières), soit par la création d'infrastructures nouvelles.

Les CENTRES de recherche constituent un moyen privilégié de regrouper des chercheurs et requièrent, à ce titre, la formulation d'une politique relative à leur création, à leur évaluation et à leur abolition. Entre autres, cette politique doit établir le rôle de la Direction de la recherche, de l'innovation et des affaires internationales. Le rôle des centres de recherches se traduisent en ces 03 points :

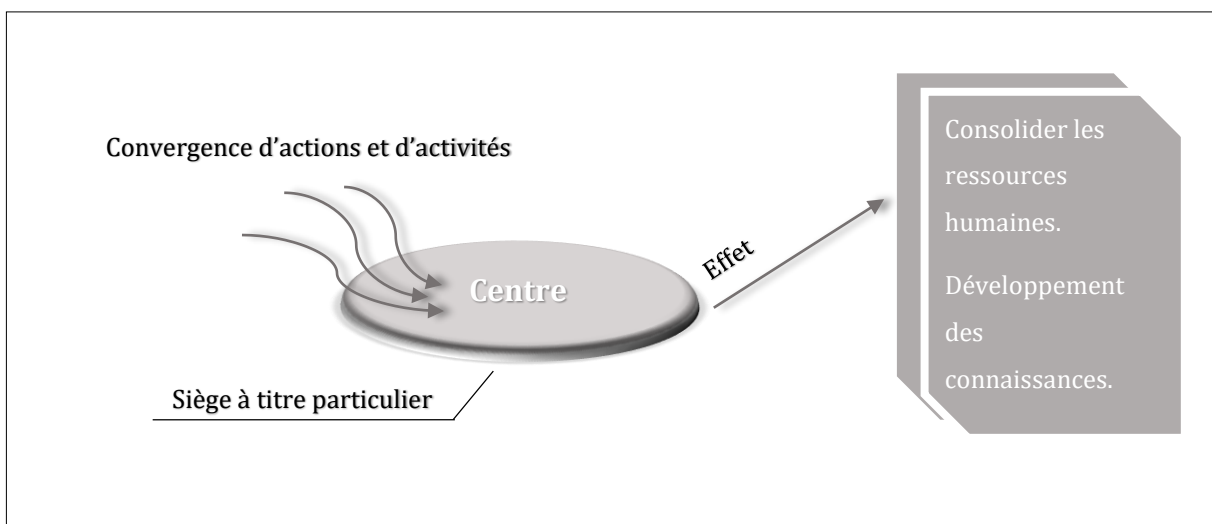
- Fédérer les chercheurs : ils offriront aux chercheurs des facilités d'échanges et une meilleure visibilité scientifique et opérationnelle.

- Mener des recherches et des études pour contribuer à l'enseignement, la formation continue et au développement des connaissances.
- Disposer d'un centre pour l'appui et le développement de la recherche.

- **Centre culturel**

Le Centre culturel n'est pas un lieu ou un espace comme on l'entendrait d'un Centre de délasserement ou d'un Centre de vacances. Il faut plutôt l'entendre comme un pôle de convergences, de rencontres. Il est un outil pour le développement socioculturel de son territoire. C'est donc le territoire et ses spécificités qui vont orienter les contenus précis de l'action du Centre culturel. C'est cela qui fera qu'un Centre culturel n'est pas l'autre.

Le Centre Culturel n'est pas innocent : il mène une action qui a du sens. En effet il tend à offrir des possibilités de création, d'expression et de communication fournir des informations, formations et documentations qui concourent à une démarche d'éducation permanente, organiser des services destinés aux personnes et aux associations et qui favorisent la réalisation des objectifs du centre culturel, à travers l'exposition ( musée), la formation et toute sorte d'activités culturelles.



**Fig. 38** : le mécanisme d'un centre

Source : **Auteurs de mémoire**



## 3.5 Cas d'étude (1) : Maison de l'astronomie à Heidelberg

### Acteurs d'objet

- Objet: Centre d'astronomie à titre scientifique, éducatif, culturel
- Maître d'ouvrage: Max-Planck-Institut pour astronomie
- Lieu: Heidelberg, Allemagne
- Surface : 1'100 m<sup>2</sup>



Fig. 39 : simulation en 3D du planétarium

Source : [www.dezeen.com](http://www.dezeen.com)

### 3.5.1 La situation

Sur le sommet d'une montagne haute de 567,8 mètres près de Heidelberg, (ville au sud-ouest de l'Allemagne), se trouvent l'Institut Max Planck pour l'astronomie et l'observatoire Königstuhl. Le centre d'astronomie « Haus der Astronomie » (HdA) se situe sur le campus de l'Institut Max Planck, desservie par la route Königstuhlweg qui mène au centre-ville historique de Heidelberg. (Fig. 40)



Fig. 40 : Situation du projet

Source : [www.google-map.com](http://www.google-map.com)

### 3.5.2 Le contexte

La première pierre pour le renouveau de l'intérêt de l'astronomie en Allemagne a été posée au début des années 1960. Une des raisons était l'établissement de l'observatoire d'Heidelberg-Königstuhl (**Fig. 41**), situé près



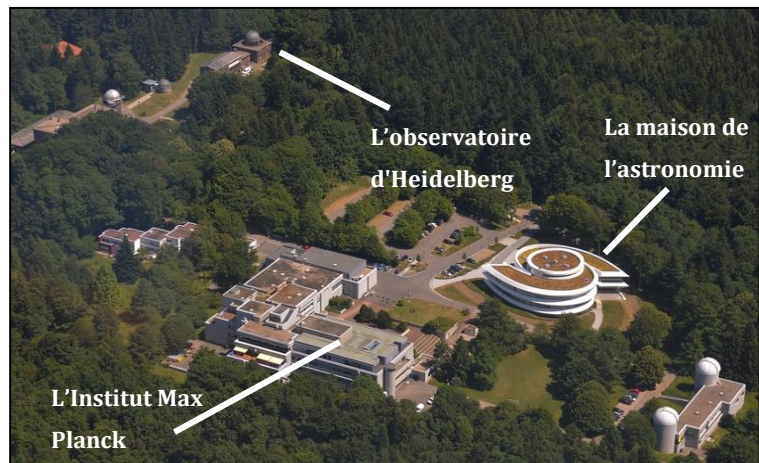
**Fig. 41:** L'observatoire d'Heidelberg-Königstuhl

Source : [www.wikimedia.org](http://www.wikimedia.org)

du sommet de la colline du Königstuhl, auquel participaient de nombreux instituts de recherche allemands. La Maison de l'astronomie à Heidelberg, constitue un centre unique de formation et d'éducation de l'astronomie ainsi que la sensibilisation du public pour la fascination de l'astronomie. Fondé fin 2008 par les architectes Bernhardt + Partner.

### 3.5.3 L'Institut Max Planck d'astronomie

C'est un centre de recherche d'astronomie de la Société Max-Planck situé à Heidelberg (**Fig. 42**), dans la commune de Baden-Wurtemberg en Allemagne, à proximité de l'observatoire astronomique historique de Königstuhl, l'institut s'est coopérer avec la Fondation Klaus Tschira (chargé de la



**Fig. 42:** vue aérienne du campus de l'Institut Max Planck

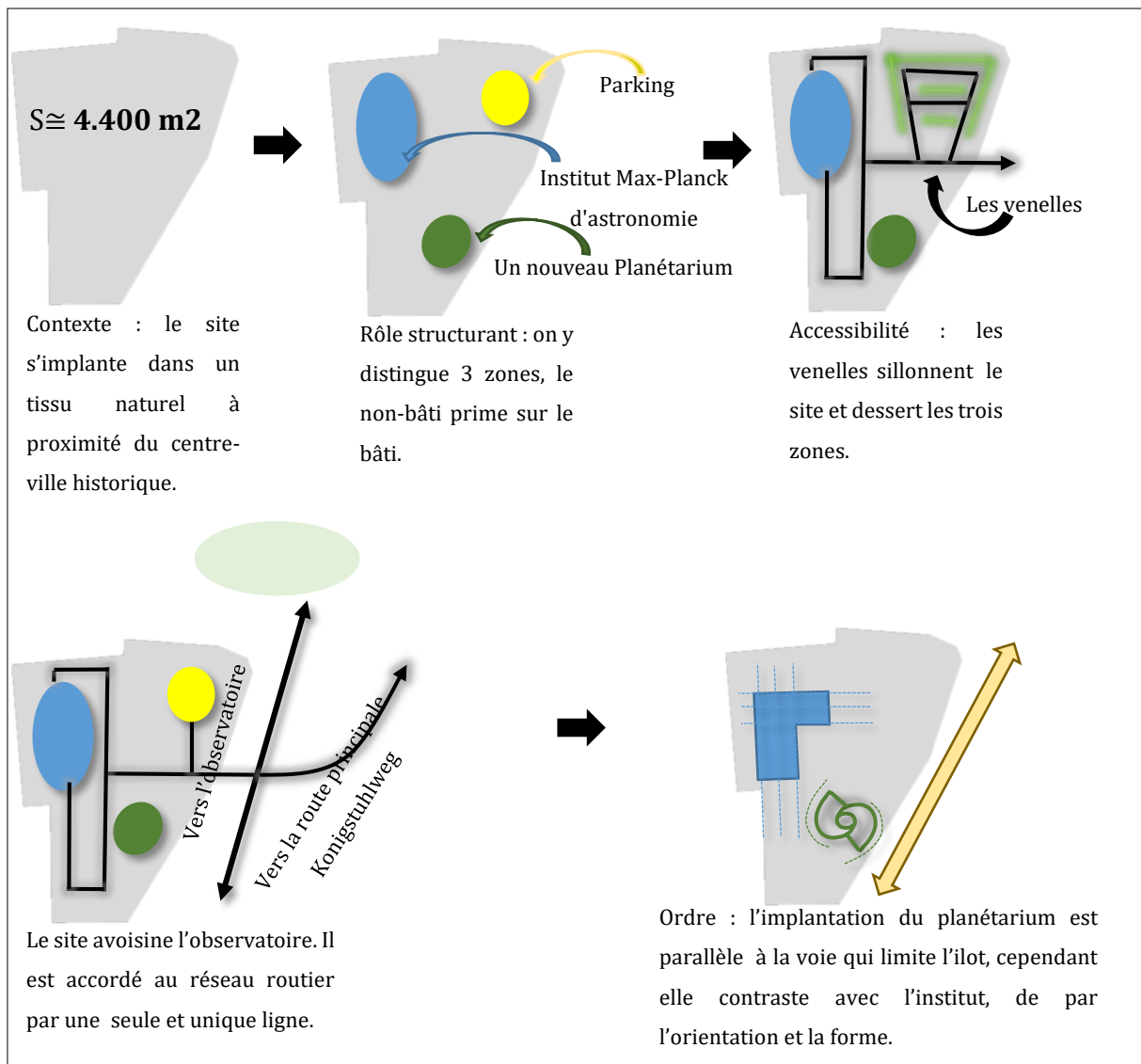
Source : [www.haus-der-astronomie.de](http://www.haus-der-astronomie.de)

construction des nouveaux bâtiments) et l'université de Heidelberg pour la création d'un nouveau planétarium. Deux de leurs principaux collaborateurs sont le magazine d'astronomie « Sterne und Weltraum », en particulier dans le projet « la science dans les écoles » et L'Observatoire européen austral.

Les chercheurs de l'Institut Max Planck de physique gravitationnelle à Potsdam et l'institut Max-Planck de Heidelberg ont contribué à la deuxième découverte des ondes gravitationnelles dans plusieurs domaines clés: le développement de modèles de haute précision ondes gravitationnelles, les recherches pour détecter des signaux faibles, l'évaluation de leur signification statistique, la détermination de leurs paramètres astrophysiques et la technologie de détection avancée. **(Abbott et al., 2016)**

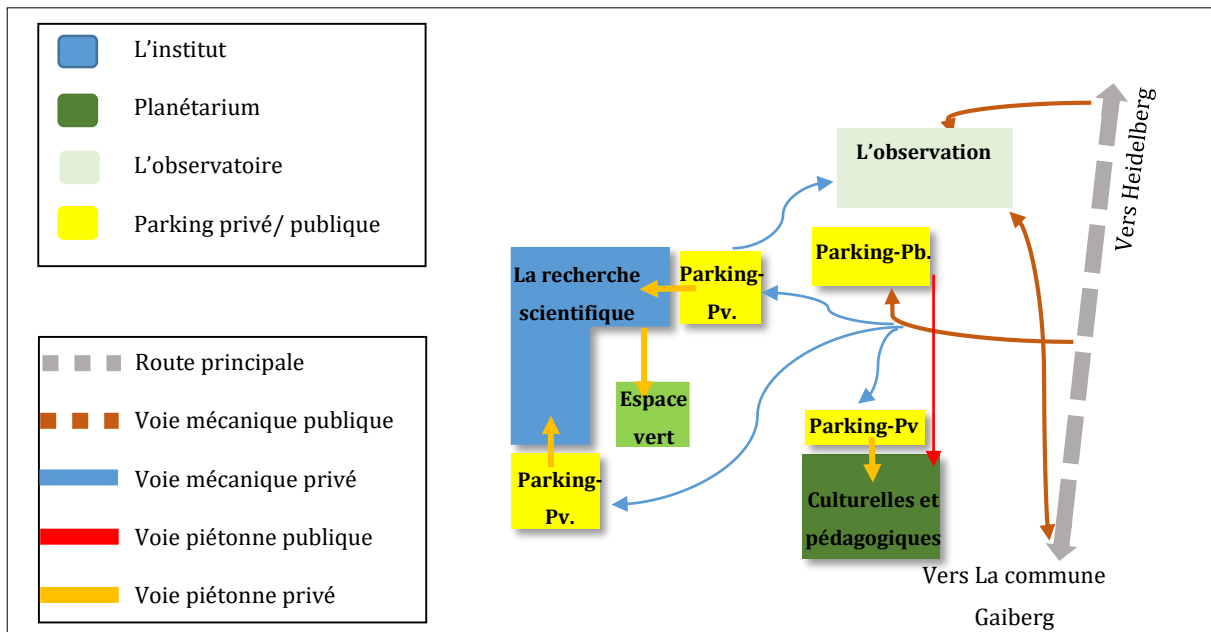
### 3.5.4 L'approche fonctionnelle

Les schémas si dessous **(Fig. 43)**, **(Fig. 44)** expliquent les types d'installation ainsi que les étapes d'implantation des entités qui forment le pôle d'astronomie.



**Fig. 43** : schéma de principe d'implantation

Source : **Auteurs de mémoire**



**Fig. 44** : Organigramme fonctionnel des types d'installations du campus /Zoning

Source : **Auteurs de mémoire**

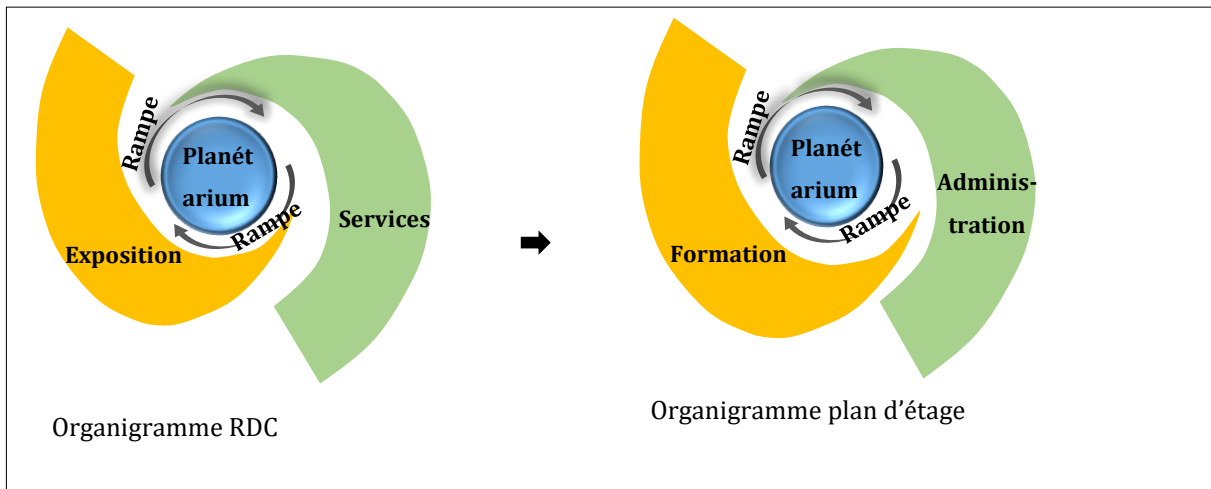
- **Domaines d'activités du Planétarium**

Le HDA propose plusieurs domaines d'activités et de formation, leur mission se manifeste dans le partage de la fascination de l'astronomie et l'astrophysique avec un large public. Parmi leurs nombreuses activités :

- Il coopère avec un réseau d'écoles partenaires de toutes les régions de l'Allemagne - dans le développement des ressources éducatives ainsi que dans le projet de recherche d'astéroïdes.
- La salle de conférence centrale de la HDA (100 sièges avec un système de planétarium numérique) est également utilisée pour des conférences et séminaires scientifiques.
- HDA est aussi un lieu d'échanges scientifiques en coopération avec l'université Heidelberg avec les jeunes astronomes.
- Il dispose d'ateliers destinés à la formation des enseignants étrangers.

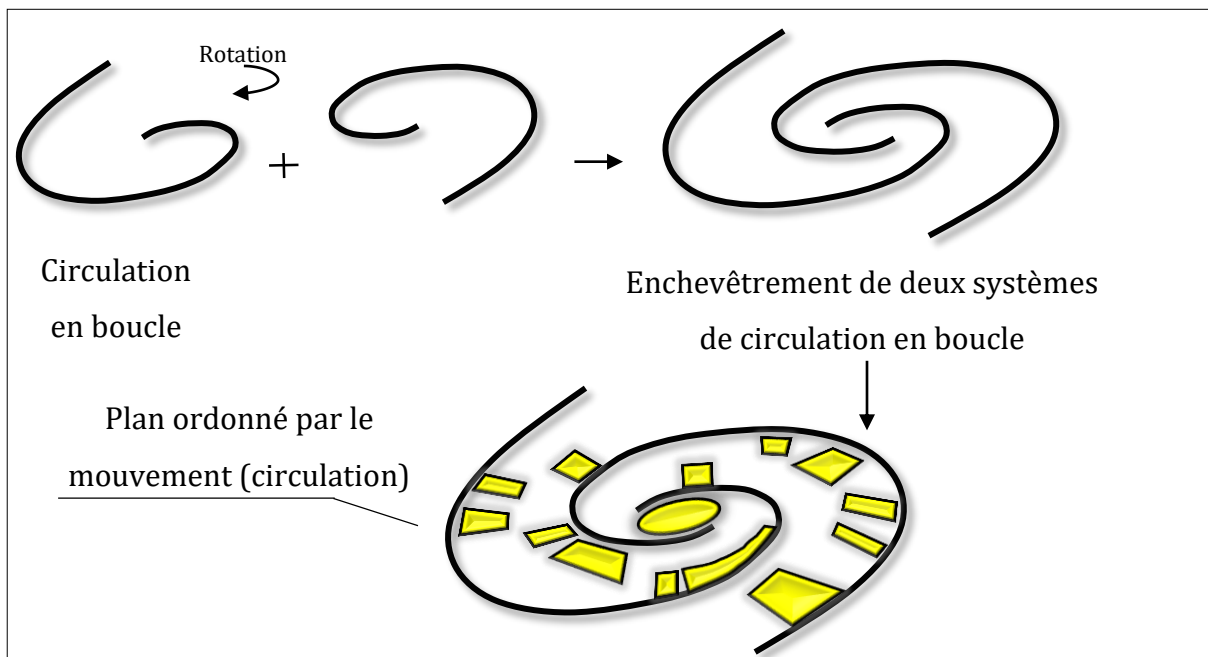
- **L'organisation spatiale du planétarium**

Le nouveau bâtiment est divisé en trois zones (**Fig. 45**) : au centre se trouve l'auditoire multifonctionnel, qui contient également un système de projection numérique de planétarium. Autour du noyau deux ailes de bâtiment s'étendent selon une symétrie ponctuelle. Une rampe autour du planétarium central relie les niveaux entre eux, qui assure le mouvement dans la circulation (**Fig. 46**). Les bras spiralés abritent des locaux pratiques, ateliers ainsi que des bureaux, tandis que le sous-sol est occupé par les locaux techniques. (**Fig. 47**)



**Fig. 45** : Etude des activités

Source : **Auteurs de mémoire**



**Fig. 46** : Rapport circulation / activité

Source : **Auteurs de mémoire**





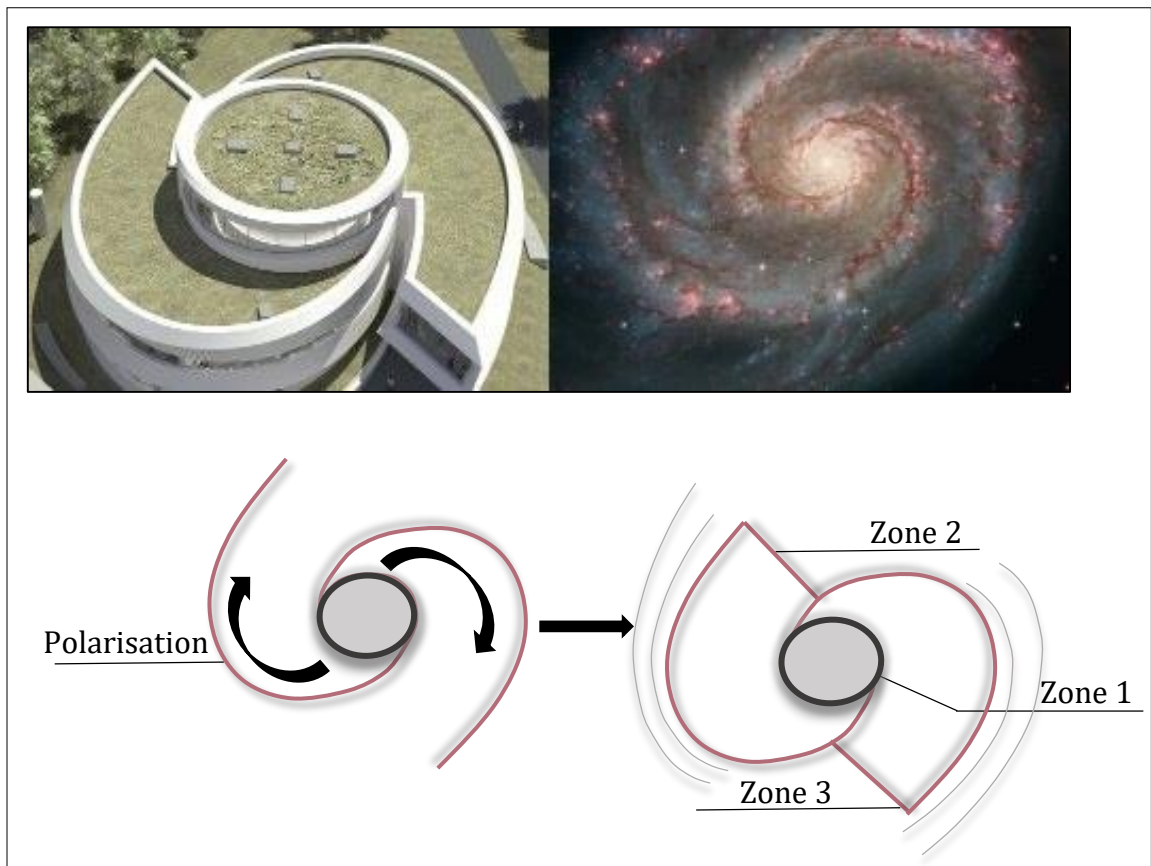
**Fig. 47 :** Récapitulatif du programme du HDA, M.Possel

Source: [www.haus-der-astronomie.de](http://www.haus-der-astronomie.de)

### 3.5.5 L'approche Formelle

- **Concept et référence**

L'architecture particulière du bâtiment s'est inspirée d'une galaxie spirale M51<sup>20</sup> (**Fig. 48**). Les étages tournent autour du centre, à savoir le noyau de la galaxie. L'effet de la rotation du bâtiment est maintenu au centre grâce au déplacement des bras spiraux. Les allées autour de l'imposante construction sont également organisées en spirale et suivent les formes courbes.



**Fig. 48** : Référence de la forme du projet issue de la galaxie M51.

Source : [www.libre-algerie.com](http://www.libre-algerie.com)

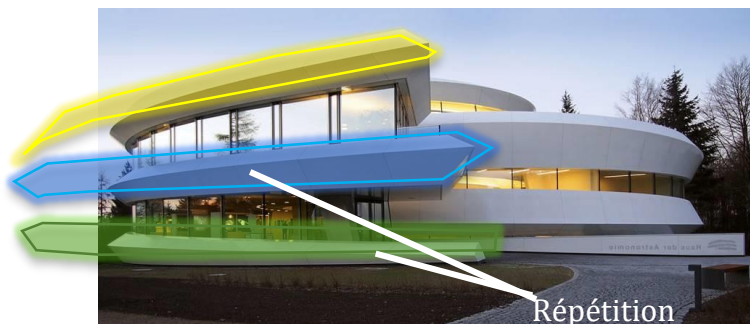
---

<sup>20</sup> M51, aussi connue comme la galaxie du Tourbillon, est un couple de galaxies, à environ 8,4 Mpc (~27,4 millions d'al.) de la Terre.

- **Façade**

Trois bandes courbes définissent la façade qui converge vers le centre du bâtiment et est séparée par une bande de verre. À première vue, il semble un bâtiment symétrique au niveau des façades tournantes autour du centre de l'édifice. Cependant, la galaxie ne sera pas projetée dans une image en 2 dimensions, mais dans une structure complète en 3 dimensions en orbite. Les bras en spirale sinueuses sont décalés d'un demi-étage et donnent ainsi un appui supplémentaire pour les bâtiments mouvement de rotation autour du noyau.

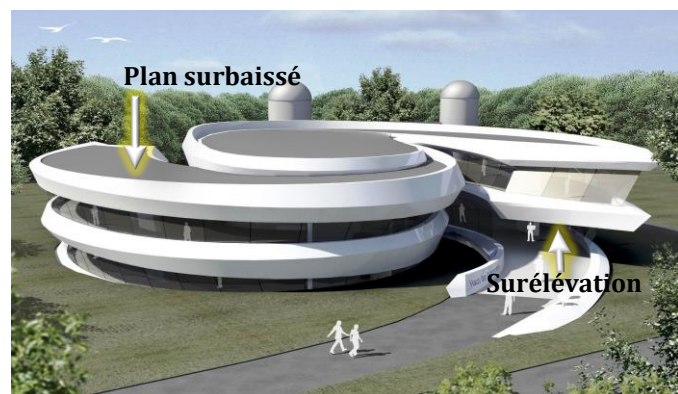
L'effet d'horizontalité<sup>21</sup> est assuré par les 3 bandes saillantes. Le renforcement de ces lignes horizontales crée une dynamique dans le volume. Cependant, la façade présente une certaine légèreté due à l'absence des limites verticales. **(Fig. 49)**



**Fig. 49 :** Vue sur la façade d'entrée

Source : [www.haus-der-astronomie.de](http://www.haus-der-astronomie.de)

Comme nous le constatons sur la Figure **(Fig. 50)**, le plan surélevé définit un espace transitoire entre l'intérieur et l'extérieur. Le contraste entre la surélévation et le plan surbaissé accentue l'effet de mouvement en rotation des bras en spirales et renforce ainsi son identité.



**Fig. 50:** Vue sur le projet

Source : [www.haus-der-astronomie.de](http://www.haus-der-astronomie.de)

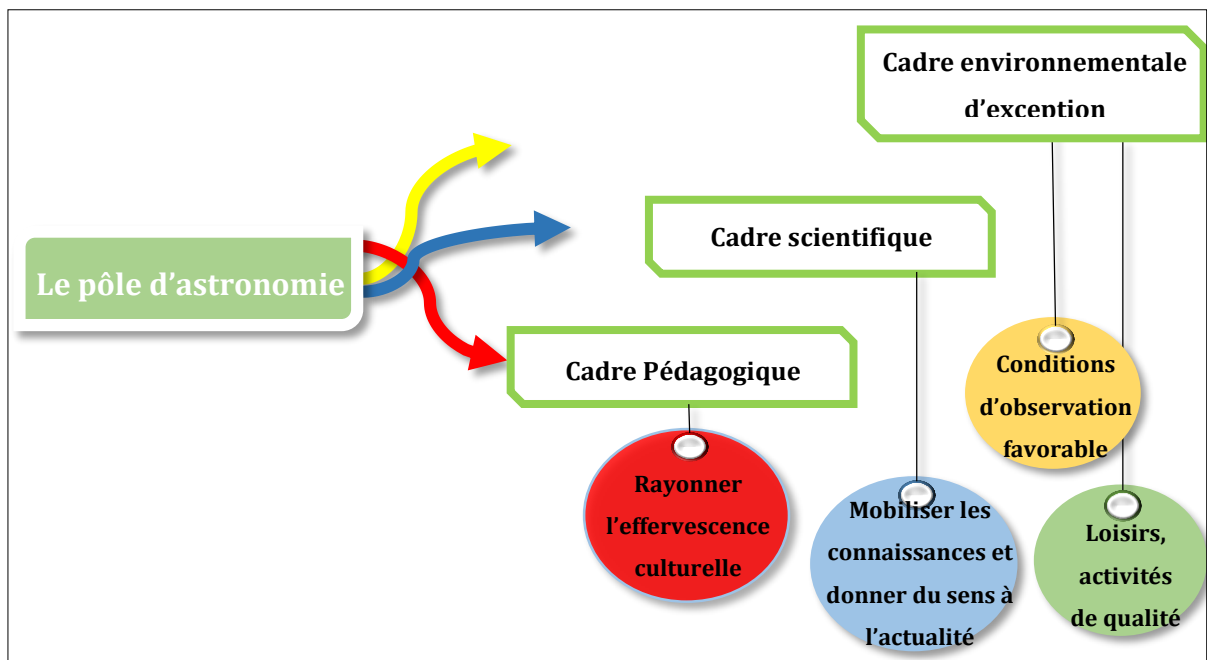
<sup>21</sup> Selon Claire et Michel DUPLAY dans l'ouvrage méthode illustrée de création architecturale parlent de phénomènes perceptifs qui servent de base aux jugements de valeur, groupés en 4 catégories : effet d'horizontalité, effet de verticalité, effet de surface, effet de signe.



### 3.5.6 Synthèse

L'ouvrage présente de multiples avantages dont on peut tirer profit (Fig. 51), entre autre :

- Sa situation dans un espace rurale non limitrophe et dans les mêmes locaux de l'institut et l'observatoire, ce qui présente un véritable pôle attractif d'astronomie.
- Il se niche dans un site naturel et se structure en continuité avec le paysage forestier existant
- Fournir de diverse activités culturelles et de formations et par conséquent enthousiasmer un large public pour l'astronomie et favoriser l'échange général de connaissances.
- Coopérer avec l'institut d'astronomie et l'observatoire, de ce fait il permet aux visiteurs de jeter un coup d'œil sur la recherche actuelle.
- L'aspect figuratif du projet, suscite l'intérêt du public, attire et devient encore plus pertinent
- Faire rayonner l'effervescence culturelle multidisciplinaire, grâce à ses connexions internationales dans les secteurs de l'éducation, de la recherche et de l'entrepreneuriat.



**Fig. 51:** Schéma de la synthèse du cas d'étude

Source : **Auteurs de mémoire**

## 3.6 Cas d'étude (2) : L'observatoire de Paris

### Acteurs d'objet

Objet: Centre de recherche et d'enseignement

Architecte : Claude Perrault

Lieu: avenue de l'Observatoire, Paris, France.

Superficie totale : 220 hectares

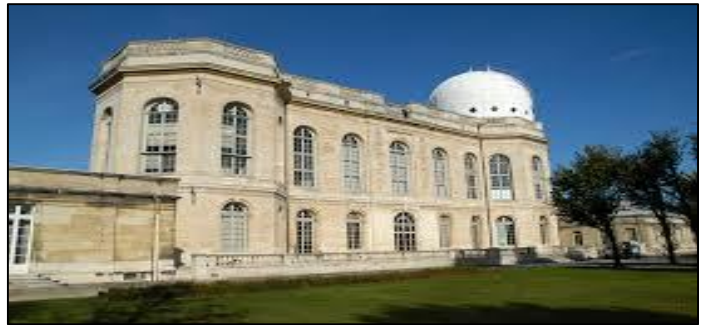


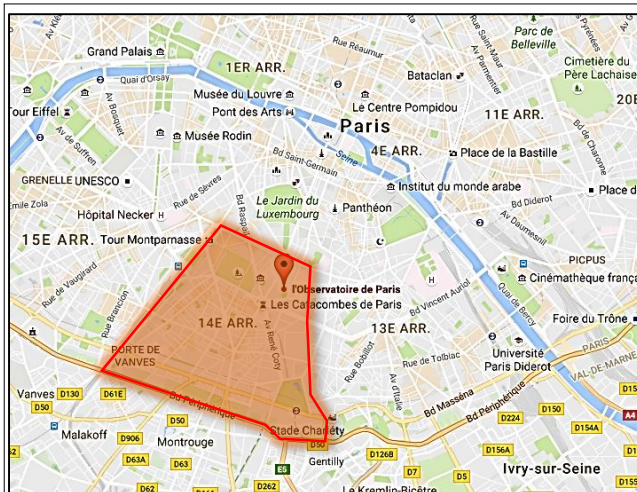
Fig. 52: La façade sud de l'observatoire de Paris

Source : [www.ayda.ru](http://www.ayda.ru)

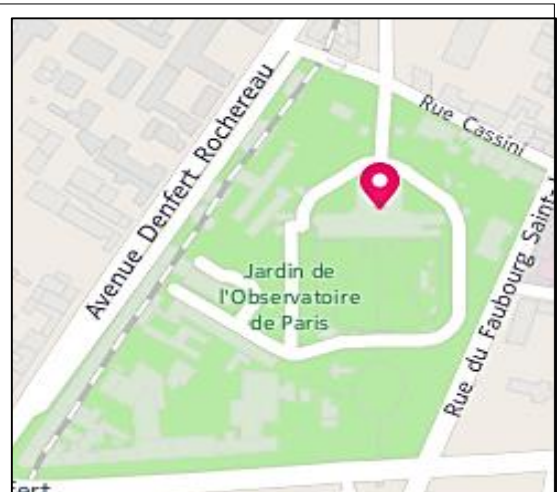
### 3.6.1 La situation

l'observatoire se situe dans le 14eme arrondissement de Paris sur l'avenue de Denfert Rochereau (fig. 53).

Il s'implante convenablement dans un lieu à caractère historique et patrimonial, datant de 1667. Entouré d'espaces engazonnés, l'observatoire bénéficie d'un environnement naturel d'exception.



Vue satellitaire sur le 14<sup>e</sup> arrondissement, Paris. Cette échelle montre la situation du projet par rapport à la Capitale



Vue satellitaire sur le jardin où se trouve l'observatoire. Cette échelle donne l'emplacement par rapport aux voies

Fig. 53: Situation du projet

Source : [www.google-map.com](http://www.google-map.com)

### 3.6.2 Aperçu historique

Sous la pression de nombreux savants et notamment Adrien Auzout qui écrit, en 1665, une lettre à Louis XIV pour lui demander de créer sans plus attendre une compagnie des sciences et des arts, c'est en 1666 que Louis XIV et Jean-Baptiste Colbert fondent l'Académie royale des sciences.



Fig. 54 : l'observatoire de Paris

Source : [www.xianblog.wordpress.com](http://www.xianblog.wordpress.com)

Le 21 juin 1667, les mathématiciens de l'Académie tracent sur le terrain, à l'emplacement actuel du bâtiment, le méridien et les autres directions nécessaires à l'implantation exacte de l'édifice conçu par l'architecte et médecin Claude Perrault. Le plan médian du bâtiment définira désormais le méridien de Paris, les horloges se réglant sur le midi vrai. En 1669, Colbert appelle Giovanni Domenico Cassini pour diriger l'institution, il fait effectuer des modifications du bâtiment. Louis XIV visitera pour la première fois l'Observatoire de Paris (**Fig. 54**) en mai 1682, soit 10 ans après la fin des travaux de l'Observatoire. Conçu comme une citadelle des sciences, le bâtiment est sobre avec une tour carrée en avant-corps du côté de la grande avenue, et ses ailes latérales en forme de pavillons octogones.

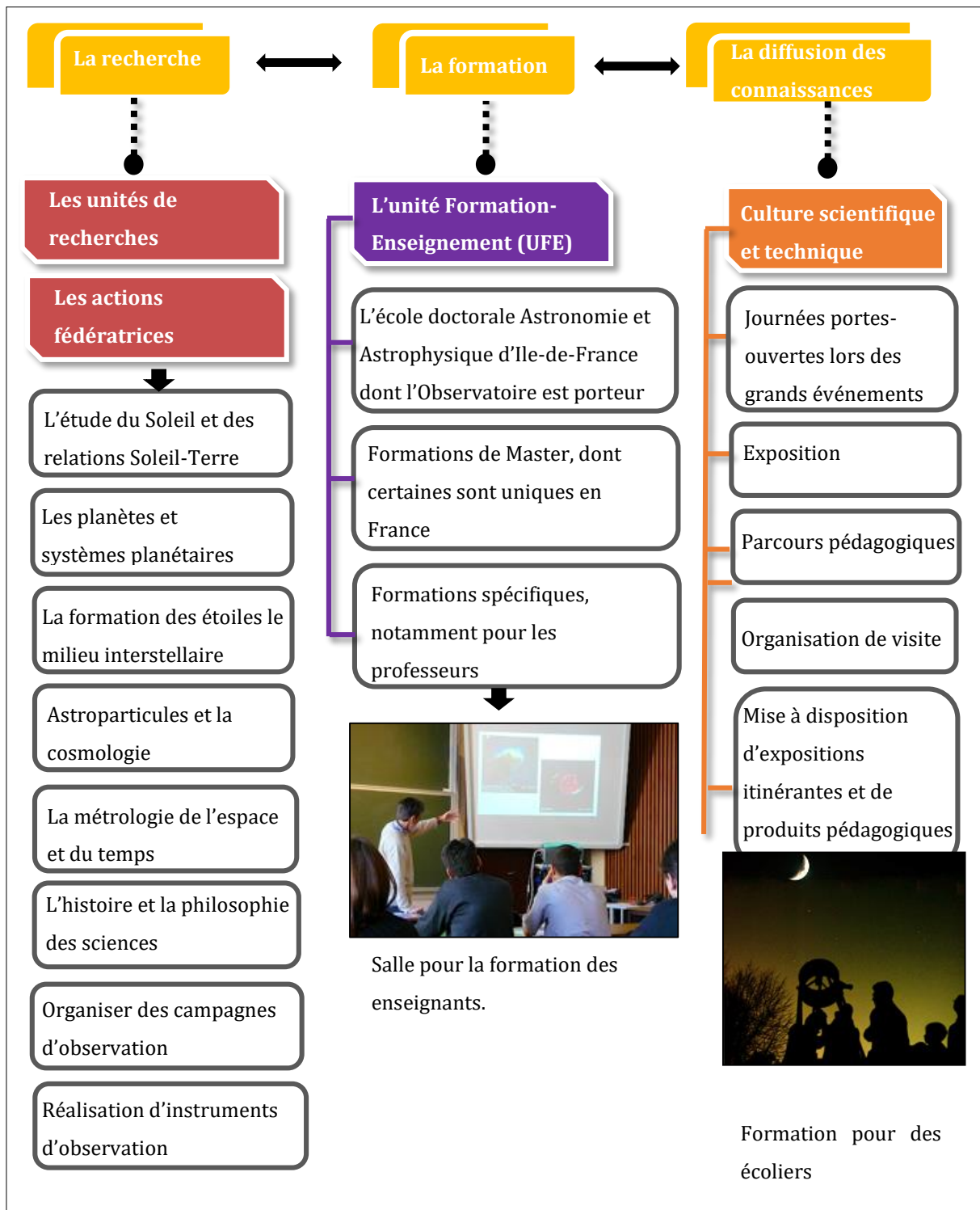
### 3.6.3 Le contexte

L'Observatoire de Paris est un observatoire astronomique implanté sur trois sites : Paris (avenue de l'Observatoire), Meudon et Nançay.

Il est le plus grand pôle national de recherche en astronomie. 30 % des astronomes français y poursuivent leurs recherches au sein de cinq laboratoires et un institut. Situés sur ses campus de Paris, Meudon et Nançay, ils sont tous des Unités Mixtes de Recherche (UMR) avec le CNRS et, souvent, avec de grandes universités scientifiques de la région parisienne. Les missions de l'Observatoire sont aussi développées au sein de deux services scientifiques. L'Observatoire de Paris est un Grand établissement relevant du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

### 3.6.4 Domaine d'activités

L'Observatoire de Paris remplit trois domaines principaux (**Fig. 55**), à savoir la recherche, la formation et la diffusion des connaissances :



**Fig. 55:** Schéma des domaines d'activités de l'observatoire

Source : [www.obspm.fr](http://www.obspm.fr) / Auteurs de mémoire

### 3.6.5 Politique de recherche

La politique de recherche de l'Observatoire s'exerce à deux niveaux : au niveau des **unités de recherche** et au niveau de l'établissement par des **actions fédératrices** qui apporte une plus-value à ces unités. (Fig. 56)

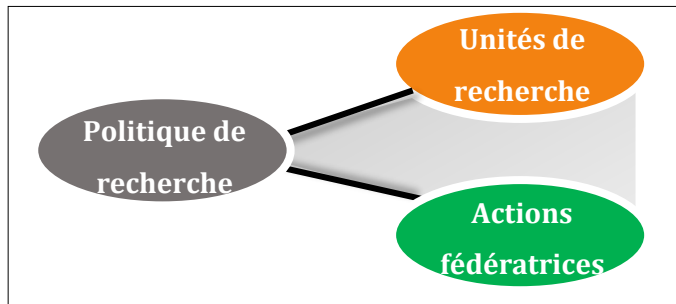


Fig. 56 : Les niveaux d'exercice de la politique de recherche.

Source : Auteurs de mémoire

- Les unités de recherche

Il s'agit d'unités mixtes de recherche associées au Centre national de la recherche scientifique et à d'autres universités regroupées au sein de 7 laboratoires. Par exemple : l'unité USN est un département de l'Observatoire associé au CNRS et l'Université d'Orléans dont le sujet commun est la détection des ondes gravitationnelle. (Fig. 57)

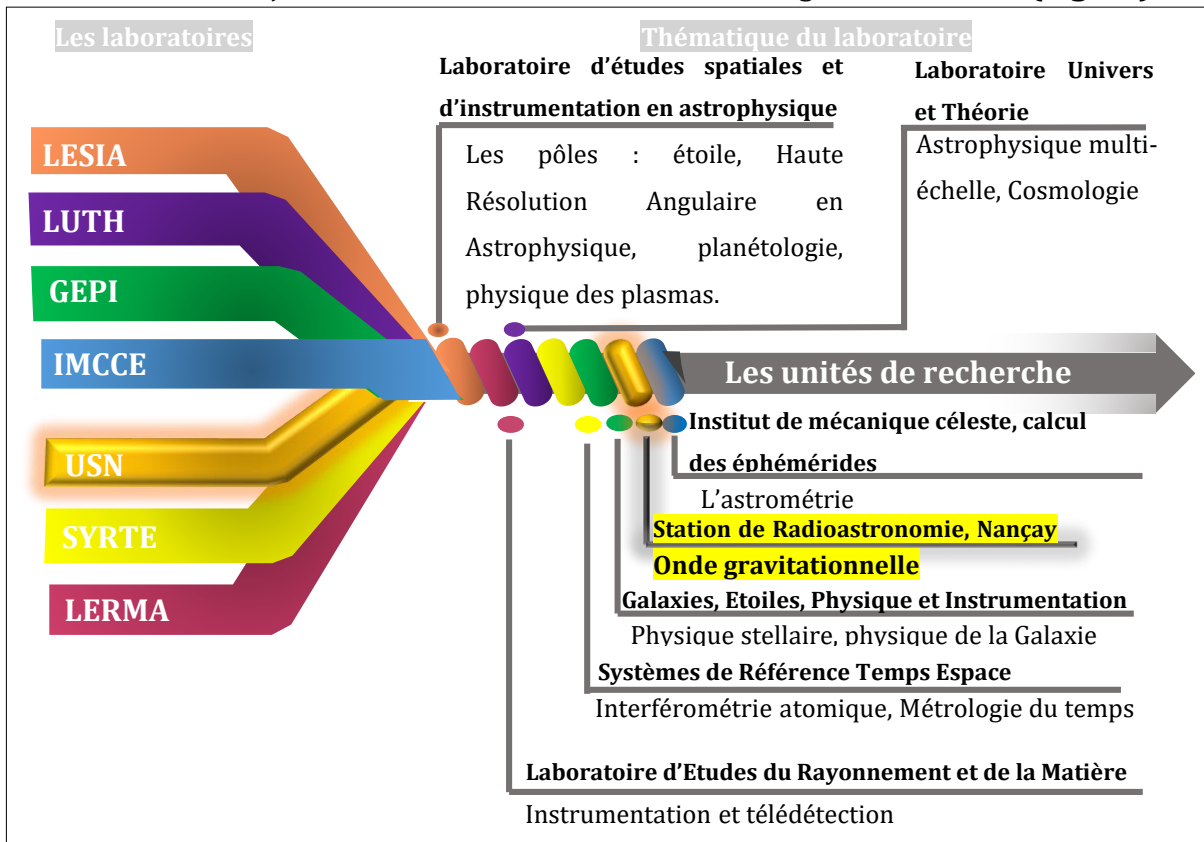


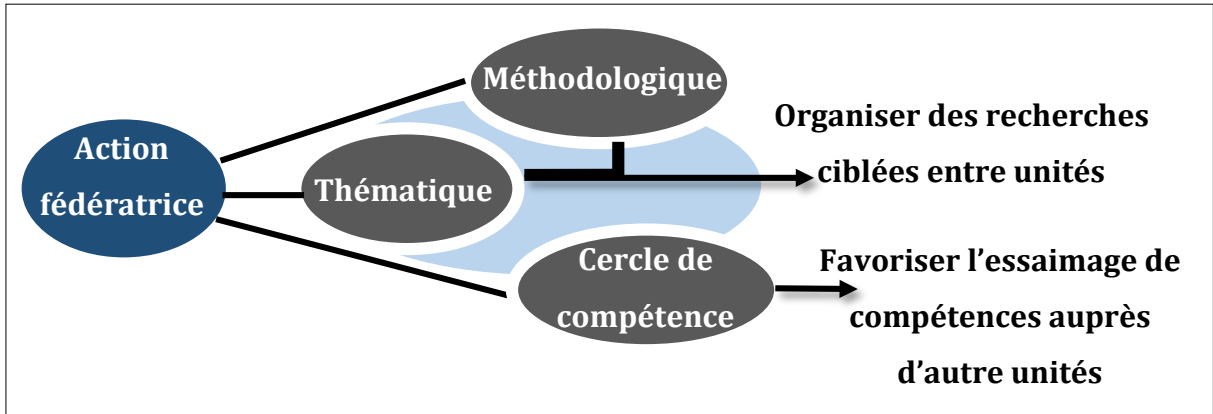
Fig. 57: Organisation des unités de recherche et thématiques

Source : [www.obspm.fr](http://www.obspm.fr) / Auteurs de mémoire



- **Les actions fédératrices**

Elles sont réparties en actions thématiques (étoiles, Gphys (Gravitation et physique fondamentale...etc.) actions méthodologiques et cercles de compétences. (Fig. 58)

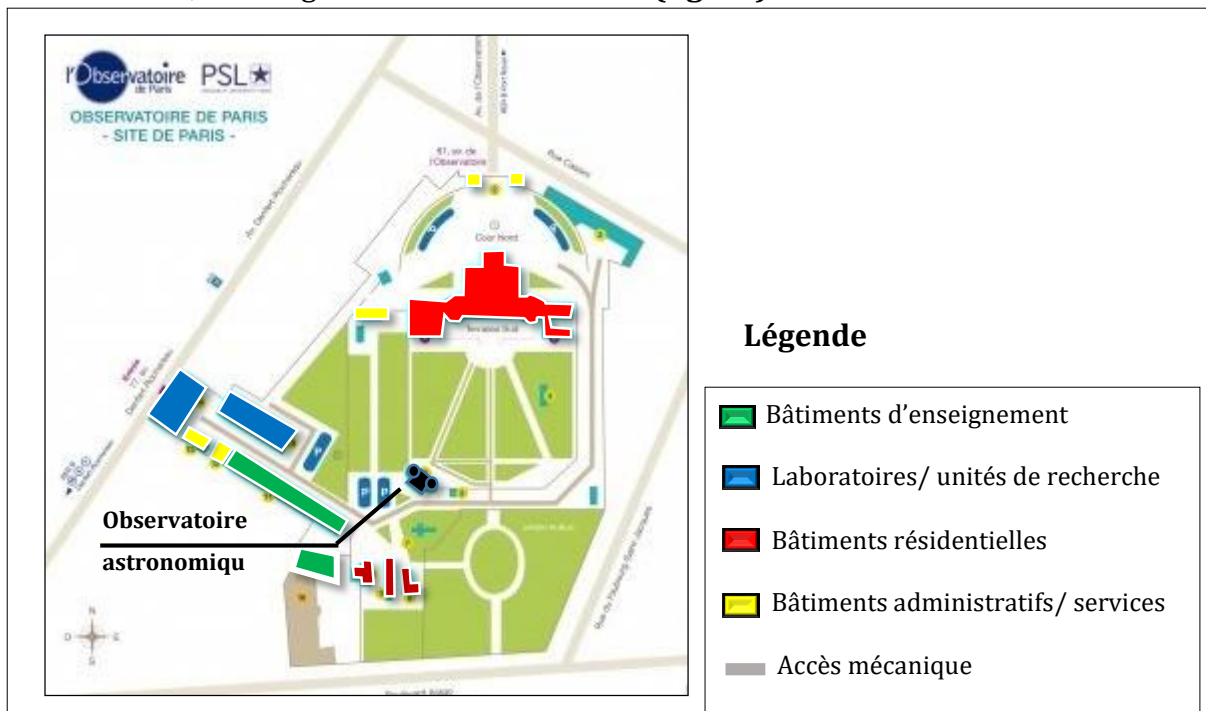


**Fig. 58:** Répartition des différentes actions transverses

Source : **Auteurs de mémoire**

### 3.6.6 Les installations de l'observatoire

L'observatoire accueille un ensemble très complet d'installations administratives, résidentielles, d'enseignement et de recherche. (fig. 59)



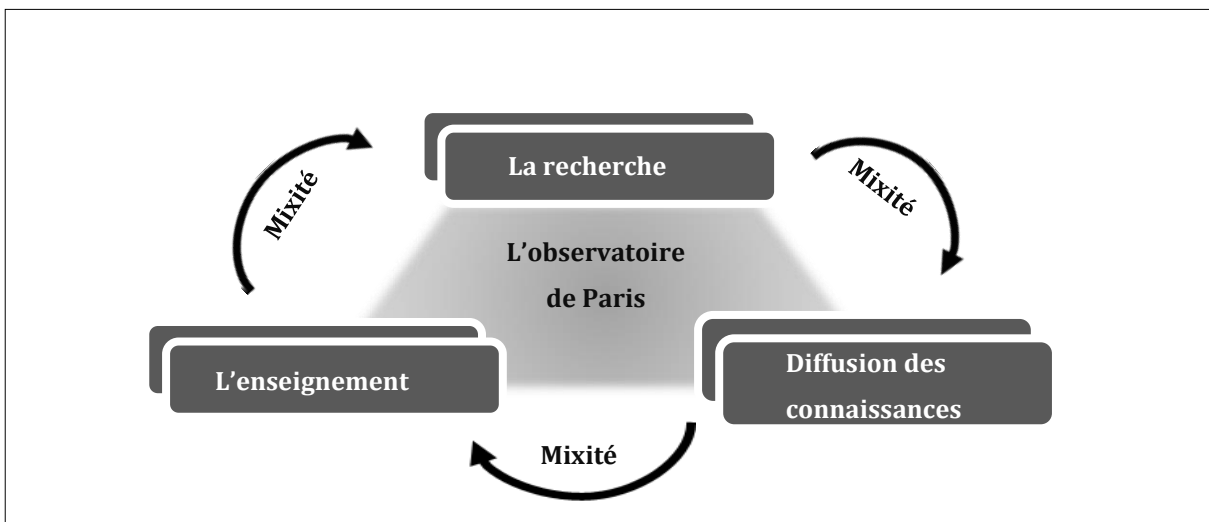
**Fig. 59:** le plan d'observatoire de Paris

Source : **www.obspm.fr**

### 3.6.7 Synthèse

Dès la création de l'observatoire, il fournit une mixité des missions et des unités pour assurer la présence de l'astronomie et de l'astrophysique française dans les très grands projets internationaux (**Fig. 60**). Muni de tous les moyens nécessaires qui assurent le bon fonctionnement du campus, répondent ainsi aux exigences des démarches suivantes :

- Former des scientifiques et des chercheurs spécialisés dans les domaines de l'Astronomie et de l'Astrophysique.
- Assurer, administrer et fédérer des formations en Sciences de l'Univers et en Ingénierie Spatiale à tous les niveaux de l'Enseignement Supérieur
- Partager avec le public les savoirs de l'institution



**Fig. 60** : Schéma de la synthèse du projet

Source : **Auteurs de mémoire**

## 3.7 Conclusion

L'approche thématique a été pour nous une assise sur laquelle nous nous sommes reposés, afin de nous informer sur les différentes structures qui peuvent accueillir cette stratégie de la promotion de l'astronomie gravitationnelle, souvent considérées comme des pôles entiers dédiés à l'astronomie, qui regroupent trois principaux cadres : Cadre technique de la recherche et de la formation, cadre culturel et cadre environnemental d'exception.

---

# Chapitre IV

## Approche contextuelle

3.1 Introduction

3.2 Méthode d'analyse

3.3 Choix du site

3.4 L'inventaire et l'analyse du site

3.5 Extension du CRAAG ?

3.6 Perspective du projet

3.7 Conclusion

---



## 3.1 Introduction

Le projet d'architecture doit prendre racine dans le lieu où il va s'insérer. En retour, la connaissance active du contexte est un moment de la conception architecturale et urbaine, moment pendant lequel la découverte approfondie du lieu, du terroir, du faciès et des différents réseaux dans lequel va s'ancrer le projet est déjà en partie déterminé.

Notre objectif à travers cette partie est de collecter et d'analyser les caractéristiques et les composants du site et de ses environs, dans le cadre de la conception et la projection d'un projet ponctuel tout tant fusionnant deux méthodes d'analyse pour créer notre propre méthodologie.

## 3.2 Méthode d'analyse

En s'intéressant plus précisément aux outils manuels qui permettent de nous informer sur le site, sera présenté l'approche contextuelle qui semble être la plus adéquate pour notre démarche analytique. Afin de consolider notre démarche analytique, nous nous sommes référencés sur des bases théoriques traitant le fondement de l'approche contextuelle.

### 3.2.1 La méthode d'Edward White

Partant de la définition de l'approche contextuelle d'Edward T. White<sup>22</sup> Selon lui : « *l'approche contextuelle est définie comme étant une activité pré conceptuelle qui met l'accent sur les conditions existantes, imminentes et potentielles du site d'étude.* » (**White, 1983**)

Sa méthode consiste à diviser le site en deux parties soft data et hard data, c'est-à-dire donnée souple (les vues, le contexte de voisinage, les fonctions et la nuisance sonore) et donnée forte (situation, dimensions, climat et contour). (**Fig. 61**)

---

<sup>22</sup> Edward T. White est l'auteur du livre Site analysis.

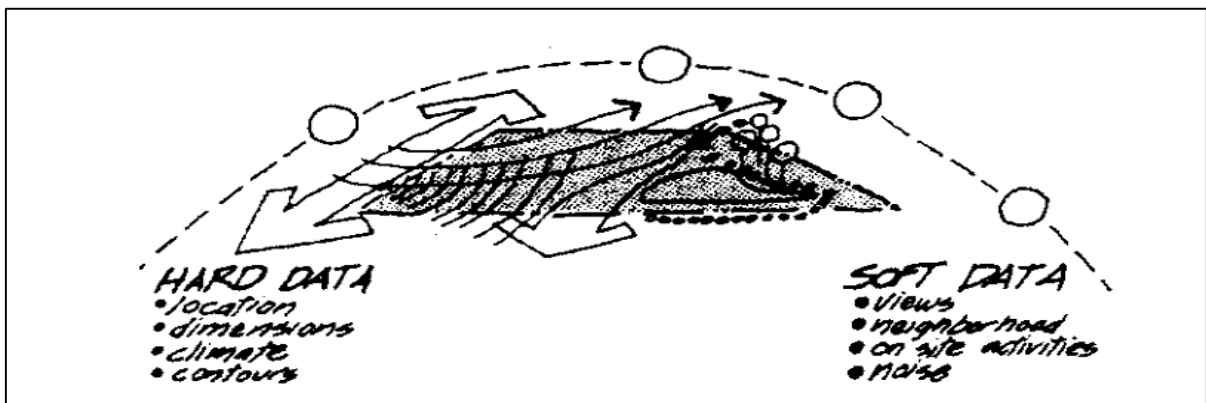


Fig. 61: schéma représentatif de la méthode d'Edward T White

Source : **Site Analysis**

### 3.2.2 La méthode de LAGRO

Suivant la définition de James LAGRO <sup>23</sup>, l'approche contextuelle résume la pertinence du site pour les utilisations programmées, sa méthode se structure en deux étapes

- **Première phase : le choix du site**

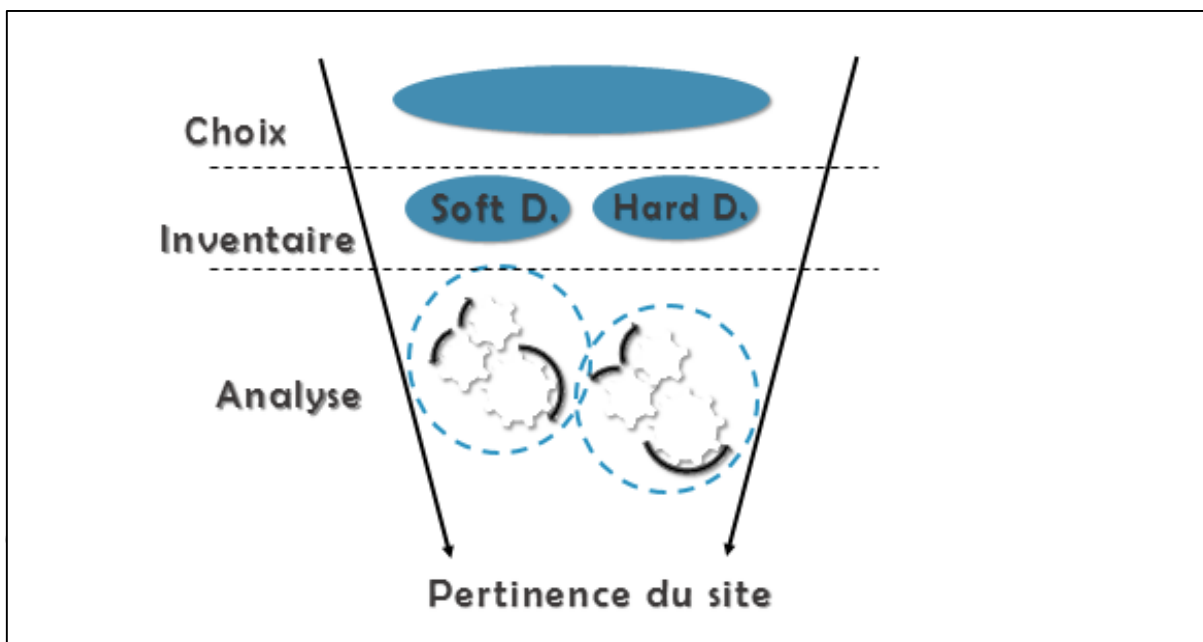
Le choix du site est fortement lié aux objectifs du projet et ses exigences. Il est produit généralement de deux façons: le concepteur à un site et choisit un programme à développer sur le site, ou il a un programme prévu et il a besoin d'un site. Dans le deuxième cas, le concepteur commence par l'identification et l'évaluation des sites alternatifs en sélectionnant le meilleur emplacement pour le programme prévu.

- **Deuxième phase : l'inventaire et l'analyse du site**

Chaque site est intégré dans un environnement. Le contexte du site, baptisé l'inventaire du site, est un ensemble d'éléments constitutifs du territoire, qui se décompose en plusieurs attributs ; physiques, naturels, culturels, humains et sensoriels. l'étude de ces différents aspects permet de discerner ses caractéristiques et les rapports qui les relient.

<sup>23</sup> LAGRO : ancien directeur du département de planification urbaine et régionale à l'Université de Wisconsin-Madison et professeur dans le département de l'architecture paysagère et auteur du livre Analyse du site: une approche contextuelle pour la planification et la conception du site durable

Conformément à l'état de l'art de ces deux méthodes nous avons élaboré notre propre démarche qui va s'ordonner en trois étapes suivant LAGRO, et elle sera divisée en deux types de données selon Edward white. **(Fig. 62).**



**Fig. 62:** schéma représentatif de notre méthodologie.

Source : auteurs de mémoire.

### 3.3 Choix du site

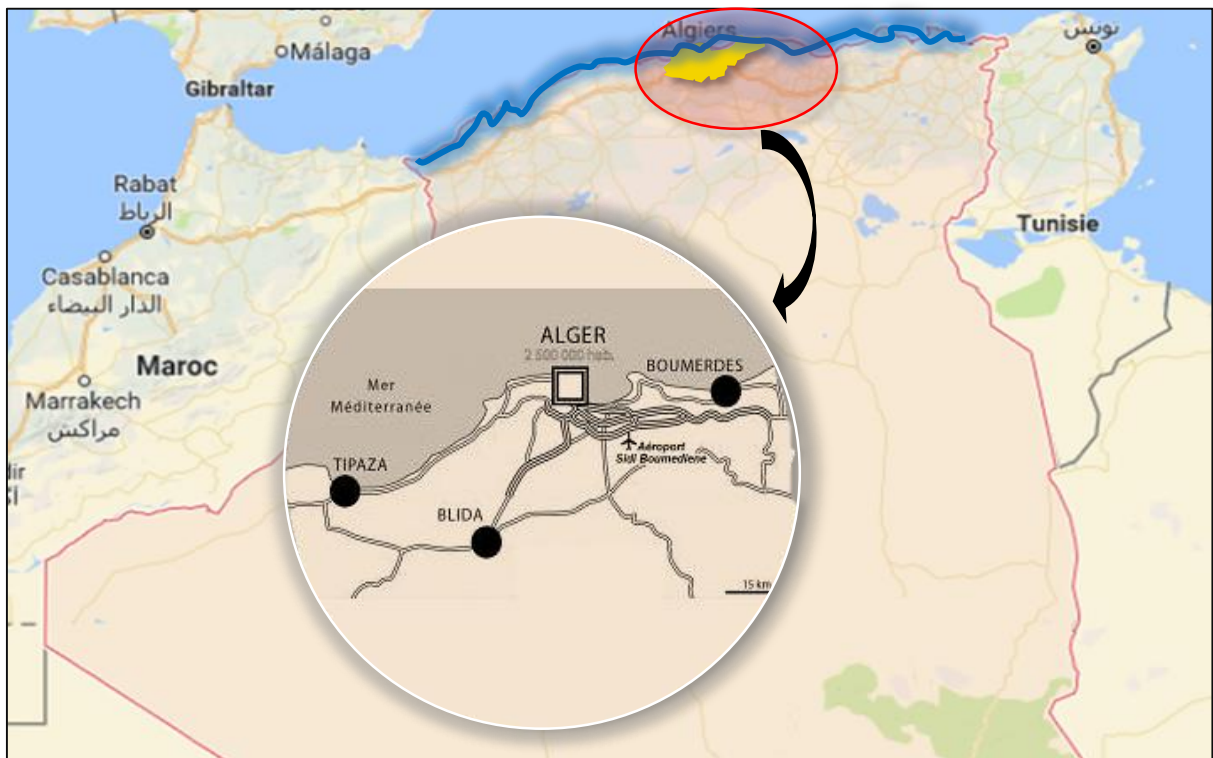
D'après le livre de James A. LAGRO et l'analyse thématique, en traitant les thèmes avec une profondeur requise en fouillant suffisamment l'analyse. Notre choix s'est rapidement porté sur la ville d'Alger plus précisément la commune de Bouzareah puisque elle correspond au fondement donné dans cette dernière. Par rapport à :

- Territoire national algérien
- La ville d'Alger
- Morphologie
- L'accessibilité
- Le contexte

### 3.3.1 Territoire national algérien

Parmi les critères du choix de la ville d'Alger, est que cette dernière de par son statut, sa taille et ses fonctions demeure la première ville d'Algérie. Elle comprend les plus importantes concentrations au niveau national de populations, d'activités de services, d'institutions scientifiques tels les centres de recherches et de grands projets urbains. De plus, elle bénéficie de la présence de l'aéroport international Houari Boumediene, ce qui semble un avantage pour desservir la ville (**Fig. 63**).

Occupant une situation stratégique, la ville surplombe la mer et s'étend le long du front de mer avec une longueur de 80 km, elle est limitée par la wilaya de Blida au Sud, la wilaya de Tipaza à l'ouest et la wilaya de Boumerdès à l'est. Ses coordonnées géographiques sont : Latitude: 36° 46' 34" Nord et Longitude: 3° 03' 36" Est.

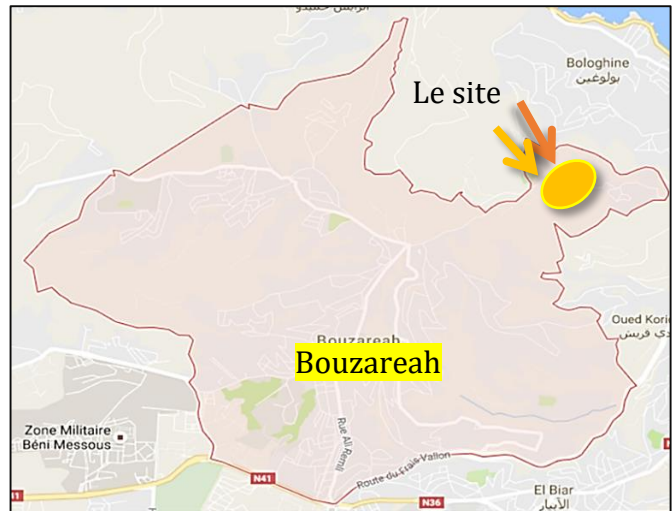


**Fig. 63:** la carte de l'Algérie avec la situation d'Alger

Source : [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)

### 3.3.2 La ville d'Alger

Bouzareah est situé dans la banlieue algéroise à 4 km au nord-ouest d'Alger (**Fig. 64**). Perchée à plus de 600 mètres surplombant Bâb El-Oued, un plateau qui domine la grande baie et offre une vue imprenable sur toute la baie d'Alger. Bouzaréah est considérée comme le véritable belvédère de la ville. Elle est entourée par Alger, Cheraga et AïnBenian.



**Fig. 64** : la carte de la commune de Bouzareah

Source : [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)

Ses coordonnées géographiques sont : Latitude: 36° 47' 24" nord et Longitude: 3° 1' 4" est.

### 3.3.3 La morphologie

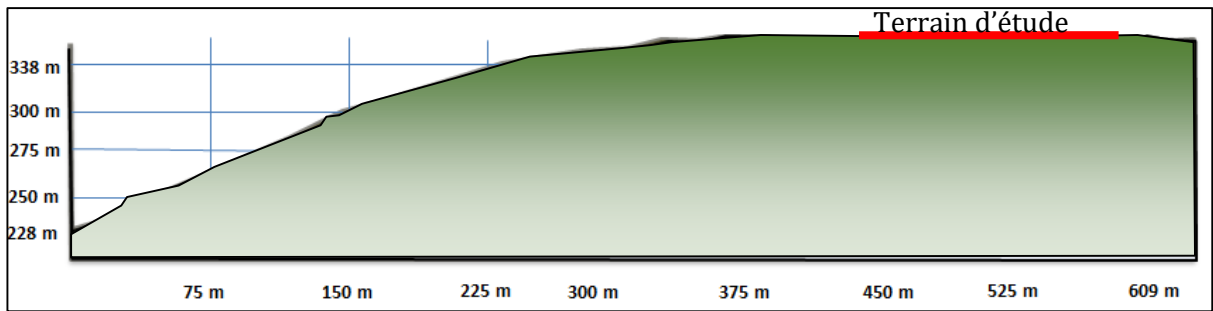
Notre choix s'est naturellement dirigé sur le mont de la commune de Bouzareah. D'un point de vue géographique (**Fig. 65**), la commune domine la ville et s'épanouit sur le point de nivellement le plus haut d'Alger avec une altitude de 338m (**Fig. 66**), ce qui certifie encore les critères cités dans l'analyse thématique.



**Fig. 65**: Vue en relief de la commune de Bouzaréah

Source : **Google Earth**



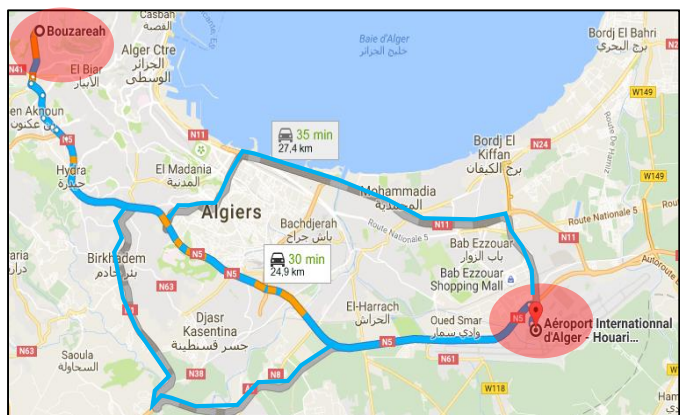


**Fig. 66** : Coupe topographique AA, représentant l'importance d'altitude de la commune.

Source : auteurs de mémoire

### 3.3.4 Accessibilité au site

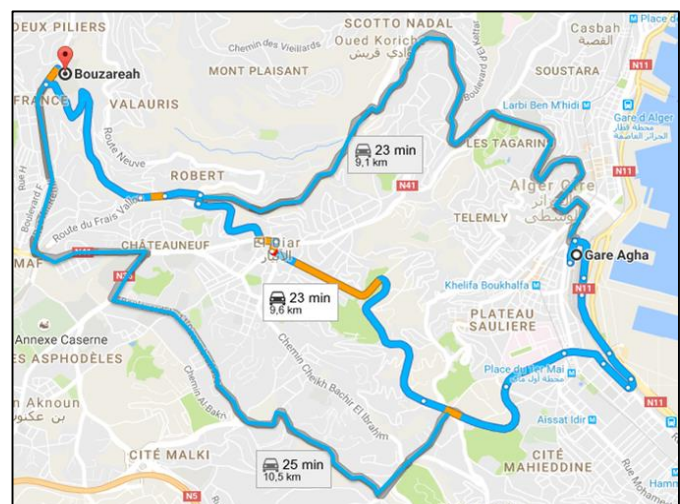
L'accès à Bouzareah est diversifié ; elle est accessible depuis l'aéroport par la route nationale N5, par la route N11 ou par la route N1 et toutes ces route mènent vers la Rue Ali Remli et N36 en direction de N5 à Hydra avec une durée qui variée entre 30 à 35 min et une distance entre 27 à 31 km. **(Fig. 67)**



**Fig. 67** : plan des voies de dessertes, depuis l'aéroport Houari Boumedien.

Source : [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)

Depuis la gare Agha, l'accessibilité se fait par trois directions ; par Rampe Frédéric Chesseriau en direction de Rue Bouzerari Mohamed (RN11), la direction nord sur Avenue EL MOUTANABI ou par la N11 avec la direction de l'Avenue Colonel Mellah Ali et Avenue de l'Indépendance en direction de Rue Slimane Amirat à Sidi M'Hamed. **(Fig. 68)**



**Fig. 68** : Plan des voies de dessertes, depuis la gare Agha

Source : [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)

Un deuxième mode de transport à proximité, le téléphérique, que l'on appelle le transport par câble (**Fig. 69**). La figure (**Fig. 70**) indique le tracé de la ligne téléphérique de la ville d'Alger. Le site est accessible par les deux stations de Triolet et de Frais Vallon qui mènent vers la station d'observatoire.



**Fig. 69** : téléphérique de Bouzareah

Source : [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)



**Fig. 70** : la ligne de téléphérique de Bouzareah

Source : [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)

Par route, elle est accessible par plusieurs voies et communes mais l'accès le plus courant se fait par les trois routes nationales N36, N41 et N5. (**Fig. 71**)

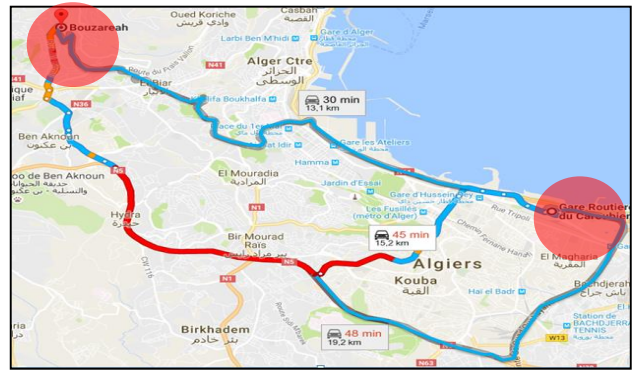
Depuis la gare routière de Kharouba, le site est accessible par la route N11 sur l'Avenue de l'Indépendance et Boulevard Colonel Bougara en direction de Avenue Taleb Messaoud à El Biar et par la route N5 à Hydra avec une durée de 30 à 45 min et une distance de 13 à 16 km. (**Fig. 72**)





**Fig. 71** : accessibilité par route à Bouzareah

Source : [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)



**Fig. 72** : accessibilité depuis la gare routière de kharouba

Source : [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)

### 3.3.5 Contexte

D'un point de vue contextuel, La commune comprend de nombreuses grandes institutions, le plus intéressant c'est la présence du centre de recherche en astronomie, astrophysique et de géophysique (Le CRAAG) et l'Observatoire historique d'Alger. (**Fig. 73**)

D'autres établissements rendent le site facilement repérable, le CDER (**Fig. 74**), cimetière Sidi Naamane.



**Fig. 73** : L'observatoire d'ALGER

Source : [www.blanche-alger.skyrock.com](http://www.blanche-alger.skyrock.com)



**Fig. 74** : Centre de Développement des Energies Renouvelables CDER

Source : [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)



### 3.3.6 Nature juridique

Selon le PDAU d'Alger à l'horizon de 2030, la nomenclature de la commune de Bouzareah, plus précisément la zone qui abrite le CRAAG, est classée en un secteur urbanisé et un secteur à urbanisé. Elle est composée de trois zones ; une zone urbaine informel qui comprend de l'habitat illicite, une zone verte constitué d'une sous-catégorie ; zone verte à végétation basse et troisièmement, Zone à usage spécial : elle comprend les zones où est programmée l'installation de grands équipements et d'infrastructures destinées à fournir des services fondamentaux et indispensables à la population, dans le cadre de la prévention et de la sécurité des infrastructures, (CRAAG). (Fig. 75)

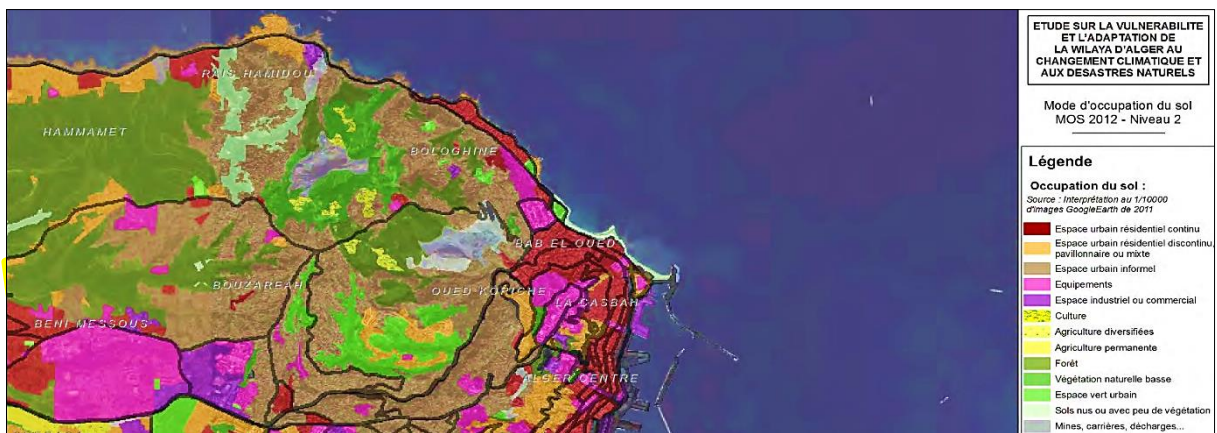


Fig. 75: Schéma des cibles du projet

Source : ACC Alger

Par conséquent, le choix du terrain d'étude est désigné en fonction de nombreux critères, à savoir :

- le terrain domine la grande bleue, occupant la partie plate du relief.
- L'importance de l'axe qui structure le site reliant Bouzaréah à Bâb El Oued.
- La haute altitude témoigne d'une excellente condition d'observation.
- Le terrain se trouve à proximité de l'observatoire d'Alger, s'inscrivant dans un milieu à titre scientifique.

### 3.4 L'inventaire et l'analyse du site

Cette étape consiste à établir le traitement des attributs du site, divisés selon la méthode d'Edward T. White (Fig. 76)

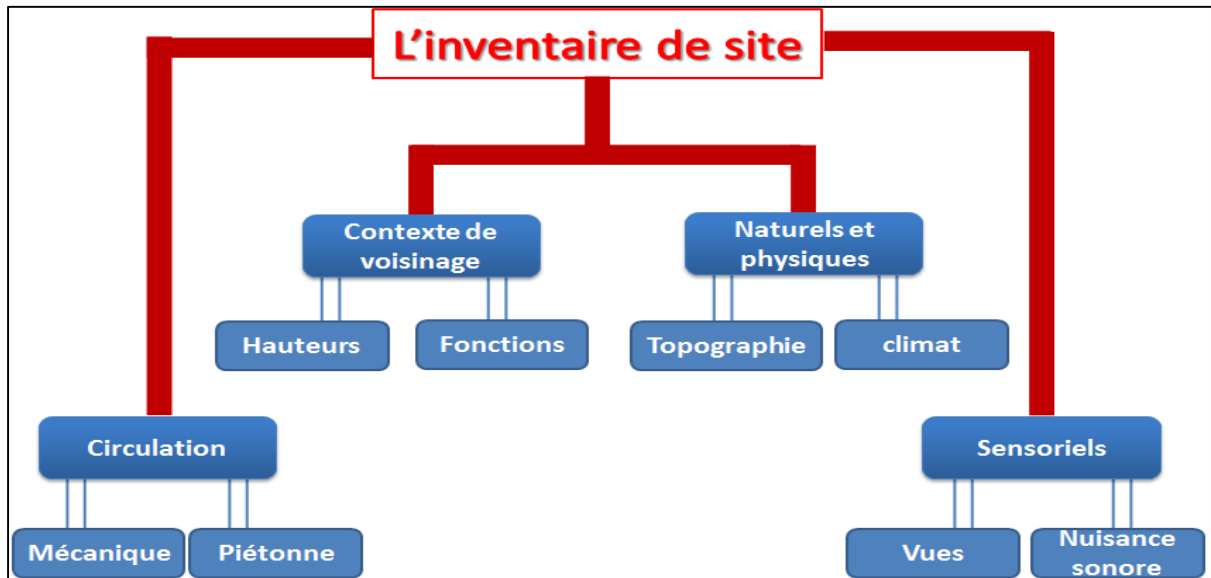


Fig. 76 : carte conceptuelle représente l'inventaire de site

Source : auteurs de mémoire

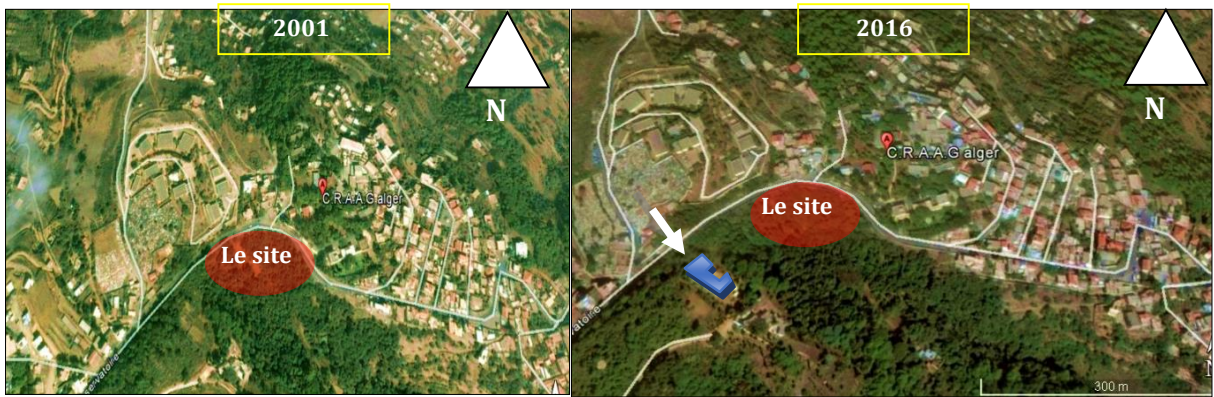
#### 3.4.1 Contexte de voisinage

Le contexte de voisinage est abordé ici sous trois angles : le développement historique, l'étude des fonctions et l'étude des hauteurs.

- **Développement historique**

D'après l'histoire de Bouzareah, cette partie était inoccupée à l'époque coloniale, excepté la présence du CRAAG pour des raisons d'observation. Après l'indépendance, cette zone commence à se peupler avec l'implantation de quelques constructions à titre résidentiel (village céleste).

Les deux photos ci-dessous, représentant le développement du site entre l'année 2001 et l'année 2016, démontrent qu'il n'y a pas eu un grand changement dans la zone, mis à part l'addition d'un seul équipement à usage agricole (Fig. 77).



**Fig. 77:** le développement historique de site entre 2001 et 2016.  
Source : auteurs de mémoire.

- **Etude des fonctions**

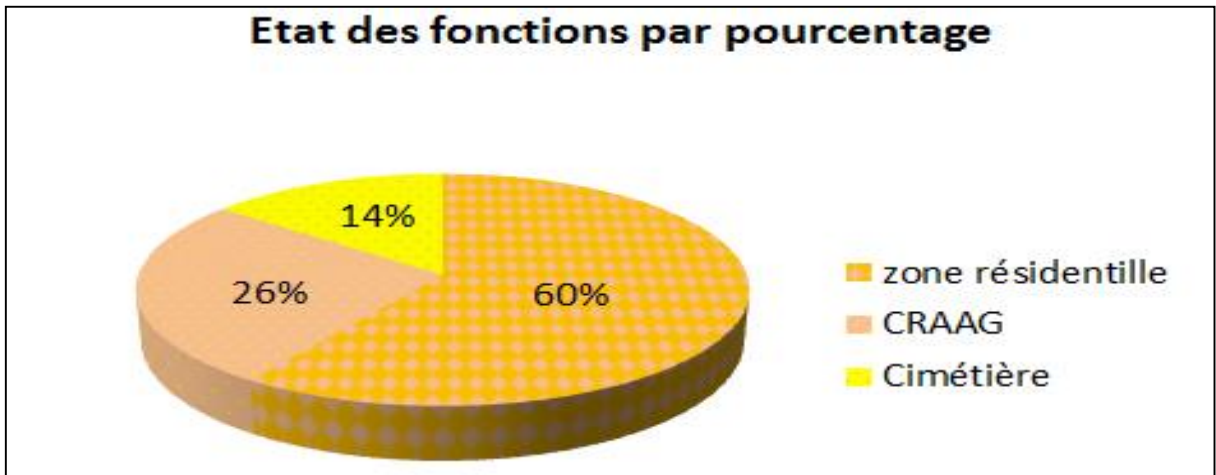
D'après l'étude des fonctions, on remarque que le site est pauvre en terme de programme, Les fonctions se divisent en trois grandes parties : une zone résidentielle, le cimetière et le CRAAG (**fig. 78**). Ainsi, nous déduisons un manque flagrant de variété fonctionnelle.



**Fig. 78:** état des fonctions de l'environnement immédiat  
Source : auteurs de mémoire

Le schéma graphique illustre cette étude par pourcentage, il témoigne d'une superficie importante que le CRAAG occupe, après la zone résidentielle. (**fig. 79**)



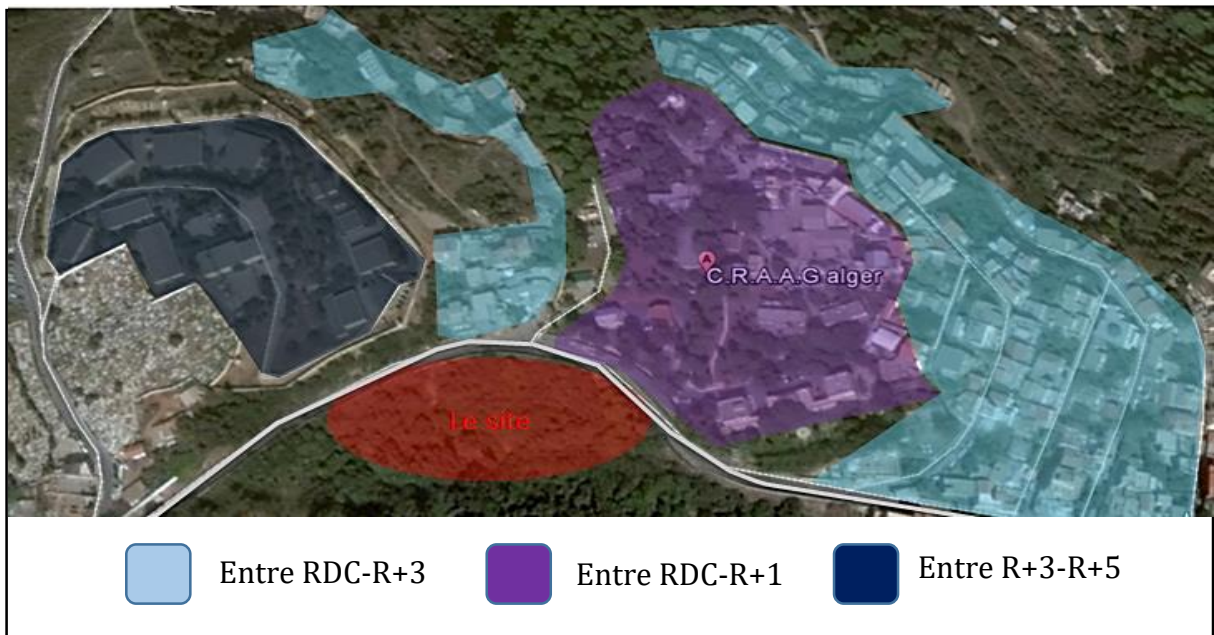


**Fig. 79** : état des fonctions de l'environnement immédiat par pourcentage

Source : auteurs de mémoire

- **Etude des hauteurs**

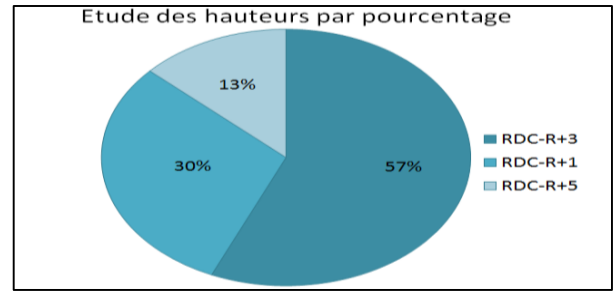
Les hauteurs des constructions dans la zone d'étude varient entre le RDC et R+1 au niveau des blocs de CRAAG, entre RDC et R+3 au niveau des habitations individuelles et entre R+3 et R+5 au niveau des habitats collectifs (**Fig. 80**).



**Fig. 80** : état des hauteurs de l'environnement immédiat

Source : auteurs de mémoire

Ce schéma graphique (**Fig. 81**), évalue par pourcentage les hauteurs des bâtis existants dans l'environnement immédiat, il indique que les hauteurs entre RDC et R+1 sont les plus dominantes dans la zone.



**Fig. 81** : étude des hauteurs

Source : auteurs de mémoire

### 3.4.2 Caractéristiques naturels et physiques

Cet aspect détail les caractéristiques propres au site et induit l'étude des types de reliefs et l'étude du climat.

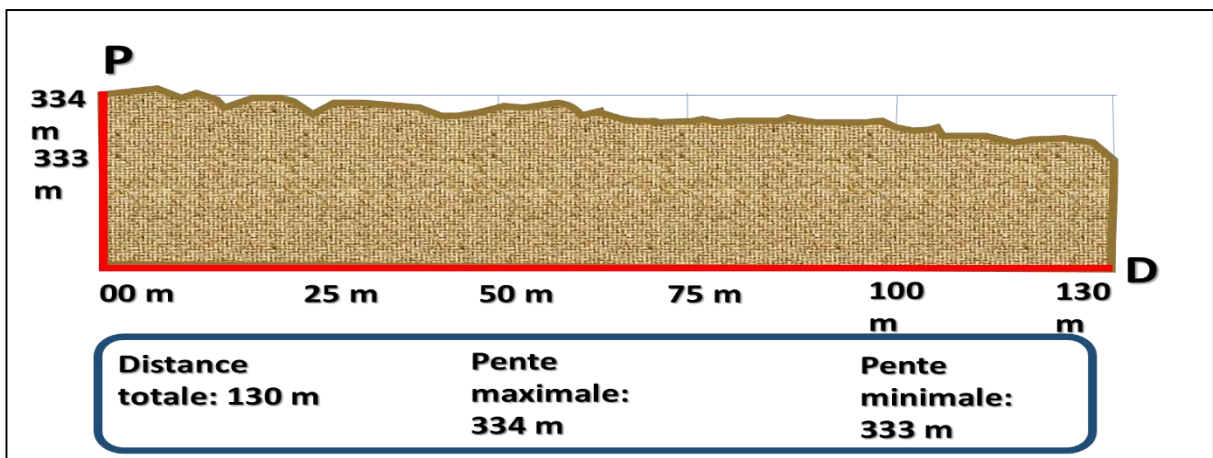
- **Topographie de site**

Le levé topographique du site, indique que le terrain est caractérisé par son aspect légèrement en pente douce, avec une différence de niveau négligeable (**Fig. 82**). Tandis que le site est implanté dans une zone distingué par sa carrure montagneuse et se présente sous forme d'un talus assez apparent (**Fig. 83**).



**Fig. 82** : plan représentatif de trais de coupe

Source : Google Earth

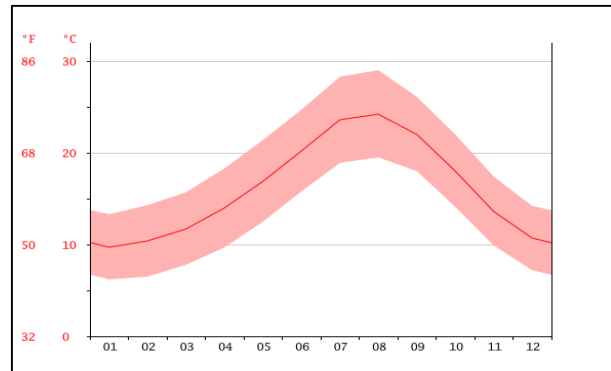


**Fig. 83** : Une coupe topographique sur le terrain d'étude

Source : auteurs de mémoire

- **Étude du climat**

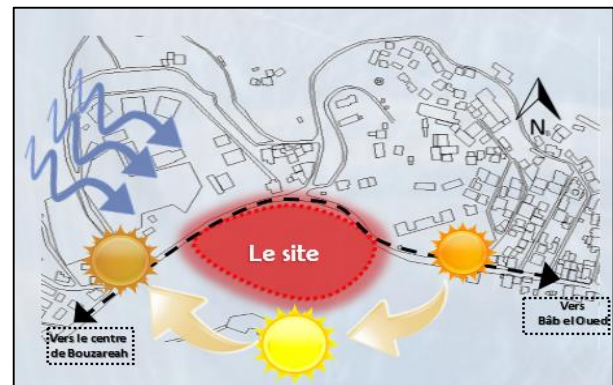
Le climat de Bouzareah est dit tempéré chaud. L'été, à Bouzareah, les pluies sont moins importantes qu'elles ne le sont en hiver. Selon la classification de Köppen-Geiger, le climat est de type Csa. La température moyenne annuelle à Bouzareah est de 16.2 °C. Les précipitations annuelles moyennes sont de 800 mm.



**Fig. 84:** courbe de température de Bouzareah

Source : [fr.climate-data.org](http://fr.climate-data.org)

Aout est le mois le plus chaud de l'année. La température moyenne est de 24.2 °C à cette période. 9.7 °C font du mois de Janvier le plus froid de l'année (**Fig. 84**). Le schéma suivant représente la direction des vents et l'ensoleillement de site. (**Fig. 85**)



**Fig. 85:** l'ensoleillement et les vents dominants

Source : auteurs de mémoire

### 3.4.3 Caractéristique sensoriels

- **Les vues**

Le site se caractérise par plusieurs vues panoramiques grâce à son altitude et sa nature boisée. Ce caractère lui donne une situation parfaite pour une conception architecturale très riche. A travers les quatre vues d'orientations différentes, nous démontrerons d'une part comment le site est perçu depuis l'extérieur et d'autre part les vues que possède le terrain sur l'environnement (**Fig.86**).

- Vues extérieurs : côté nord-est, le site surplombe la mer jouissant d'une vue panoramique imprenable. Coté sud-ouest, le terrain fait face à une étendu boisée et bénéficie d'un cadre naturel.

- Vues intérieures : tout au long de la route de l'observatoire, le terrain est ceinturé par une barrière physique et enclavé sur lui-même. Du côté opposé et depuis le sud-ouest, la vue révèle la haute altitude que possède le terrain.



**Fig. 86:** Les vues dominantes du site

Source : **auteurs de mémoire**

- **La nuisance sonore**

L'environnement du site est assez calme, la nuisance se fait par un facteur naturel qui est les vents dominants d'hiver de la direction nord-ouest, et un facteur artificiel qui est le trafic routier avec un bruit généralement moyen depuis la route de l'observatoire. Cette analyse a pour objectif de démontrer si l'implantation d'un futur projet ne viendra pas encombrer la zone.

### 3.5 Extension du CRAAG ?

Après avoir étudié une possibilité d'établir une extension du centre d'astronomie, d'astrophysique et de la géologie (CRAAG) pour la conception du futur projet, il nous semble impossible d'y aborder pour deux raisons : d'un côté, le manque d'espace au sein du centre, d'un autre côté, la reconversion faite du CRAAG d'un centre en astronomie en un centre destiné uniquement à la géologie et à l'étude sismique. De ce fait, toute plausibilité de construire au sein même du territoire a été rejetée. Ce qui nous a poussé à choisir le terrain vierge qui fait face, et ce d'autant plus que le terrain où il se trouve est plat.

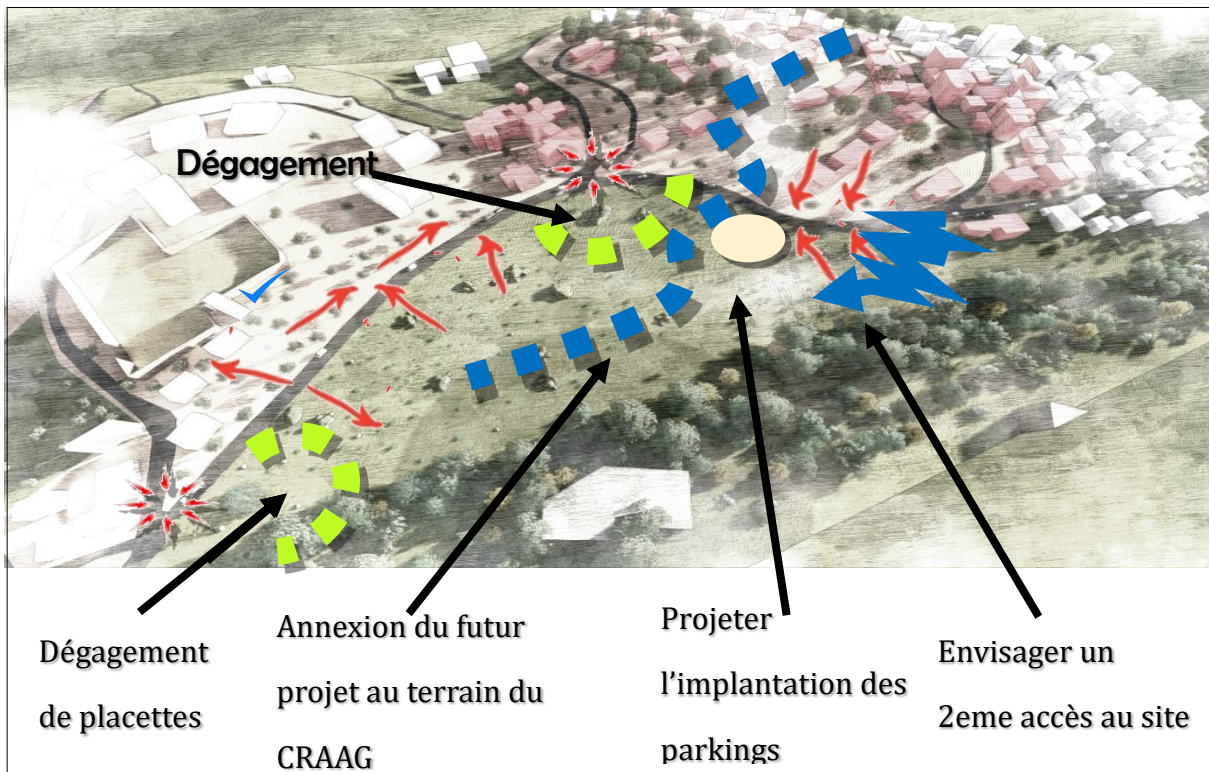
### 3.6 Perspective du projet

L'impact qu'à un tel projet, dédié à la promotion de l'astronomie est donc l'attraction d'un nombre considérable d'usagers, modifiera certainement la fréquentation du site, entre autre :

- Saturation de l'infrastructure du transport.
- Modifier l'image et la fréquentation du secteur.
- Rééquilibrer ce centre d'intérêt fragile.
- Redonner à la zone son caché astronomique.

Le plan suivant représente les différentes actions d'aménagements à mener en matière de la gestion de l'espace, que nous tentons de projeter sur le site. **(Fig. 87)**





**Fig. 87** : schéma représentatif des actions à mener

Source : auteurs de mémoire

### 3.7 Conclusion

Suite aux traitements des différents donnés recueillis du terrain d'étude, ainsi que la mise en relation des différents éléments et documents, nous dégagons les points essentiels de l'analyse, ces points sont le support d'une future conception. En guise de conclusion, nous décelons quelques traits relatifs aux différents aspects observés :

- Le site occupe une position stratégique par rapport à la ville d'Alger et par rapport à Bouzareah elle-même.
- Le seul lieu qui peut supporter un projet avec un caractère astronomique.
- Le terrain est accessible depuis plusieurs stations et routes.
- La zone d'étude se caractérise par une carence au niveau des fonctions et une absence des équipements d'hébergement.
- Le site est totalement ensoleillé et éclairé avec une vitesse de vent moyenne.
- La zone est riche de plusieurs vues panoramiques de par son altitude.
- La circulation moyenne dans cet endroit facilite l'accès au site et le rend un endroit calme.

---

# Chapitre V

## Approche architecturale

5.1 Introduction

5.2 La conception d'un institut d'astronomie gravitationnelle

5.3 Les usagers 98

5.4 Programmation

5.5 Démarche conceptuelle

5.6 Idée du projet

5.7 Formalisation du projet

5.8 Description des entités

5.9 Programme quantitatif

5.10 Choix structurel

5.11 Conclusion

---

## 5.1 Introduction

*« Toute construction est caractérisée par un ensemble de valeur : économiques, sociales, psychologiques, techniques, fonctionnelles, spatiales, décoratives, et chacun de nous est libre d'écrire une histoire économique, sociale, technique,... De l'architecture» (Zevi, 1959)*

Le sujet est ici la formalisation de l'objet d'étude, dernière étape de l'élaboration du projet. Nous allons tenter d'approcher certains aspects de la démarche de conception architecturale, à partir de cette matière première qu'est l'architecture, à partir des liens natifs qui lient l'homme au monde céleste. Le but de cette opération est de redonner à cette partie de Bouzareah son caractère astronomique perdu.

## 5.2 La conception d'un institut d'astronomie gravitationnelle

*« Un projet architectural quelconque commence par une idée d'action traduisant une intention et exprimant la manière spécifique avec laquelle on assemble ou on combine :*

- *Les besoins de programmation du projet*
- *Le contexte physique, social, du projet.*
- *Les aspirations et la créativité de l'architecte » (A.KORICHI, 2013)*

En effet, La conception d'un projet tient compte de l'interaction d'un ensemble des données qui mèneront à la conception du produit architectural, et conduiront par la suite à une pensée ingénieuse solutionnant plus ou moins la problématique posée au départ.

### 5.2.1 Les enjeux du projet

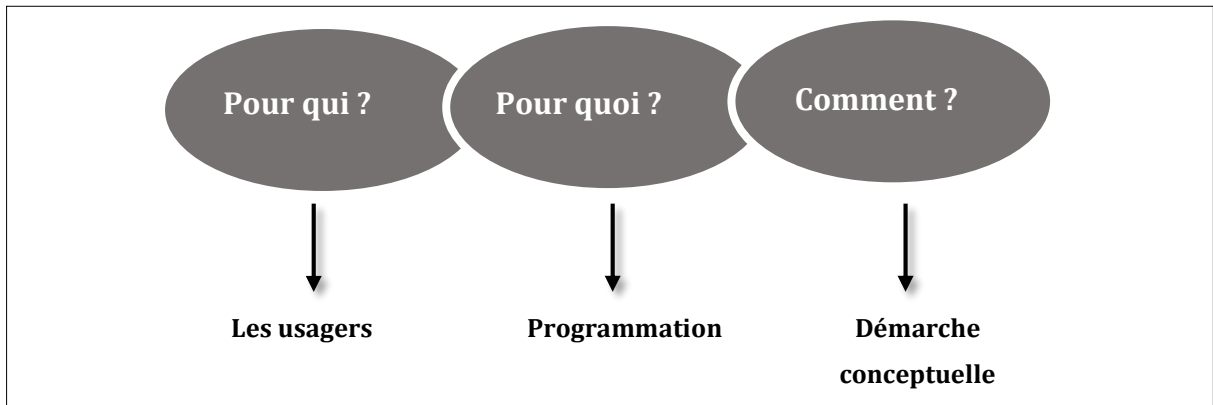
La conception d'un institut d'astronomie gravitationnelle s'inscrit dans une démarche de conception d'un projet architectural à grande échelle, lié au terme « projet urbain » Il ne concerne plus l'art de construire un édifice selon des règles mais l'art de construire un objet qui deviendrait si important qu'il occuperait une part conséquente de territoire au point de constituer lui-même une entité territoriale, plutôt que la mise en place d'une structure urbaine sous forme de tracé fondateurs et de découpage du sol en lots. (Malverti, 1996)

Ce projet architectural à grande dimension permet d'effacer les différentes échelles en les absorbant dans un seul contenant, tel un «trou noir». La grande échelle est utilisée ici, comme un élément de transition entre la petite échelle des programmes existants de la zone et la grande échelle des nouveaux programmes plus complexes du projet, qui portera des enjeux économiques, architecturaux et sociaux-urbains.

- **Economique** : les travaux de recherche en astronomie gravitationnelle ont un caractère susceptible d'intéresser les structures de la société astronomique en Algérie confrontées aux mêmes besoins et un potentiel de coopération notamment pour les partenaires universitaires et industriels, voire même à l'étranger, à travers une vente de base de données et des informations de recherches.
- **Social** : la complexité fonctionnelle du projet augmentera la fréquentation de la zone et l'intérêt que le public y portera. Par ailleurs, cette complexité fait que le projet devient un lieu de convivialité où se croisent les différentes catégories d'utilisateurs pour débattre des idées et échanger des connaissances.
- **Urbain** : en modifiant le caractère de la zone de cité dortoir et lui redonner son aspect ancien du premier lieu accueillant une structure de recherche en astronomie, entièrement nouvelle.
- **Architectural** : le projet doit s'incruster dans le tissu urbain comme une ponctualité, avec une architecture qui stimule le mouvement, à la recherche systématique de l'élégance et la légèreté.

Il s'agit donc de greffer une forte densité de programmes, à côté de cette zone relativement oubliée, où se confrontent différentes familles de composants paradoxalement libres et enchaînés, d'où vient notre concept de « fragmentation et enchaînement ». (Nous détaillerons ce paramètre dans le titre 5.6 – idée du projet).

Pour mener à bien notre démarche, qui consiste à la création d'un institut d'astronomie gravitationnelle, une entreprise de diffusion et de vulgarisation de cette branche de la science, le programme doit être traité en trois niveaux pour définir ses cibles (**Fig. 88**).



**Fig. 88** : schéma des cibles du projet

Source : auteurs

## 5.3 Les usagers

La nature du projet permet une distinction claire des types d'usagers qui participent à l'animation des espaces. L'institut est polyvalent et demande l'implication de différents acteurs et relais. Nous distinguerons :

### 5.3.1 Les providers

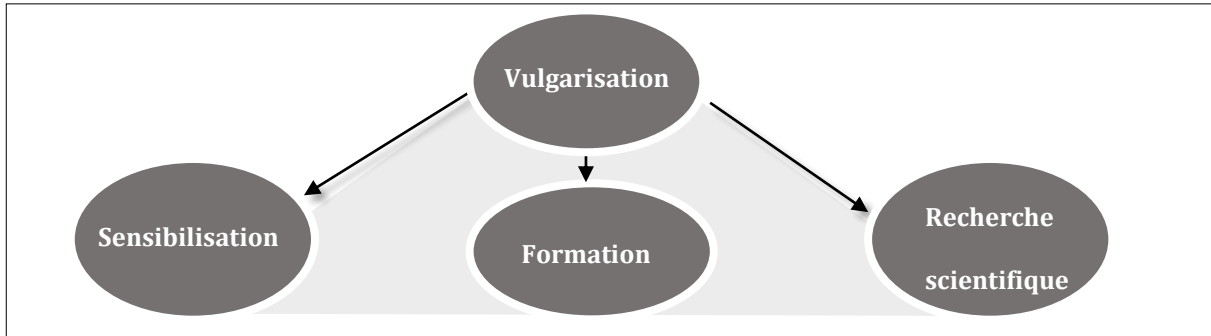
Ce sont les fournisseurs de service, les spécialistes professionnels agissant sur les différentes activités du centre ; Les scientifiques du monde universitaire, les chercheurs, Les animateurs scientifiques.

### 5.3.2 Les consommateurs

C'est la société, les universitaires, les écoliers y compris le troisième âge...En un mot, tout passionné d'astronomie.

## 5.4 Programmation

Le projet aura pour tâche de remplir trois fonctions (**Fig. 89**), la recherche, la formation et la sensibilisation, qui se complètent et forment un ensemble harmonieux dédié à la vulgarisation de l'astronomie gravitationnelle. Il s'agit alors d'un pôle d'astronomie qui regroupe divers domaines d'activités, où le public vient pour y poursuivre des études, débattre des idées, faire des recherches et des observations astronomiques.



**Fig. 89** : organigramme fonctionnel

Source : auteurs de mémoire

### 5.4.1 La recherche scientifique

C'est une unité de recherche qui consiste en une démarche rationnelle, organisée et rigoureuse, pour étudier et approfondir par la réflexion et la critique le nouveau champ de l'astronomie déjà ouverts, elle explore par le raisonnement, l'intuition et l'expérience de ce domaine encore inconnus de notre univers. De toute évidence, il s'agit d'un vaste domaine de recherche qui prendra des générations à l'explorer pleinement. Dotée d'organismes, de laboratoires de recherche, donnant un cadre de travail à une équipe de chercheurs et scientifiques professionnels. L'unité tend à se coaliser et se cohabiter avec le reste des organismes de la société astronomique en Algérie, notamment l'équipe de l'observatoire d'Alger.

### 5.4.2 La formation

La vulgarisation passe également par un processus d'apprentissage pour la formation de futurs astronautes spécialisés dans le domaine et atteindre ainsi l'objectif fixé dans l'introduction générale, qui est de contribuer à la création d'un nouveau parcours dans le monde de l'astronomie et l'astrophysique. Il y'aura une formation primaire, une formation professionnelle et une formation de sensibilisation destinée au large public, permettant ainsi aux apprentis de tout âge et de tous les niveaux, de développer leurs savoir en matière d'astronomie gravitationnelle.

### 5.4.3 La sensibilisation

L'institut a vocation à transmettre les savoirs de l'astronomie gravitationnelle. En effet, il a un rôle clé : sensibiliser tout un chacun à l'essor qu'a connu le secteur de l'astronomie et l'astrophysique grâce à la dernière découverte. Cette politique

d'acquisition partagée de la connaissance et de les mettre à la portée de tous, se fera à travers une multitude d'actions de médiation ; animations, ateliers, visites guidées, conférences, spectacles, projections, débats... Elles s'adressent aux amateurs éclairés comme aux familles. Si le but premier est de rendre cette discipline attractive et accessible à tous, l'objectif final est bien que le visiteur ressorte avec l'envie d'en savoir plus et devienne acteur de ses choix.

## 5.5 Démarche conceptuelle

Pour passer d'une idée et arriver à une formalisation simple et logique, nous nous servons d'une démarche conceptuelle qui doit se présenter comme émergence des exigences programmatiques et contextuelle, prenant le thème comme base de projection. Pour cela, il est nécessaire de décomposer le projet en différentes étapes afin de repérer tous les paramètres de la projection architecturale.

- 1ere étape : principes et concepts développant l'idée du projet.
- 2eme étape : la formalisation du projet.

## 5.6 Idée du projet

Un choix d'un ensemble de concepts, lié à la notion du projet urbain, sur lesquels va se référer notre composition est indispensable afin d'atteindre les objectifs souhaités dans notre conception architecturale.

### 5.6.1 Concepts liés au thème

**Fragmentation et articulation** : L'idée est qu'au lieu de former un unique édifice, nous articulons différentes entités architecturales divisées suivant les grandes fonctions du programme. L'articulation entre les fragments va accentuer l'autonomie des parties, qui à leurs tours viennent créer des vides dits « entre-deux »<sup>24</sup>. On retrouve la notion du parcours à travers ces espaces d'entre deux qui va permettre aux usagers de se rendre jusqu'aux entités formées.

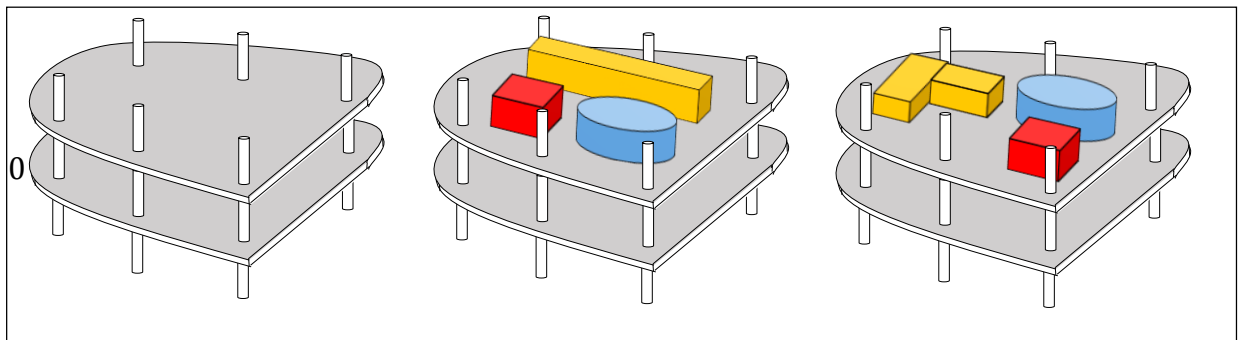
---

<sup>24</sup> Entre deux : c'est le vide, l'espace entre deux volumes, à la fois en relation et en contraste avec les entités architecturales.

**L'enchaînement** : les différents fragments d'un ensemble architectural doivent se relier les uns aux autres suivant un principe de succession, ou à un moment donné une entité doit s'arrêter pour laisser place à un autre organisme.

**Hierarchie** : La complexité fonctionnelle et la richesse que dispose le programme du projet nécessite une hiérarchisation rationnelle des fonctions, afin de différencier entre les espaces à fonction primaire et à fonction secondaire, entre espace bruyant et calme.

**Flexibilité** : Comme l'astronomie est une science toujours en mutation, le programme doit se plier à cette exigence en assurant une flexibilité qui permet une diversité d'espaces modulables en termes d'évolution des besoins. Le plan libre assure cette fonctionnalité puisque « *il n'a pas de programme mais il est le lieu potentiel des programmes.* » **Rem Koolhaas (Fig. 90).**



**Fig. 90** : flexibilité du plan libre

Source : auteurs de mémoire

### 5.6.2 Concepts liés au site

**Monumentalité** : Un établissement public destiné à accueillir un nombre considérable d'usager doit se démarquer par rapport à l'ensemble du tissu urbain où il se trouve, à travers une forme imposante et un traitement exceptionnel, incitant le public à s'y rendre, en offrant une animation subtile où les volumes se révèlent, où la perspective est vivante.

**La dynamique du parcours** : « c'est par la recherche de la qualité de la déambulation que le plan prendra forme. » (Berque & Sauzet, 2004) L'ensemble des cheminements forme un parcours dynamique et crée des successions d'espaces comme séquences porteuses d'impacts, accentueront ainsi l'éveil sensoriel de l'homme, et le relie à l'environnement qui l'entoure.



**La transparence :** « l'effet de transparence est assuré lorsqu'un volume ou un aménagement permettra à la vision du promeneur de se prolonger et d'ouvrir les perspectives. » **(Urbain, 2011)** Cette transparence sera interprétée dans le rapport qu'elle crée tant entre les séquences de l'espace public qu'entre espace public et espace privé.

### **5.6.3 Concepts liés à l'architecture**

**Dynamisme :** ce concept sera exprimé à travers l'utilisation des lignes courbes et ondulées qui permettent de créer des volumes aux formes arrondies, qui dynamisent l'espace ou donne l'impression du mouvement et stimulent sa perception multi-sensorielle. Les notions d'intérieur, d'extérieur, de dessus, de dessous, seront perturbées.

**Le symbolisme :** Ça signifie donc l'utilisation des formes qui véhiculent un message que nous devons faire passer au public, de faire du projet dans sa globalité une exposition consacré à la scénographie, faire revivre l'ancienne image du site. A ce titre, nous parlerons de la métaphore qui renvoie à une expression visuelle reproduisant le phénomène de la rotation des trous noirs. Faire du projet dans sa globalité une exposition consacré à la faire revivre la scène Afin de ne pas tomber à un niveau superficiel et abusif de reproduction, nous usons de formes géométriques qui ont valeur de symboles et renvoie ainsi à la forme de l'univers.

**Continuité et fluidité :** la continuité exprime la corrélation et la complémentarité qui sert à relier les différentes entités du projet à travers une fluidité assuré par le parcours. Cette continuité se manifestera dans la forme qui va épouser la forme du terrain. « *La fluidité, c'est mon mot favori. Pour lui donner un sens, il faut foutre en l'air cette architecture qui contribue à l'enfermement et au repli sur soi.* » **(Parent, 2010)**

## 5.7 Formalisation du projet

L'idéation architecturale passe par un agrégat d'étapes de formalisation dont notre approche tend à décomposer pour faciliter son interprétation, et aboutir à une composition qui répond aux différents concepts cités en haut. Cette composition s'effectuera à travers trois principaux outils de formalisation :

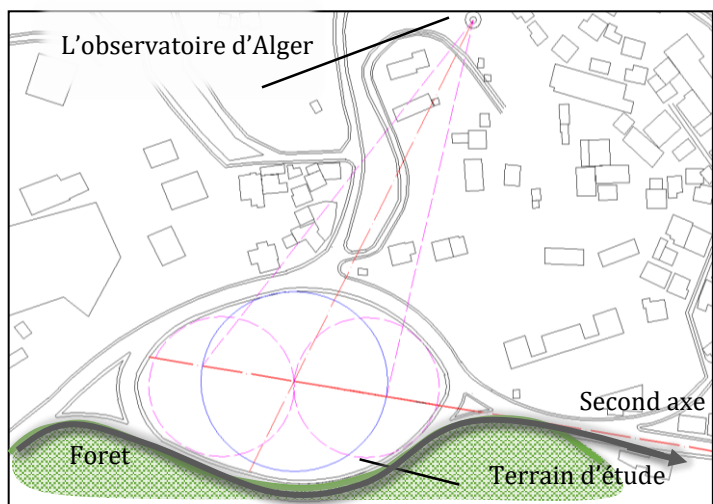
- **La géométrie** : la forme dominante dans le projet est le cercle et la ligne courbe (surface concaves ou convexe) qui ouvre la construction à l'espace environnant.<sup>25</sup>
- **Le rythme** : est la maîtrise d'ordre, en multipliant indéfiniment des éléments tous semblables.
- **La perméabilité** : l'édifice doit être facilement accessible comme il doit respecter un degré de perméabilité en contrôlant les accès.

### 5.7.1 Première étape : délimitation

Puisque le terrain occupe la partie plate à végétation basse, sur une étendue boisée, il est délimité naturellement sur le côté sud par la limite de la forêt (limite naturelle). Cette limite s'est matérialisée en un second axe de circulation (**Fig. 91**).

Trois axes virtuels se croisent avec l'axe de la voie principale, les trois sont le produit d'un prolongement qui relie

l'observatoire au terrain. A partir de l'intersection de tous ces axes seront tracés les cercles dont les extrémités sont la limite du terrain.



**Fig. 91:** principe de délimitation du terrain

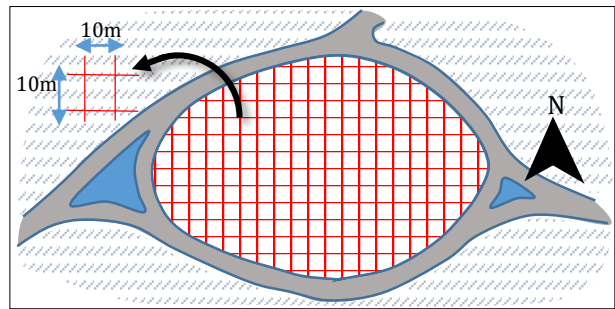
Source : auteurs de mémoire

<sup>25</sup> « Selon Portoghesi ces formes circulaires expriment la dynamique de l'espace et offre une liberté maximale à l'expansion de celui-ci. Il conçoit les bâtiments comme des îles dans l'espace créant autour d'eux un champ de forces visuelles semblable à un jet d'une pierre dans l'eau. » R. Arnheim\_ Dynamique de la forme architecturale\_P.38

### 5.7.2 Deuxième étape : principe de composition

- **La trame**

En faisant une analogie à l'espace-temps, la surface du terrain, peut se comparer à la forme en filet maillé de l'espace à quatre dimensions. Ainsi, une trame de 10x10m sera mise en place (**Fig. 92**).



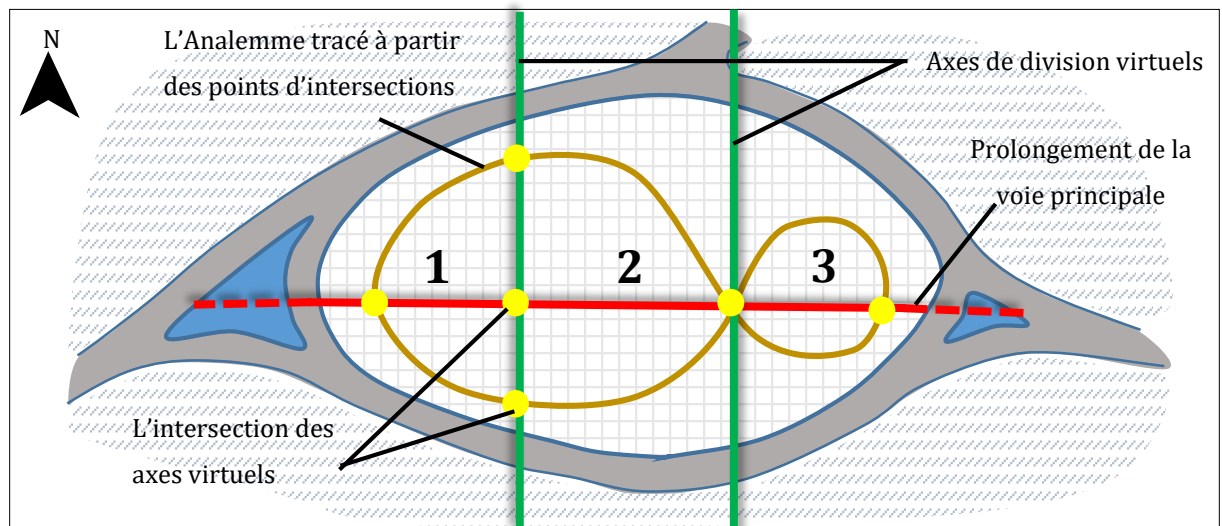
**Fig. 92** : schéma de la trame

Source : auteurs de mémoire

- **Les axes**

Fidèle au principe de la fragmentation, le terrain se divise en trois espaces ou chacun abrite ses propres fonctions (**Fig. 93**) : espace (1) en tant qu'entité d'accueil, espace (2) pour le pavillon scientifique y compris l'administration, espace (3) est dédié à l'hébergement ainsi qu'à la cafétéria. Cette séparation fonctionnelle permettra de bien équilibrer le site et profiter de toutes les vues.

Un parcours constant a été préconisé, doté de la forme de l'Analemme,<sup>26</sup> fonctionnant en boucle, dans lequel la balade répétée permettra des expériences sans cesse renouvelées.



**Fig. 93**: Schéma de principe de la disposition des entités

Source : auteurs de mémoire

<sup>26</sup> L'analemme est le tracé qui relie entre les différents endroits du soleil dans le ciel la même heure durant une année.

- **La forme**

Le démarrage de l'idée du projet architectural se développe à partir de l'usage de la métaphore des trous noirs et de la gravitation comme générateur primaire, qui permet d'énoncer dès le départ une image globale du projet. Tout en usons de la géométrie qui entretient un rapport de symbolique avec le monde céleste. Les formes dominantes sont :

**Le cercle et la sphère :** Le cercle renvoie au plan horizontal de la terre chapeauté de la sphère. La sphère est un équivalent miniature de la voûte céleste, mais encore, de matérialiser la forme que peut prendre une flamme au moment de la non gravitation, ce début du phénomène où il n'y a encore pas de mouvement. **(Annexe 2 – schéma 4).**

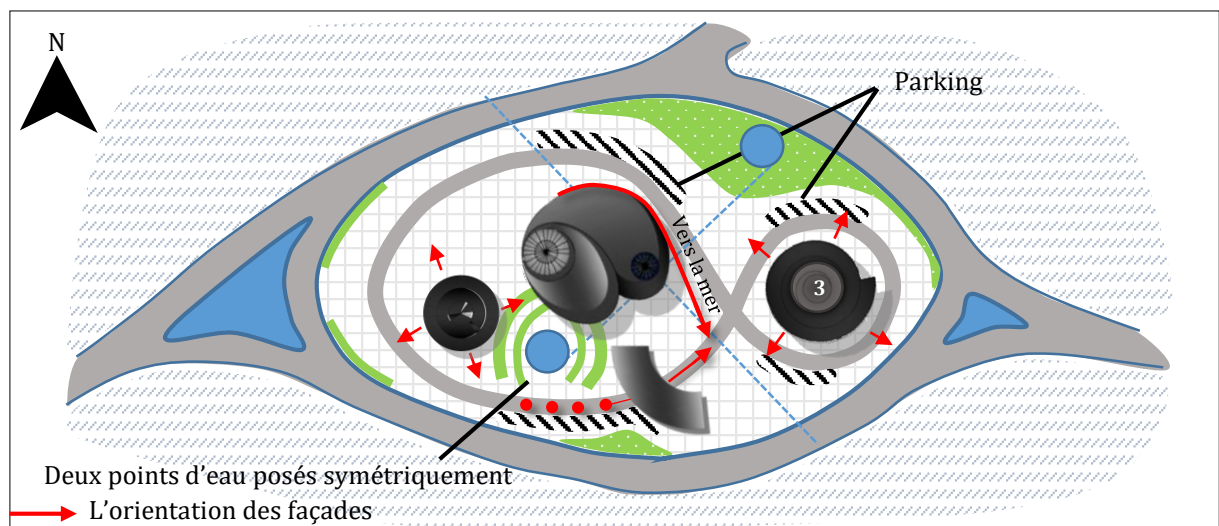
**La spirale :** La spirale renverrait à l'ordre cosmique de la croissance et de la décroissance du soleil et du jour selon le rythme des saisons. En somme, les rythmes répétés de la vie.

### 5.7.3 Troisième étape : principe d'implantation

- **L'orientation**

Les volumes (1) et (3) dont la forme représente un cercle parfait, ont l'avantage d'avoir une façade orientée vers toutes les directions **(Fig. 94).**

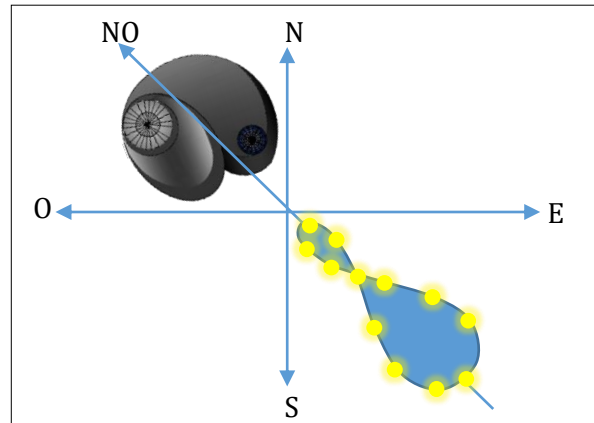
La façade du volume (4) suit la même direction de la trajectoire de l'analemme.



**Fig. 94 :** Schéma de principe de l'implantation

Source : auteurs de mémoire

La courbure du volume (2) dont la façade principale donne sur la grande bleue d'Alger, est parallèle à la courbe du parcours. Cette orientation tire son origine du vrai tracé de l'analemme, orienté vers le nord-ouest (**Fig. 95**).

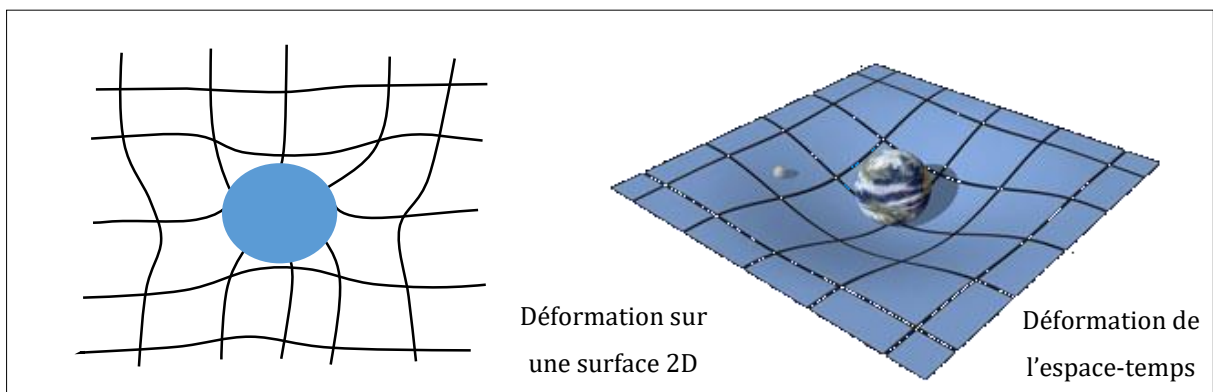


**Fig. 95:** L'orientation du pavillon scientifique

Source : auteurs de mémoire

- **Déformation de la trame**

Nous imaginons que les entités se présentent comme des objets célestes, étoiles ou trous noirs qui créent autour d'eux un champ déformant la surface sur laquelle ils se trouvent (**Arnheim, 1986**). La trame se retrouvera alors déformée par chaque bâtiment implanté (**Fig. 96**).



**Fig. 96 :** Déformation de la trame

Source : auteurs de mémoire

- **L'aménagement extérieur**

La fragmentation a permis de générer de la spatialité entre les entités. Ce jeu entre le vide et le plein à favoriser l'introduction de l'espace vert dans l'ensemble de l'assiette. Tout d'abord, ces espaces verts ont permis de prendre le recul par rapport aux grands axes de circulation, en offrant une transition douce du public au privé. Mais aussi, ils

paraissent comme une pause à la promenade, un lieu de stagnation. Les parkings sont orientés tous à l'extrémité du parcours principale, de manière à ce que l'intérieur soit consacré totalement au piéton (**Fig. 94**).

On retrouve deux types de parcours :

- **Parcours vécu** : ce que les visiteurs ont fait de l'espace, c'est le parcours non contrôlé, ou toutes les possibilités de visite sont offertes aux visiteurs. Il se traduit dans l'ensemble des cheminements qui forment l'assiette du projet (**Fig. 97**)
- **Le parcours pensé** : prévu avant même de penser aux espaces et leur aménagement, à partir de la sphère de sensibilisation, qui annonce le début du spectacle, explorant l'ensemble du site. C'est le cheminement proposé aux visiteurs qui les oblige à l'emprunter et le parcourir dont le tracé révèle un message donné (tracé de l'analemme).

Pour ne pas abuser du concept de la fragmentation, le plan témoigne d'une certaine continuité et fluidité existante entre les différentes entités, l'administration qui est une continuité du pavillon scientifique, qui d'autant plus est une forme complémentaire à celle de l'hébergement (**Fig.94**). Par conséquent, tous les volumes suivent une logique d'implantation.



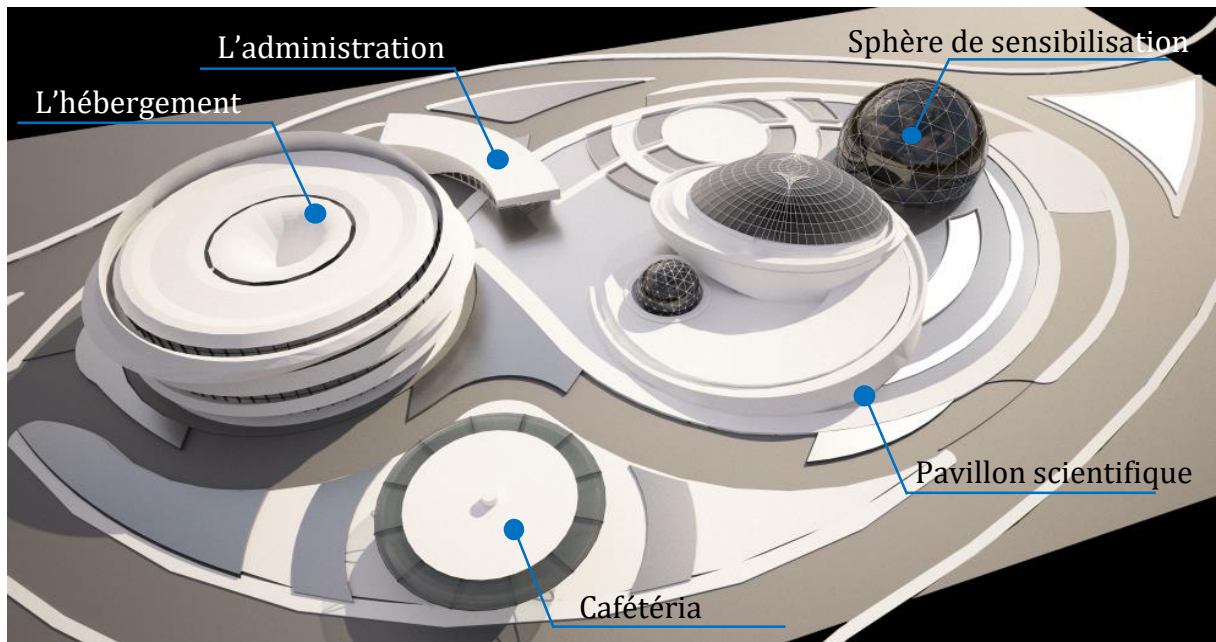


Fig. 97 : Plan e masse

Source : auteurs de mémoire

## 5.8 Description des entités

Constitué de plusieurs entités et espaces qui se complètent (**Fig. 98**), le projet tend à répondre aux besoins de ces visiteurs et assurer leur confort à travers une hiérarchisation fonctionnelle des espaces et la recherche d'une optimisation quantitative des surfaces.



**Fig. 98** : Vue perspective du projet

Source : auteurs de mémoire

### 5.8.1 L'entité d'accueil

Implanté à l'entrée principale du site, cet espace couvert d'une sphère transparente (**Fig.99**), réceptionne le public et les mène à une visite d'exposition scientifique. Son but est de sensibiliser le public aux dernières découvertes de l'astronomie et aux ondes gravitationnelles en particulier. Muni d'informations qui permettent aux visiteurs de se repérer et de s'orienter vers les espaces qu'ils souhaitent visiter.

L'organisation circulaire à l'intérieur cherche à animer l'espace vide, de manière à ce que le chemin doit privilégier des alternances rythmiques. En revanche le plan libre favorise une libre décision de déplacements. (**Annexe 4**).





**Fig. 99:** L'entité d'accueil, vue sur l'entrée principale

Source : auteurs de mémoire

### 5.8.2 Le pavillon scientifique

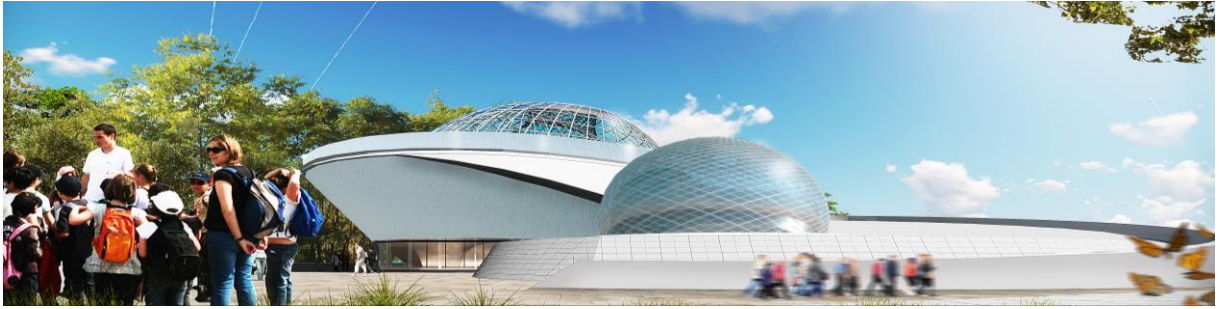
Cet équipement dont l'aspect formel évoque la métaphore de la collision des trous noirs, représente le cœur du projet (**Fig. 100**). Les deux dômes du pavillon ont une fonctionnalité importante, l'un abrite le planétarium et l'autre couvre une salle de télescopes à ciel ouvert. Il regroupe ainsi, un centre de formation et un centre de recherche.



**Fig. 100 :** Modélisation 3D du pavillon scientifique

Source : auteurs de mémoire

**Planétarium :** se trouvant à l'entrée du pavillon, le planétarium est un espace ouvert au public, ce lieu permet de représenter sur une voûte hémisphérique, de 13m de diamètre (**Fig.101**), la reproduction du ciel étoilé et le mouvement des astres. Les séances de planétarium ont un but essentiellement didactique et constituent une excellente initiation à l'astronomie.



**Fig. 101** : vue sur le planétarium du pavillon scientifique

Source : auteurs de mémoire

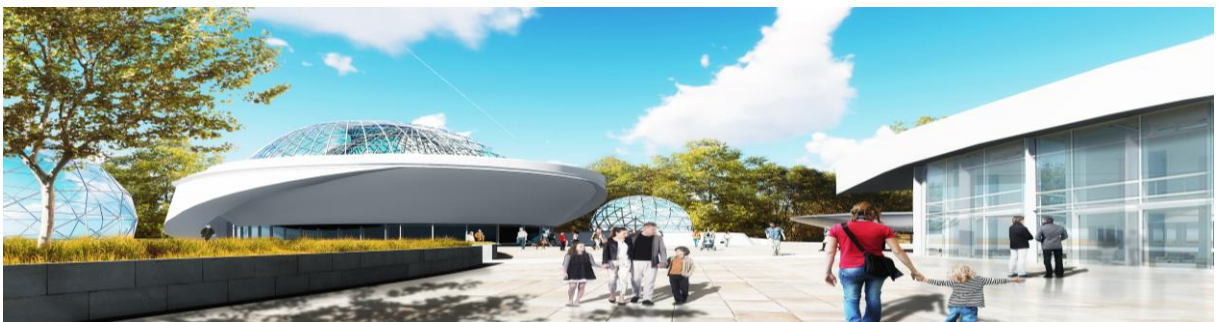
**Salle de télescopes** : accessible depuis une rampe extérieure, cette salle à ciel ouvert se trouve dans le dernier niveau du pavillon, ce qui favorise d'avoir un horizon dégagé. De ce fait, elle permet d'apprendre une manipulation des lunettes d'astronomie et des télescopes.

**Centre de formation** : ce centre délivrera des formations de hauts niveaux en astronomie gravitationnelle. Il regroupe les salles de cours, ateliers, salle d'informatique et bibliothèque.

**Centre de recherche** : il se compose de laboratoires accueillant chercheurs instructeurs et scientifiques professionnels, afin d'approfondir leurs recherches en astronomie gravitationnelle. Doté de leur propre foyer.

### 5.8.3 L'entité de service

Comme c'est des équipements ouvert au public, la vocation du projet n'est pas seulement éducatif, de recherche ou d'animation, mais aussi de rendre des services qui veillent au bon fonctionnement du projet et sa bonne organisation. **(Fig.102)**



**Fig. 102** : vue sur l'espace service

Source : auteurs de mémoire

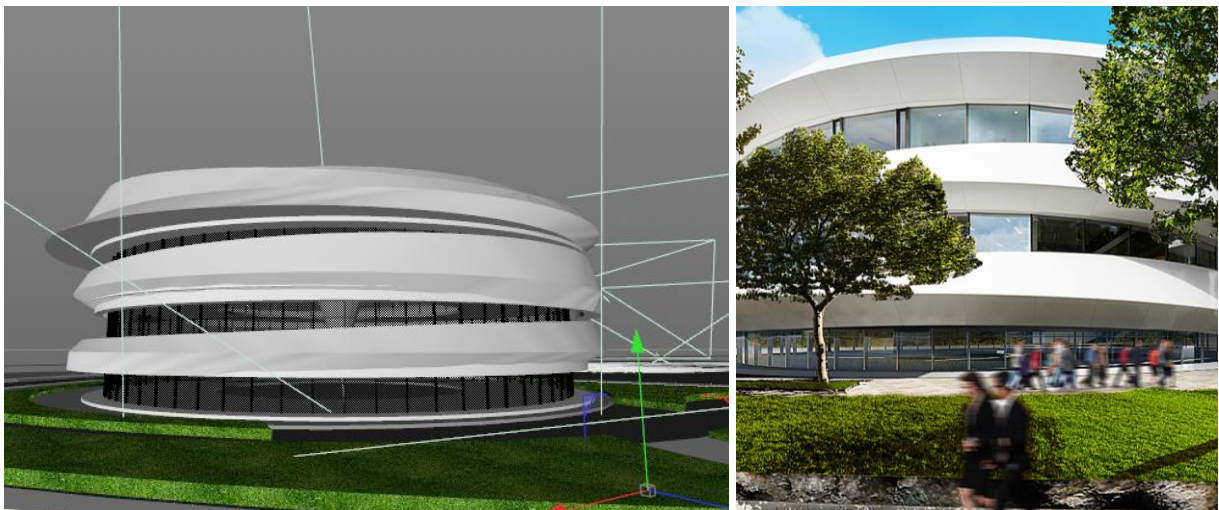
**L'administration** : se trouvant sur l'axe du parcours principale (**Fig.103**), ce lieu assure la coordination entre les différentes entités, il comprend donc de la direction, la comptabilité, la scolarité et la réception.



**Fig. 103** : Modélisation 3D de l'administration

Source : auteurs de mémoire

**L'hébergement** : le caractère national du projet et le fait qu'il soit une première en Algérie nécessite le déplacement de chercheurs ainsi qu'étudiants venus des quatre coins du pays. Dès lors, ils seront logés temporairement durant leur séjour. L'hébergement avec sa façade complètement vitrée, orientée vers toutes les directions et entourée de bande blanche saillante qui sert de balcons, fait que chaque convive profitera d'une vue dégagée sur l'extérieur. (**Fig.104**).



**Fig. 104** : Modélisation 3D de l'hébergement

Source : auteurs de mémoire



**La cafétéria :** ce lieu offre des services d'accompagnement au public et au personnel, implanté sur une zone verte de détente. C'est un espace surélevé par un cylindre qu'on accède avec un escalier hélicoïdal (**Fig.105**). Flottant une surface d'eau creusée au sol, la cafétéria survole la ville d'Alger et bénéficie d'une vue imprenable et dégagé. Perceptivement, cette notion de descendre puis monter, renvoie à une définition philosophique. « *En s'élevant on trouve la lumière, en creusant on explore les fondations sur lesquelles repose la vie « l'eau »* »<sup>27</sup>



**Fig. 105 :** Vue sur la cafétéria

Source : **auteurs de mémoire**

Par conséquent, au niveau formel, nous avons fait le choix de privilégier la juxtaposition et la superposition des programmes. La sphère de sensibilisation le pavillon scientifique et l'hébergement sont placés d'une manière juxtaposée, tandis que la formation et la recherche sont superposées au sein même du pavillon scientifique. Cette logique d'implantation puise ses fondements dans la synergie qui existe entre le secteur universitaire et celui de la recherche, reflétant ce souci de complémentarité entre les deux parties. D'autre part, le domaine de la sensibilisation va fournir cet aspect culturel qui va enthousiasmer un large public pour l'astronomie et favoriser l'échange général de connaissances. (**Annexe 1 - schéma 3**)

---

<sup>27</sup> Selon Arnheim, dans son livre la dynamique de l'espace, l'escalade est un acte héroïque de libération qui consiste à vaincre l'inertie de notre poids. En s'élevant de la terre, on retrouve la victoire négative sur la gravité et en même temps la conquête positive de la lumière et d'une perspective absolument libre.

## 5.9 Programme quantitatif

Entité	Espace	Surface (m <sup>2</sup> )
<b>Entité d'accueil</b>	Hall d'accueil	100.2 m <sup>2</sup>
	Réception	33.15 m <sup>2</sup>
	Dépôt	2.48 m <sup>2</sup>
	Sanitaire	4.9 m <sup>2</sup>
	Boutiques	11.2m <sup>2</sup> -13.13m <sup>2</sup>
	Salle de contrôle	7.23 m <sup>2</sup>
	Galleries	60m <sup>2</sup> -80m <sup>2</sup>
<b>Pavillon scientifique</b>	Hall + réception	350.28m <sup>2</sup>
	Planétarium	131.35m <sup>2</sup>
	Amphithéâtre	168.61m <sup>2</sup>
	Salles de cours	28.10m <sup>2</sup> - 77.30m <sup>2</sup>
	Sanitaire public	15.85m <sup>2</sup>
	Atelier	72.15m <sup>2</sup> - 89.90m <sup>2</sup>
	Salle d'informatique	13.90m <sup>2</sup>
	Sanitaire privé	9.10m <sup>2</sup>
	Dépôt	8.68m <sup>2</sup>
	Bibliothèque	145.1m <sup>2</sup>
	Laboratoires	65.10m <sup>2</sup> - 90m <sup>2</sup>
	Foyer	31.80m <sup>2</sup>
	Aire d'observation	537.57m <sup>2</sup>
	Stockage 1	27.25m <sup>2</sup>
	Stockage 2	36.25m <sup>2</sup>

<b>Entité service</b>	Cafétéria	Service	<b>14.4m<sup>2</sup></b>
		Dépôt	<b>2.09 m<sup>2</sup></b>
		Sanitaire	<b>5.06 m<sup>2</sup></b>
		Aire de repos	<b>190 m<sup>2</sup></b>
	Administration	Hall d'accueille	<b>50.5 m<sup>2</sup></b>
		Réception	<b>13.2 m<sup>2</sup></b>
		Foyer	<b>35.5 m<sup>2</sup></b>
		Sanitaire public	<b>10 m<sup>2</sup></b>
		Bureaux employés	<b>14.1m<sup>2</sup>- 29.6m<sup>2</sup></b>
		Bureau secrétaire	<b>9.92 m<sup>2</sup></b>
		Salle d'attente	<b>11.9 m<sup>2</sup></b>
		Bureau chef de service	<b>41.7 m<sup>2</sup></b>
		Salle de réunion	<b>57 m<sup>2</sup></b>
		Salle d'imprimerie	<b>6.9 m<sup>2</sup></b>
		Sanitaire privé	<b>4. 4 m<sup>2</sup></b>
		Archives	<b>22.5 m<sup>2</sup></b>
		Local technique	<b>45.3 m<sup>2</sup></b>
		Stockage	<b>42.9 m<sup>2</sup></b>
		Maintenance	<b>26.6 m<sup>2</sup></b>
	Hébergement	Hall + réception	<b>148 m<sup>2</sup></b>
		Aire d'attente	<b>84.4 m<sup>2</sup></b>
		Boutiques	<b>38m<sup>2</sup>-41m<sup>2</sup></b>
		Bureau	<b>19 m<sup>2</sup></b>
		Salle de contrôle	<b>22.1 m<sup>2</sup></b>
		Sanitaire	<b>9.9m<sup>2</sup>-13.5m<sup>2</sup></b>

	Restaurant	<b>151 m<sup>2</sup></b>
	Cuisine	<b>41.6 m<sup>2</sup></b>
	Dépôt	<b>19.5 m<sup>2</sup></b>
	Chambre froide	<b>8 m<sup>2</sup></b>
	Bloc à trois chambres	<b>80m<sup>2</sup>-91.6m<sup>2</sup></b>
	Bloc à deux chambres	<b>51.1 m<sup>2</sup></b>
	Restauration	<b>78.7 m<sup>2</sup></b>
	Chambre VIP	<b>47.2m<sup>2</sup>-62.8m<sup>2</sup></b>
	Restaurant VIP	<b>104.9 m<sup>2</sup></b>

**Fig. 106:** Tableau du programme quantitatif

Source : **auteurs de mémoire**

Il est aisément observable que les surfaces sont extraordinairement grandes (**Fig.106**). Le projet porte sur l'astronomie qui comme son nom l'indique tout est dans la démesure, c'est pour cette raison que même à l'échelle humaine les volumes ont été volontairement dimensionné de façon à ce que le visiteur se sente dans l'univers et qui ne peut aucunement mesurer sa grandeur.

## 5.10 Choix structurel

La technique constructive dépend en grande partie de l'enveloppe architecturale et de comment la forme parle-elle de la technique, ainsi qu'aux exigences fonctionnelles. La nature du projet exige une structure qui met en valeur l'espace sans être limité.

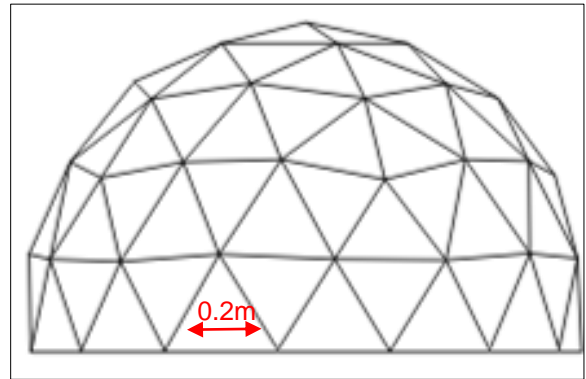
### 5.10.1 Structure en poteau poutre

Notre choix s'est dirigé vers la structure en béton armé pour les entités de services et vers l'ossature en acier pour le pavillon scientifique. Celle-ci répond à diverses exigences à savoir : une flexibilité du plan et des profilés qui peuvent atteindre de grande portée (6m et 12 m). En effet, elle garantit une grande liberté architecturale et assure la stabilité des volumes de formes courbes. L'apparence extérieure est vêtue de bardage en acier blanc.



### 5.10.2 La structure tridimensionnelle

Les enveloppes sphériques sont supportées à l'aide de la structure tridimensionnelle autoporteuse (**Fig. 107**), qui laisse l'intérieur entièrement disponible pour des raisons fonctionnelles. C'est une structure à base de tubes métalliques qui forme des éléments triangulaires dotés de leur propre rigidité.



**Fig. 107:** La structure apparente de la sphère d'accueil

Source : auteurs de mémoire

## 5.11 Conclusion

Par son aspect formel, l'Institut Algérien d'Astronomie Gravitationnelle présente une image d'un univers mobile, par relativité à l'univers en mouvement d'Einstein. La vocation de notre équipement est d'offrir un lieu d'accueil, d'exposition, de découverte et d'échange de connaissances, dans la perspective de former des chercheurs forts versés en la matière. Par ailleurs ce programme est vu comme un moyen d'intéresser les jeunes pour l'astronomie gravitationnelle et but final contribuer au progrès scientifique et social du pays et de sa population, et cela, en véhiculant le génie de notre jeunesse.

---

# **Conclusion Générale**

---

## Conclusion Générale

Au terme de ce mémoire qui s'inscrit dans la thématique de revalorisation de l'astronomie et l'astrophysique en Algérie à travers une stratégie d'entrée dans le monde gravitationnelle, se traduisant en un projet urbain, nous exposons les principales conclusions auxquelles notre étude a aboutie.

La première partie sert à établir une entrée dans la matière traitant d'une part, le fondement de la découverte des ondes gravitationnelles et d'autre part la place qu'occupe l'Algérie dans le monde de l'astronomie. Cette réflexion a démontré que l'Astronomie est une science en mutation dont on ne cesse de s'intéresser, qui a donné récemment, la naissance d'un champ de recherche entièrement nouveau « l'Astronomie gravitationnelle ». Notre travail se présente en tant qu'une première tentative à vouloir accueillir cette expérience dans le pays qui devrait dynamiser la recherche scientifique.

La seconde partie, quant à elle, a permis de nous informer sur le site qui va supporter cette pensée. Ceci dit, Alger demeure le seul lieu doté de cette capacité. Ces deux parties amènent à cibler les résultats ci-après.

Que l'astronomie gravitationnelle entre dans le monde de la recherche et de la formation en Algérie est un fait nouveau. L'Institut Algérien d'Astronomie Gravitationnelle est un projet intégré, cette nouvelle plateforme scientifique de l'astronomie, qui constitue à la fois un pôle observationnel avec l'observatoire d'Alger, s'incrusterà dans la toile des entités de l'agence spatiale d'Algérie pour une nouvelle et meilleure coordination.

L'introduction de cette discipline dans le pays aura pour but aussi la remise en œuvre de l'observatoire d'Alger. Ainsi, les contours de ce qui pourrait constituer une stratégie nationale de développement des activités astronomiques et spatiales pourront prendre forme.

En conclusion, nous aimerions dans un avenir proche, à travers ce projet novateur et unique d'échelle nationale, de placer l'Algérie sur la carte astronomique mondiale d'où elle brille de son absence, dans le cadre d'une politique d'entrée de plein pied dans le XXIème siècle pour cette science avant-gardiste.

---

# **Bibliographie**

---

## Références Bibliographiques

1. **A.KORICHI**, S. K. (2013). *CONCEPTS EN ARCHITECTURE*. Université 03 Constantine.
2. **Abbott**, B., Abbott, R., Abbott, T., Abernathy, M., Acernese, F., Ackley, K., . . . Adhikari, R. (2016). Observation of gravitational waves from a binary black hole merger. *Physical review letters*, 116(6), 061102.
3. **Althouse**, W. E., & Zucker, M. E. (1992). LIGO: The laser interferometer gravitational-wave observatory. *Science*, 256(5055), 325.
4. **Berque**, A., & Sauzet, M. (2004). *Le sens de l'espace au Japon: vivre, penser, bâtir: Arguments*.
5. **BOGO**, J. (2008). l'observatoire d'Alger. In C. Clairaut (Ed.), *Bulletin du Comité de Liaison Enseignants et Astronomes*.
6. **Bond**, J. R. (2006). Qu'est ce que l'astronomie? L'ASTROLab du Parc national du Mont-Mégantic
7. **Cadot**, J. (2016). La conférence sur les ondes gravitationnelles. *Science*. from <http://www.numerama.com/>
8. **Commissariat**, T. (2016 8 septembre ). Australian gravitational-wave observatory announced. *Physics World*.
9. **Esslinger**, O. (2015). La relativité générale et la courbure de l'espace-temps. from <http://www.astronomes.com>
10. **et Virgo**. la Direction de la communication du CNRS., from <https://lejournal.cnrs.fr>
11. **Goumeziane**, S. (2016). *Quel gâchis ! Libre Algerie*.
12. **Gourgoulhon**, É. (2016). Trous noirs et ondes gravitationnelles. *gravitationnelles par les collaborations LIGO*
13. **Guessoum**, D. N., MIMOUNI, D. J., & MEZIANE, D. K. (1999). History of astronomy in algeria *the Giornale di Astronomia*
14. **Hartle**, J. B. (2003). *Gravity: an introduction to Einstein's general relativity (Vol. 1)*.
15. **Hichem**, H. (2013). L'Algérie admise dans le projet international JEM-EUSO, un télescope spatial géant. *El Moudjahid*
16. **Hirose**, E., & University, S. (2008). *A Study of Angular Instability Due to Radiation Pressure in LIGO Gravitational Wave Detector: Syracuse University*.

17. **Jarlett, H., & Pralavorio, C.** (2016). Le CERN félicite les découvreurs des ondes gravitationnelles. CERN Document Server.
18. **Kazmierczak, J.** (2016, 9 septembre). Responding Rapidly to Big Discoveries. Quanta Magazine.
19. **Kennefick, D.** (2016). Traveling at the speed of thought: Einstein and the quest for gravitational waves: Princeton university press.
20. **Kinney, A.** (2007). National scientific facilities and their science impact on nonbiomedical research. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104(46), 17943-17947.
21. **Klein, E.** (2016). La découverte des ondes gravitationnelles, « la plus heureuse idée d'Einstein ». le monde.
22. **Larousserie, D.** (2016). Les ondes gravitationnelles détectées un siècle après avoir été prédites
23. **Laure Cailloce, Y. P.** (2016). Première détection directe d'ondes. le monde.
24. **M.Koursi.** (2012). Faire de l'histoire et du développement un levier pour assurer l'avenir. El Moudjahid.
25. **Malverti, X.** (1996). Banlieues: Editions Parenthèses.
26. **Moutounet-Cartan, P.** (2016). La première observation d'ondes gravitationnelles.
27. **Norberg-Schulz, C.** (1998). Système logique de l'architecture: P. Mardaga.
28. **Parent, C.** (2010). Claude Parent: "Il faut révolutionner l'architecture". In B. Gréco (Ed.), l'exposition à la Cité de l'architecture et du patrimoine.
29. **SADAT, R.** (1998). Astronomie en Algérie. African Skies, Volume 2, p.11.
30. **Spiro, M., Leduc, M., & Dulieu, O.** (2016). 100 ans après la prédiction d'Einstein, la SFP salue la détection interférométrique des ondes gravitationnelles. Reflets de la physique(47-48), 7-7.
31. **Taillet, R., Villain, L., & Febvre, P.** (2008). Dictionnaire de physique: De Boeck.
32. **Urbain, R. M. A. e. A. p. l. A.** (2011). Vocabulaire français de l'art urbain (CERTU Ed.).
33. **Wesemael, F.** (2006). Profession astronome: les Presses de l'Université de Montréal.
34. **Zevi, B.** (1959). Apprendre à voir l'architecture: Éditions de Minuit.

---

# **Annexes**

---



## Annexe 1 : schémas de principe d'implantation

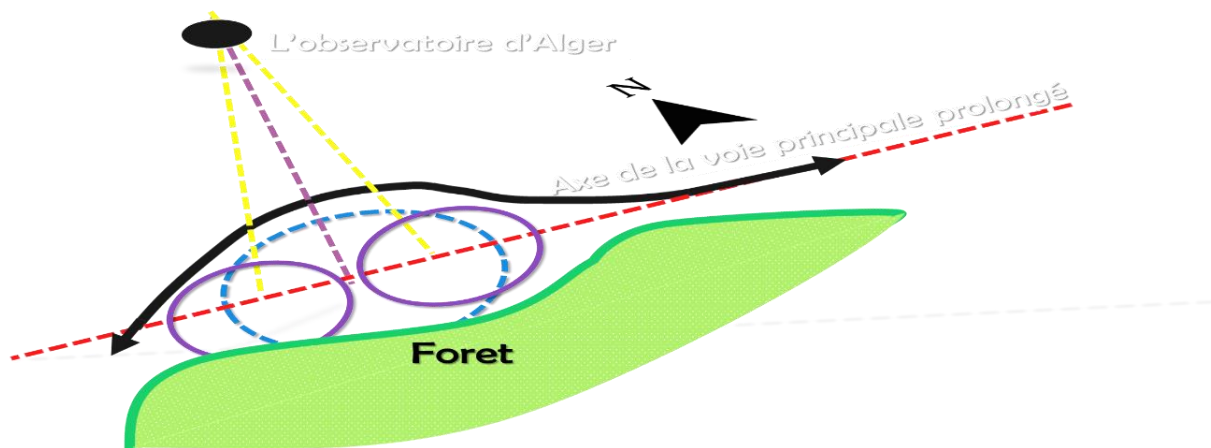


Schéma 1 : délimitation

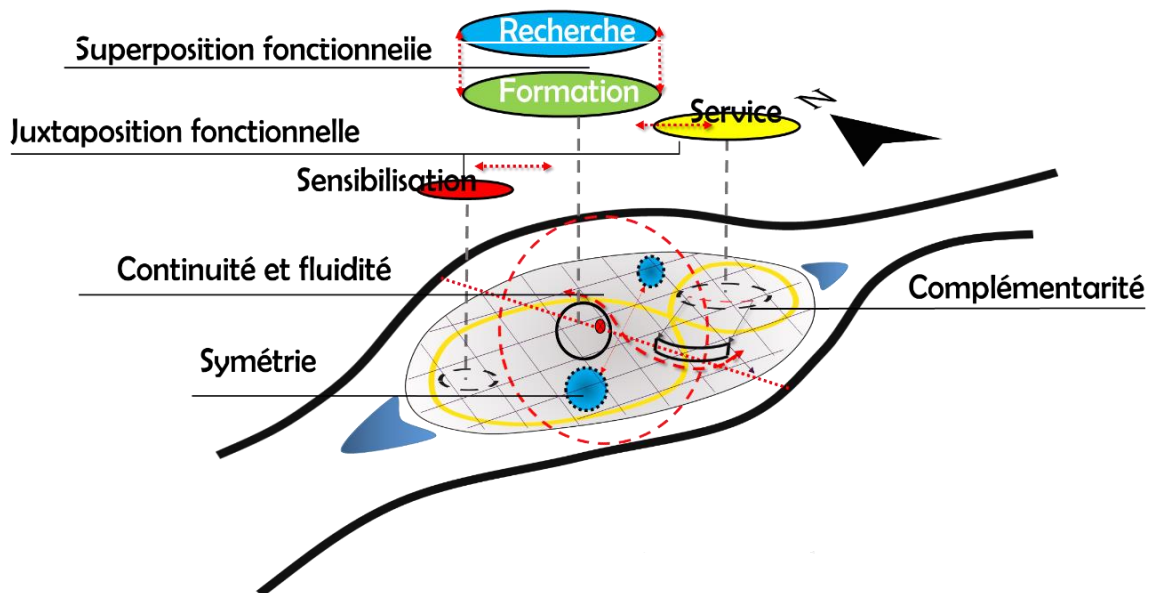


Schéma 2 : implantation fonctionnelle

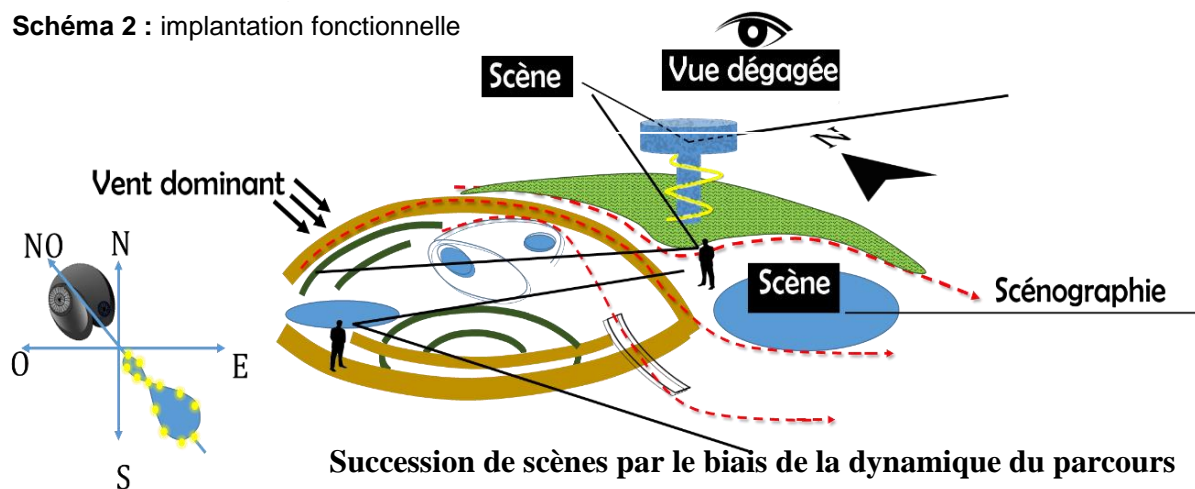


Schéma 3 : Perspectives et orientation

## Annexe 2 : schéma de principe de la volumétrie

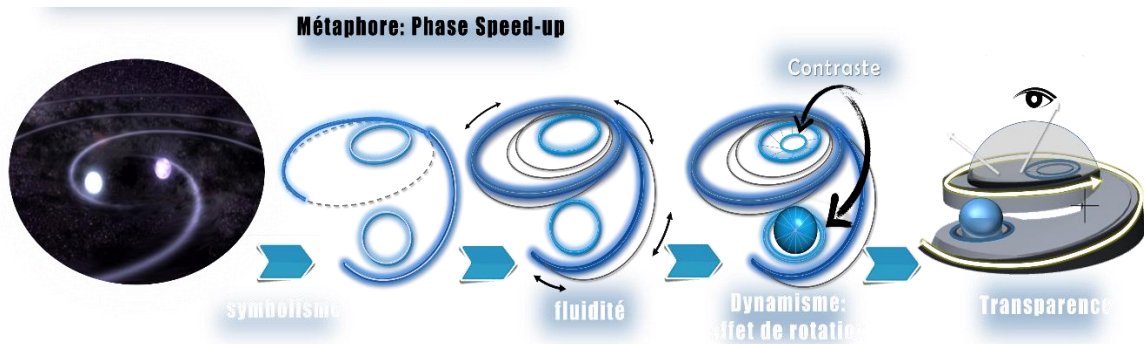


Schéma 1 : Pavillon scientifique

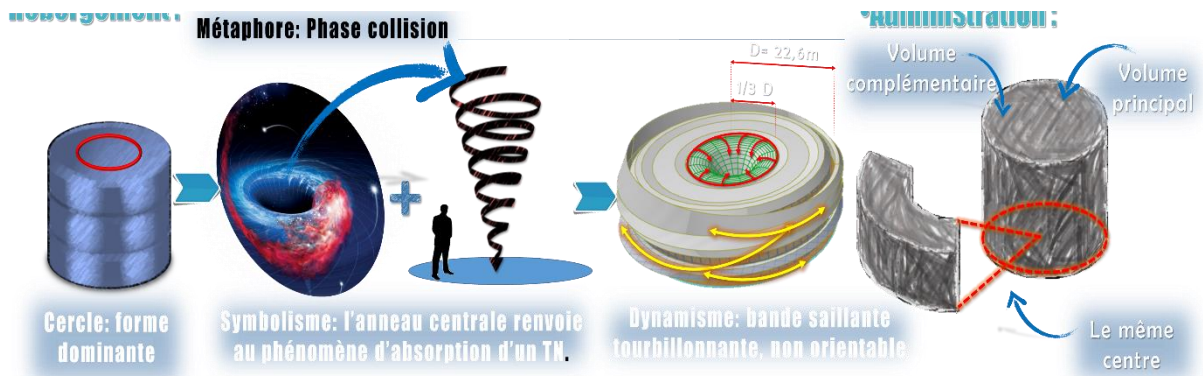


Schéma 2 : Hébergement

Schéma 3 : Administration

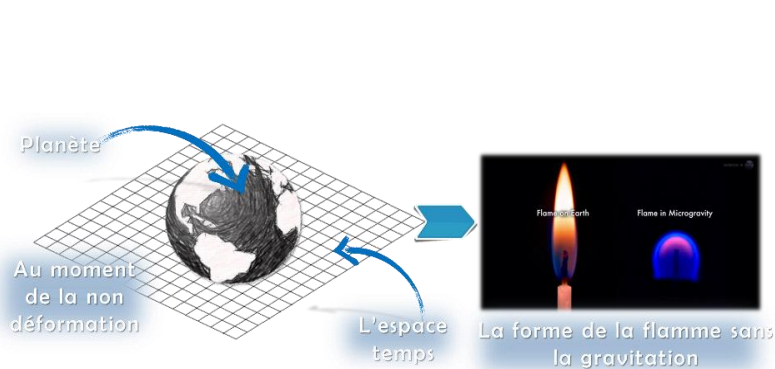


Schéma 4 : L'entité d'accueil

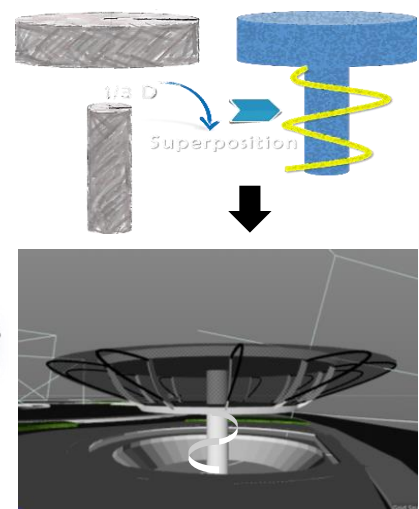
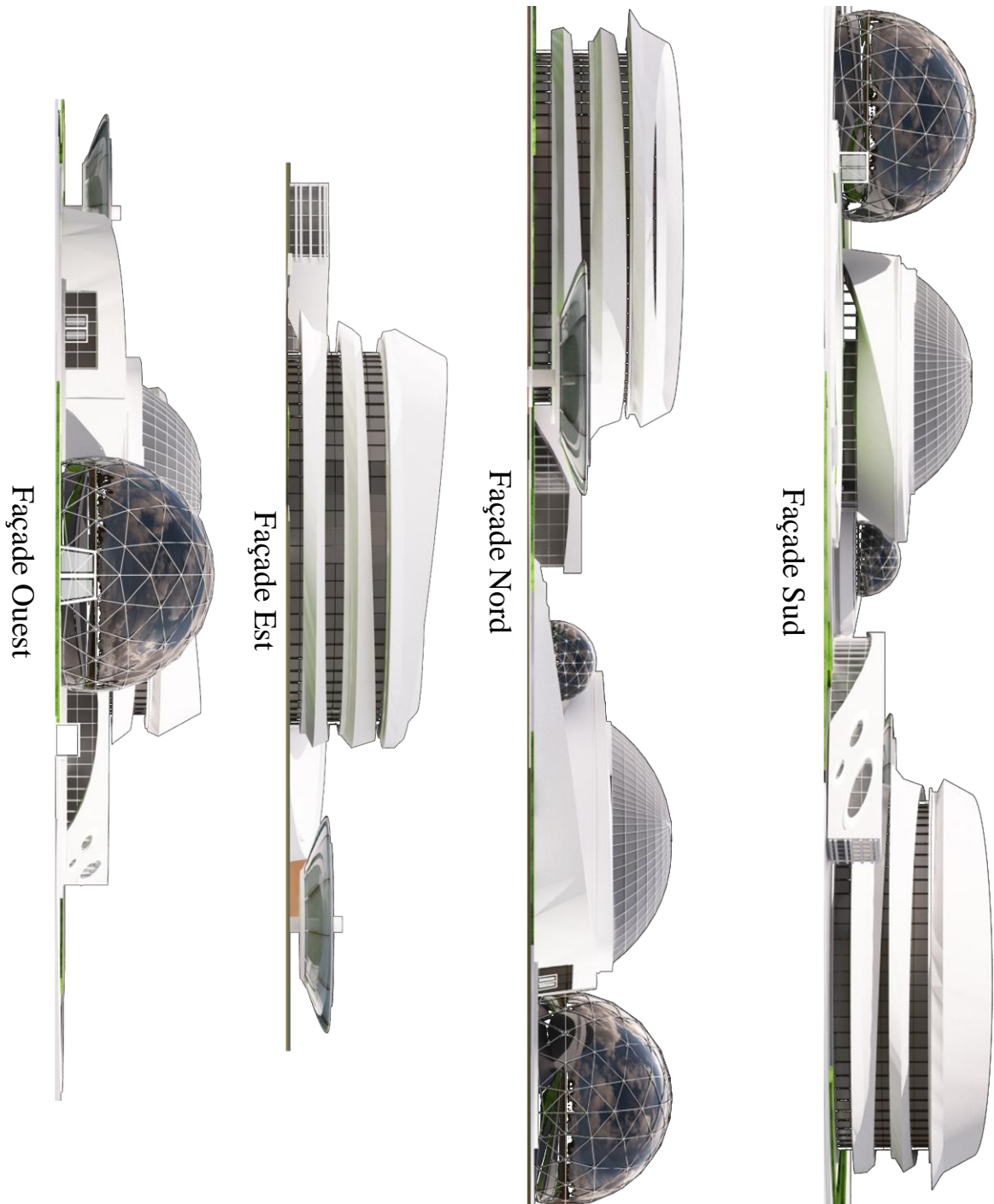


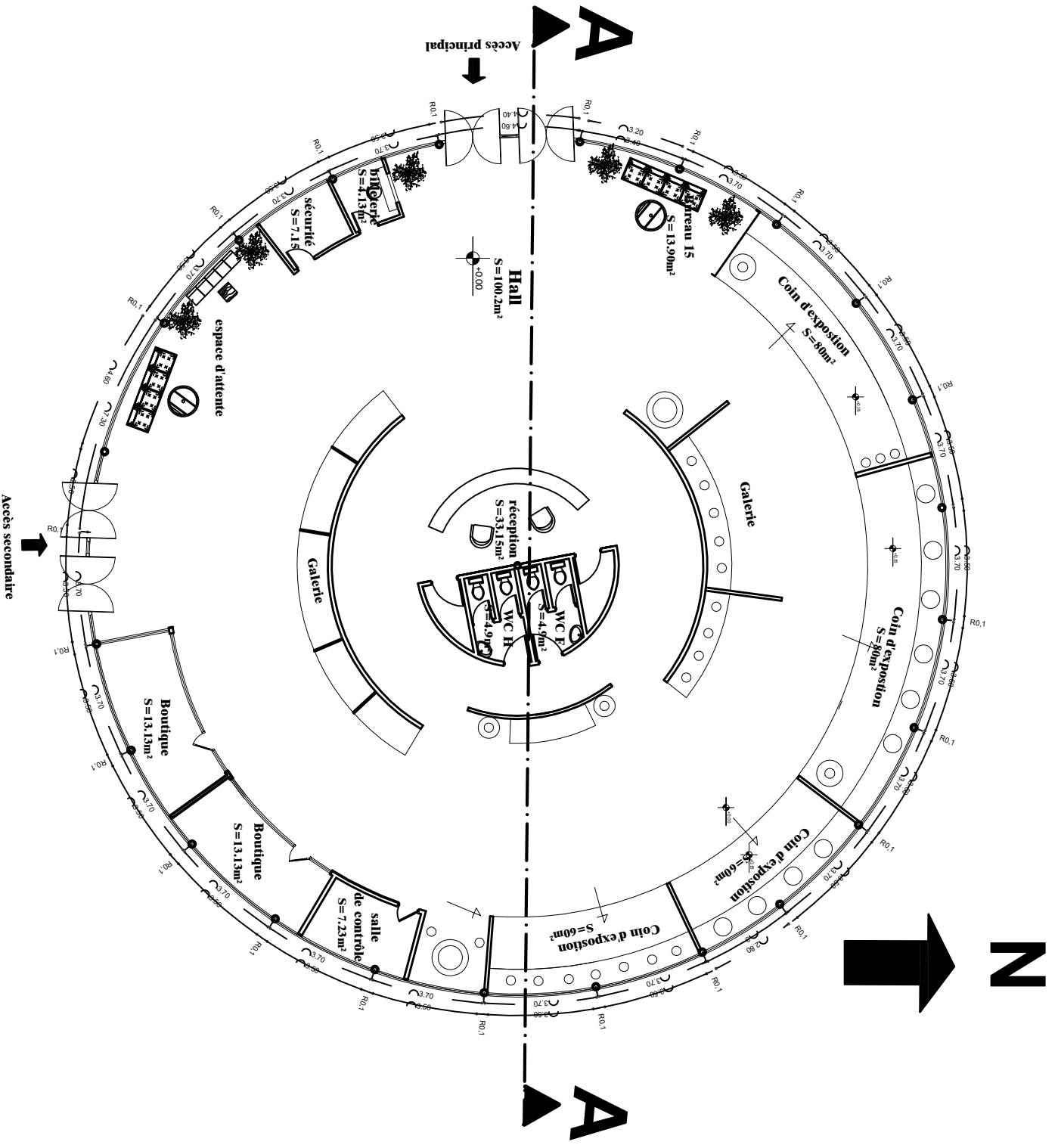
Schéma 5 : Cafétéria

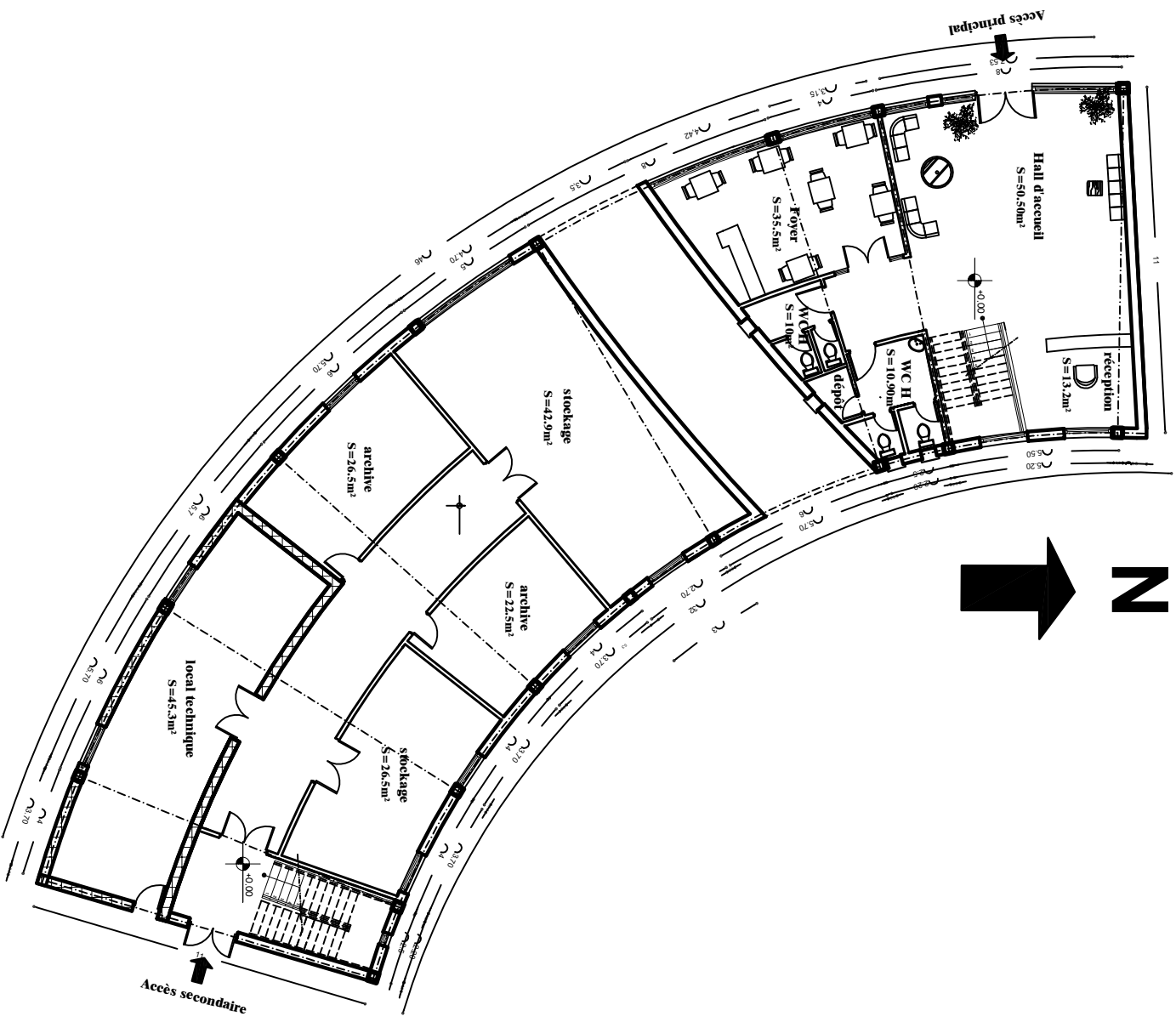
## Annexe 3 : Façades

Les façades sont le produit d'une manipulation au niveau des volumes, qui a fait ressortir des surfaces tantôt pleines et tantôt vides. Cette dualité entre le vide et le plein est tirée de notre approche thématique où un centre en astronomie demande à avoir des espaces obscurs à l'intérieur qui ne nécessitent que de l'éclairage artificiel et des espaces complètement ouvert pour les salles de cours ainsi que les salles de l'observation.

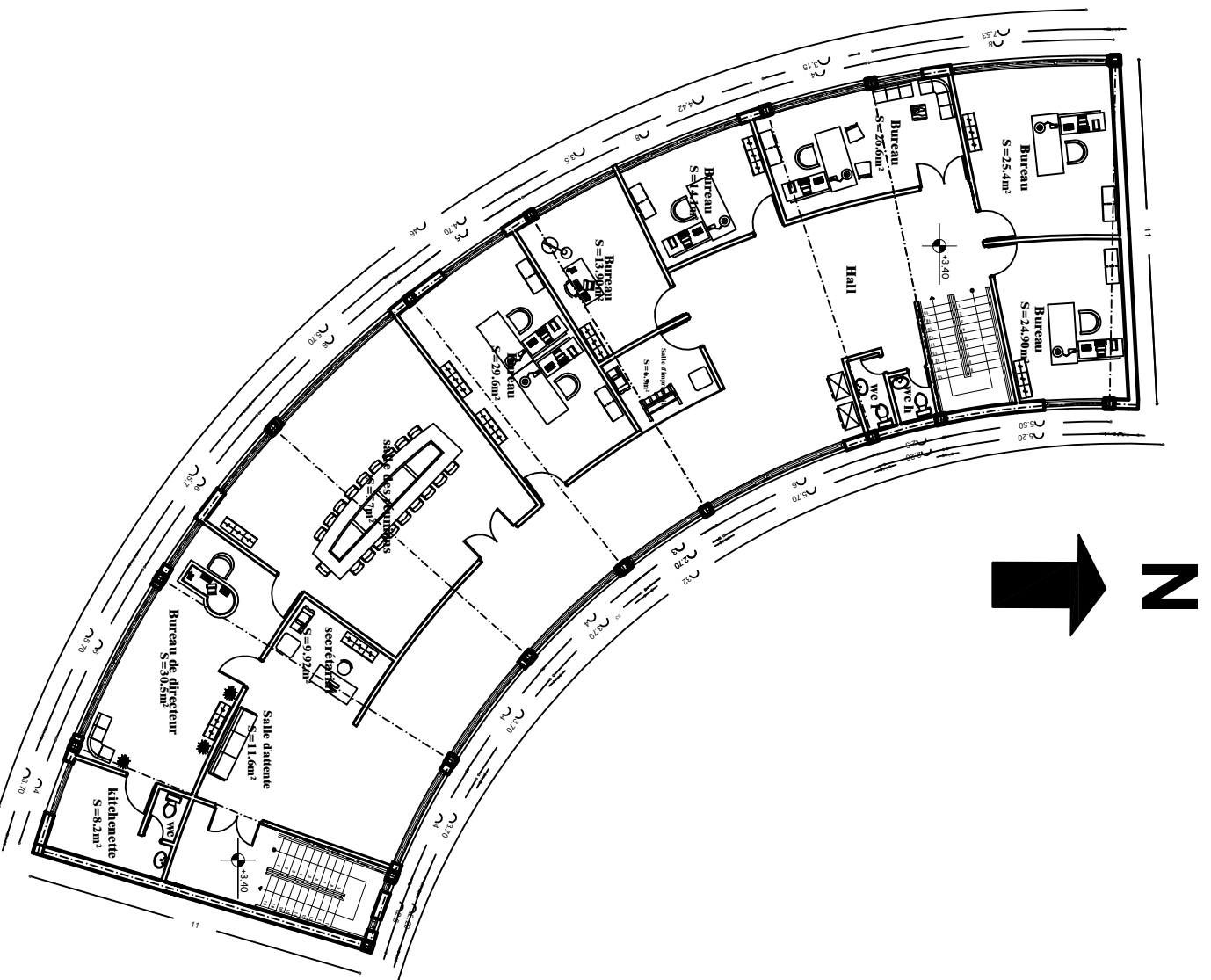


# Plan d'entité d'accueil

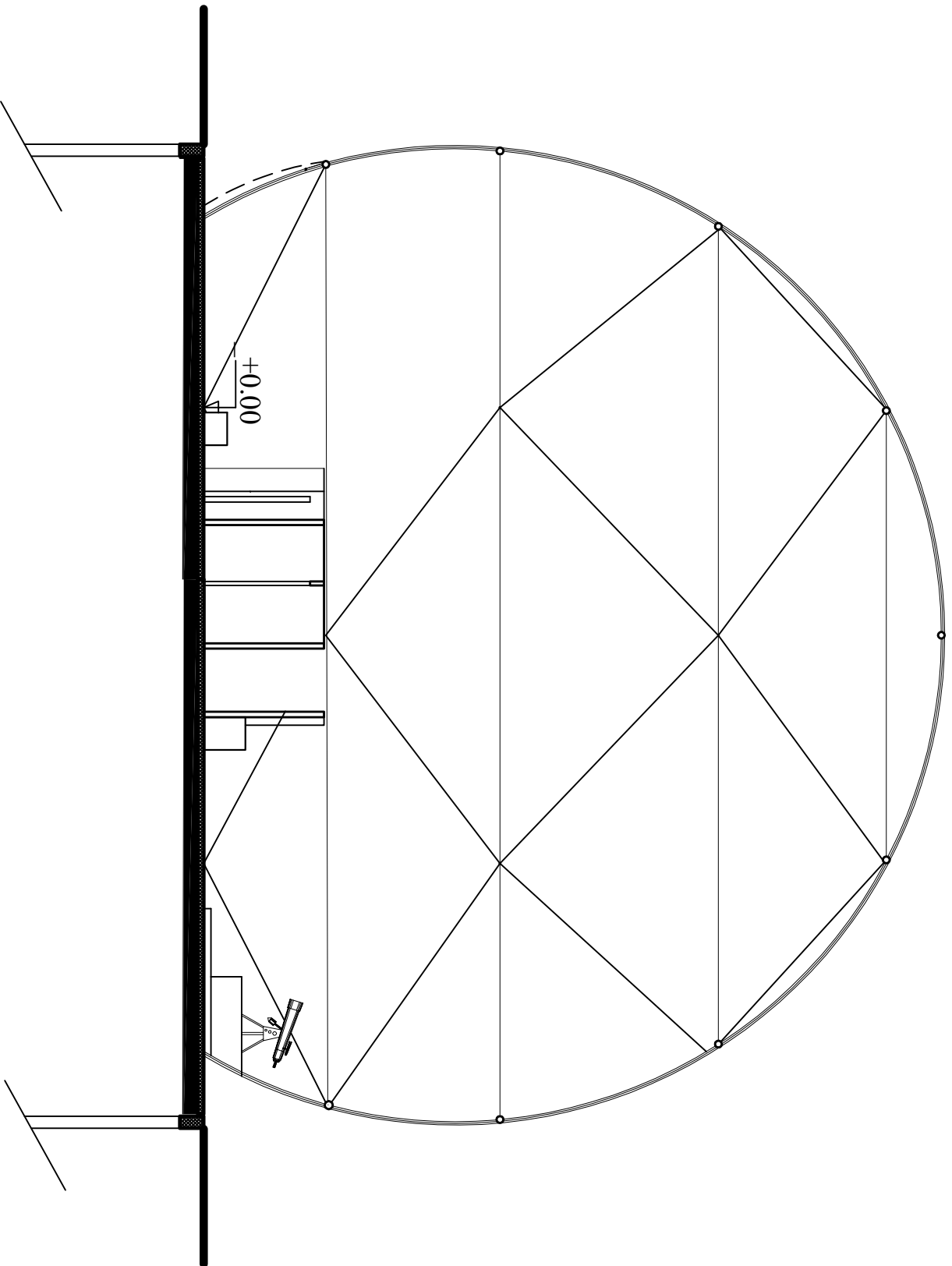




Plan de l'Administration RDC

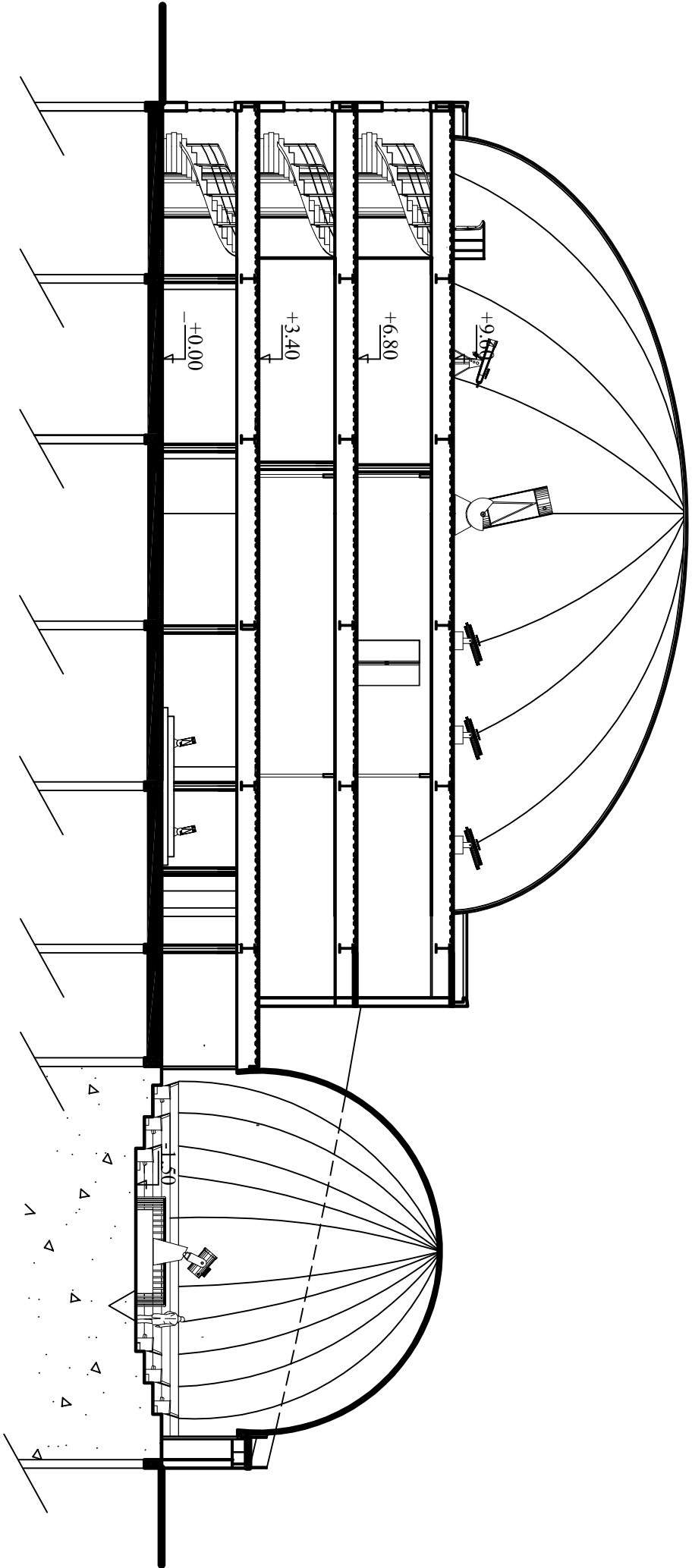


Plan de l'Administration R+1

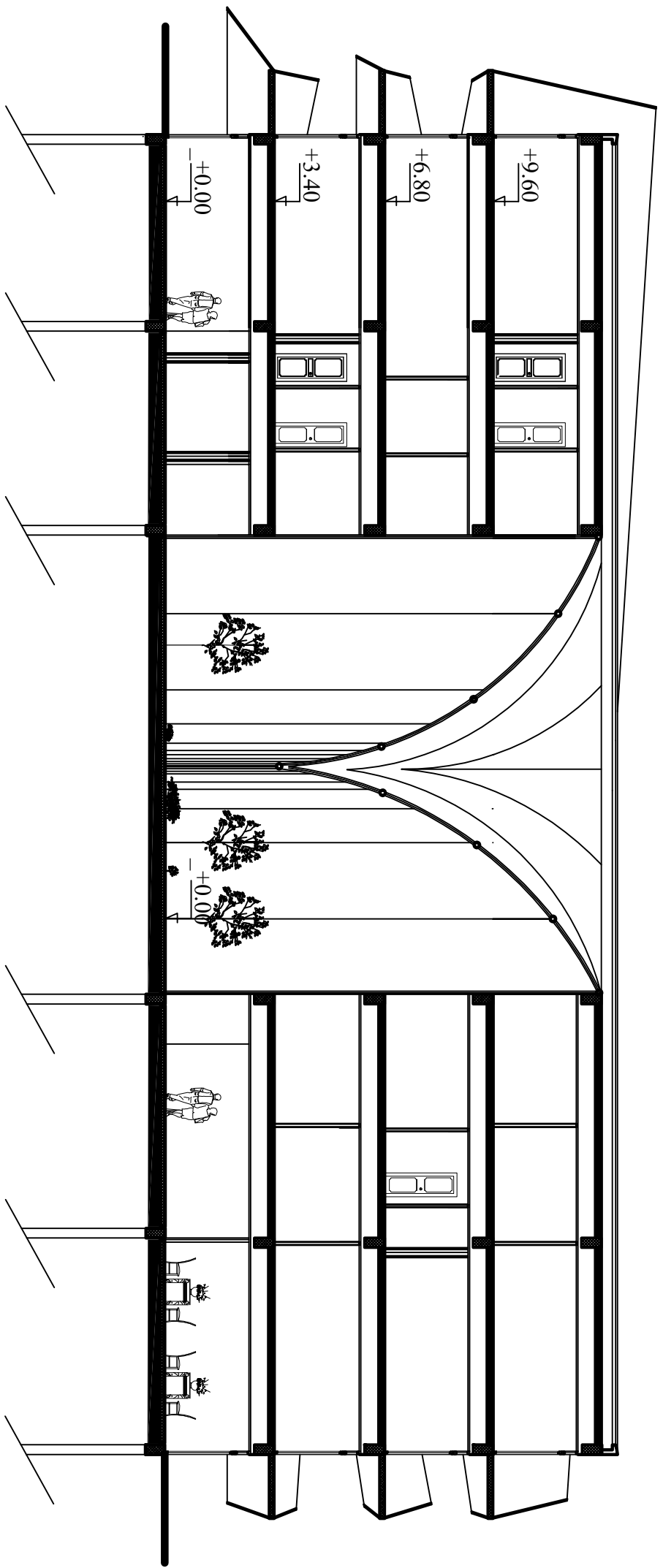


Coupe AA

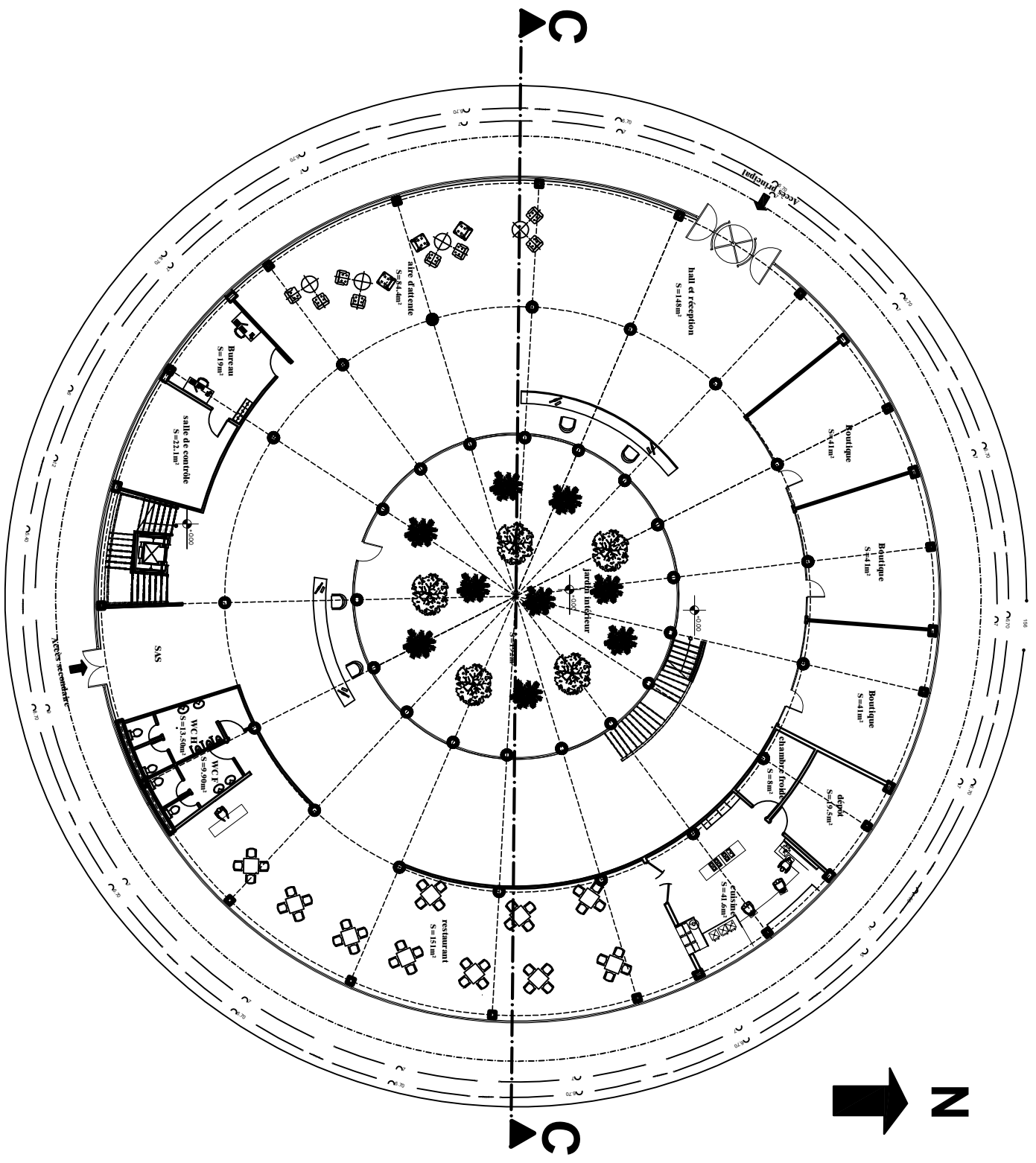




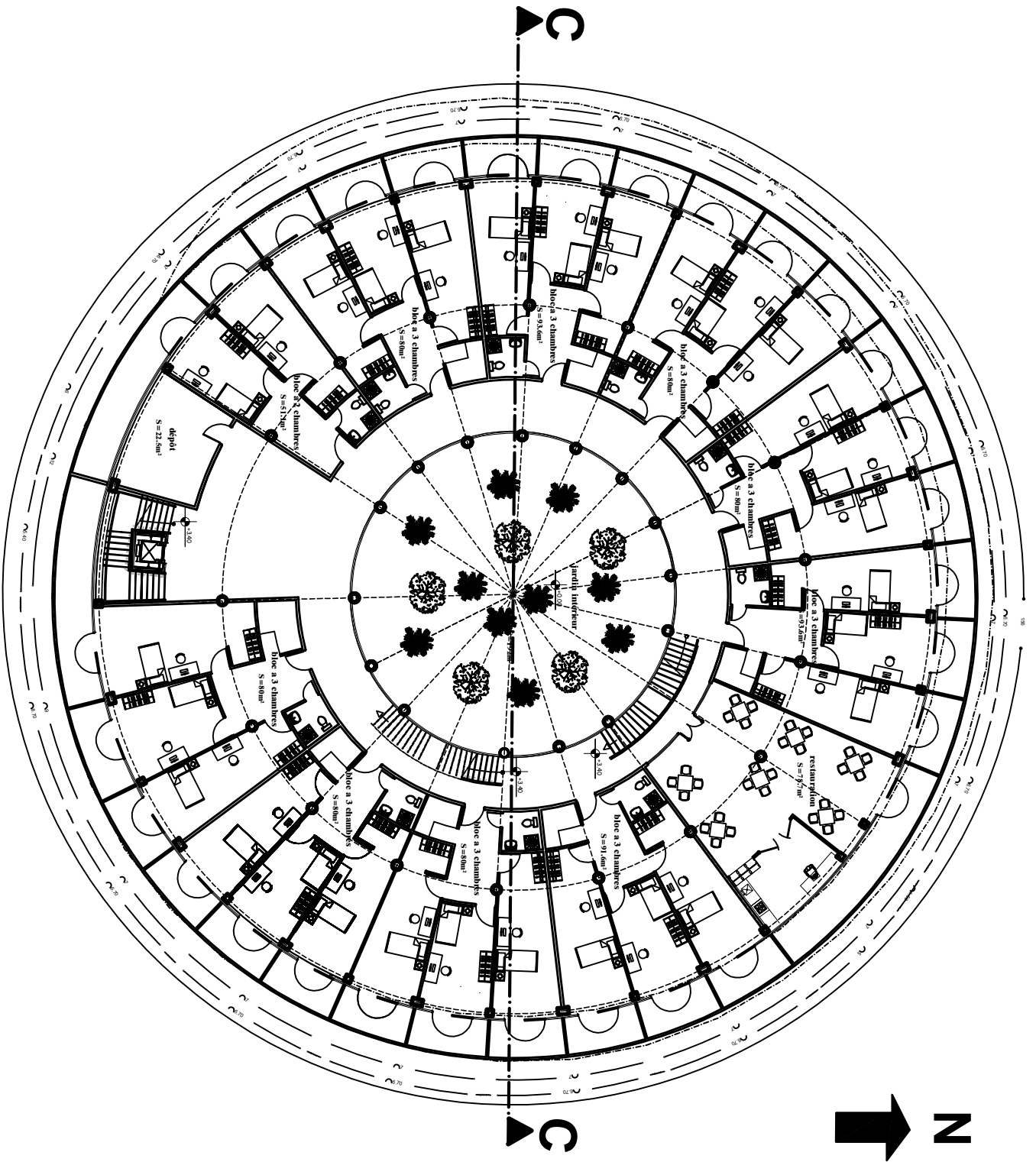
Coupe BB



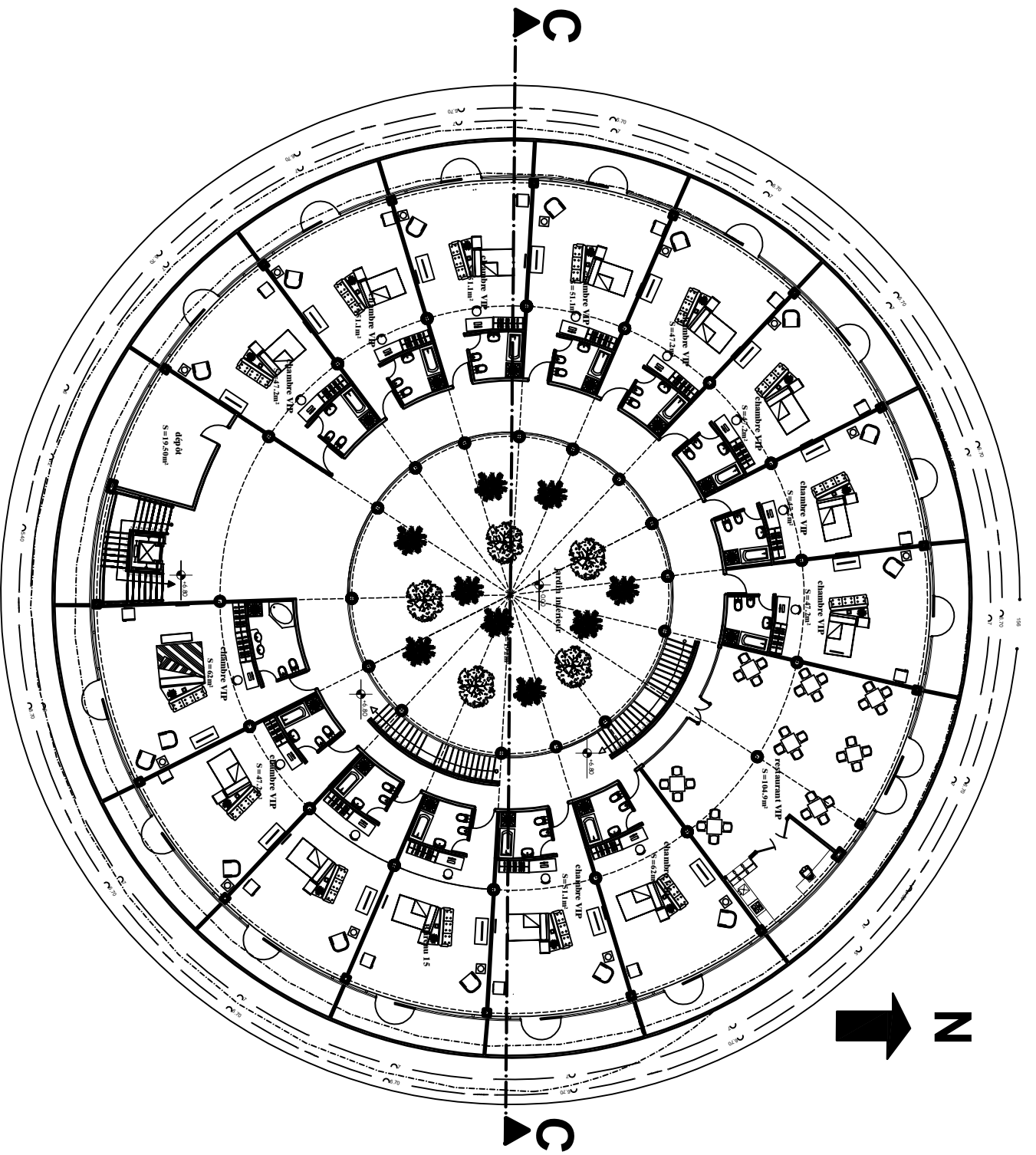
Coupe CC



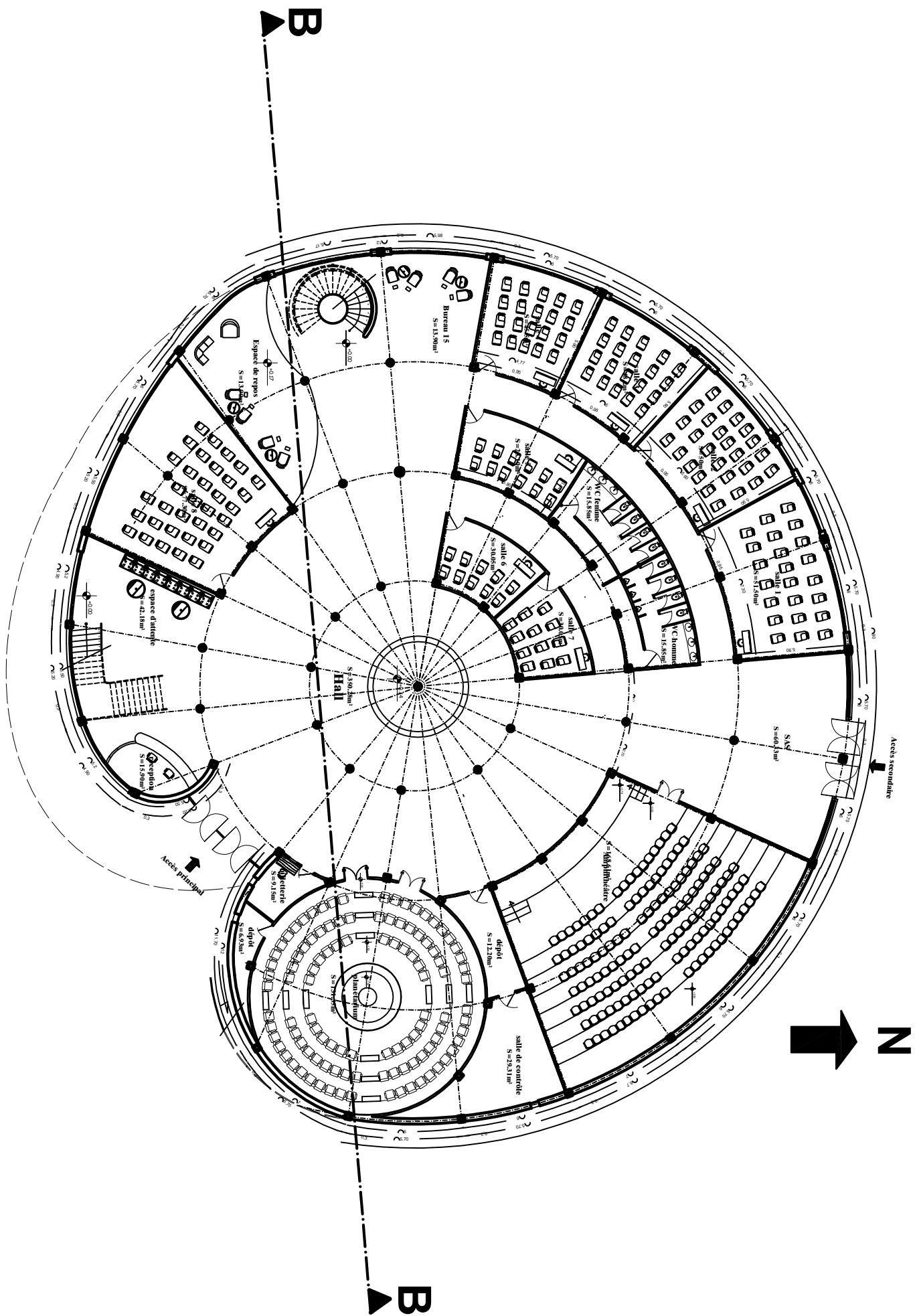
Plan D'Hébergement RDC



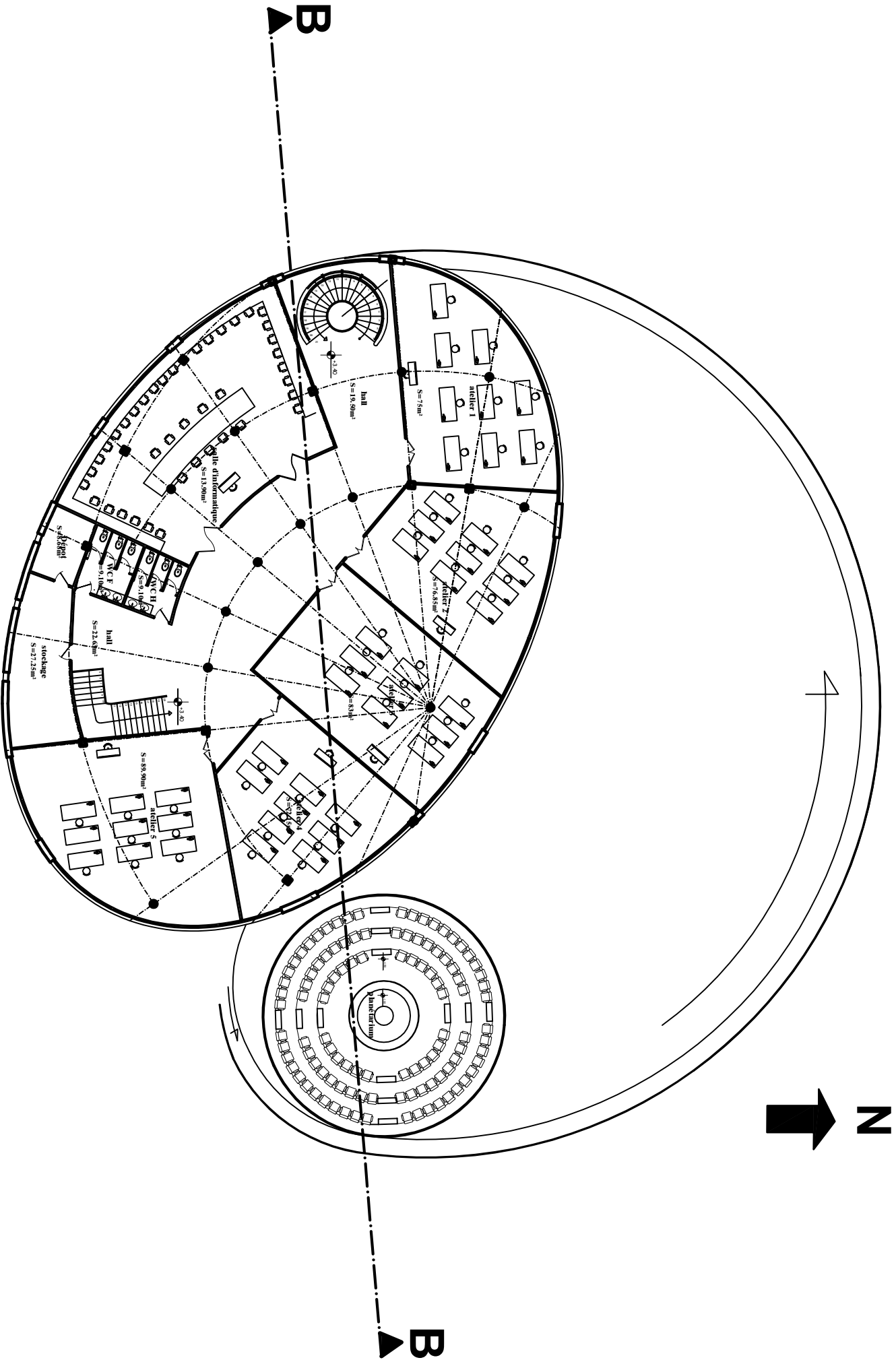
Plan d'Hébergement R+1



Plan d'Hébergement R+2



Plan de Pavillon RDC



Plan de Pavillon R+1



# Plan de Pavillon R+2

