

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA -01-
INSTITUT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME

Département d'Architecture

Mémoire de Master en Architecture

Option : Architecture Environnementale et Technologie

**Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure
d'Agronomie « ENSA » selon la démarche de la
Haute Qualité Environnementale « HQE »**

Présenté par :

DAHMANI Messaouda.

0920M20061103157.

Groupe : Système classique.

Encadré par :

Dr.KAOULA Dalel. MCA

Membres du jury :

Dr. AOUISSI Bachir Khalil. MCA

Dr. SAMAH Samir. MCB

Année universitaire : 2020/2021.



Dédicace

J'ai l'honneur de dédier mon travail

À mes chers parents Abd El Krim et Yamina.

À mes chers beaux-parents Younes et Fethia.

À mon cher mari Marouen.

À mes chers anges : Mayar et Karam.

*À mes sœurs : Sihem et ses enfants « Myral, Islem, Yasmine et Akrem »,
Chérifa et son fils « Anes » et Ahlem.*

À mes frères : Nassim et Housseem eddine.

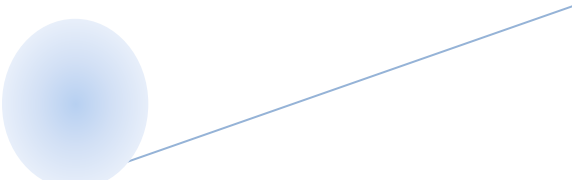
*À mes belles sœurs : Marwa et ses enfants « Meriem et Minyar », Mayssa et
Malek.*

À mes tantes : Khadidja et Djamila.

*À Mon oncle Kader et spécialement sa femme Boudour et ses enfants :
Marwa, Safaa et Firas*

À mes amies.

À Toute personne m'a encouragé de près ou de loin.



Remerciement

Je remercie Dieu le tout puissant pour m'avoir donné toute la force et le courage pour faire aboutir ce travail et pour m'avoir fait parvenir là où je suis.

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon encadreur Dr
KAOULA.Dalel de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.*

Je vous présente tous mes remerciements, mes gratitudes et mon respect.

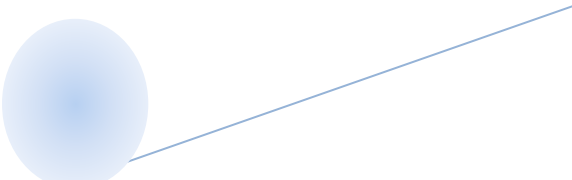
*Je remercie l'ensemble du jury pour l'honneur qu'ils m'ont fait acceptant
d'examiner mon modeste travail.*

*Je remercie très spécialement mon cher mari Marouen pour son
encouragement spécifique, son soutien, ses sacrifices, son amour et sur tout
sa patience pendant toute la période de préparation de ce travail, sans oublier
ma source de force et mon défit de ce travail, mes deux anges
MAYAR et KARAM.*

*Je remercie mes très chers parents, qui ont toujours été là pour moi ainsi mes
frères et sœurs, ma belle-famille spécialement mes beaux-parents, tous pour leur
encouragement et leur soutien chacun à sa façon et à sa capacité.*

*Un grand remerciement à ma tante Khadidja qui a été toujours à mes
côtés là où j'en ai besoin malgré ses occupations et ses engagements.*

*En guise de reconnaissance, je tiens à témoigner mes sincères remerciements à
toutes les personnes qui ont contribués de près ou de loin au bon déroulement de
ce travail.*



Résumé :

Les temps changent aujourd'hui à plus grande vitesse que jamais. Les progrès scientifiques et techniques ont amélioré notre qualité de vie. Mais ils nous font toucher du doigt, en même temps, la fragilité de notre environnement. Le rôle de l'architecture maintenant est d'assurer le maximum de confort des occupants avec un minimum de coût en respectant l'environnement et en tenant compte du climat, des ressources naturelles, les risques sanitaires et la diminution de la consommation énergétique de la bâtisse. Et ce, via des différentes stratégies et démarches s'inscrivant sous le thème d'une architecture bioclimatique et le développement durable pour répondre aux défis du XXI^{ème} siècle que ce soit en réalisant des bâtiments neufs ou en améliorant les anciennes bâtisses.

Dans ce cadre, notre travail s'est orienté, vers l'ancienne bâtisse qui représente un pourcentage important dans le tissu urbain actuellement et qu'elle perd son confort avec le temps ce qui nous oblige de faire des opérations d'interventions importantes pour qu'on lui redonne son image initiale et valoriser cette richesse en assurant sa durabilité.

Plus profondément, on a visé l'établissement éducatif vu son importance dans la société. Evidemment, notre choix s'est fait pour l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA » qui a une valeur historique patrimoniale, une classification académique mondiale et nationale importantes « parmi les 200 premiers instituts mondialement et la seule en Algérie ». L'école nécessite une intervention de réhabilitation sur site.

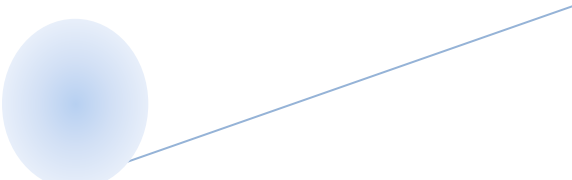
En outre, et après faire une recherche et une comparaison de données, on a opté pour la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE » qu'on la trouve la plus compatible avec nos objectifs fixés au préalable.

Par la suite, l'exploitation de l'ensemble des données de notre recherche thématique pour une application méthodologique de la démarche HQE choisie comme une référence de base répondant au besoin nécessitant l'intervention de réhabilitation, cherchant les meilleurs résultats pour un bon confort et un meilleur rendement des usagers en conservant son ancien esprit architectural.

Mots -clés : Le Développement Durable DD – L'architecture Bioclimatique –

La Haute Qualité Environnementale HQE – Les établissements éducatifs –

La réhabilitation.



Abstract :

Times are changing now faster than ever. Scientific and technical progress has improved our quality of life. But at the same time, they make us feel the fragility of our environment. The role of architecture now is to ensure maximum comfort for occupants with minimum cost, respecting the environment and taking into account the climate, natural resources, health risks and the reduction in energy consumption of the building. And this, through different strategies and approaches under the theme of bioclimatic architecture and sustainable development to meet the challenges of the 21st century, whether by realizing new buildings or improving old buildings.

In this context, our work has been oriented towards the old building which represents a significant percentage in the urban fabric currently and which it loses its comfort over time which forces us to carry out major intervention operations so that 'we give it back its initial image and enhance this wealth by ensuring its sustainability.

More deeply, the educational establishment was targeted for its importance in society. Obviously, our choice was made for the National School of Agronomy "ENSA" which has historical heritage value, an important world and national academic classification "among the top 200 institutes worldwide and the only one in Algeria". The school requires an on-site rehabilitation intervention.

In addition, and after researching and comparing data, we opted for the High Environmental Quality "HQE" approach, which is found to be the most compatible with our previously set objectives.

Subsequently, the use of all the data from our thematic research for a methodological application of the HQE approach chosen as a basic reference meeting the need requiring the rehabilitation intervention, seeking the best results for good comfort and better performance for users while retaining its old architectural spirit.

Key-words: Sustainable Development SD - Bioclimatic Architecture -
High Environmental Quality HQE - Educational establishments -
Rehabilitation.

الملخص :

الزمن يتغير الآن أسرع من أي وقت مضى. أدى التقدم العلمي والتقني إلى تحسين نوعية حياتنا. لكنها في نفس الوقت تجعلنا نشعر بهشاشة بيئتنا. يتمثل دور الهندسة المعمارية الآن في ضمان أقصى قدر من الراحة لشاغلي المبنى بأقل تكلفة ممكنة واحترام البيئة ومراعاة المناخ والموارد الطبيعية والمخاطر الصحية وتقليل استهلاك الطاقة للمبنى. وهذا ، من خلال استراتيجيات وأساليب مختلفة تحت عنوان العمارة المناخية والتنمية المستدامة لمواجهة تحديات القرن الحادي والعشرين ، سواء من خلال إنشاء مبانٍ جديدة أو تحسين المباني القديمة.

في هذا السياق ، تم توجيه عملنا نحو المبنى القديم الذي يمثل نسبة كبيرة من النسيج العمراني حاليًا والذي يفقد راحته بمرور الوقت مما يجبرنا على تنفيذ عمليات تدخل كبرى حتى نعيد له صورته الأولية وتعزيز هذه الثروة من خلال ضمان استدامتها.

بشكل أعمق ، تم استهداف المؤسسة التعليمية لأهميتها في المجتمع. من الواضح ، لقد تم اختيارنا للمدرسة الوطنية للهندسة الزراعية "ENSA" التي لها قيمة تراثية تاريخية ، وتصنيف أكاديمي عالمي ووطني مهم "من بين أفضل 200 معهد في جميع أنحاء العالم والوحيدة في الجزائر". تتطلب المدرسة تدخل إعادة التأهيل في الموقع. بالإضافة إلى ذلك ، وبعد البحث ومقارنة البيانات ، اخترنا نهج الجودة البيئية العالية "HQE" ، والذي وجد أنه الأكثر توافقًا مع أهدافنا المحددة مسبقًا.

بعد ذلك ، يتم استخدام جميع البيانات من بحثنا الموضوعي لتطبيق منهجي لنهج HQE المختار كمرجع أساسي يلبي الحاجة التي تتطلب تدخل إعادة التأهيل ، والسعي للحصول على أفضل النتائج لراحة جيدة وأداء أفضل للمستخدمين مع الاحتفاظ بالهندسة المعمارية القديمة روح.

الكلمات الرئيسية : التنمية المستدامة SD - العمارة المناخية الحيوية - جودة بيئية عالية الجودة -

المؤسسات التعليمية - إعادة تأهيل.

Table des matières :

Chapitre 01 : Approche Introductive

1.1. Introduction générale.....	01
1.2.Problématique.....	02
1.3.Hypothèse de la recherche.....	03
1.4.Objectif de l'étude.....	03
1.5.Méthodologie d'approche.....	04
1.6.Structure du mémoire.....	05

Chapitre 02 : Etat de l'art

2.1.<u>Définitions des concepts</u>	06
2.1.1. <u>L'environnement et l'architecture environnementale.</u>	06
2.1.2. <u>Le Développement Durable « DD »:</u>	06
2.1.2.1. Définition.	06
2.1.2.2. Ses dimensions.	06
2.1.2.3. Ses principes.	08
2.1.3. <u>L'écologie et l'architecture écologique.</u>	08
2.1.4. <u>L'architecture bioclimatique.</u>	09
2.1.5. <u>Système de Management environnemental</u> :	10
2.1.5.1. Définition.	10
2.1.5.2. Objectifs.	11
2.1.6. <u>La qualité environnementale du bâtiment "QEB".</u>	11
2.1.7. <u>Démarche d'évaluation de la QEB.</u>	11
2.2.<u>La démarche HQE</u> :	12
2.2.1. <u>Introduction</u>	12
2.2.2. Les différentes démarches d'évaluation de la QEB.	13
2.2.3. <u>Choix de démarche à appliquer "HQE" et justification.</u>	16
2.2.4. <u>Notion et définitions.</u>	17
2.2.5. <u>L'apparition de la HQE.</u>	17
2.2.6. <u>Enjeux.</u>	17
2.2.7. <u>Présentation du profil de la démarche HQE « Cibles / Sous-cibles »</u>	18
2.2.7.1. Schéma global présentatif du profil de la démarche HQE.	18
2.2.7.2. Le profil de la démarche HQE « Cibles / Sous-cibles »	19

2.2.8. <u>Les niveaux de performance de la QEB.</u>	23
2.2.9. <u>Les outils d'évaluation de la QEB.</u>	24
2.2.10. <u>Conclusion.</u>	25

2.3. Les établissements éducatifs :

2.3.1. <u>Introduction.</u>	25
2.3.2. <u>Justification de choix.</u>	26
2.3.3. <u>Définitions des concepts</u> :	27
2.3.3.1. L'école.	27
2.3.3.2. L'éducation.	27
2.3.3.3. L'éducation relative à l'environnement.	27
2.3.4. <u>L'histoire de l'éducation environnementale.</u>	28
2.3.5. <u>Le rôle de l'éducation environnementale.</u>	28
2.3.6. <u>L'évolution des établissements éducatifs.</u>	28
2.3.7. <u>Les types des établissements éducatifs.</u>	30
2.3.8. <u>L'architecture des établissements éducatifs.</u>	30
2.3.9. <u>Conclusion.</u>	32

2.4. La réhabilitation :

2.4.1. <u>Introduction.</u>	33
2.4.2. <u>Définitions.</u>	33
2.4.3. <u>Les niveaux de la réhabilitation</u> :	33
2.4.3.1. Réhabilitation légère.	33
2.4.3.2. Réhabilitation moyenne.	33
2.4.3.3. Réhabilitation lourde.	34
2.4.3.4. Réhabilitation exceptionnelle.	34
2.4.4. <u>Les objectifs de la réhabilitation.</u>	34
2.4.5. <u>Les différentes étapes de la réhabilitation.</u>	35
2.4.6. <u>Conclusion.</u>	43

Chapitre 03 : Cas d'étude

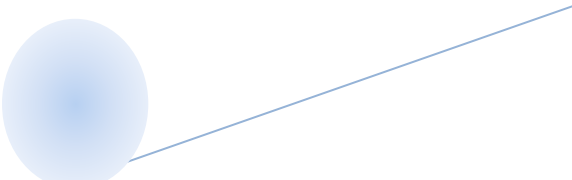
<u>3.1.Introduction.</u>	44
<u>3.2.Motivation du choix du projet.</u>	44
<u>3.3.Présentation et analyse du cas d'étude avec son environnement :</u>	44
3.3.1. <u>Situation géographique</u>	44
3.3.2. <u>Présentation de la ville</u>	45
3.3.3. <u>les caractéristiques de la ville</u>	45
3.3.3.1. Les caractéristiques physiques et géographiques	45
3.3.3.2. Les caractéristiques climatiques	45
3.3.4. <u>Présentation et étude du projet</u>	47
3.3.4.1. Présentation du projet	47
3.3.4.2. Accessibilité	49
3.3.4.3. Environnement immédiat	49
3.3.4.4. Etude climatique	49
3.3.4.5. Historique architectural	50
3.3.4.6. Etude architecturale	51
➤ <i>Etude spatiale</i>	52
➤ <i>Etude fonctionnelle</i>	53
➤ <i>Etude de façades</i>	54
<u>3.4.L'application de la démarche HQE :</u>	55
<u>3.5.La réhabilitation finale du projet</u>	60
<u>3.6.Conclusion</u>	66
<u>Chapitre 04 : Conclusion générale</u>	67

Bibliographie

Liste des abréviations

Liste des figures

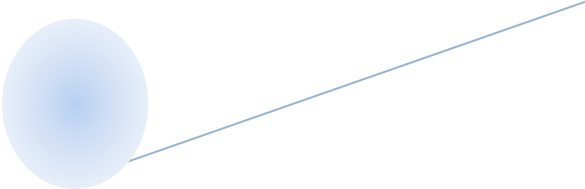
Liste des tableaux



Annexes « Dossier graphique du Département Science des sols, bloc

Pédologie »:

- 1-** Plan de masse.
- 2-** Plan Entre Sol Est.
- 3-** Plan Entre Sol Ouest.
- 4-** Plan RDC.
- 5-** Plan RDC 1.
- 6-** Plan RDC 2.
- 7-** Plan de toiture.
- 8-** Plan de toiture 1.
- 9-** Plan de toiture 2.
- 10-** Coupe AA.
- 11-** Coupe BB.
- 12-** Façade Est.
- 13-** Façade Ouest.
- 14-** Façade Nord
- 15-** Façade Sud.
- 16-** Photo aérienne du département Science des sols, bloc Pédologie



Chapitre 01

Approche introductive



Chapitre 01 : Approche Introductive

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

1.1. Introduction générale :

L'architecture du 20^{ème} siècle a commencé à s'émerger avec l'ère industrielle et technologique en pleine crise sociale et environnementale, ce qui lui a fallu de répondre à certaines exigences afin de participer à la minimisation du danger causé par ce changement brutal sur toute la planète.

Prenons conscience de tous les risques qui ont commencé à se faire sentir de plus en plus, l'être humain cherche un nouveau mode de développement où la croissance doit se faire dans le respect de la nature et des êtres humains.

Effectivement, à la fin des années 80, il y a eu l'apparition de ce qu'on appelle le développement durable « DD » où la durabilité est atteinte lorsque les objectifs économiques, la responsabilité sociale, et la préservation de l'environnement se réunissent.

Le développement durable est un concept qui touche plusieurs domaines y compris la construction et précisément l'architecture « notre domaine d'études ». On parle ici d'une architecture écologique ou éco-responsable où sa conception varie radicalement selon le climat, le relief, les ressources régionales, la culture locale, le niveau social des citoyens et les choix politiques des États.

Au début des années 1990, apparurent les premières grilles destinées à une évaluation objective des caractéristiques environnementales des bâtiments. Ces grilles analytiques multicritères, inspirées de la procédure ISO 14001, ont généralement des objectifs quantifiés et sont associées à une méthode de management environnemental.

Dans le cadre de notre travail, on a essayé d'appliquer une démarche qui s'impose partout dans le monde même dans les pays dit pauvres, mais elle est mal ou peu exploitée en ALGERIE. C'est la démarche Haute Qualité Environnementale « HQE ».

Cette démarche vise à obtenir la qualité environnementale d'une opération de construction « nouvelle bâtisse » ou de réhabilitation « ancienne bâtisse ». En effet, commencer à construire dans le cadre d'un développement durable est un défi majeur dans nos jours mais ce n'est pas suffisant si on ne corrige pas notre bâtisse existante. Alors, vu cette importance, on a orienté notre étude vers la réhabilitation.

Notre choix du cas d'étude s'étend vers un équipement public touchant le secteur de l'enseignement supérieur, il s'agit de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA » sise à El Harrach.



Chapitre 01 : Approche Introductive

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

1.2. Problématique :

Aujourd'hui les temps changent à une plus grande vitesse que jamais. Les progrès scientifiques et techniques ont amélioré notre qualité de vie en touchant la fragilité de notre environnement, ce qui crée de nouvelles préoccupations pour ceux qui entreprennent de construire. Leurs attentes et leurs motivations ne se limitent plus au confort et au coût des bâtiments, elles intègrent également le respect de l'environnement et la prise en compte des risques sanitaires.

Evidemment, c'est l'installation de la notion du Développement Durable dans le secteur du bâtiment pour contribuer à répondre aux défis du XXI^{ème} siècle en réalisant des bâtiments neufs et en améliorant des bâtiments existants qui auront dans leur ensemble des impacts limités sur l'environnement, quelles que soient leurs destinations.

En effet, notre société connaît actuellement un progrès important dans le domaine de la construction et de la réhabilitation de l'ancienne bâtisse qui représente un pourcentage important dans le tissu urbain. Mais en dépit de celui-ci le pourcentage des bâtiments répondant aux besoins environnementaux actuellement est encore assez réduit.

Parmi les secteurs importants dans la société on cite l'enseignement où l'école est un établissement indispensable dans l'éducation et la sensibilisation de l'être humain quoi qu'il soit son âge et la société toute entière. Pour cela, cet établissement doit avoir les fonctions nécessaires qui lui permettent de répondre aux besoins de l'ensemble des différents utilisateurs sans oublier sa relation avec son environnement.

Dans cette optique, quelles mesures et démarches doit-on prendre pour réhabiliter une ancienne bâtisse éducative respectant au mieux la qualité de l'environnement et cherchant le bien et le confort de leurs usagers pour un meilleur rendement en conservant son ancien esprit architectural ?



Chapitre 01 : Approche Introductive

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

1.3. Hypothèse de la recherche :

- Réhabiliter un établissement éducatif en appliquant la démarche de la HQE peut apporter une valeur indispensable à la qualité de vie en Algérie qui renforce et équilibre la relation sociale, économique et environnementale. Et comme ce type de bâtiment a un rôle important dans la formulation de la personnalité de l'être humain, introduire l'éco construction dans leur entourage permet de bien assimiler l'importance de l'éco gestion des ressources naturelles.
- L'impact de la démarche HQE sur l'ENSA.
- Le respect du cadre architectural de l'ENSA en appliquant les cibles nécessaires de la HQE à travers la réhabilitation de l'établissement.

1.4. Objectif de l'étude :

- Rendre l'école à réhabiliter un espace durable et écologique.
- Sensibiliser les étudiants sur l'éducation environnementale d'une manière directe et pratique.
- Utiliser des techniques inventives afin de répondre aux cibles nécessaires appliquées sur l'école.
- Créer un environnement intérieur et extérieur confortable été comme hiver.

Chapitre 01 : Approche Introductive

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

1.5. Méthodologie d'approche :

Afin de fournir ce travail, notre méthodologie a opté pour ce qui suit :

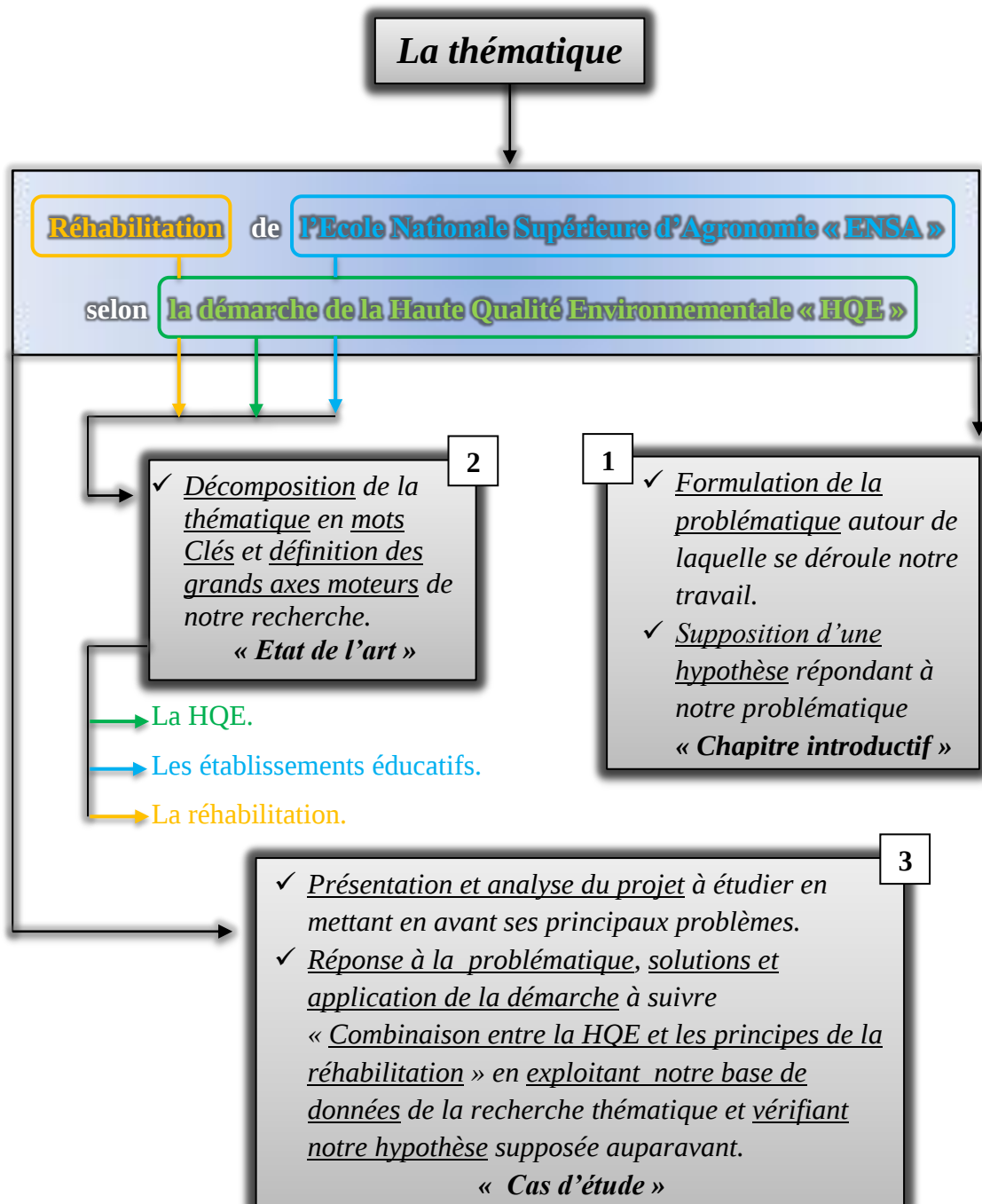


Figure 01 : Méthodologie d'approche

Chapitre 01 : Approche Introductive

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

1.6. Structure du mémoire :

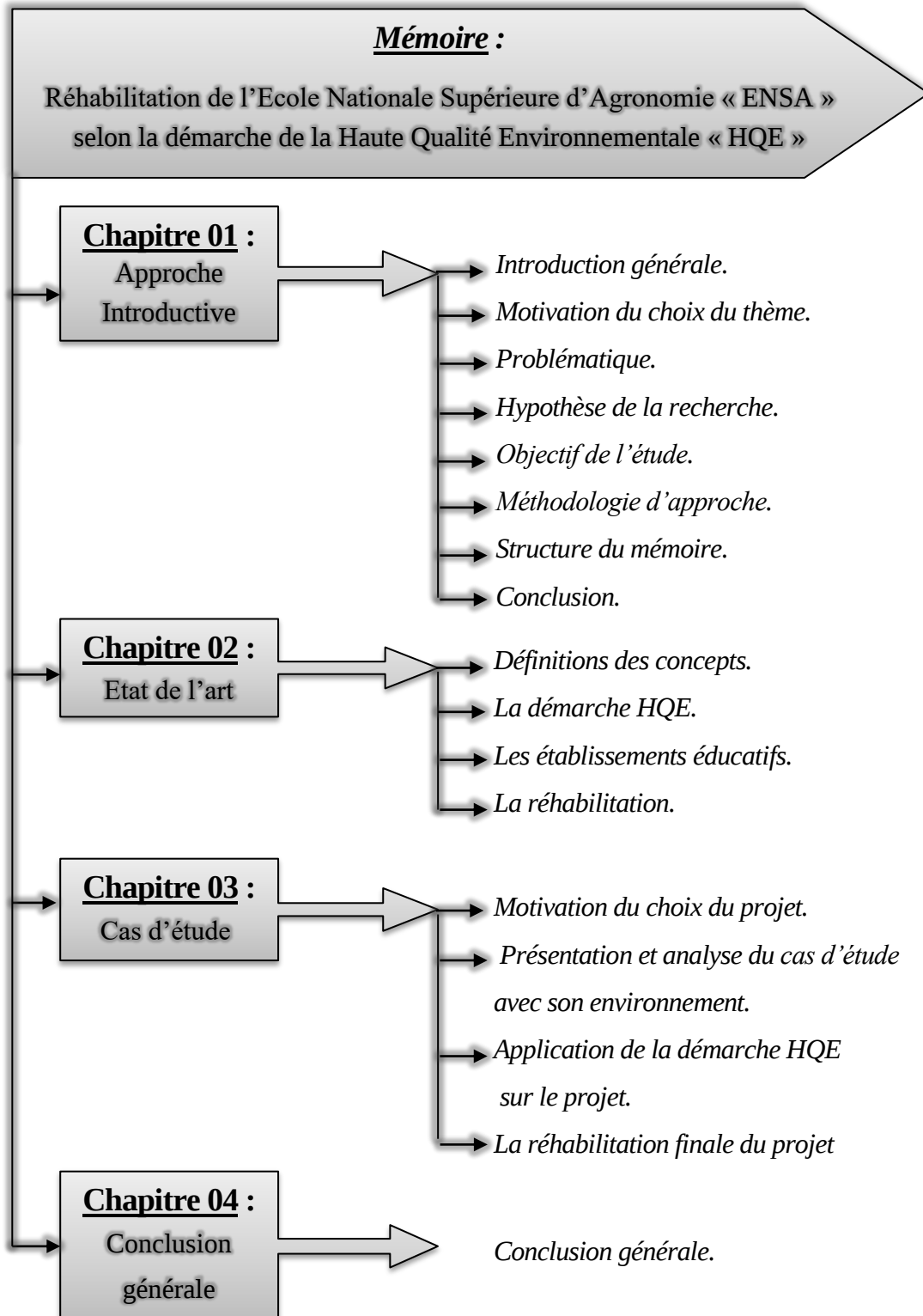
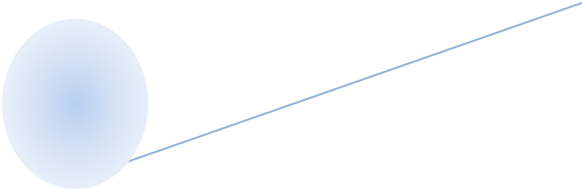


Figure 02 : Structure du mémoire



Chapitre 02

Etat de l'art

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.1 Définitions des concepts :

2.1.1 L'environnement et l'architecture environnementale :

L'**environnement** est tout ce qui nous entoure. C'est l'ensemble des éléments naturels et artificiels au sein duquel se déroule la vie humaine. Avec les enjeux écologiques actuels, le terme environnement tend actuellement à prendre une dimension de plus en plus mondiale. (Techno-science.net, 2021)

L'**architecture environnementale** est une approche globale qui vise à maîtriser les différents rapports dynamiques entre l'espace construit et son environnement extérieur et harmoniser l'espace intérieur avec le milieu social, naturel et architectural. Elle vise à satisfaire les exigences complémentaires suivantes :

- ❖ La maîtrise des impacts du bâtiment sur son environnement extérieur.
- ❖ La création d'un environnement sain et confortable pour les utilisateurs.
- ❖ La préservation des ressources naturelles en optimisant leur usage et en réduisant les pollutions.
- ❖ Minimisation du recours abusif aux énergies non renouvelables et matériaux nocifs.

(Bouchaïr.A, Tebbouche.H, 2011)

2.1.2. Le Développement Durable « DD » :

2.1.2.1. Définition :

« Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion : le concept de « besoins », et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir ». (Louis-Pascal. J, 2017)

2.1.2.2. Ses dimensions « Piliers » :

- ❖ La dimension économique : Développer la croissance et l'efficacité économique, à travers des modes de production et de consommation durables.

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

« La dimension économique s'exprime par une combinaison optimale des ressources naturelles, humaines et techniques dans le but d'assurer la maximisation du bien-être des générations sur un horizon de long terme ; sa finalité réside dans l'absence de tout gaspillage de ressources ... »

(Ferrari Sylvie, 2010).

- ❖ La dimension sociale : Satisfaire les besoins humains et répondre à un objectif d'équité sociale, en favorisant la participation de tous les groupes sociaux. *« ... La dimension sociale concerne l'accès aux ressources et leur répartition dans l'espace (niveau intergénérationnel) et dans le temps (niveau intergénérationnel) ; sa finalité est d'assurer l'équité entre les générations dans la distribution des dotations disponible ».*

(Ferrari S, 2010).

- ❖ La dimension environnementale : Préserver, améliorer et valoriser l'environnement et les ressources naturelles sur le long terme, en maintenant les grands équilibres écologiques, en réduisant les risques et en prévenant les impacts environnementaux.
« ... Quant à la dimension environnementale, elle a trait à la gestion des stocks de ressources et à la préservation de leur qualité afin d'assurer la permanence du capital naturel dans le temps ».

(Ferrari S, 2010).

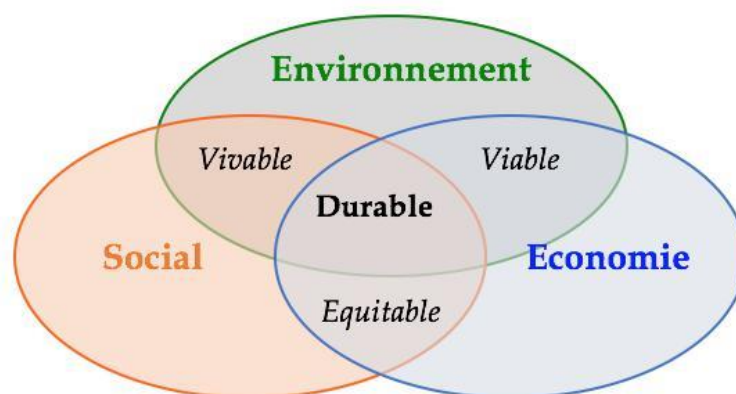


Figure 03 : Les dimensions « Piliers » du Développement Durable.

(Diemer. A, 2015)

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.1.2.3. Ses principes :

Les principes du développement durable sont comme suite :

(Benkiki. N, 2020)

- ❖ Santé et qualité de vie.
- ❖ Précaution.
- ❖ Equité et solidarité sociales.
- ❖ Protection du patrimoine culturel.
- ❖ Protection de l'environnement.
- ❖ Préservation de la biodiversité.
- ❖ Respect de la capacité de support des écosystèmes.
- ❖ Efficacité économique.
- ❖ Production et consommation responsables.
- ❖ Participation et engagement.
- ❖ Accès au savoir.
- ❖ Pollueur payeur.
- ❖ Subsidiarité.
- ❖ Internalisation des coûts.
- ❖ Prévention.
- ❖ Partenariat et coopération intergouvernementale.

2.1.3. L'écologie et l'architecture écologique (Wikipédia) :

L'écologie c'est l'étude des milieux où vivent les êtres vivants, ainsi que des rapports de ces êtres avec le milieu en visant un meilleur équilibre entre l'homme et son environnement naturel ainsi qu'à la protection de ce dernier.

L'architecture écologique ou ce qu'on appelle aussi l'architecture durable est un système de conception et de réalisation ayant pour préoccupation de concevoir une architecture respectueuse de l'environnement et de l'écologie.

Il existe de multiples facettes de l'architecture écologique, certaines s'intéressant surtout à la technologie, la gestion, ou d'autres privilégient la santé de l'homme, ou encore d'autres, plaçant le respect de la nature au centre de leurs préoccupations. On peut distinguer plusieurs « lignes directrices » :

- ❖ Le choix des matériaux naturels et respectueux de la santé de l'homme.
- ❖ Le choix de la disposition des pièces (par exemple) pour favoriser les économies d'énergie en réduisant les besoins énergétiques.
- ❖ Le choix des méthodes d'apports énergétiques.
- ❖ Le choix du cadre de vie offert ensuite à l'homme (jardin...).

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.1.4. L'architecture bioclimatique :

« L'architecture bioclimatique utilise le potentiel local (climats, matériaux, main-d'œuvre...) pour recréer un climat intérieur respectant le confort de chacun en s'adaptant aux variations climatologiques du lieu. Elle rétablit l'architecture dans son rapport à l'homme et au climat. C'est pourquoi on ne peut définir une unique typologie de l'architecture bioclimatique : il y en a autant que de climats. Ceci est d'autant plus vrai que le confort de chacun se déplace avec les conditions climatologiques. L'architecture bioclimatique passe donc inévitablement par une excellente connaissance de son environnement ».
(Dia Touré. F, 2008).

L'architecture bioclimatique est une sous-discipline de l'architecture qui recherche un équilibre entre la conception et la construction de l'habitat, son milieu (climat, environnement, ...), les modes et les rythmes de vie des habitants. Elle permet de réduire les besoins énergétiques, de maintenir des températures agréables, de contrôler l'humidité et de favoriser l'éclairage naturel. Cette discipline est notamment utilisée pour la construction d'un bâtiment haute qualité environnementale (HQE).

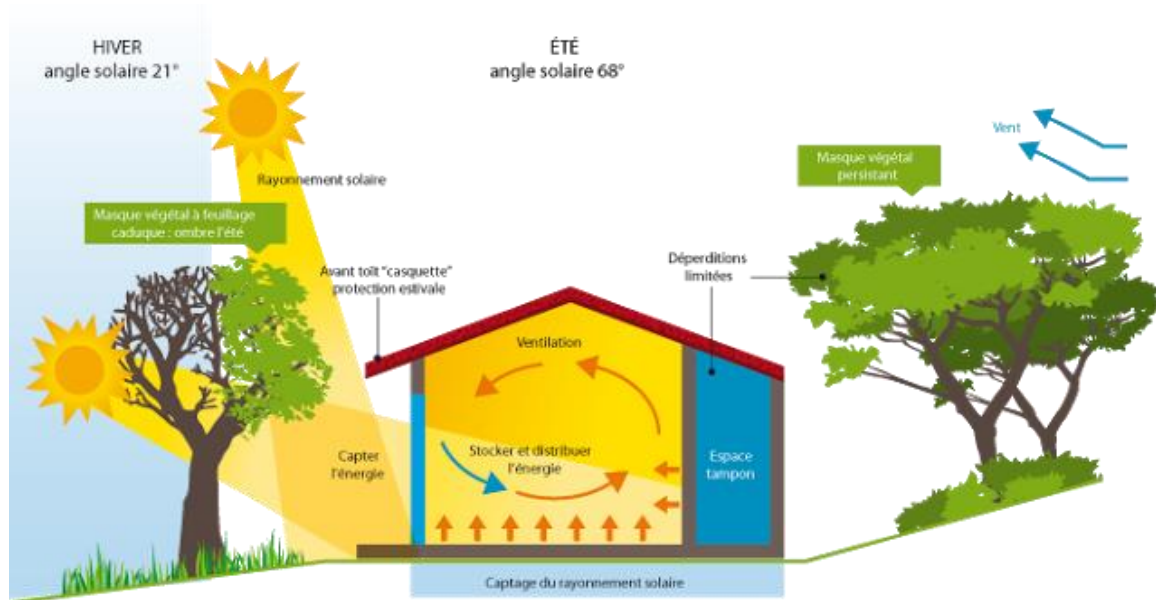


Figure 04 : Principes de base d'une conception bioclimatique (e-RT2012, 2021)

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.1.5. Système de Management Environnemental « SME » :

2.1.5.1. Définition : Le système de management environnemental est un outil de gestion de l'entreprise et de la collectivité qui lui permet de s'organiser de manière à réduire et maîtriser ses impacts sur l'environnement. Il inscrit l'engagement d'amélioration environnementale de l'entreprise ou de la collectivité dans la durée en lui permettant de se perfectionner continuellement. Les normes **ISO** suivantes décrivent les SME :

- ❖ Les normes ISO 14001 [ISO 96-1] et ISO 14004 [ISO 96-2], définissent les spécifications et lignes directrices pour l'utilisation et la mise en œuvre du SME.
- ❖ Les normes ISO 14010 [ISO 96-3], ISO 14011 [ISO 96-4] et ISO 14012 [ISO 96-5] définissent les principes et procédures de l'audit environnemental, ainsi que les critères de qualification des auditeurs environnementaux.

(Dictionnaire environnement, 2019).

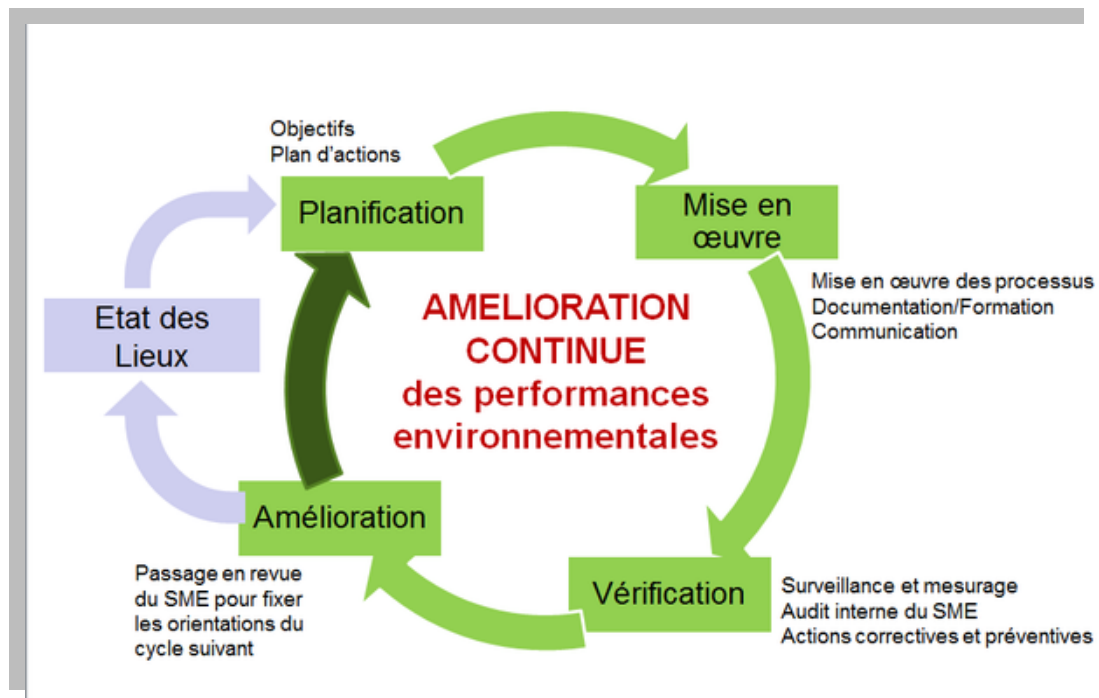


Figure 05 :

Schéma du processus de SME
(Wikipédia environnement, 2018)

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.1.5.2. Objectifs du SME :

- ❖ Respecter la réglementation avec un dépassement des objectifs initiaux.
- ❖ Maîtriser les risques pour le site.
- ❖ Maîtriser les coûts déchets par des économies d'énergie et de matière première.
- ❖ Améliorer la performance du système de gestion avec l'introduction d'un nouvel angle critique.
- ❖ Se différencier par rapport à la concurrence.
- ❖ Valoriser l'image de l'entreprise.
- ❖ Communiquer de manière transparente vis-à-vis du personnel, des riverains, des clients, des assureurs.

(Dictionnaire environnement, 2019).

2.1.6. La Qualité Environnementale des Bâtiments « QEB » :

« Elle correspond aux caractéristiques du bâtiment, de ses produits, de ses services et de son environnement immédiat qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire aux exigences environnementales. Ces dernières conduisent à une utilisation limitée des ressources, à une réduction de la pollution et à une relation satisfaisante du bâtiment avec son environnement immédiat »

(Achard.G, Diab.Y, Buhé.C, Chatagnon.N, 1998)

La QEB est une évolution profonde de l'acte de bâtir. Elle s'inscrit dans une démarche de développement durable appliquée au secteur du bâtiment. Comme elle s'applique aussi bien aux bâtiments futurs qu'existants. Elle se caractérise par une vision multicritères qui consiste en l'intégration des paramètres environnementaux dans le processus de la production et de la rénovation des bâtiments.

(Bouchaïr.A, Tebbouche.H, 2011).

2.1.7. Démarche d'évaluation de la QEB :

C'est un processus, une approche ou une méthode qui consiste à établir un diagnostic détaillé des performances environnementales et sanitaires d'un bâtiment à partir d'une expertise basée sur un système d'indicateurs préalablement défini dont les résultats seront ensuite comparés aux valeurs référentielles de base.

(Bouchaïr.A, Tebbouche.H, 2011).

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.2. La démarche HQE :

2.2.1. Introduction :

Quelques années après l'apparition du concept du développement durable, et dès le début des années 90, beaucoup de pays développés soucieux de la qualité de leur production architecturale et urbanistique, ont vite adopté des démarches visant à préserver l'environnement et améliorer la qualité de vie des occupants, en plaçant l'homme et sa relation avec la nature au centre de toute réflexion.

La qualité environnementale des bâtiments «Green building » est un concept global qui regroupe le concepteur, le constructeur, l'occupant, et le bâtiment lui-même. Il est impératif de penser à cela durant tout le cycle de vie du bâtiment dès les premières phases de sa conception et de sa construction jusqu'à son éventuelle destruction.

D'après ces préoccupations environnementales appliquées à l'architecture de nombreuses différentes méthodes ou démarches internationales ont été créées. Ces dernières suivent des directions différentes selon leur genèse ou la culture du pays concerné.

Nous allons donc présenter quelques-unes de ces démarches internationales pionnières dans le domaine de la qualité environnementale appliquées au secteur du bâtiment en mettant en exergue leurs points forts.

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.2.2. Les différentes démarches d'évaluation de la QEB :

Tableau 01 : Démarches d'évaluation de la QEB (Bouchaïr.A, Tebbouche.H, 2011)

Démarche 01 : PASSIVHAUS				
Lieu	Date	Description et caractéristiques	Objectifs	Critères de performances
d'apparition				
Allemagne	Début des années 1980	Approche écologique, elle vise à maîtriser les effets de la construction à trois échelles : 1)- L'échelle locale, 2)- L'échelle régionale. 3)- L'échelle planétaire.	La réduction des consommations énergétiques des immeubles en assurant l'apport en énergies solaires passive, en renforçant l'isolation des bâtiments, l'utilisation des énergies renouvelables et la récupération de chaleur.	Arriver à une consommation inférieure à 50 kWh/m2/an, pour l'eau chaude sanitaire, le chauffage et l'électricité.
Démarche 02 : BREEAM Green Leaf " Building Research Establishment Environmental Assessment Method "				
Lieu	Date	Description et caractéristiques	Objectifs	Critères de performances
d'apparition				
Royaume Uni en Grande-Bretagne	1990	-Basé sur un référentiel transversal qui prend en compte : management, énergie, matériaux, confort, transport, implantation, pollution atmosphérique. -Vise l'intégration des cibles environnementales dans les opérations de réalisation, extension ou rénovation de bâtiments futurs et existants	Aider les différents acteurs du secteur du bâtiment à évaluer de manière exhaustive l'ensemble des impacts environnementaux d'un immeuble durant toutes les étapes du cycle de vie.	L'évaluation se fait selon un système de cotations divisé en neuf catégories. En général, ces points sont estimés par la BREEAM de "passable", "bon", "très bon" ou "excellent"

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

Démarche 03 : MINERGIE AMI " Association MINERGIE "				
Lieu	Date	Description et caractéristiques	Objectifs	Critères de performances
d'apparition				
Suisse	1996	S'engage à diffuser des connaissances afin de transmettre aux maîtres de l'ouvrage et aux planificateurs ce standard de construction respectueux des principes du développement durable.	Il vise la réduction des consommations énergétiques autour de cinq priorités : 1) Exigences de base requises pour l'enveloppe du bâtiment. 2) Valeurs limites pour l'indice de dépense d'énergie thermique. 3) Renouvellement d'air mécanique. 4) Exigences supplémentaires, en fonction du type de bâtiment. 5) Surcoût d'investissement limité à 10% maximum.	
Démarche 04 : HQE				
Lieu	Date	Description et caractéristiques	Objectifs	Critères de performances
d'apparition				
France	1996	- S'appuie sur un système de cibles visant trois exigences : 1) La maîtrise des impacts d'un bâtiment sur son environnement extérieur. 2) La préservation des ressources naturelles. 3) La création d'un environnement intérieur sain et confortable pour les utilisateurs.	Obtenir, améliorer ou maintenir la qualité environnementale des bâtiments dans le cadre d'opérations de construction, d'adaptation ou de gestion.	- 14 cibles regroupées en quatre thèmes : 1) Eco-construction "03 cibles". 2) Eco-gestion "04 cibles". 3) Confort "04 cibles". 4) Santé "03 cibles". - La performance ici se décline selon 3 niveaux : Base, performant, très performant.

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

Démarche 05 : LEED				
"Leadership in Energy and Environmental Design Green Building Rating System"				
Lieu	Date	Description et caractéristiques	Objectifs	Critères de performances
d'apparition				
<u>USA</u> , appliquée par : Etats-Unis, Mexique, Brésil, Japon, Italie, Espagne, Emirats arabes unis, Australie, Chine, et Corée.	1998	-Créée par L'USGBC “L’US Green Building Council”. -Certification environnementale des bâtiments d’habitation et du secteur tertiaire.	-Définir les indicateurs d'un bâtiment environnemental type. -Fournir un label de qualité et un outil de comparaison des performances environnementales	-La durabilité des constructions. -L'efficacité énergétique. -Les économies de ressources et de matières premières. -La qualité environnementale de l'intérieur du bâtiment. -La bonne utilisation de l'eau.
Démarche 06 : CASBEE				
" Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency "				
Lieu	Date	Description et caractéristiques	Objectifs	Critères de performances
d'apparition				
Japon	2002	-Les types de bâtiments concernés sont les bureaux, les écoles et les bâtiments résidentiels collectifs.	-Certification environnementale d'un projet conçu pour suivre le déroulement des processus de conception des bâtiments, depuis la phase d’avant-projet, le suivi de la conception jusqu’à son aboutissement.	-Outil 0 : Outil d’évaluation d’avant-projet. -Outil 1: Outil d'environnement pour la conception. -Outil 2: Un Ecolabel. -Outil 3 : L'outil de gestion de bâtiment et de rénovation.

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

Démarche 07 : LEED Canada				
Lieu	Date	Description et caractéristiques	Objectifs	Critères de performances
d'apparition				
Canada	2007	-Créé par Le CaGBC "Canada Green Building Council ". -Inspiré du LEED USA -Certification environnementale des bâtiments nouveaux et existants.	-Reconnaître les pratiques de saine gestion environnementale des propriétaires et gestionnaires d'immeubles. -Encourager et guider les organisations disposées à adopter de telles pratiques. -Protéger l'environnement. -Garantir un milieu intérieur sain.	

2.2.3. Choix de la démarche à appliquer "HQE" et justification :

Avant de faire le choix de la démarche à suivre dans notre travail, on a essayé d'expliquer les différentes démarches existantes dans le monde entier, faire une sorte de comparaison afin de pouvoir choisir la démarche la plus convenable en répondant à notre problématique « Voir chapitre introductif », d'où on a tiré ce qui suit :

- Les démarches : Passivhaus, BREEAM et Minergie sont des certifications d'énergie qui visent **la réduction des consommations énergétiques**.
- Les démarches : HQE, LEED, CASBEE, LEED Canada sont des **certifications environnementales**.

Et vu que notre problématique « Voir chapitre introductif » vise l'aspect environnemental du projet à étudier, on s'est orienté vers le deuxième groupe « HQE, LEED, CASBEE, LEED Canada » dont **on a choisi la démarche française HQE « La Haute Qualité Environnementale »** pour les raisons suivantes :

- ✓ Elle est la plus compatible avec nos objectifs fixés dès le départ « parlant de l'aspect environnemental : la relation du bâtiment avec son environnement "extérieur" et l'impact de ce dernier sur les différents types de confort "intérieur" ».
- ✓ Elle nous permet de vérifier notre hypothèse et répondre à notre problématique d'une manière objective et bien ciblée.

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.2.4. Notion et définitions :

C'est une démarche dite « Haute Qualité Environnementale » n'est pas un simple mode, elle prend racine dans le concept plus vaste du développement durable et surtout, elle s'insère dans une démarche de projet prenant en compte l'ensemble des valeurs devant être portées par l'architecture. En effet, dans une optique de développement durable, cette dernière, est une recherche de la qualité : qualité architecturale, qualité fonctionnelle, qualité technique, pérennité, maîtrise des coûts.

2.2.5. L'apparition de la HQE :

2.2.3.1. Depuis les années 70 : Les pionniers réalisent une architecture solaire et privilégient la mise en oeuvre des matériaux sains.

2.2.3.2. En 1990 (Sommet de la terre) : La prise de conscience environnementale a commencé à s'étendre.

2.2.3.3. En 1992 : l'apparition du concept de la HQE :

- ❖ Les pouvoirs publics français ont créé la Mise et le comité, 21 Groupes interdisciplinaires qui ont réuni des acteurs travaillant sur l'environnement ministère, entreprise, chercheurs, associations.
- ❖ En 1993 une première application d'une démarche de QE des constructions a été mise en place.
- ❖ En 1996, la création d'une association HQE qui englobe à la fois la promotion et la QE des bâtiments neufs et existants et le management environnementale des opérations de construction.

2.2.6. Enjeux :

La HQE est établit selon des règles et des enjeux. On les cite comme suite :

❖ La réduction de la consommation énergétique :

L'économie mondiale consacre jusqu'à un dixième de son énergie et jusqu'à la moitié de ses ressources matérielles à construire et à faire fonctionner des maisons et des bureaux. Les réductions de la consommation énergétique passent dès lors obligatoirement par une action substantielle dans le secteur du bâtiment.

❖ L'amélioration de la santé :

Le nombre d'édifices ne répondent pas aux normes et mettent en péril la santé de

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

leurs occupants. Or, une partie importante de nos contemporains passe jusqu'à 80 % de son temps à l'intérieur de locaux : travail, habitation, transports. Cette raison suffit déjà en elle-même à promouvoir une réalisation plus réfléchie du cadre bâti.

2.2.7. Présentation du profil de la démarche HQE « Cibles / Sous-cibles » :

2.2.7.1. Schéma global présentatif du profil de la démarche HQE :

La démarche HQE se constitue de 14 cibles réparties en deux domaines, dont chacun d'eux a 07 cibles et il se compose de 2 familles de 03 ou 04 cibles.

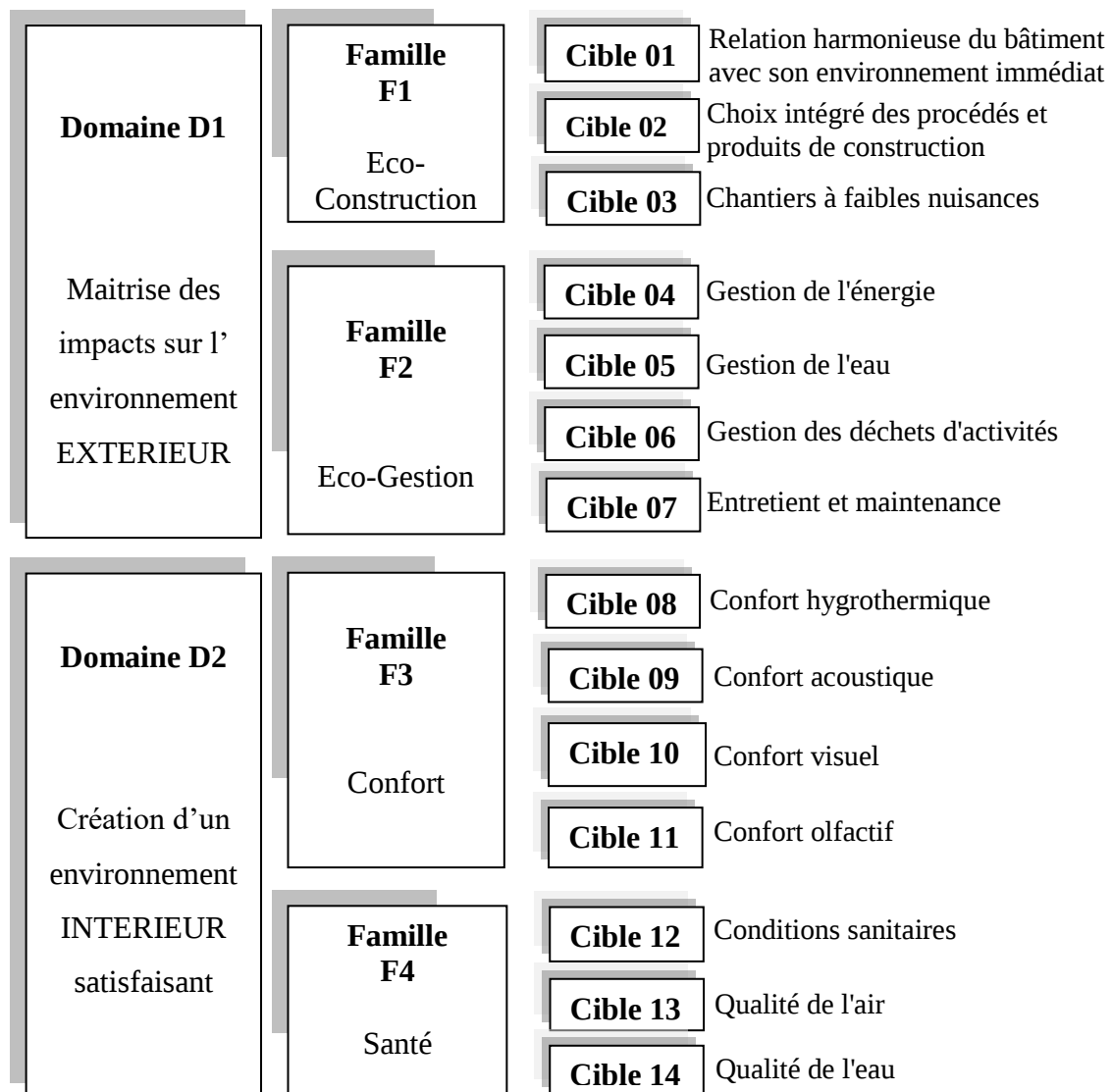


Figure 06 : Le profil de la démarche HQE « Schéma global »
(ADEME, 2006)

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.2.7.2. Le profil de la démarche HQE « Cibles / Sous-cibles » :

Tableau 02 : Profil de la démarche HQE « Cibles / Sous-cibles »

(Dominique G-M, Le moniteur 2001)

Domaine D1 : Maitrise des impacts sur l'environnement EXTERIEUR		
Famille F1 : ECO-CONSTRUCTION		
Cibles	Sous-cibles	Exigences minimales
<u>Cible 01</u> : Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat	*Utilisation des opportunités offertes par le voisinage et le site. *Gestion des avantages et inconvénients de la parcelle. *Organisation de la parcelle pour créer un cadre de vie agréable. *Réduction des risques de nuisances entre le bâtiment, son voisinage et son site.	*Traiter l'insertion du bâtiment dans son environnement, en réalisant une étude préalable au projet, une étude d'organisation de la parcelle, une étude de traitement des espaces extérieurs et intermédiaires. En cas de friches industrielles, analyser le niveau de pollution et dépolluer si nécessaire. *Respecter un niveau maximal de pression acoustique de 50 dB(A) des bruits émis par des équipements ou des pratiques extérieurs, en réalisant éventuellement un traitement acoustique *Repérer les sources de bruits extérieurs et créer un isolement acoustique satisfaisant.

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

Domaine D1 : Maitrise des impacts sur l'environnement EXTERIEUR		
Famille F1 : ECO-CONSTRUCTION		
Cibles	Sous-cibles	Exigences minimales
<u>Cible 02 :</u> Choix intégré des procédés et produits de construction	*Adaptabilité et durabilité des bâtiments. *Choix des procédés de construction. *Choix des produits de construction.	*Utiliser des procédés et des produits économes en matière et en énergie. *Etudier les possibilités de recyclage des déchets. d'adaptation et de démolition des bâtiments. *Tenir compte des règles d'utilisation et de qualification des produits de bâtiment, notamment en choisissant des produits sans risques pour l'environnement.
<u>Cible 03 :</u> Chantiers à faibles nuisances	*Gestion différenciée des déchets. *Réduction des bruits de chantier. *Réduction des pollutions sur la parcelle et dans le voisinage. *Maîtrise des autres nuisances de chantier.	*Intégrer en amont les mesures permettant la maîtrise des déchets de chantier et la réduction des nuisances (bruit, poussières, boue...) *Réduire la consommation d'énergie et la pollution de l'air par les chantiers *Réduire la consommation d'eau et la pollution de l'eau et des sols durant les chantiers.
Domaine D1 : Maitrise des impacts sur l'environnement EXTERIEUR		
Famille F2 : ECO-GESTION		
Cibles	Sous-cibles	Exigences minimales
<u>Cible 04 :</u> Gestion de l'énergie	*Renforcement du recours aux énergies renouvelables *Renforcement de l'efficacité des équipements consommant de l'énergie *Utilisation de générateurs à combustion propres lorsqu'on a recours à ce type d'appareil.	* Renforcer l'efficacité énergétique des projets. * Choisir des chaudières « propres » labellisées à faible émission de CO2, CO et NO.

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

Domaine D1 : Maitrise des impacts sur l'environnement EXTERIEUR		
Famille F2 : ECO-GESTION		
Cibles	Sous-cibles	Exigences minimales
<u>Cible 05 :</u> Gestion de l'eau	*Gestion de l'eau potable. *Recours à des eaux non potables (récupération des eaux de pluie). *Assurance de l'assainissement des eaux usées. *Gestion des eaux pluviales sur la parcelle.	*Rechercher des systèmes qui limitent la consommation d'eau potable: équipements performants, surveillance des réseaux pour diminuer les fuites. *Envisager une collecte des eaux pluviales pour l'alimentation des WC, le nettoyage, l'arrosage, etc.
<u>Cible 06 :</u> Gestion des déchets d'activités	*Conception de locaux à poubelles adaptés au tri sélectif et à la valorisation des déchets.	* Prendre en compte les collectes sélectives locales. * Configurer les cuisines et les locaux techniques en prévoyant le tri sélectif. * Concevoir le transit entre les lieux de stockage et de ramassage * Séparer le stockage des déchets ménagers de la circulation des personnes.
<u>Cible 07 :</u> Entretien et maintenance	*Optimisation des besoins de maintenance * Mise en place de procédés efficaces de gestion technique et de maintenance. * Maîtrise des effets environnementaux des procédés de maintenance et des produits d'entretien.	/

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

Domaine D2 : Création d'un environnement INTERIEUR satisfaisant		
Famille F3 : CONFORT		
Cibles	Sous-cibles	Exigences minimales
<u>Cible 08 :</u> Confort hygrothermique	*Permanence des conditions de confort hygro- thermique * Homogénéité des ambiances hygrothermiques * Zonage hygrothermique.	*Assurer le confort thermique d'été.
<u>Cible 09 :</u> Confort acoustique	*Correction acoustique. * Isolation acoustique. * Affaiblissement des bruits d'impact et d'équipements. * Zonage acoustique.	*Réduire les niveaux de pression acoustique en protégeant les logements contre les bruits émis à l'intérieur et à l'extérieur
<u>Cible 10 :</u> Confort visuel	*Relation visuelle satisfaisante avec l'extérieur * Eclairage naturel optimal en termes de confort et de dépenses énergétiques * Eclairage artificiel satisfaisant en appoint de l'éclairage naturel.	* réaliser une étude d'implantation et de dimensionnement des parois vitrées compatible avec l'exigence énergétique * respecter les exigences relatives à l'installation électrique
<u>Cible 11 :</u> Confort olfactif	*Réduction des sources d'odeurs désagréables * Ventilation permettant l'évacuation des odeurs désagréables.	/
Domaine D2 : Création d'un environnement INTERIEUR satisfaisant		
Famille F4 : SANTE		
Cibles	Sous-cibles	Exigences minimales
<u>Cible 12 :</u> Conditions sanitaires.	*Création de conditions d'hygiène satisfaisantes * Dispositions facilitant le nettoyage et l'évacuation des déchets d'activités * Dispositions facilitant les soins de santé * Dispositions en faveur des personnes à capacités physiques réduites.	* Choisir judicieusement l'emplacement et la forme des pièces techniques et les équiper correctement * Faciliter l'entretien et le nettoyage.

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

Cible 13 : Qualité de l'air	*Gestion des risques de pollution par les produits de construction. * Gestion des risques de pollution par les équipements. * Gestion des risques de pollution par l'entretien ou la maintenance. * Gestion des risques de pollution par le radon. * Gestion des risques de pollution par l'air neuf. * Ventilation pour garantir la qualité de l'air.	* choisir des générateurs à combustion dotés d'un système de sécurité normalisé * éviter les produits polluants utilisés dans la construction: formaldéhyde, solvants, pesticides... * analyser le risque d'émission de radon dans les régions sensibles et adapter la conception des bâtiments en conséquence * dimensionner correctement le renouvellement d'air et utiliser des systèmes de ventilation performants * vérifier l'absence d'amiante et de CFC « Chloro Fluoro Carbon » dans certains isolants plastiques alvéolaires, ainsi que dans les équipements produisant du froid, les aérosols et solvants.
Cible 14 : Qualité de l'eau	*Protection du réseau de distribution collective d'eau potable. * Maintien de la qualité de l'eau potable dans les bâtiments. * Amélioration éventuelle de la qualité de l'eau potable. * Traitement éventuel des eaux non potables utilisées. * Gestion des risques liés aux réseaux d'eaux non potables.	* Ne pas utiliser de canalisations en plomb (interdites par le DTU 60-1) * Maintenir une température de stockage de l'eau chaude à 60 °C et de distribution à 50 °C, pour minimiser les risques de légionellose.

2.2.8. Les niveaux de performance de la QEB :

Niveau « Très performant »			
Niveau « Performant »			
Niveau « Réglementaire ou de pratique courante »			
Niveau « Initial » (Pour mémoire, en réhabilitation)			
	04 cibles	03 cibles	Autres
	au moins	au moins	

Figure 07: Niveaux de performance de la QEB

(ADEME, 2006)

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.2.9. Les outils d'évaluation de la QEB :

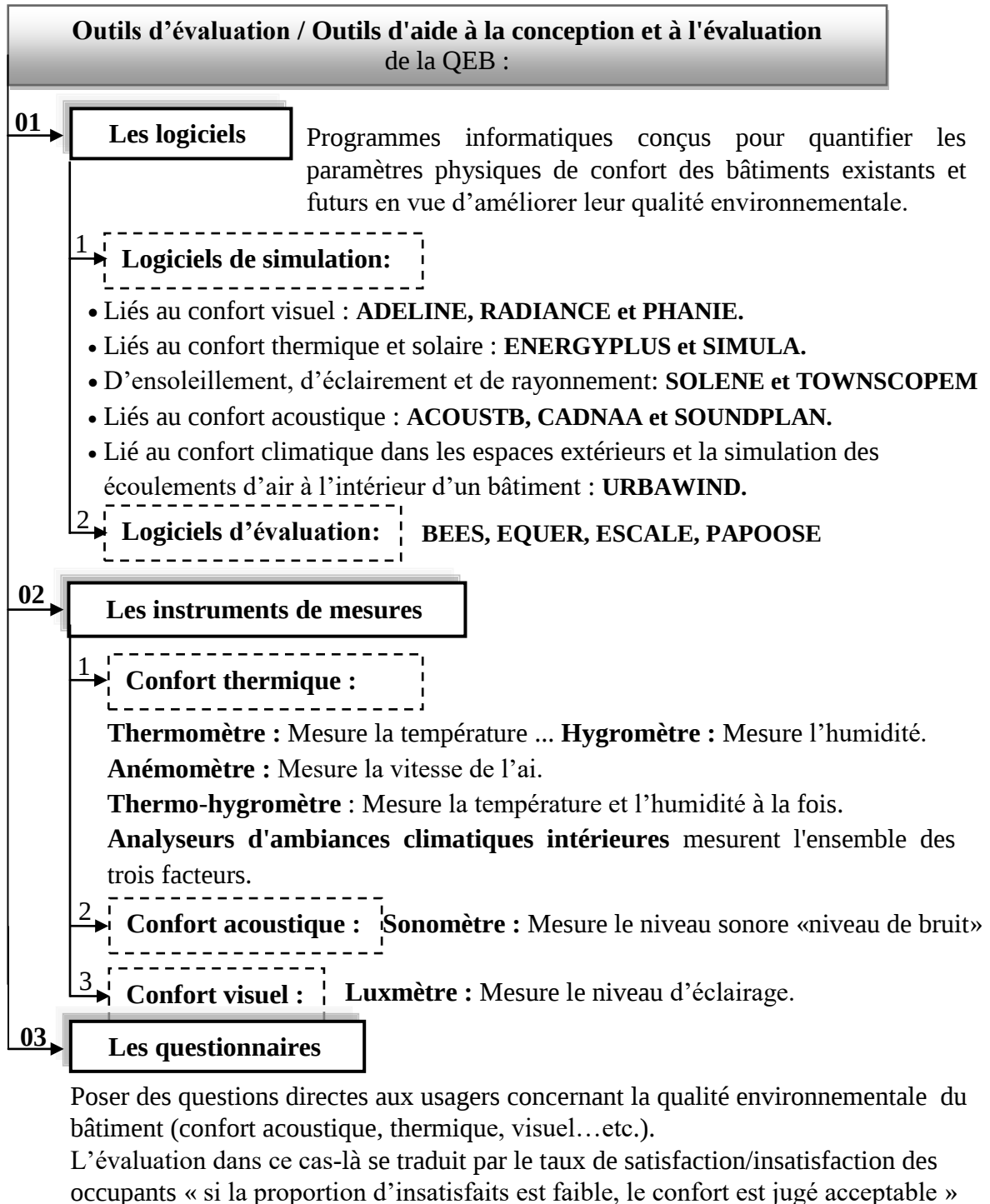


Figure 08 : Outils d'évaluation de la QEB

(Tebbouche. H, 2010)

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.2.10. Conclusion :

La démarche HQE met en évidence les choix environnementaux à faire, et propose une méthode de gestion des projets pour que ces choix raisonnés soient réalisés dans les meilleures conditions.

La démarche HQE participe activement à la diminution de consommation des ressources naturelle et de l'énergie mondiale dans une perspective de développement durable : c'est une démarche rentable sur le long terme autant dans le domaine social, économique qu'environnemental ; elle globalise l'acte de construire écologique.

La démarche HQE mobilise tous les professionnels. Cela exige toujours plus d'intelligence, de compétences et d'organisation, en plus des efforts de technicité et de recherche, cette mobilisation est source de progrès.

Les quatorze cibles balayent tous les domaines environnementaux, certaines se recoupent, certaines se traitent ensemble, et d'autres sont opposantes. Elles décrivent précisément les caractéristiques attendues et offrent ainsi un langage commun aux acteurs concernés.

2.3. Les établissements éducatifs :

2.3.1. Introduction :

“L'écologie est aussi et surtout un problème culturel. Le respect de l'environnement passe par un grand nombre de changements comportementaux.”

(Nicolas Hulot, Novembre/Décembre 1997)

Face aux changements vécus sur toute la planète, l'éducation environnementale joue un rôle très important dans la vie des êtres vivants. Dont le milieu éducatif est devenu sphère de transmission de la qualité de vie que chacun doit le fournir pour arriver à un objectif commun qui est la responsabilité envers la protection de notre terre. Et donc dans ce chapitre on va mettre l'accent sur la relation entre l'architecture écologique et les établissements éducatifs et leur mission nécessaire dans le transfert de la connaissance environnementale aux apprenants.

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.3.2. Justification de choix :

Avec l'apparition de nouvelles menaces pesant sur la santé publique, **la sensibilité du bâtiment à la qualité environnementale ainsi celle de l'environnement aux différents types de bâtiments se sont notablement renforcées.**

Le bâtiment a d'abord un impact visible sur l'environnement, en termes d'esthétique, de consommation d'espace et d'éventuelles nuisances. Mais de plus en plus, ses impacts s'élargissent à d'autres critères touchants directement les occupants: les confort d'usage (thermique, acoustique, olfactif, lumineux...), la gestion des différents types de déchets, **l'action sur le comportement des usagers**, etc.

Parlant de ce dernier, on doit attirer l'attention que **les individus qui sont la base essentielle de la société ont besoin d'être en développement tout le long de leur vie pour assurer un développement durable de la société toute entière. Et ce, ne peut s'assurer que par l'éducation.** Aristote consacre une place très large à l'élaboration d'un système éducatif dans sa description de la cité idéale. Pour lui, **l'éducation est indispensable pour l'actualisation complète de l'homme, sa finalité ou son développement sont identiques à la finalité ou le développement aussi de ce dernier.**

De ce fait, chaque société doit se faire son système d'éducation durable respectant son environnement en améliorant toujours sa qualité environnementale. Et ce, permet d'aboutir à un meilleur rendement des élèves, des étudiants et tout le personnel travaillant là dans en préservant leur santé, ce qui assure une meilleure existence et un bon développement de la société.

Le schéma suivant explique le pourcentage par catégorie des bâtiments appliquant la démarche HQE « Voir Figure 09 ». Il est bien clair que l'établissement scolaire est le bâtiment le plus touché par cette démarche vu son importance dans la société.

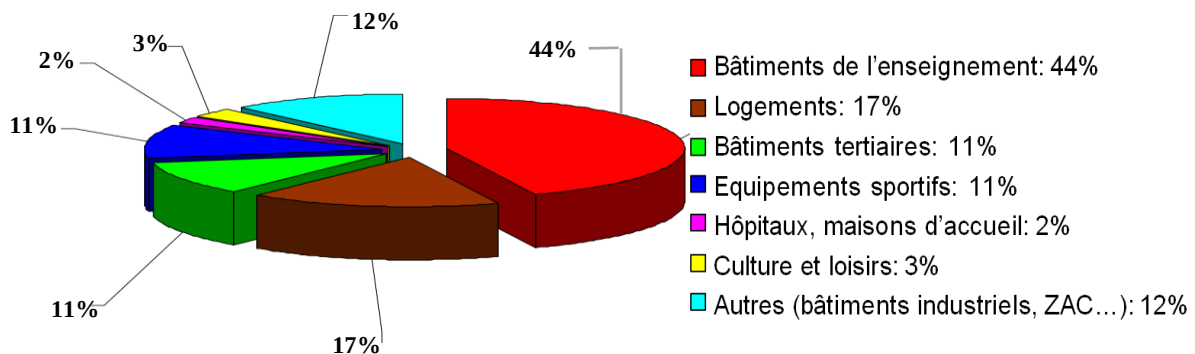


Figure 09 : Types de bâtiments appliquant la démarche HQE. (Boukabous. K, 2016)

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.3.3. Définitions des concepts :

2.3.3.1. L'école : C'est un établissement dans lequel est donné un enseignement collectif (général ou spécialisé).

2.3.3.2. L'éducation : La loi de la Nouvelle-Galles du Sud, en Australie, définit l'autorité éducative comme étant « **une personne ou un organe administrant un établissement scolaire ou universitaire ou tout autre établissement dans lequel des enseignements ou des formations sont dispensés** ».

2.3.3.3. L'éducation relative à l'environnement :

L'éducation relative à l'environnement (ERE) est une dimension intégrante du développement des personnes et des groupes sociaux, qui concerne leur relation avec l'environnement. Ce processus permanent a pour objectif global de développer chez la personne et le groupe social auquel elle se rattache, un savoir-être qui favorise l'optimisation de leur relation au milieu de vie, de même qu'un savoir et un vouloir-agir qui permette de s'engager dans des actions de nature à préserver, à restaurer ou à améliorer la qualité du patrimoine commun nécessaire à la vie et à la qualité de la vie. **(Sauvé. L, 1996)**

L'éducation relative à l'environnement (ERE) est conçue comme un processus permanent dans lequel les individus et la collectivité prennent conscience de leur environnement et acquièrent les connaissances, les valeurs, les compétences, l'expérience et aussi la volonté qui leur permettront d'agir, individuellement et collectivement, pour résoudre les problèmes actuels et futurs de l'environnement.

(UNESCO-PNUE, 1978)

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.3.4. L'histoire de l'éducation environnementale :

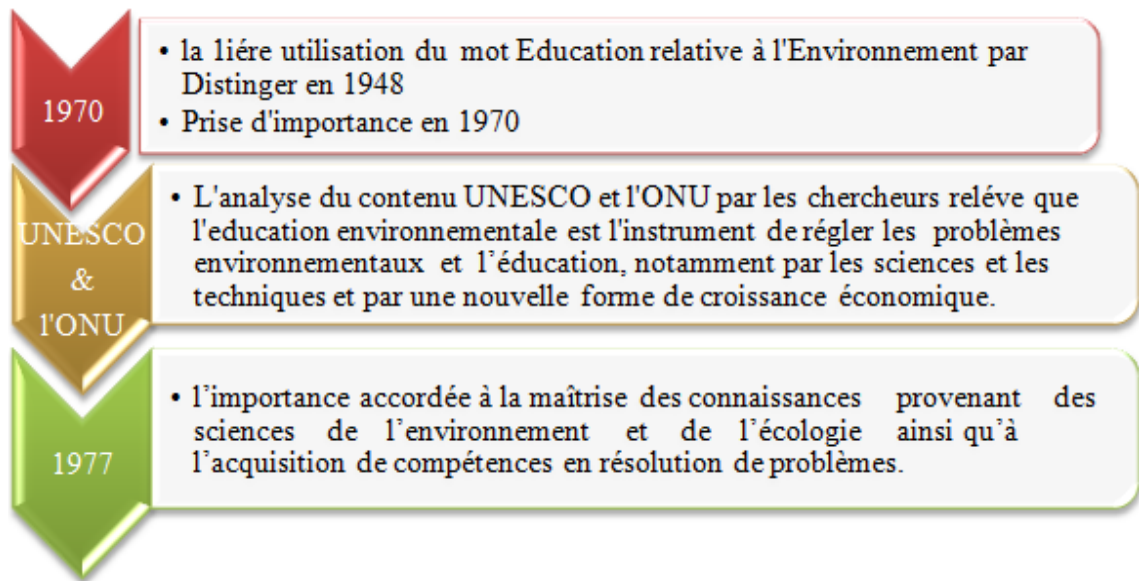


Figure 10 : L'histoire de l'éducation environnementale (Berryman. T, 2002)

2.3.5. Le rôle de l'éducation environnementale :

- ❖ La prise de conscience de son environnement et d'être un acteur actif.
- ❖ L'accompagnement pédagogique et de formation.
- ❖ Représentation positive qui rend l'apprenant responsable de son environnement.
- ❖ Construire l'idée d'un environnement commun et partagé.

(Source auteur)

2.3.6. L'évolution des établissements éducatifs :

• L'école religieuse au moyen âge :

Le monastère pour les chrétiens, la mosquée pour les musulmans, et le midrash pour les juifs. En Algérie : Les écoles coraniques, mission d'apprendre aux enfants à écrire le Coran sur des planchettes en bois, en utilisant une encre aisément.

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

- **L'école à Classe unique pendant la révolution industrielle :**

En Angleterre est parue l'école à classe unique destinée à l'éducation des enfants de la classe ouvrière. En Algérie, le début de la colonisation française 1830, à ce moment les écoles coraniques et les midrashim pour les juifs continuaient à enseigner de la même façon avec leurs programmes d'origine respectifs. **(Guedj, 2003)**

La loi Guizot ordonne la construction d'une école primaire publique dans chaque commune, et fournir à chaque instituteur primaire un local aménagé, tant pour lui servir de logement que pour recevoir ses élèves pendant la durée des leçons.

- **La maison d'école à la fin du 19^{ème} siècle-début 20^{ème} :**

Etait animée par l'inspiration du modèle intérieur prussien; salles de classe cellulaires accueillant 40 à 60 élèves, elles sont parfois séparées par un rideau, manière de permettre une flexibilité de l'espace. Ces classes s'organisent autour d'un grand hall multifonctionnel utilisé pour les leçons de musique, et le rassemblement.

- **L'école moderne durant l'entre-deux-guerres :**

Il soutient la coopération, l'esprit critique et d'exploration chez l'enfant pour un développement global de sa personne, il prône pour la même occasion une éducation pluridisciplinaire et attache une importance égale aux différents domaines : artistiques, physiques, intellectuels et également manuels sociaux. **(Source auteur)**

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.3.7. Les types des établissements éducatifs :

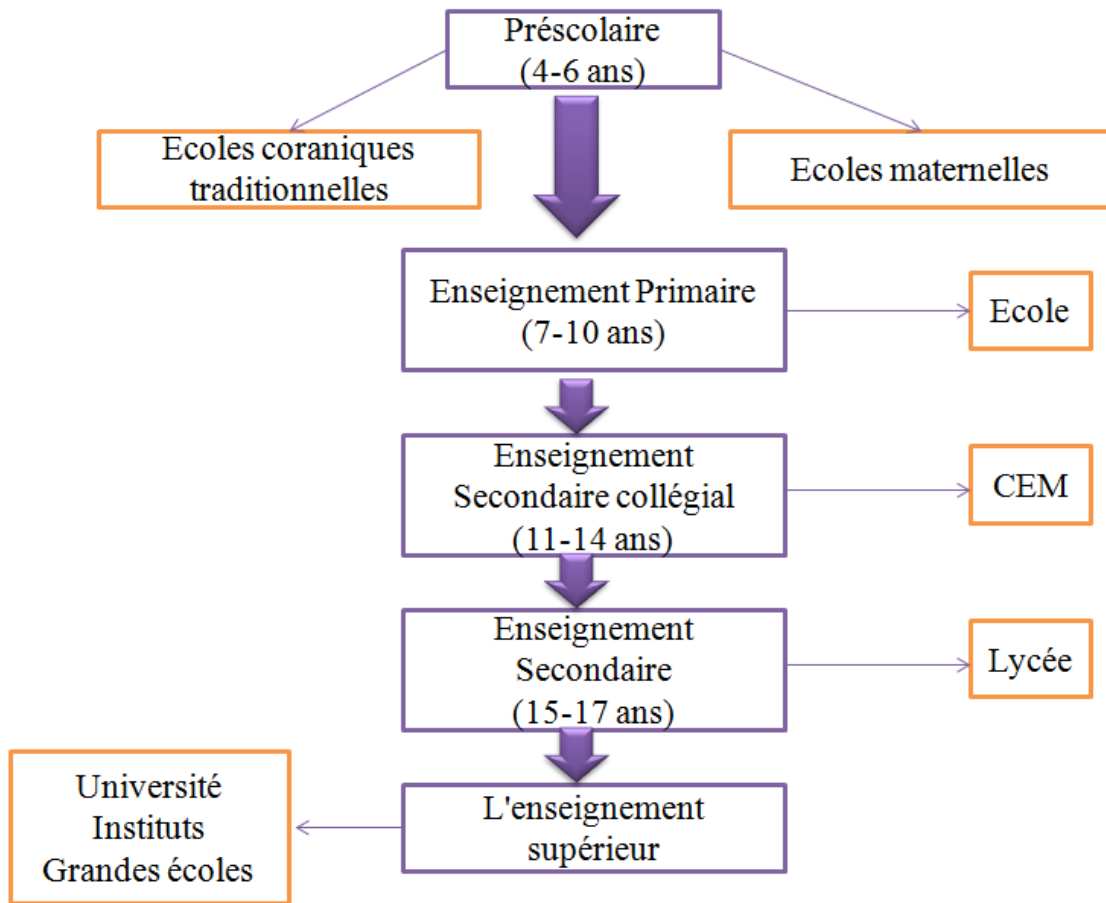


Figure 11 : Types des établissements éducatifs. (Source auteur)

2.3.8. L'architecture des établissements éducatifs :

Pour chercher à comprendre les rapports entre l'école et le bien-être, la grille de lecture sur la base des critères relevés comme étant significatifs sur la performance et le bien-être des élèves. Ces critères sont, dans l'étude « Clever Classrooms » :

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

Tableau 03 : L'architecture des établissements éducatifs

« Grille d'observables de Barrett et al. (2015) »

(Barthelemy.S, Jeannin.L , 2019)

Naturel	Lumière	Son (secondaire)
	Qualité de l'air intérieur	Liens à la nature (secondaire)
	Température	
Individualisation	Flexibilité	Appropriation
	Connexions (secondaire)	
Stimulation	Complexité	Couleur

Tableau 04 : L'architecture des établissements éducatifs « Critères et dimensions »

(Barthelemy.S, Jeannin.L , 2019)

Critères	Conditions
Naturelle	Fenêtre visible sur l'image
Artificielle	Éclairage visible sur les murs, positionné au plafond
1 à 3	Entre une et trois teintes visibles sur l'image, le blanc et le noir ne constituant pas une couleur
+ de 3	Plus de trois teintes dominantes visibles sur l'image (sauf blanc et noir)
Chaude	Couleurs tirant vers le jaune, orange, rouge, et matières comme le bois.
Froide	Couleurs tirant sur le bleu et le vert.
Classique	Organisation en rangs, tables et chaises en tubes métalliques
Ilots	Tables et chaises organisées en ilots de 4 ou plus
Mobiles	Chaises, tables ou autre élément de mobilier monté sur roulettes

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

Détente	Organisation basée sur des poufs, des canapés, des fauteuils, ou d'autres mobiliers d'aspect confortable
Espaces de pause	Petits espaces avec des livres, des bancs, des fauteuils, où les élèves ont l'air d'être en autonomie
Couloirs plus larges	Possibilité de passer à plus de deux, avec des manteaux ou d'autres installations + pas de couloirs du tout
Grands murs pour accrochage	Surface laissée à l'accrochage supérieure à 50 % du mur
Espace large	Espace supérieur à l'espace de classe standard (environ 50m ²)
Espace complexe	Espace composé de formes de différentes tailles, alcôves, murs, arrondis, etc. + Plafonds plus ou moins hauts en fonction des espaces.
Vue	Fenêtre à travers laquelle un arbre ou des plantes sont visibles (vert)
Accès à la nature (physique)	Une porte est visible, donnant sur l'extérieur, ou présence d'arbres dans la cour
Plantes	Plantes visibles dans la classe, à l'intérieur des espaces

2.3.9. Conclusion :

Le bâtiment scolaire est le lieu de vie quotidien de milliers d'élèves, d'étudiants et de leurs professeurs. Il a toujours assumé une fonction politique, sociale et pédagogique.

Aujourd'hui, il faut penser à la conception ou à l'amélioration « réhabilitation, rénovation, reconstruction » d'un établissement scolaire qui s'éloigne peu à peu de son modèle initial, c'est-à-dire celui de la caserne ou celui du couvent en assurant une bonne adaptation à son environnement.

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.4. La réhabilitation :

2.4.1. Introduction :

A cause des différents facteurs, le bâtiment se dégrade et perd son confort par le temps ce qui nous oblige de faire des opérations d'interventions importantes pour qu'on lui redonne son image initiale et valoriser cette richesse en assurant sa durabilité et parmi ces opérations on cite la réhabilitation qui fait partie de notre sujet d'étude.

2.4.2. Définitions :

- ❖ Réhabiliter : Remettre en état un immeuble délabré et y apporter le confort ou réaménager un vieux quartier.
- ❖ Réhabilitation : Ensemble des opérations faites sur un ancien bâtiment, en gardant l'aspect extérieur et en y améliorant le confort intérieur. Elle est effectuée en vue de le rendre apte à un usage donné.

(Petit Larousse illustré, 1984).

2.4.3. Les niveaux de la réhabilitation :

2.4.3.1. Réhabilitation légère : Consiste à l'installation d'un équipement **sanitaire complet**, elle comporte ni de l'installation du chauffage centrale ni des travaux de la partie commune.

2.4.3.2. Réhabilitation moyenne : S'accompagne de travaux plus complets sur les parties privatives de l'immeuble, **elle concerne l'intérieur du logement sans modifier la distribution des pièces et le cloisonnement**, par exemple :

- ✓ La réfection de l'électricité et des peintures.
- ✓ L'ajout du chauffage central ou électrique
qui implique l'amélioration de l'isolation (Le changement des croisées).
- ✓ Les travaux légers sur les parties communes de l'immeuble :
peinture des cages d'escalier et ravalement de la façade, sans reprise de toiture.

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.4.3.3. Réhabilitation lourde : Elle comprend les travaux précédemment décrits. De plus une redistribution des pièces dans le logement ou une redistribution des logements par étage, pourront être effectuées. L'intervention est surtout beaucoup plus complète sur les parties communes de l'immeuble. Non seulement le ravalement des façades, mais aussi la réfection des toitures seront entrepris. Les travaux toucheront le gros œuvre, avec des reprises de maçonnerie et de charpente, de planchers quelquefois.

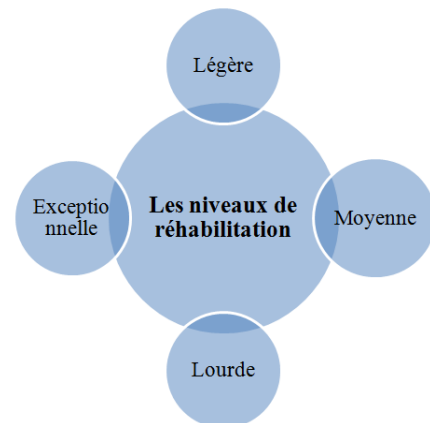


Figure 12 :

Niveaux de réhabilitation
(Bulletin d'étude statistique sur la construction et l'équipement, 1978)

2.4.3.4. Réhabilitation exceptionnelle : Cette catégorie doit être distinguée de la précédente. Dans les cas courants de restauration lourde, l'intervention touche le gros œuvre, mais sans porter atteinte à son équilibre existant. Au contraire, dans certains cas, la réhabilitation peut aller jusqu'à reprendre la structure porteuse de l'immeuble, lorsque sa solidité est atteinte en profondeur.

(Bulletin d'étude statistique sur la construction et l'équipement, 1978)

2.4.4. Les objectifs de la réhabilitation :

- ❖ L'augmentation de la valeur esthétique du bâtiment.
- ❖ La facilité de control du bâtiment.
- ❖ La création d'une relation entre la société et le bâtiment réhabilité et leur sensibilisation sur la valeur de cette richesse.
- ❖ L'utilisation et l'exploitation du bâtiment.
- ❖ Assurer la durabilité du bâtiment.
- ❖ L'amélioration de la qualité économique, culturelle et touristique.
- ❖ La revalorisation du patrimoine architectural.

(Casanova. X, 2007)

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.4.5 Les différentes étapes de la réhabilitation :

Avant de commencer directement l'opération il faut d'abord passer par plusieurs étapes pour bien assimiler la configuration correcte du bâtiment à réhabiliter.

(Casanova. X, 2007)



Figure 13 : Les étapes de la réhabilitation
(Casanova. X, 2007)

On détaille ces étapes comme suite :

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

I. La connaissance (bâtiment et usagers) :

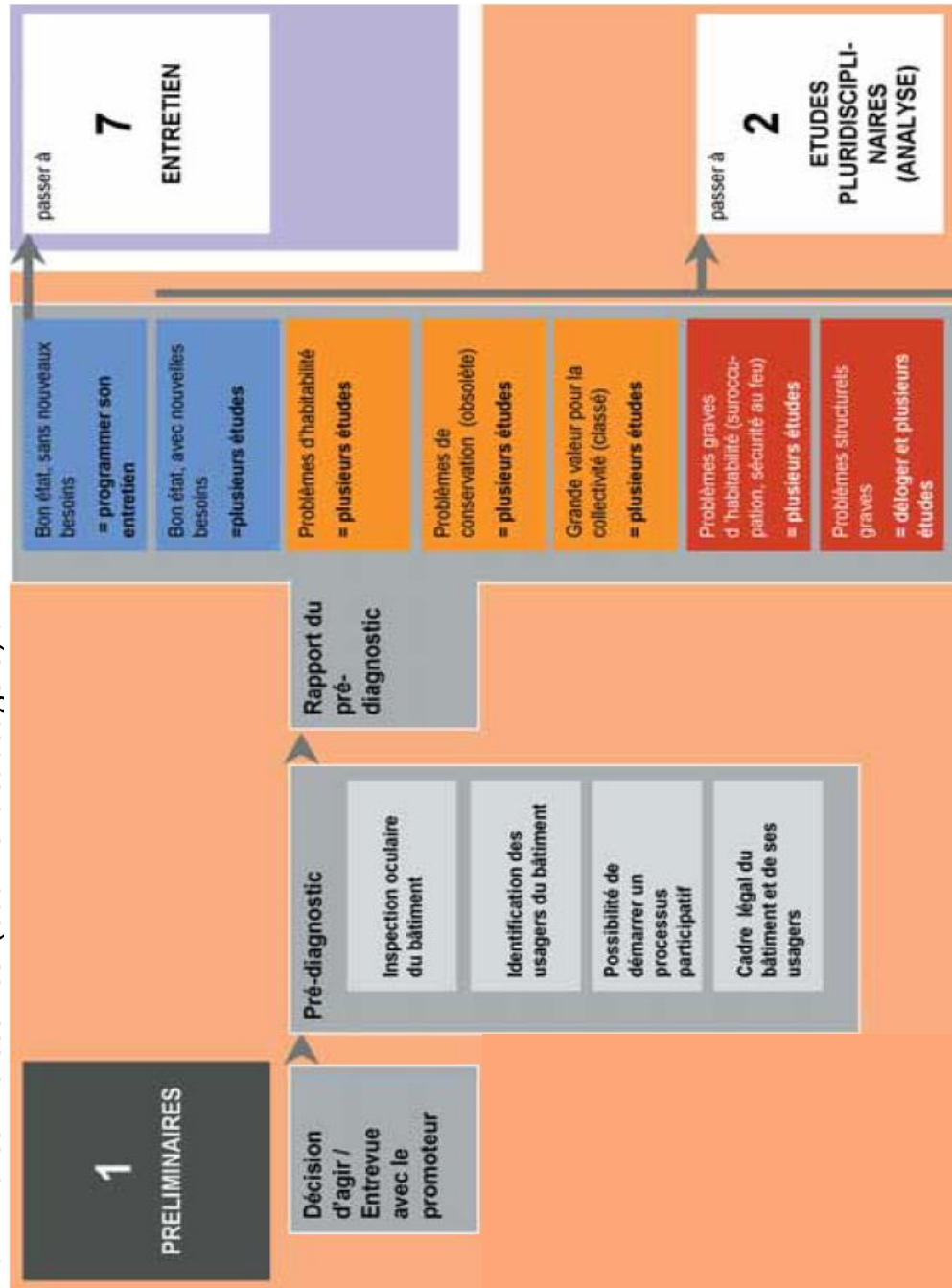


Figure 14 : 1^{re} étape de réhabilitation « Préliminaires »

(Casanova. X, 2007)

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

I. La connaissance (bâtiment et usagers) :

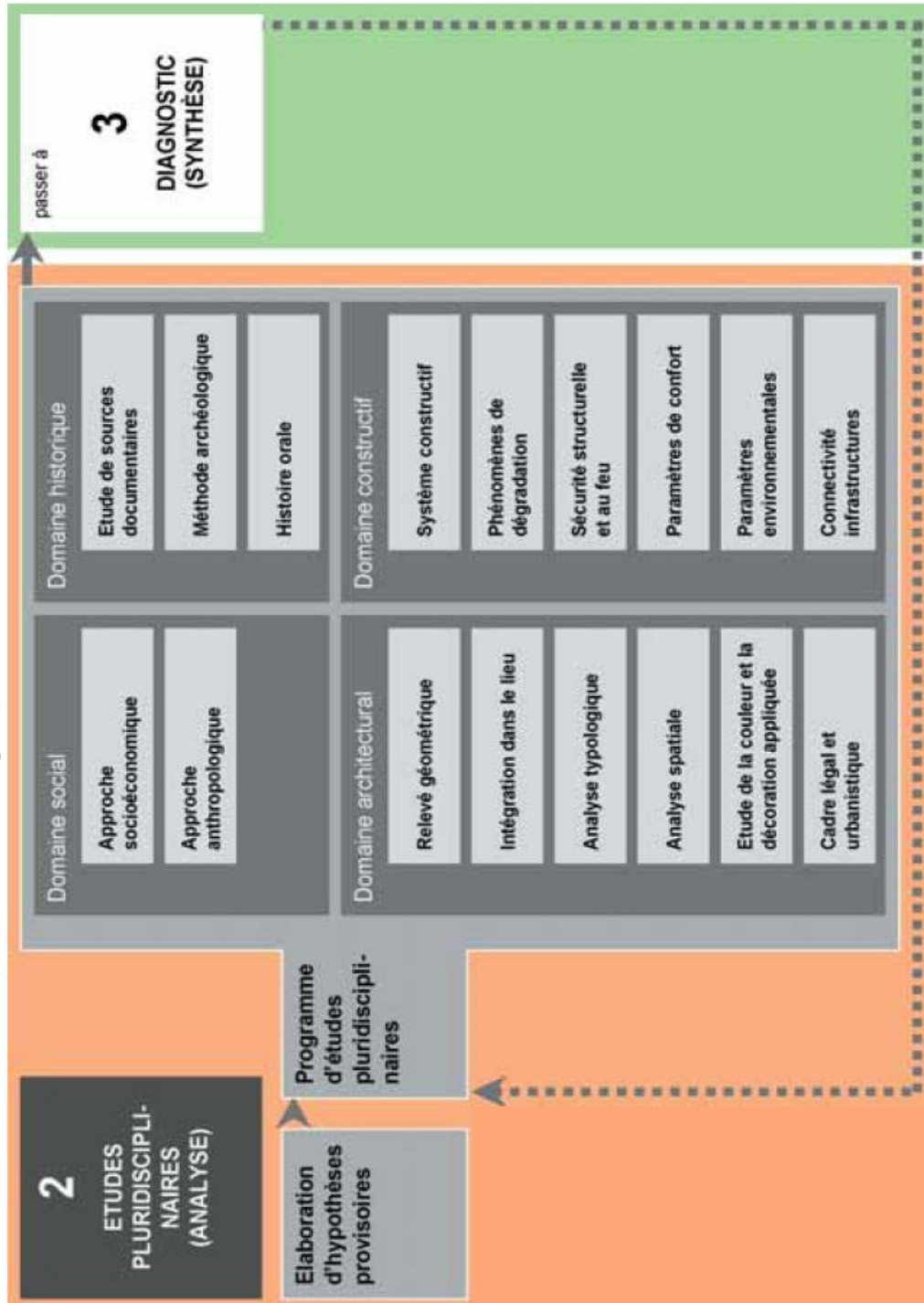


Figure 15: 2^{ème} étape de réhabilitation « Etudes pluridisciplinaires « Analyse » »

(Casanova. X, 2007)

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

II. La réflexion et le projet :

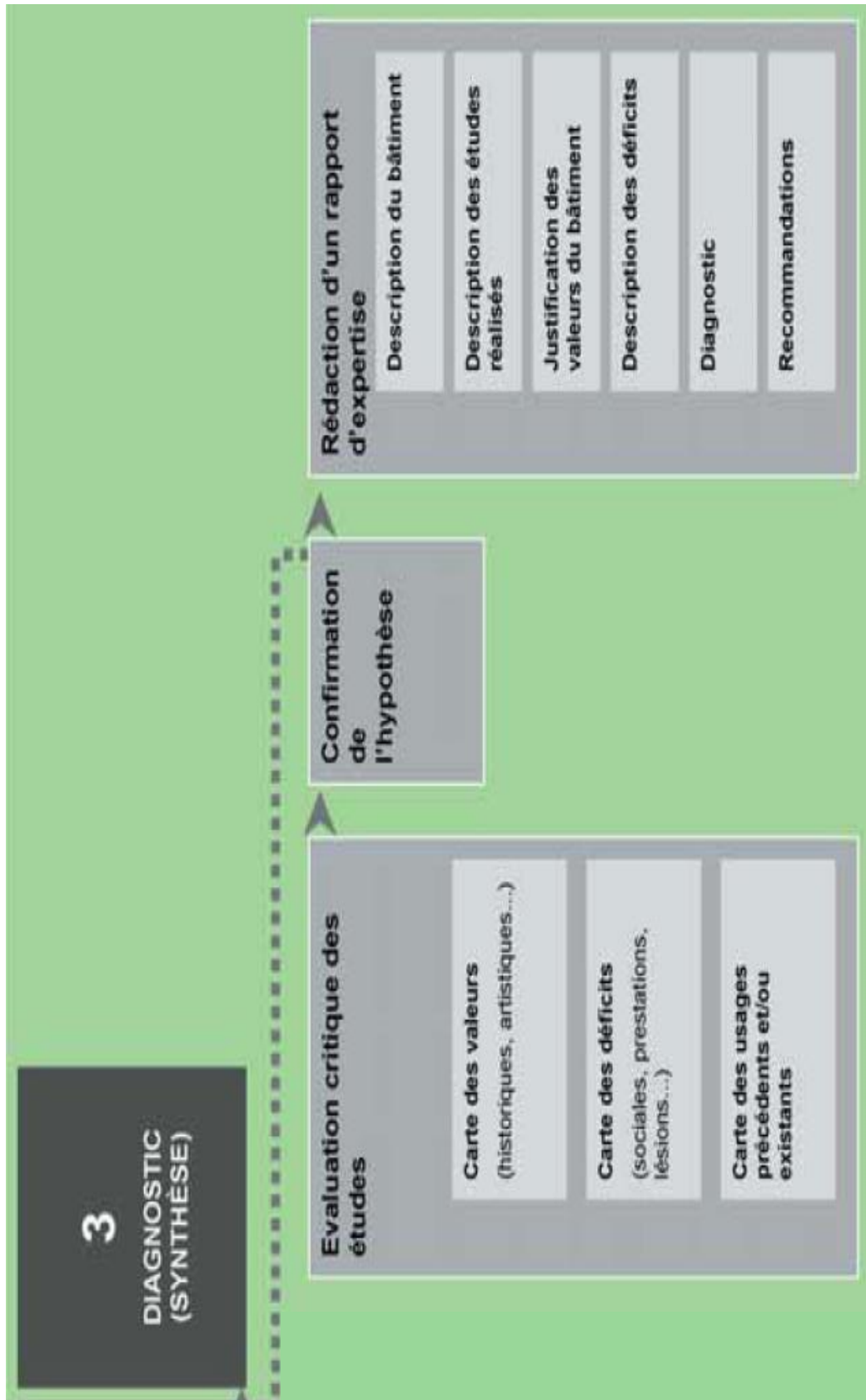


Figure 16. : 3^{ème} étape de réhabilitation « Diagnostic « synthèse » »

(Casanova. X, 2007)

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

II. La réflexion et le projet :

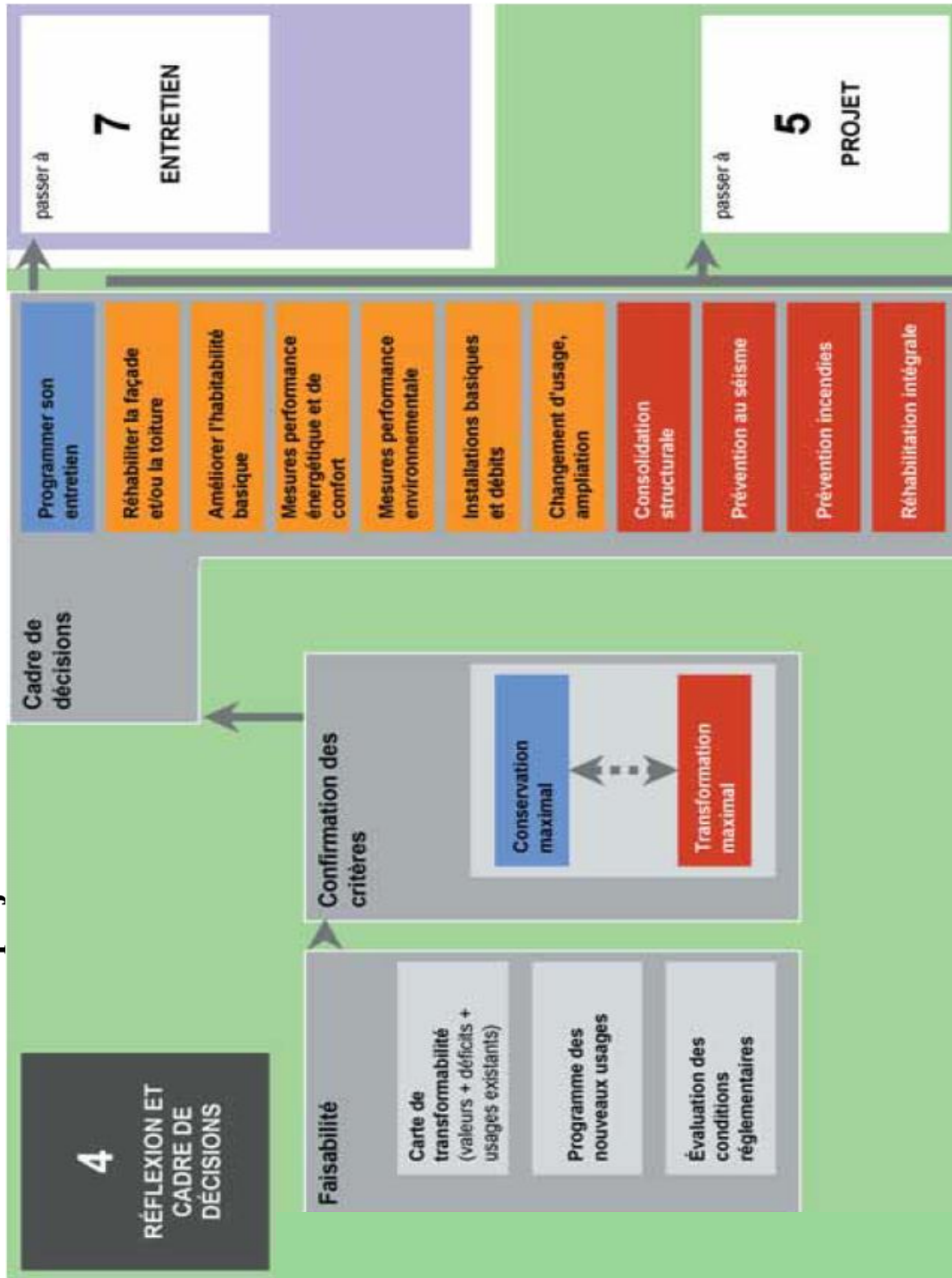


Figure 17 : 4^{ème} étape de réhabilitation « Réflexion et cadre de décisions » (Casanova. X, 2007)

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

II. La réflexion et le projet :

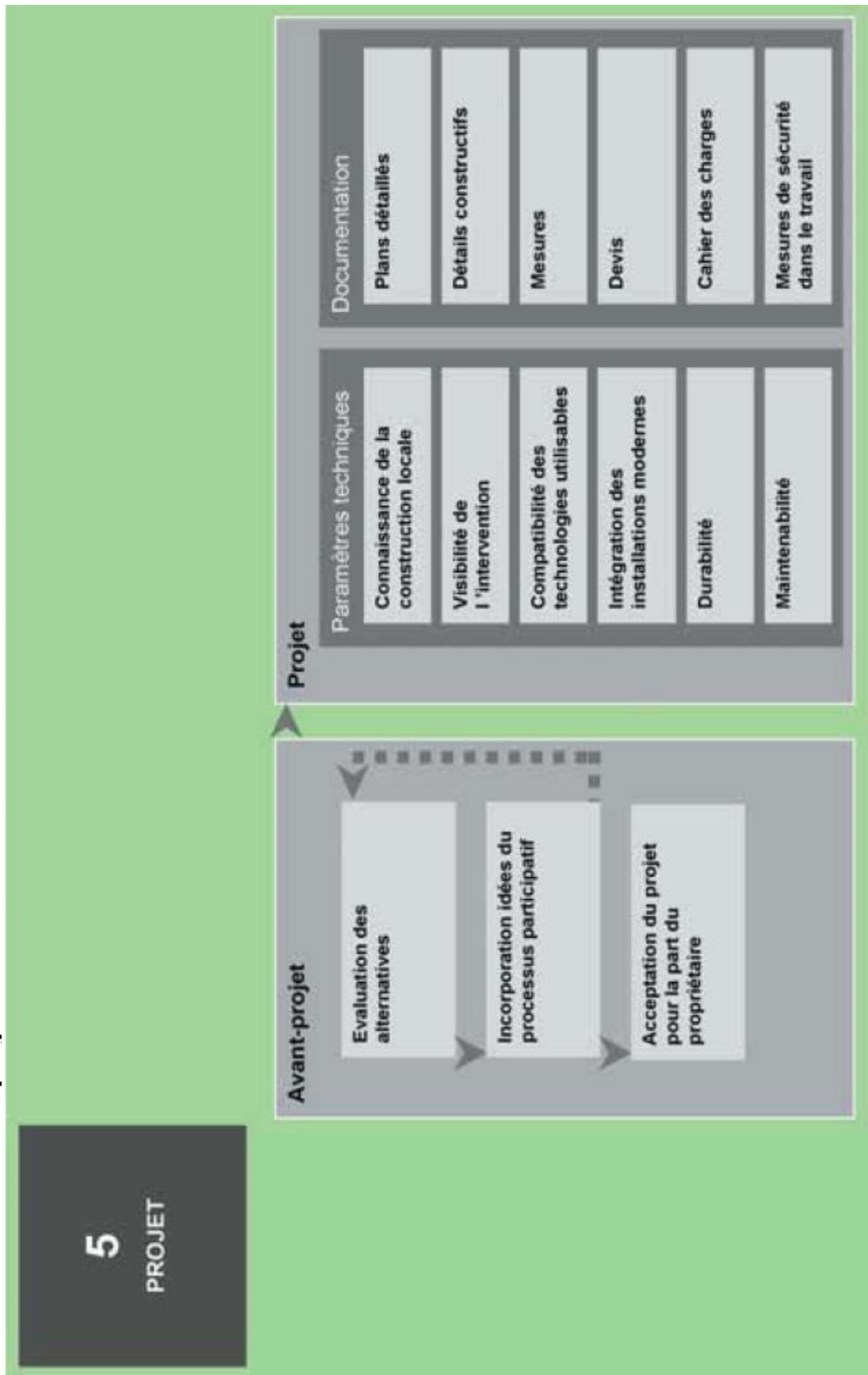


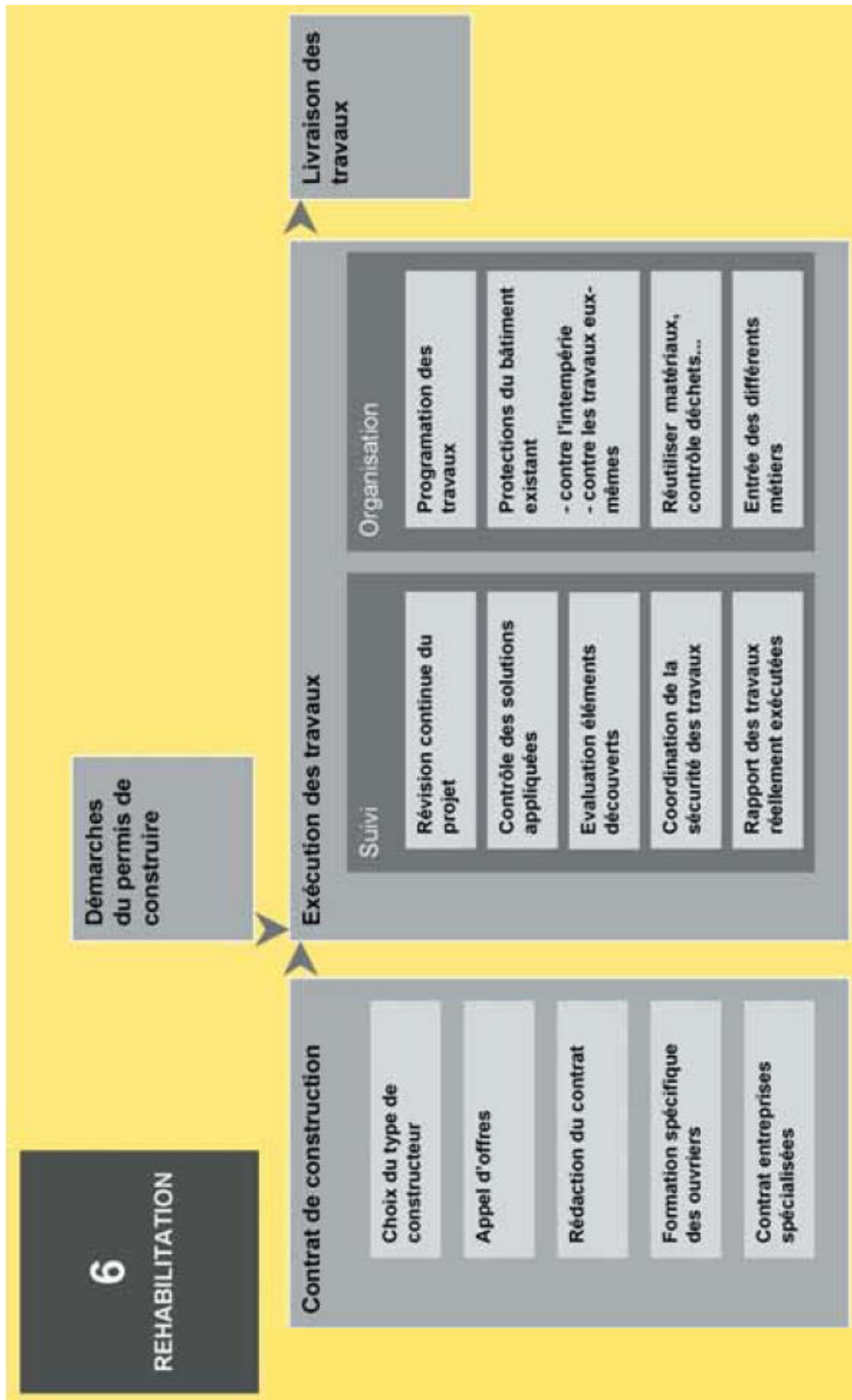
Figure 18 : 5^{ème} étape de réhabilitation « Projet »

(Casanova. X, 2007)

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

III. Les travaux :



(Casanova. X, 2007)

Figure 19 : 6^{ème} étape de réhabilitation « Réhabilitation »

Chapitre 02 : Etat de l'art

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

IV. La vie utile

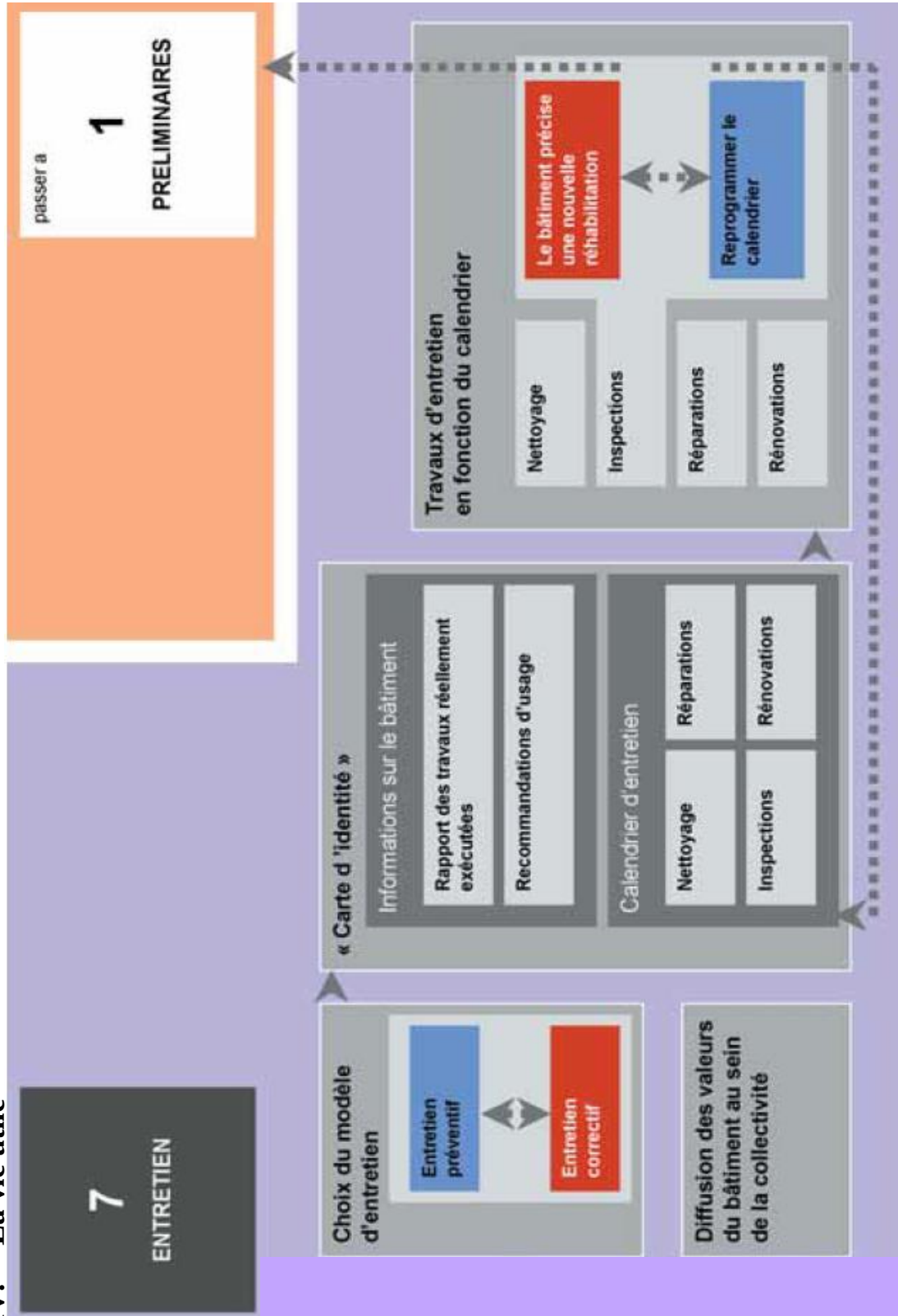


Figure 20 : 7^{ème} étape de réhabilitation « Entretien »

(Casanova. X, 2007)

Chapitre 02 : Etat de l'art

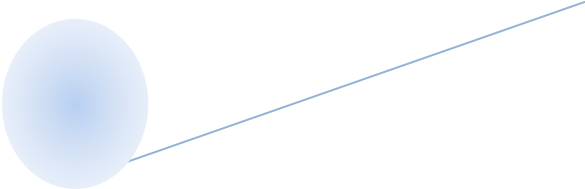
Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

2.4.6. Conclusion :

Dans la pratique courante, pour une opération de réhabilitation ou même autres, c'est le promoteur qui décide de faire des améliorations ou des modifications dans le bâtiment et entreprend immédiatement les travaux de réhabilitation.

Dans certains cas, il demande conseil à un architecte ou un ingénieur mais la réhabilitation qui est réalisée est le reflet des besoins du moment. On peut argumenter qu'il en a toujours été ainsi, qu'il s'agit là d'une « architecture sans architectes ». On pourrait schématiser que, dans la pratique courante, le processus ne présente que deux moments, la décision d'agir et les travaux.

Mais par contre là, nous avons expliqué tout un processus « créé par l'association **RehabiMed** sous la direction de leur directeur **CASANOVA. Xavier** » à appliquer dans le prochain chapitre pour une bonne maîtrise économique et stricte qui contribue à l'optimisation du temps et des ressources ainsi qu'à l'obtention de meilleurs résultats finaux en respectant tout le contexte environnemental.



Chapitre 03

Cas d'étude

3.1. Introduction :

Après avoir décortiqué, montré, défini et expliqué les différentes actions et composantes de notre thématique « Voir les sous chapitres du chapitre 02 (Etat de l'art) », on passe maintenant à notre propre intervention sur le projet choisit ENSA « Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie » en créant notre propre démarche à suivre qui rassemble la réhabilitation d'une part et la HQE d'une autre part commençant par une présentation et une analyse globales du projet suffisantes pour atteindre notre objectif déjà mentionné « Voir chapitre introductif ».

« Toute intervention sur un site doit s'appuyer sur une analyse minutieuse de ses caractéristiques afin d'en comprendre l'esprit et restituer cet esprit à travers le projet d'architecture ou d'urbanisme. »
(Aloui coscia. M)

3.2. Motivation du choix du projet :

- ✓ L'importance du pourcentage des anciennes constructions dans le tissu urbain et leur besoin d'une éventuelle intervention.
- ✓ La valeur historique patrimoniale de l'institut « 19^{ème} siècle sous la direction de M. Peyerimhof », sachant que le patrimoine architectural a une grande importance dans l'identification de la civilisation d'un peuple, comme il est nécessaire de le sauvegarder puisqu'il est l'avenir de notre passé transmet d'une génération à une autre.
- ✓ La classification académique, l'école est classée parmi les 200 premiers institues sur l'échelle académique mondiale.
- ✓ La seule université algérienne qui instruit des ingénieurs en agronomie depuis 1968.

3.3. Présentation et analyse du cas d'étude avec son environnement :

3.3.1. Situation géographique :

Notre projet se trouve dans :

La ville d'Alger : qui se situe au Nord de l'Algérie, avec une position stratégique, délimitée au Nord par la mer méditerranée, au Sud par la wilaya de Blida, à l'Est par la wilaya de Boumerdes, et à l'Ouest par la wilaya de Tipaza.

Commune d'El Harrach :

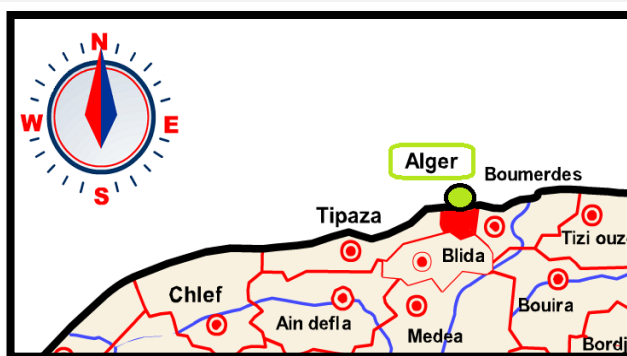


Figure 21 : Situation de la ville d'Alger

- Elle se situe au cœur de la baie d'Alger, environ 12 km à l'est d'Alger centre, elle fait partie en même temps du Mitidja et du Sahel algérois.
- Le centre de la ville d'El-Harrach se trouve à environ 2 km en amont de l'embouchure de l'Oued d'El Harrach.

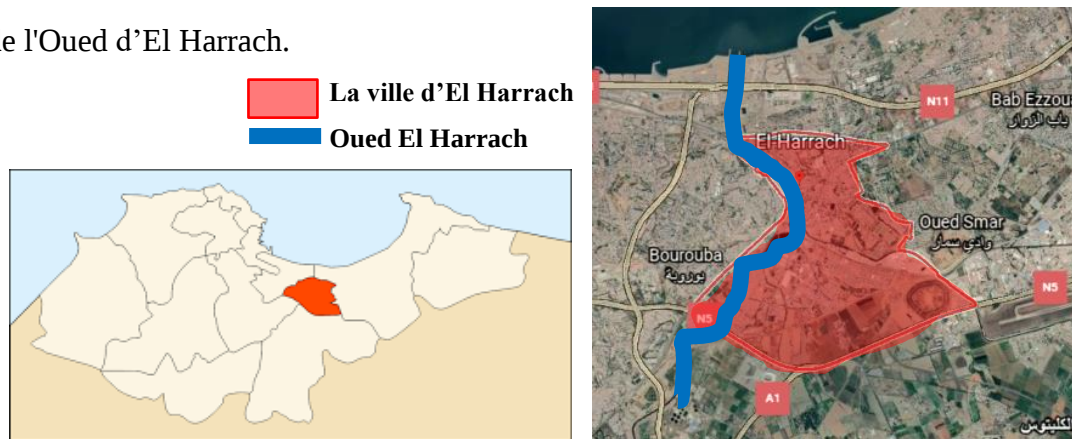


Figure 22:

Situation de la commune d'el Harrach

3.3.2. Présentation de la ville :

Alger est une ville qui a une vocation importante dans toutes les domaines, vue sa situation géographique et à travers son comportement historique vécu durant des différentes périodes, ce qui fait la nécessité de renforcer ses équipements en gardant sa touche authentique.

Elle occupe une surface de 1 190 km², avec une densité de 6 308 hab. /km².

3.3.3. les caractéristiques de la ville :

Dans cette partie, nous avons défini les données nécessaires concernant notre zone d'étude du point de vue géographique et climatologie. Ces données vont nous servir de base pour l'étude de notre projet.

3.3.3.1. Les caractéristiques physiques et géographiques :

La topographie de la côte algéroise est caractérisée par la succession à partir du rivage actuel et jusqu'à une altitude de plus de 300 m, d'une série de gradins disposés les uns au-dessus des autres comme les marches d'un escalier: 36°45'08" Nord.

3.3.3.2. Les caractéristiques climatiques :

- Elle bénéficie d'un climat tempéré chaud.
- **Les pluies** sont bien plus importantes en hiver qu'elles le sont en été.
- **La température moyenne annuelle** est de 18.2 °C.
- **Les précipitations annuelles moyennes** sont de 615 mm.

- **L'ensoleillement quotidien** le plus élevé est au mois de Juillet avec une moyenne de 12.42 heures d'ensoleillement. Au total, il y a 385.17 heures d'ensoleillement en Juillet. L'ensoleillement quotidien le plus bas est au mois de Janvier avec une moyenne de 7.01 heures d'ensoleillement par jour. Au total, il y a 217.37 heures d'ensoleillement en Janvier. Environ 3501.36 heures d'ensoleillement sont comptées à Alger tout au long de l'année. Il y a en moyenne 114.99 heures d'ensoleillement par mois.
- **L'humidité** : Le mois le plus chaud de l'année est celui d'Aout avec une température moyenne de 26.7 °C. Le mois le plus froid de l'année est celui de Janvier avec une température moyenne de 11.0, La différence de précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 93 mm. Une variation de 15.7 °C est enregistrée sur l'année
- **Pluviométrie** : avec précipitations moyenne de 64 mm répartie en général en deux saisons (printemps et hivers), la majorité sous forme de pluie et rarement en neige.
- **Les vents locaux** sont prédominants à l'ouest et au nord-ouest.

Tableau 05 : Données climatiques annuelles d'Alger.*

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	11	11.2	13.4	15.7	18.9	23.2	26.4	26.7	23.7	20.5	15.1	12.2
Température Minimale moyenne (°C)	7.5	7.3	9.1	11.1	13.9	17.5	20.6	21.5	19.2	16.2	11.7	8.8
Température maximale (°C)	15.2	15.5	18.1	20.4	23.7	28.5	31.9	32.3	28.8	25.6	19.3	16.2
Précipitations (mm)	87	71	65	62	47	7	1	8	29	61	94	83
Humidité(%)	76%	74%	73%	72%	71%	62%	58%	60%	66%	68%	73%	75%
Jours de pluie (j/ée)	9	8	6	6	4	1	0	1	4	5	9	8

Tableau 06 : Vitesse du vent durant l'année sur Alger.**

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moyenne
Vitesse du vent (m/s)	2.9	3.2	3.1	3.7	2.8	3.5	3.2	3.3	3.3	3	2.9	3	3.16

* <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/alger/alger-centre-59540/>.

** ANRH Blida.

3.3.4. Présentation et étude du projet :

3.3.4.1. Présentation du projet :

L'École Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA » anciennement connue sous le nom d'Institut National des Sciences Agronomiques « INSA » et précédemment connue sous le nom de l'Institut National Agronomique « I.N.A ». C'est un établissement public algérien d'enseignement supérieur placé sous la tutelle du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, fondé en 1905 A.J.

Elle est la seule école qui forme des ingénieurs agronomes en Algérie Depuis 1962, comme elle assure la formation d'environ 5000 ingénieurs agronomes dont certains ont exercé de hautes fonctions au niveau national et international (FAO, ICARDA, UNESCO, ... etc.).

Tableau 07 : Fiche technique du projet

(Source : Auteur)

<i>Fiche technique du projet</i>	
Nom du projet	L'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie «ENSA»
Situation	El Harrach, Alger (36'Nord, 3.12' Est)
Surface totale	24354 m ²
Date de réalisation	1905
Système constructif	Murs porteurs en maçonnerie de pierre taillée
Nombre des étudiants	1 080



Figure 23: Photo réelle ENSA

(Source : Google Map)

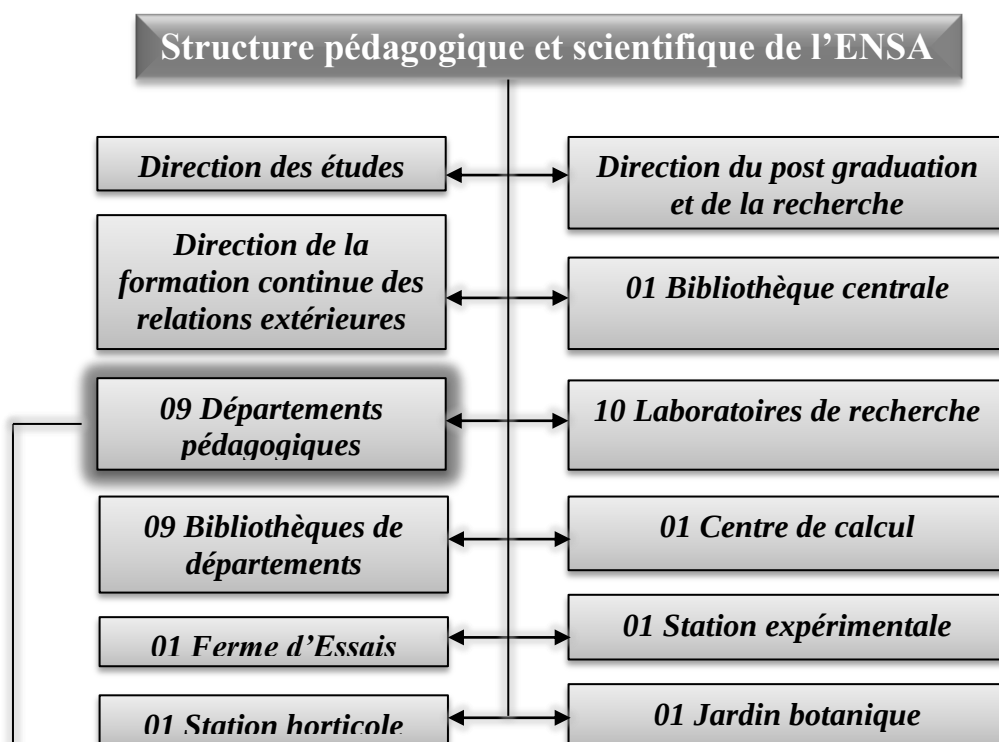


Figure 24: Structure pédagogique et scientifique de l'ENSA
(Source : Auteur)

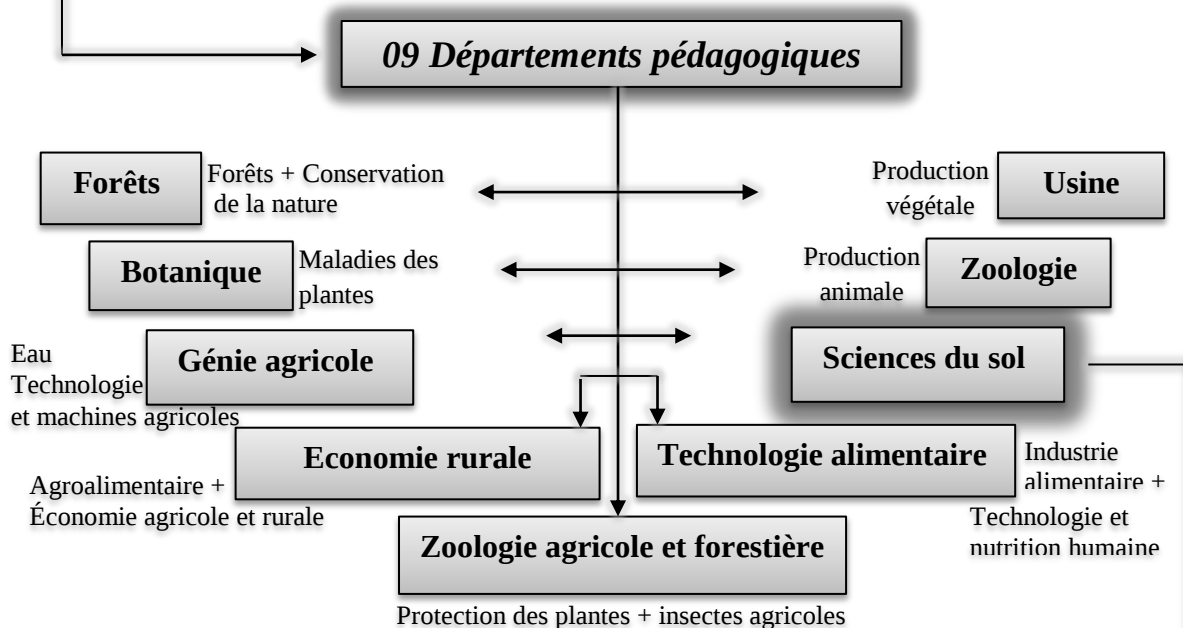
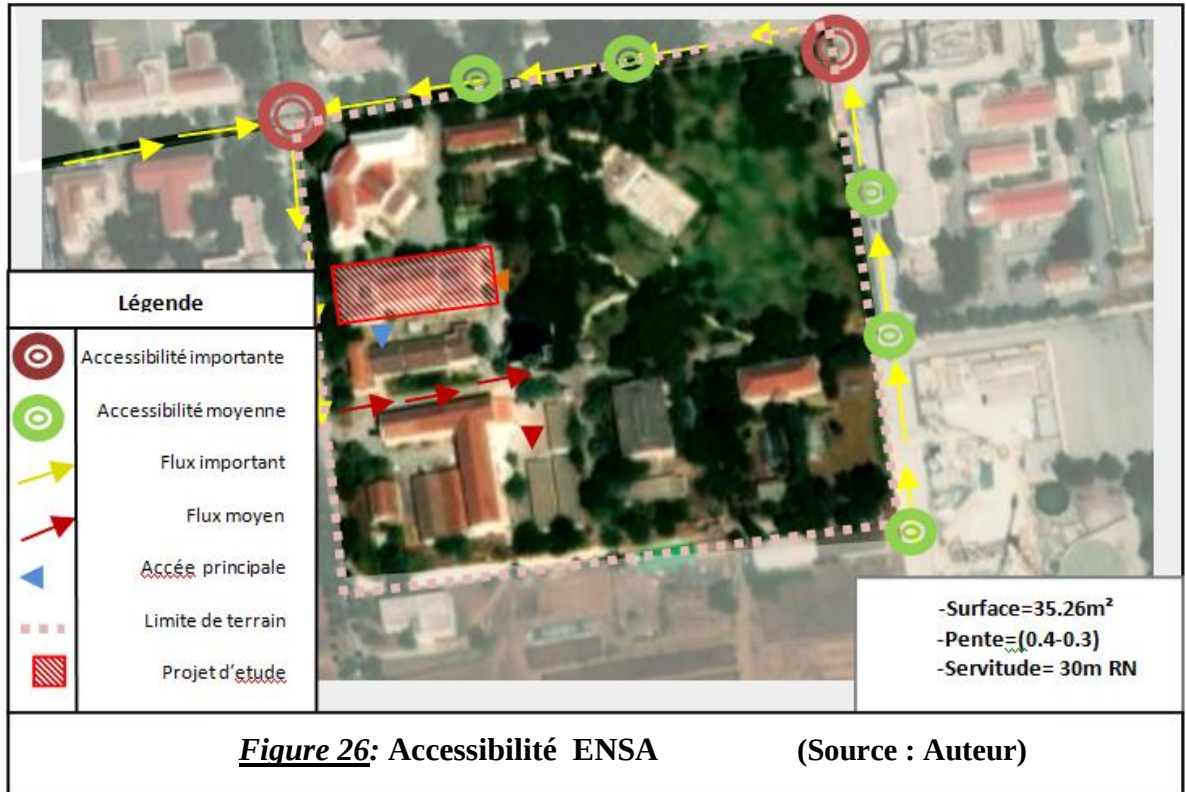


Figure 25: Départements pédagogiques ENSA
(Source : Auteur)

Bloc d'intervention de notre étude

3.3.4.2. Accessibilité : Le projet est facilement accessible :

- ✓ A l'Est, par la route nationale n°05, le chemin de Wilaya n°24 et la voie de desserte de la cité des rosiers et la cité Belfort « Cette dernière prend naissance à partir du chemin de Wilaya n°24 » à l'Est
- ✓ A l'Ouest, par la voie principale de la cité el Mohammedia qui part de l'échangeur avec la pénétrante Ouest située dans la partie extrême du site objet de l'étude.



3.3.4.3. Environnement immédiat :

L'ENSA est située à Cinq Maisons (El Harrach, Alger), au pôle universitaire à côté de l'École Nationale Polytechnique (E.N.P), l'École Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme (E.P.A.U) et l'École Nationale Supérieure Vétérinaire (E.N.S.V)

3.3.4.4. Etude climatique :

Cette carte nous aide à connaître la position du terrain par rapport aux conditions climatiques.

Le matin le soleil s'oriente de l'est vers l'ouest au soir, passant par le sud à midi. On peut déduire de cette carte que notre zone d'étude est bien disposée par rapport aux conditions climatiques. En revanche, on peut considérer la partie nord de la zone d'étude comme une

zone défavorable vue la position par rapport à la colline face aux vents dominants d'hiver, et interdiction de la pénétration du soleil du côté sud.

Les vents prédominants sont à l'ouest et au nord-ouest.

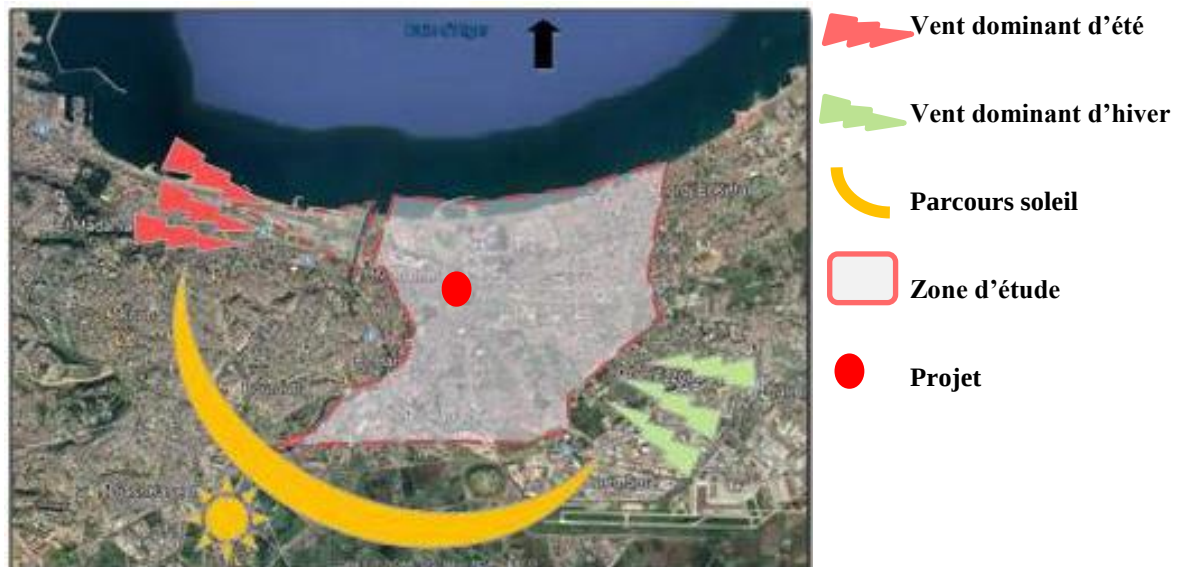


Figure 27: Etude climatique de la zone du projet (Source : Auteur)

3.3.4.5. Historique architectural :

Les différentes étapes traversées par l'école Nationale Supérieure Agronomique (ENSA) ne sont pas le fait du hasard. Bien au contraire, ces étapes côtoient les grands bouleversements qu'a subit l'agriculture algérienne.

Nous essayerons de retracer dans ce qui suit, avec le maximum d'objectivité, les différentes étapes parcourues par l'établissement, les étapes ayant marqué l'évolution de son système de formation et son développement scientifique et pédagogique:

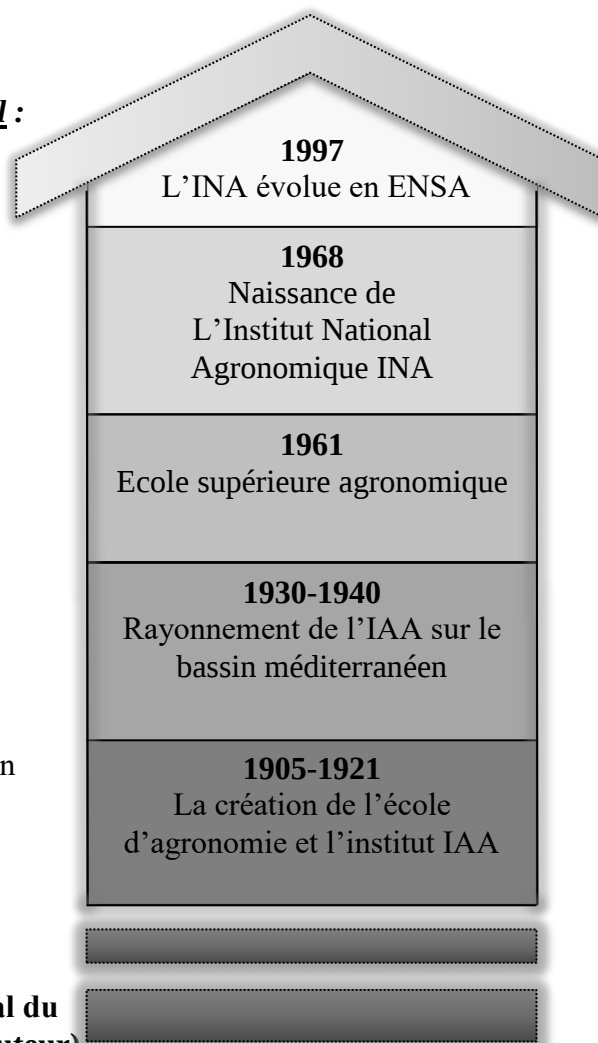


Figure 28: L'historique architectural du projet (Source : Auteur)

3.3.4.6. Etude architecturale :

Notre intervention a touché le bloc « Département Science des sols » qui est déjà proposé par l'administration à la réhabilitation depuis 2019.

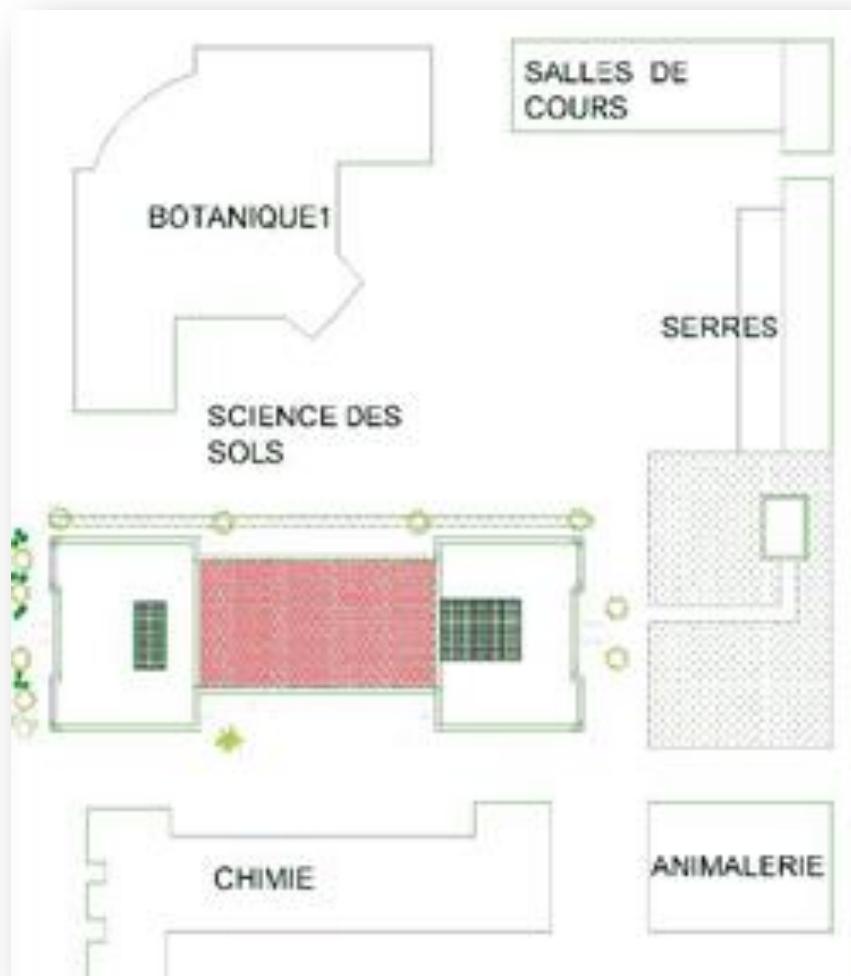


Figure 29: ➡
Plan de masse
Département
« Science des
sols » / Pédologie



⬅ **Figure 30:**
Photo aérienne
Département
« Science des sols » /
Pédologie

➤ **Etude spatiale:**

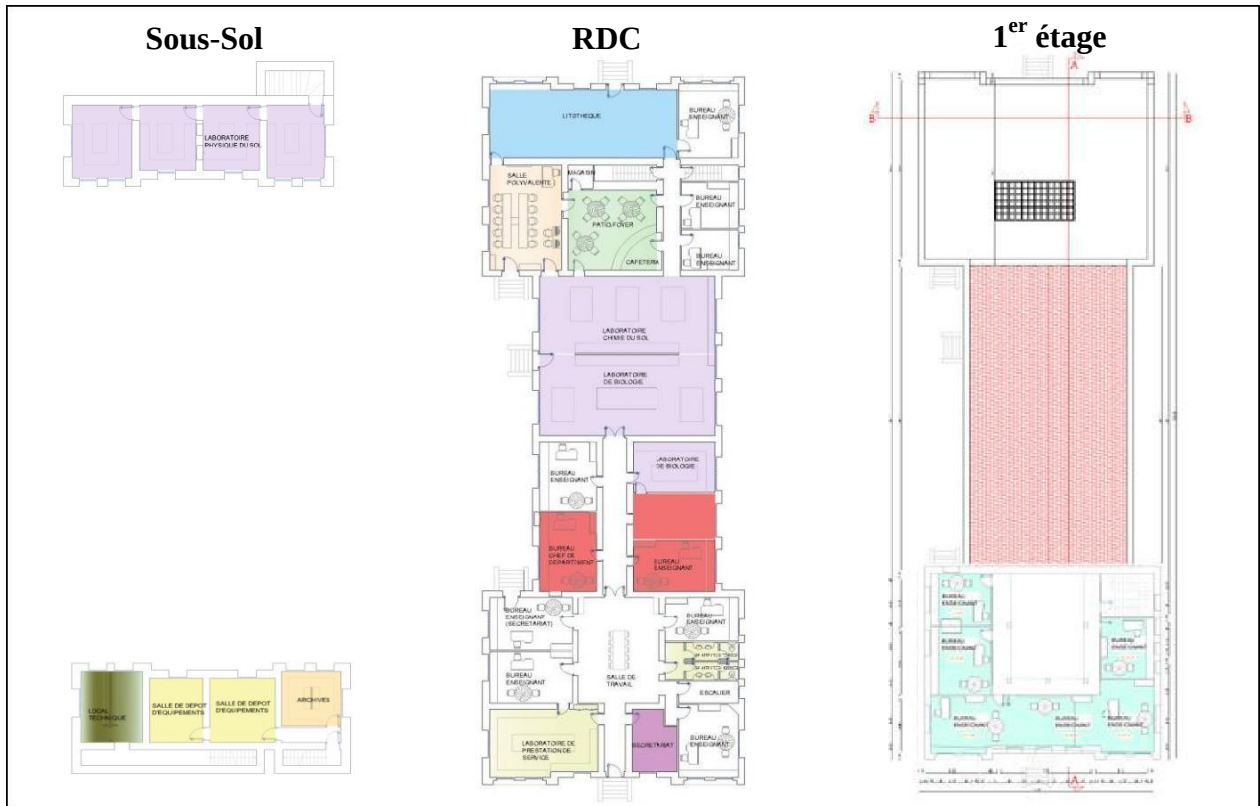


Figure 31 : Plans des différents niveaux



Figure 32 : Coupe longitudinale

Le jardin d'essai :

Est un jardin en plein air, utilisé par le personnel (entrée) et, malheureusement, il n'est pas intégré dans le parcours des étudiants « en dehors du département ».

Le patio : C'est l'espace central du projet, dont il joue le rôle d'un espace de détente et de circulation en regroupant le flux des étudiants à l'entrée .ce patio mène à deux blocs, réservé essentiellement par la cafétéria.

- | | | | |
|---|-------------------|---|-------------------|
|  | Locaux techniques |  | Laboratoire |
|  | Dépôt |  | Entrée |
|  | Salle polyvalente |  | Administration |
|  | Bureau enseignant |  | Espace de détente |

➤ Etude fonctionnelle :

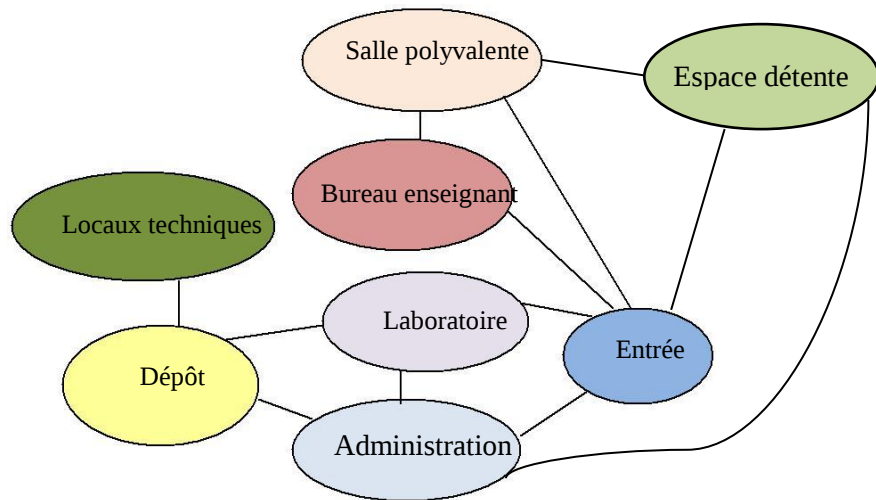


Figure 33 : Organigramme fonctionnel
(Source : Auteur)

Tableau 08 : Etude fonctionnelle du département « Science des sols »
(Source : Auteur)

N	Local	Surface m ²	Activité	Rôle	Eclairage	Relation	Observation
01	-Bureaux enseignants	171.69	Bureaux enseignants	Se documenter	Naturel et artificiel		Grande surface en répartition sur deux étages et 10 bureaux
02	-S. Polyvalentes -Laboratoires : Biologie Microscopie Chimie Physique du sol	38.55 98.18 38.19 60.29 34.83	Etude et recherche scientifique	Zones dans lesquelles sont fait des analyses et des recherches scientifiques	Naturel et artificiel		Ils occupent la moitié de la surface totale du département
03	-Salle de travail -Secrétariat -Ch. département	43.4 29.90 13.16	Bureaux d'administration	Gérer le département	Naturel et artificiel		Une surface de l'administration est répartit sur deux bureaux
04	-Patio cafétéria -Lithothèque	36.3 67.2	Détente	Animer et s'amuser	Naturel et artificiel		Eclairage zénithal
05	-Dépôt d'équipements -Archive	20.22 16.5	Dépôt	Disposition des équipements	Artificiel		Sous-sol
06	-Locaux technique	21.54	Locaux technique		Artificiel		Sous-sol

➤ Etude de façades :

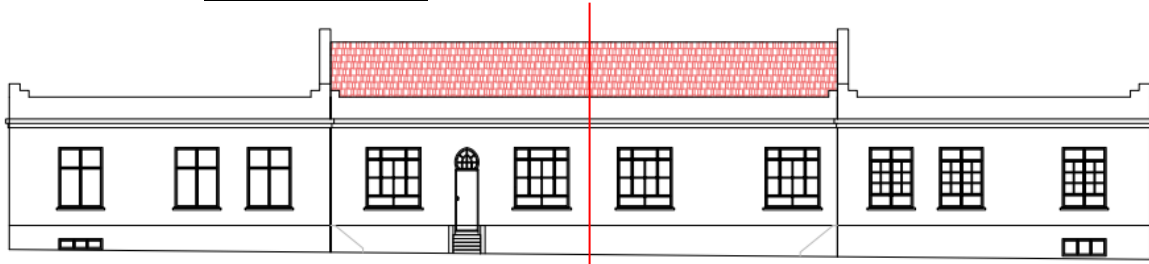


Figure 34 : Façade Sud

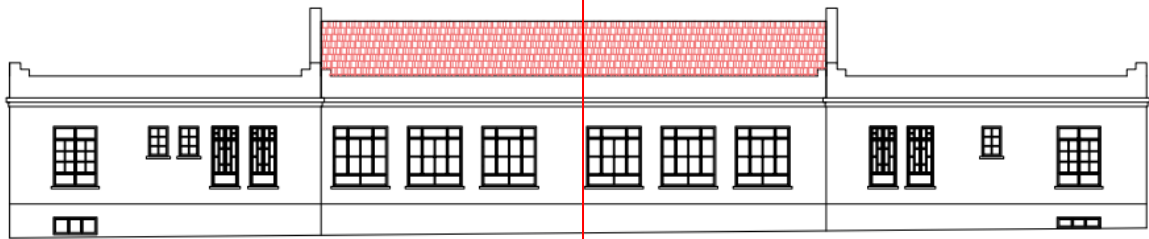


Figure 35: Façade Nord



Figure 36: Photo réelle sur la façade Nord

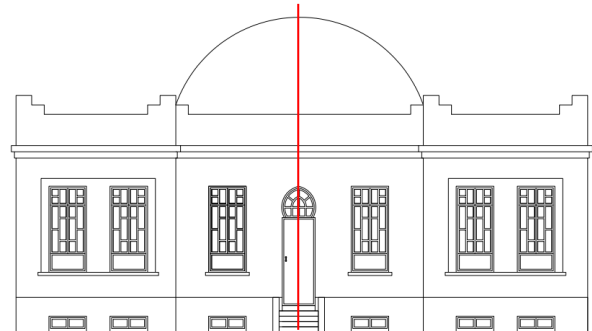


Figure 37: Façade Ouest+ Est

- La multiplication rythmique de fenêtres étroites et hautes.
- Axe de symétrie remarquable.
- Une architecture rébarbative marquée par l'alignement des ouvertures verticales et le passage en arcades.
- Un simple traitement de façade, marquant par la présence de la symétrie.
- La présence de l'éclairage zénithal sur les deux extrémités du bloc d'une façon symétrique.



**Figure 38 :
Photo réelle sur la façade Est**

3.4. L'application de la démarche HQE :

Domaine D1 : Maitrise des impacts sur l'environnement EXTERIEUR.

Famille F1 : Eco-Construction.

Cible 01 : Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat.

Sous-cible : Organisation de la parcelle pour créer un cadre de vie agréable.

➤ **La signalisation** :

- La signalisation de l'existence de l'institut depuis l'espace urbain.
- L'aménagement extérieur doit refléter le souci d'accueil, tout comme les abords d'une école supérieure qui peuvent être dotés de marquises des signalisations.

➤ **Les accès** :

- Les accès à l'école doivent être clairs, visibles, fluides et sécuritaires, et ce, déjà à plusieurs mètres du bâtiment.
- Un accès principal public où on accède soit :
 - Par un accès mécanique : où l'étudiant est déposé devant le parking ; les systèmes d'ouverture automatique peuvent constituer une solution intéressante
 - Par un accès piéton : passant par une petite promenade jardin avec des jets d'eau en pente.
- Un accès pour le personnel : Un accès et un parking sont réservés pour les enseignants ou bien les administratifs dont l'accès est latéral par rapport à l'entrée principale de l'équipement.
- Un accès de livraison : *qui doit aboutir au sous-sol « Dépôt »*

➤ **La préservation des écosystèmes** :

- Il faut prévoir des lieux de repos (certains d'entre eux peuvent être abrités), de façon à ce qu'ils ne gênent pas la circulation.
- Les places de repos doivent disposer de sièges et/ou d'appuis.
- La dimension de ces aires doit prendre en considération l'option de la surface totale.
- Végétation au maximum des espaces (toitures, patios, parking,...).
- Choix des espèces végétales.
- Création d'écran végétal.

Cible 02 : Choix intégré des procédés et produits de construction.

Sous-cible : Adaptabilité et durabilité des bâtiments :

- Pour la réhabilitation d'une ancienne bâtisse :
 - Matériaux durables, produits démontables (vissés), facilité d'accès et d'entretien.
 - Récupération des pierres issues d'ouvrages déconstruits pour le soubassement du bâtiment.
- Produits en contact direct avec l'air intérieur :
 - Un revêtement en usine des panneaux plaques aux plâtre par une couche constituée d'un papier imprégné de résine résistant à l'humidité.
 - Concernant les poutres de base du panneau au contact du sol, elles sont protégées par une bande de PVC collée sur le sol et sur la cloison.
 - Peinture de mur / plafond (lisses et lavables).
 - Résine de sol et sol coulé (les carreaux ne sont pas conseillés car des - crevasses apparaissent entre les carreaux et constituent des réservoirs de germes)
 - Revêtement mural (PVC) (il existe des matériaux synthétiques pour éviter les germes)
 - L'utilisation d'un matériau à forte inertie thermique qui est le béton cellulaire qui se distingue d'autres matériaux par :

Famille F2 : ECO-GESTION

Cible 04 : Gestion de l'énergie.

- **Sous-cible** : Renforcement de l'efficacité des équipements consommant de l'énergie.
 - Protection contre vents froids dominants par écran polycarbonate.
 - Protections solaires pour limiter apports indésirables de chaleur

Domaine D2 : Création d'un environnement INTERIEUR satisfaisant

Famille F3 : Confort.

Cible 08 : Confort hygrothermique

➤ Environnement intérieur :

Il faut garder une température stable, modérée et éviter de grands écarts de température en particulier quand ils sont brutaux. En règle générale, la température idéale se situe entre 18 et 21 °C et la variation au cours de la journée ne doit pas dépasser 2 à 3 °C.

➤ Confort d'été :

- Inertie thermique, effet de zone tampon procuré par les façades végétalisées.
 - Ventilation traversant pour certains logements.
 - Façades ouest : brise-soleil, volets repliables à persiennes.
 - Panneaux à base de bois à faible émission de formaldéhyde.
 - Prévention de la légionellose par une pompe de circulation et la possibilité de réaliser des chocs thermiques.
- Maîtriser les apports solaires et en particulier l'inconfort localisé
- Afin d'assurer des conditions de confort hygrothermique d'été dans les locaux climatisés, les protections mobiles mises en place permettent d'avoir un facteur solaire :
- Au maximum de 0,25 en position fermée au niveau des baies orientées autres que Nord
 - Au maximum de 0,45 en position fermée pour les baies orientées Nord.

➤ **Confort d'hiver :**

- Assurer une vitesse d'air ne nuisant pas au confort:
- Pour créer des conditions de confort hygrothermique en hiver, la vitesse d'air limite au niveau des zones d'occupation des différents types de locaux est de :
 - $V \leq 0,20$ m/s sauf pour les locaux nécessitant des vitesses supérieures pour des raisons sanitaires.
- Pour créer des conditions de confort hygrothermique en été dans les locaux, la vitesse d'air maximale au niveau des zones d'occupation des différents types de locaux (lorsque le système de refroidissement est en fonctionnement) est de :
 - $V \leq 0,25$ m/s pour une consigne proche de 26 °C, sauf pour les locaux nécessitant des vitesses supérieures pour des raisons sanitaires.

Cible 09 : Confort acoustique

- Création d'une qualité d'ambiance acoustique adaptée aux différents locaux.

La protection contre les bruits :

- La durée de réverbération préconisée est de l'ordre de 0.8 à 1.8 secondes, on ne peut l'obtenir que par un traitement acoustique du plafond et la partie supérieure des murs.
- Les matériaux acoustiques choisis doivent être solides (panneaux de fibres appliqués sur une monture rigide, laine minérale protégée par un revêtement perforé) et avoir un coefficient d'absorption moyen de 0.6.
- L'implantation et l'orientation d'un bâtiment sont les premières mesures de protection contre les bruits extérieurs.
- Le renforcement des parois opaques et vitrées.
- Doublage intérieur des isolants avec soit des laines végétales (laine de chanvre, de lin) ou animales (laine de mouton).
- L'affaiblissement acoustique d'une fenêtre est assuré par deux verres d'épaisseurs différentes et par l'étanchéité à l'air des liaisons entre les parois et les menuiseries.
- les zones de travail sources de bruit (cabines de lavage, laveurs, stérilisateurs...) seront isolées, soit par leur localisation ou par des portes coulissantes et des cloisons.

Cible 10 : Confort visuel

- **Sous-cible** : Eclairage naturel optimal en termes de confort et de dépenses :
- Avantager l'utilisation de la lumière naturelle et prendre des mesures de protection aux rayons UV (utiliser par exemple des surfaces d'une peinture spéciale contenant du blanc du titane qui absorbe en partie les UV)
 - Afin d'optimiser l'éclairage naturel au niveau des zones d'occupation prolongée (quantifiable à travers le facteur lumière du jour), les menuiseries extérieures alu et PVC sont pourvues de vitrage ayant la caractéristique suivante :
Taux de transmission lumineuse $\geq 70\%$.

- **Sous-cible** : Eclairage artificiel satisfaisant en appoint de l'éclairage naturel :
 - La nature de la lumière :
Les rayons de lumière nuisible sont souvent les ultraviolets et l'infrarouge. La protection contre ceux-ci consiste à éliminer les premiers et réduire les seconds.
 - Éviter l'éclairage direct ,utiliser l'éclairage indirect, une lumière plus douce et plus diffuse, sans reflets intempestifs.
 - L'éclairage zénithal est celui qui est introduit par les plafonds d'une salle, elle risque d'être beaucoup plus intense que ce que l'on souhaite. Il est possible d'atténuer cet effet en introduisant la lumière dans la salle selon une trajectoire indirecte.
 - L'éclairage artificiel doit être compatible avec l'éclairage d'ambiance par sa température de couleur, par son intensité ou par la localisation des appareils (une couleur bleutée ne fait pas bon ménage avec un éclairage incandescent chaud).

Famille F4 : Santé.

Cible 13: Qualité sanitaire de l'air.

- Création de conditions d'hygiène spécifiques :
 - Le projet prévoit des conditions d'hygiène réglementaire et la mise en place de centrales de traitement d'air.
 - La conception architecturale privilège les revêtements de surfaces planes, et libère l'espace de poteaux et gaines verticales de manière à permettre un libre agencement et la modularité des espaces de travail.

Cible 14: Qualité sanitaire de l'eau.

- Garantie d'une ventilation efficace.
 - La qualité sera assurée par la mise en œuvre d'une filtration terminale et d'une ventilation correctement dimensionnée avec une centrale de traitement d'air permettant d'ajuster la ventilation aux besoins réels.
- Maîtrise des sources de pollution.
 - L'existence de trappes de maintenance sur les réseaux aérauliques facilitera leur nettoyage intérieur.

3.5. La réhabilitation finale du projet :

Vu l'état réel de notre projet, on peut dire que la réhabilitation qui peut se faire ici est une réhabilitation moyenne concernant l'intérieur de la bâtisse sans modifier la distribution des pièces et le cloisonnement. Notre réflexion est comme suite :

1/Lithothèque :

a-Définition :

Lithothèque dispose d'un espace de réception pour informer, orienter et contrôler. Son vocabulaire architectural doit donner le ton à celui de toutes les aires publiques afin d'offrir au visiteur un ensemble cohérent.



vitrage solaire, agit d'un système de panneaux solaires intégrés dans du double vitrage.

Ossature en bois , Plafond en et on laissant la structure apparente se Limiter à une peinture de couleur claire.

le plancher recouvert du béton ciré décoratif

Revêtement mural plaques de plâtres Les couleurs claires sont évidemment préférables

b-Principaux critères dimensionnelles et fonctionnelles :

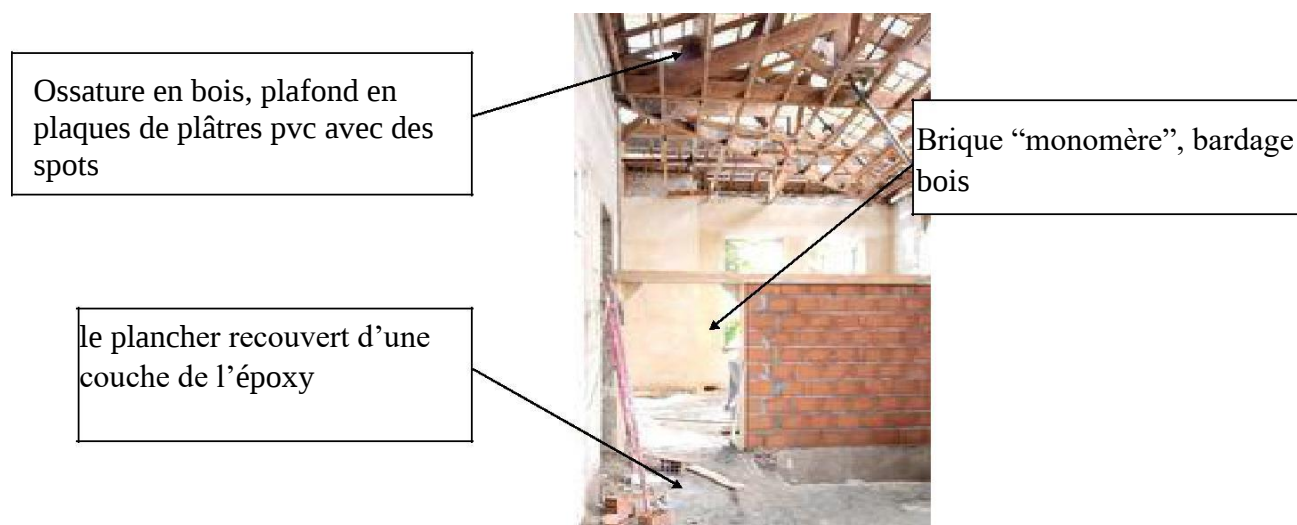
Tableau 09 : Caractéristiques dimensionnelles, fonctionnelles et d'ambiance de l'espace Lithothèque
(Source : Auteur)

Caractéristiques Dimensionnelles / fonctionnelles		Caractéristiques d'ambiance	
Surface utile	67.2 m ²	Eclairage	Eclairage 3-5 h jusqu'à 500 lux
H liber	3 m	humidité	Ne pas dépasser 65% d'humidité relative
accédé	Les accès doivent être clairs, visibles, fluides et sécuritaires, mètres du bâtiment d'accueil	ventilation	Le minimum d'apport d'air extérieur par
remarque	la clarté de lecture de l'espace la doivent offrir une flexibilité Maximale Considérer la souplesse dès le début de la conception.	Température	18-21 C ^o

2. / Cafétéria :

a/ Définition :

Un équipement consistant en une cafétéria dont emplacement sera mise a la disposition du public avec toutes les commodités nécessaires de point de vue de la sécurité : des liaisons de différents services de Aération et l'évacuation des odeurs, le stockage des matériels, des denrées et des Produits seront à étudier avec autant de soin que tout ce qui relève directement de la préparation des repas et du confort des consommateurs.



b-Principaux critères dimensionnelles et fonctionnelles :

Tableau 10 : Caractéristiques dimensionnelles, fonctionnelles et d'ambiance de l'espace Cafétéria
(Source : Auteur)

Caractéristiques dimensionnelles/fonctionnelles		Caractéristiques d'ambiance	
Surface utile	36 m ²	Eclairage	300 lux
H liber	3 m	humidité	55%
accédé	Accédé pour le publique et autre accée avec un parcours non public l'un pour l'évacuation des déchets de la cuisine vers un conteneur à déchets et l'autre pour la livraison .	ventilation	Le minimum d'apport d'air extérieur par personne 20 m3/h
		chauffage	Oui
remarque	On peut faire Un prolongement de l'aire de restauration à l'extérieur	Température	18+-20 C ^o

2.4/Auditorium :

a/ Définition :

Que l'institution soit imposante ou modeste, il est toujours intéressant, sinon essentiel, d'offrir un large éventail d'activités éducatives afin de dynamiser la programmation. Un auditorium peut donc s'avérer fort utile. Cependant, lorsque les besoins sont très diversifiés, un seul local peut difficilement répondre à toutes les attentes. Un auditorium peut, par exemple, être à la fois une salle polyvalente, une salle éducative et une salle multimédia

b-Principaux critères dimensionnelles et fonctionnelles :

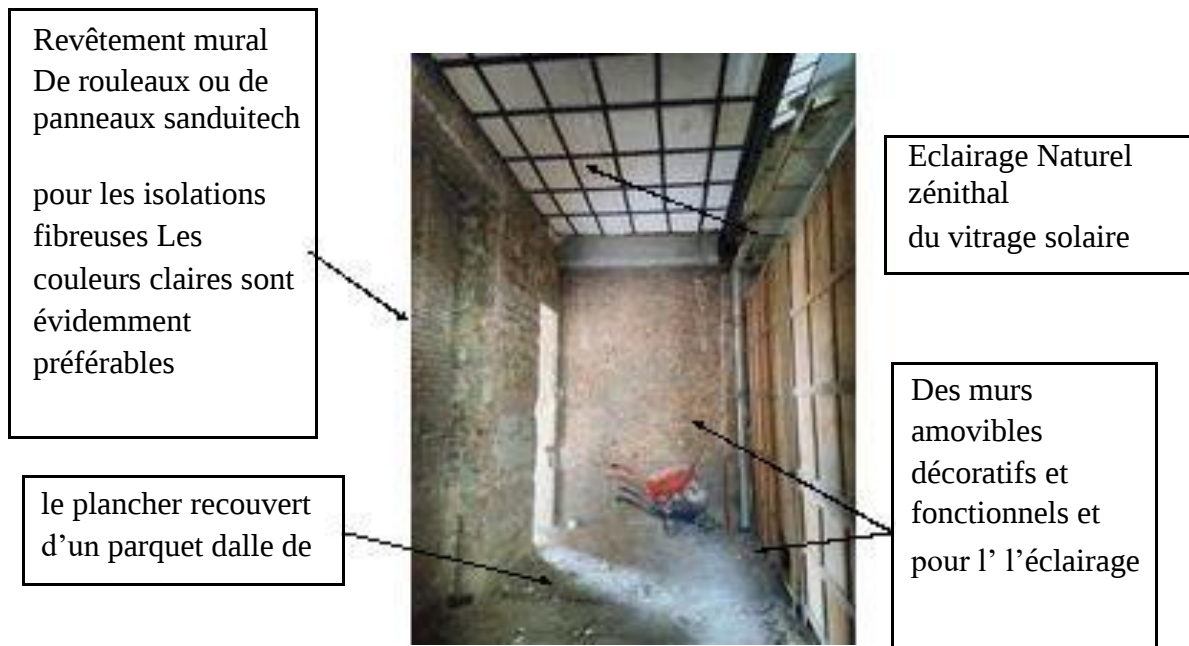
Tableau 11 : Caractéristiques dimensionnelles, fonctionnelles et d'ambiance de l'espace Auditorium
(Source : Auteur)

Caractéristiques dimensionnelles/fonctionnelles		Caractéristiques d'ambiance	
Surface utile	38.55 m ²	Eclairage	Eclairage jusqu'à h3-5 500 lux
H liber	3-5m	humidité	57 %
Accès	un accès indépendant pour la livraison de décors, instruments de musique ou autres équipements volumineux	ventilation	Le minimum d'apport d'air extérieur par personne 20 m ³ /h
Orientation		chauffage	Suivant la conception
remarque	il est important de prévoir à proximité un dépôt où le matériel d'éclairage ou de scénographie peut être entreposé.	Température	21 °C

3.1/Espaces de bureaux

1.1/Bureaux d'administration et des enseignants :

La fonction concerne l'ensemble des actions dont la finalité est de diriger et de représenter. Les espaces de bureau seront donc situés à la fois au centre proches de laboratoire spécialisés, pour en faciliter l'approche. Ces espaces requièrent un degré de confort particulier. Ils doivent être isolés phobiquement et visuellement des autres espaces de bureaux. Ils peuvent être en liaison directe avec les appartements de fonction.



b-Principaux critères dimensionnelles et fonctionnelles :

**Tableau 12 : Caractéristiques dimensionnelles, fonctionnelles et d'ambiance
de l'espace Bureaux**
(Source : Auteur)

Caractéristiques dimensionnelle/fonctionnelles		Caractéristiques d'ambiance	
Surface utile	20m ² (15 à 25 manteaux par mètre linéaire)	Eclairage	Naturel zintale /500 lux
H liber	2.5 m	humidité	57%
accédé	distincte de celle du public .la possibilité en est offerte	ventilation	Le minimum d'apport d'air extérieur par personne 20 m3/h
orientation		chauffage	Suivant la conception
remarque	Accessibilité pour PMR	Température	19-23c ^o

5-Laboratoire

Définition :

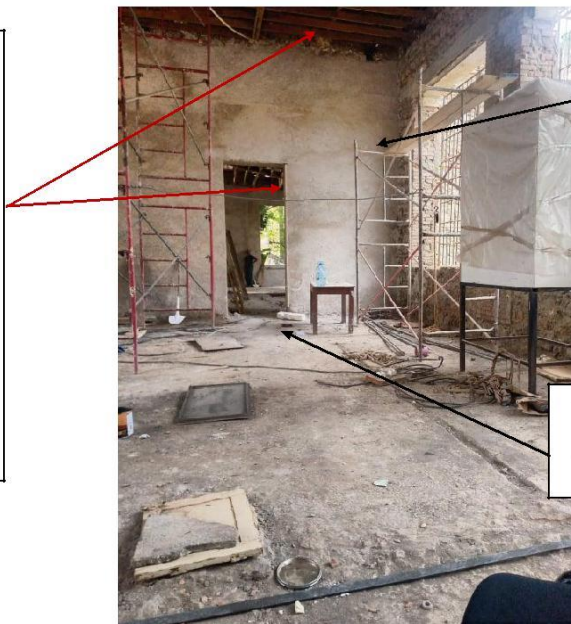
Local pourvu des installations et des appareils nécessaires à des manipulations et des expériences effectuées dans le cadre de recherches scientifiques, d'analyses médicales ou de matériaux, de tests techniques ou de l'enseignement scientifique et technique.

Le laboratoire doit être conçu de manière à assurer partout une bonne ventilation grâce à un système de ventilation actif. Le laboratoire devrait aussi être assez spacieux pour permettre la circulation des personnes et des chariots. Les pièces devraient avoir un plafond haut pour assurer une ventilation correcte, les murs et les plafonds devraient être peints avec une peinture brillante et lavable ou recouverts d'une matière qui puisse être lavée et désinfectée. Le sol doit être facilement lavable et désinfecté et il ne devrait pas y avoir d'angles entre les murs et le sol.

b-Principaux critères dimensionnelles et fonctionnelles :

Un isolant de nouvelle génération a l'air des toitures, murs et combles perdus, en neuf comme en rénovation.

HYBRIS offre une excellente performance thermique, d'excellentes valeurs d'isolation phonique et permet d'éviter la pose d'un pare-vapeur.



vitrage solaire, agit d'un système de panneaux solaires intégrés dans du double vitrage.

le plancher recouvert d'une couche de l' époxy ou béton ciré



Chapitre 03 : Cas d'étude

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

**Tableau 13 : Caractéristiques dimensionnelles, fonctionnelles et d'ambiance
de l'espace Laboratoire** (Source : Auteur)

Caractéristiques dimensionnelles / fonctionnelles		Caractéristiques d'ambiance	
Surface utile	80-20 m ²	Eclairage	naturel jusqu'à h3-5 artificiel 500 lux
H liber	3-5m	humidité	57 ^u /o
Accès		ventilation	Le minimum d'apport d'air extérieur par personne 20 m3/h
Orientation	- il est important de prévoir à proximité un dépôt où le matériel	chauffage	Suivant la conception
remarque		Température	21 c ^u

Chapitre 03 : Cas d'étude

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

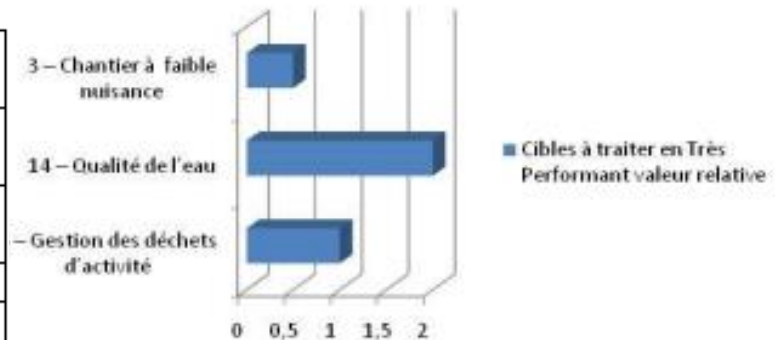
3.6. Conclusion :

Tableau 14 : Revalidation des cibles appliquées de la démarche HQE

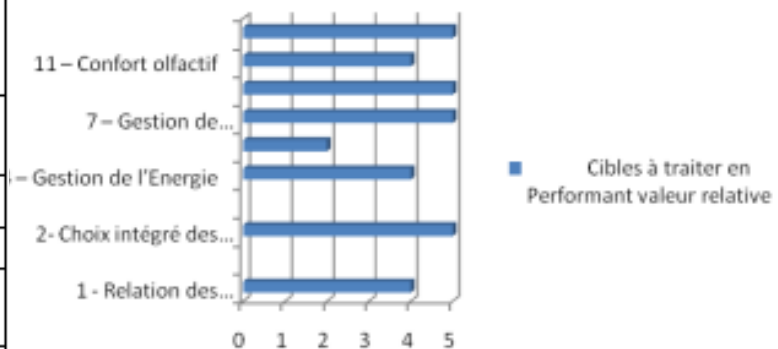
(Source : Auteur)

Cibles à traiter en Très Performant	
Cible HQE	valeur relative
6 – Gestion des déchets d'activité	1
14 – Qualité de	2
3 – Chantier à faible nuisance	0,5
Cibles à traiter en Performant	
Cible HQE	valeur
1 - Relation des bâtiments avec l'environnement immédiat	4
2- Choix intégré des procédés, produits et systèmes	5
4 – Gestion de l'Energie	4
5 – Gestion de l'eau	2
7 – Gestion de l'entretien et maintenance	5
8- Confort thermique	5
11 – Confort olfactif	4
13 - Qualité de l'air	5
Cibles à traiter en Base	
Cible HQE	valeur
9 – Confort acoustique	4
10 – Confort Visuel	5
12 – Qualité sanitaire des espaces	5

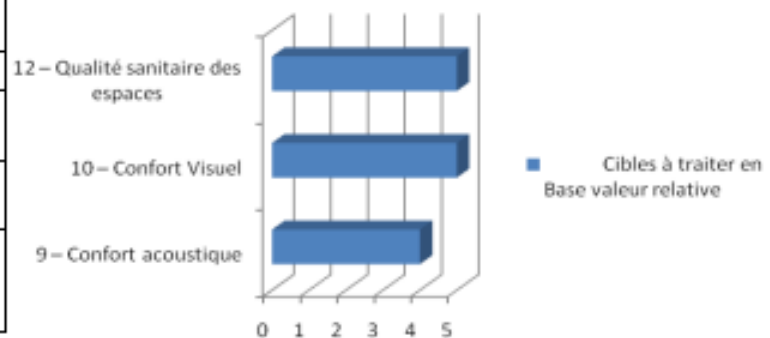
Cibles à traiter en Très Performant valeur relative

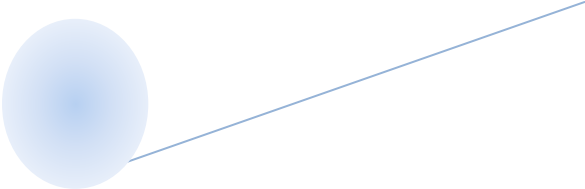


Cibles à traiter en Performant valeur relative



Cibles à traiter en Base valeur relative





Conclusion générale



Chapitre 04 : Conclusion générale

Réhabilitation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie « ENSA »
selon la démarche de la Haute Qualité Environnementale « HQE »

4.1. Conclusion générale :

Le nouvel engouement généralisé pour l'intégration de la notion de durabilité dans les différentes opérations de réaménagement des villes, n'implique pas obligatoirement la destruction entière de tout le bâti ancien qui s'y trouve. Sachant qu'une part importante de ces anciennes constructions, ayant longuement résisté au temps, parfois sans véritable entretien, renferment des valeurs historiques, culturelles et architecturales avérées, constitue de ce fait, un capital patrimonial immobilier très important pour la société.

La promotion de nouvelles démarches environnementales récemment développées dans le domaine du bâtiment y compris la démarche HQE et le développement de leurs méthodes, techniques et outils d'évaluation qualitative environnementale, permettrait sans aucun doute, de consolider leur systèmes constructifs, rénover durablement leurs cadres bâtis et améliorer les paramètres physiques internes des usagers tels que le confort thermique, visuel et acoustique.

Ayant des finalités particulières l'évaluation qualitative environnementale des anciens édifices présente de nombreux avantages étant donné qu'elle constitue un outil important dans la planification des différents projets de réaménagement. Elle peut aider à évaluer les différentes options et à décider en connaissance de cause de la solution optimale, que ce soit une réhabilitation ou une nouvelle construction. Si l'on considère l'immobilier dans son ensemble, le fait de soumettre un certain nombre de bâtiments existants à des évaluations peut aider à déterminer en toute objectivité les investissements à effectuer en priorité pour pouvoir en assurer leur sauvegarde durable.

Bibliographie :

- ✚ **Achard.Gilbert, Diab.Youcef, Buhé.Catherine, Chatagnon.Nadège, 2011**, Qualité environnementale des bâtiments, revue française de Génie Civil, Volume 02 N° 08 « Résumé ou Page 933-947 », Publié en ligne le 04/10/2011. Consulté le : 01/07/2021.
URL <https://doi.org/10.1080/12795119.1998.9692220>
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/12795119.1998.9692220>
- ✚ **ADEME « A**gence de l'**E**nvironnement et de la **M**aitrise de l'**E**nergie » **2006**, Bâtiment et démarche HQE, Revue, N° 5863, Référence (ISBN 978-2-86817-850-2), page N° 05,22 pages. URL: Consulté le: 06/09/2021.
https://www.isoltop.com/sites/default/files/inlinefiles/batiment_et_demarche_HQE.pdf
- ✚ **Barthelemy. Sarah, Jeannin. Laurent, 2019**, Histoire et courants architecturaux du bâtiment scolaire, une nouvelle ère à venir ?, Tréma « Revue internationale en sciences de l'éducation et didactique », page 52, Par 30 et 31. URL :Consulté le: 08/07/2021.
<https://journals.openedition.org/trema/5416>et <https://doi.org/10.4000/trema.5416>
- ✚ **Benkiki. Naima, 2020**, Extrait cours « Chapitre 02 Développement Durable », Université Batna, Algérie. URL « Consulté le: 29/06/2021 »:http://staff.univ-batna2.dz/sites/default/files/benkiki_naima/files/chap2dd2020.pdf.
- ✚ **Berryman. Thomas, 2002**. Conférence, Éco-ontogenèse et éducation : les relations à l'environnement dans le développement humain et leur prise en compte en éducation relative à l'environnement durant la petite enfance, l'enfance et l'adolescence, Faculté d'éducation, Université du Québec à Montréal. URL: Consulté le: 08/07/2021https://central.bac-lac.gc.ca/.item?id=TC-QMUQ-366&op=pdf&app=Library&oclc_number=1033225728
- ✚ **Bouchaïr.Ammar, Tebbouche. Hocine, 2011**, l'Evaluation Environnementale Qualitative du vieux bâti – Méthodes et Outils –, Université de Jijel, Algérie. Consulté le : 01/07/2021.
- ✚ **Boukabous. Khadidja, 2016**, La démarche haute qualité environnementale dans les établissements de santé (Application à une clinique bioclimatique ophtalmologie à Tipasa),Mémoire de fin d'étude master 2 en Architecture Bioclimatique, Université Saad Dahlab de Blida, Algérie, Document non publié en ligne.
- ✚ **Bulletin d'étude statistique sur la construction et l'équipement, 1978**, Paris, N°49, P18.

- ✚ **Casanova .Xavier, 2007**, Méthode RehabiMed – Architecture Traditionnelle Méditerranéenne – Tome II : Réhabilitation Bâtiments « Guide », Barcelone, Pages 19 à 42. Site web: www.RehabiMed.net. URL: <http://openarchive.icomos.org/id/eprint/1397/1/Methode%20Rehabimed.%20I%20Rehabilitation%20Ville%20et%20territoire.pdf>. Consulté le 14/06/2021.
- ✚ **Dia Touré Fatimata, 2008**, L’architecture bioclimatique « Fiche technique N° 04 PRISME (Programme International de Soutien à la Maîtrise de l’Énergie) », IEPF « L’Institut de l’énergie et de l’environnement de la Francophonie », Page N° 01. URL :https://www.researchgate.net/profile/Fredery-Lavoye/publication/275956932_L%27architecture_bioclimatique_-_Fiche_PRISME/links/554b4b950cf21ed213591eab/Larchitecture-bioclimatique-Fiche-PRISME.pdf. Consulté le : 30/06/2021.
- ✚ **Dictionnaire environnement, 2019** : URL https://www.actuenvironnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/systeme_de_management_environmental_sme.php4. Consulté le : 30/06/2021.
- ✚ **Diemer.Arnaud, 2015**, « Concevoir des schémas conceptuels pour cerner les représentations du développement durable et de l’éducation au développement durable », *OR2D, Université Blaise Pascal*. URL : https://www.researchgate.net/profile/Arnaud-Diemer2/publication/329543168_Concevoir_des_schemas_conceptuels_pour_cerner_les_representations_du_developpement_durable_et_de_l%27education_au_developpement_durable/links/5c0ece1892851c39ebe436b4/Concevoir-des-schemas-conceptuels-pour-cerner-les-representations-du-developpement-durable-et-de-leducation-au-developpement-durable.pdf. Consulté le : 29/06/2021.
- ✚ **Dominique Gauzin-Müller, le moniteur 2001**, L’architecture écologique.
- ✚ **e-RT2012, 2021**. URL :<https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>. Consulté le : 30/06/2021.
- ✚ **Ferrari Sylvie, 2010**, « Éthique environnementale et développement durable : réflexions sur le Principe responsabilité de Hans Jonas », in *Développement durable & territoires*[En ligne], vol. 1. n° 3. URL : <http://journals.openeditionorg/developpementdurable/8441>. <https://doi.org/104000/developpementdurable.8441>. Cité par OBOUMOU. Ibrahim « Maître de conférences », 2019/2020, l’Éthique environnementale et les limites de la définition du développement durable formulée par le rapport

BRUNDTLAND, UFR sciences de l'homme et de la société, Université FÉLIX HOUPHOUËT-BOIGNY.URL:

<http://athenaphilosophique.net/wp-content/uploads/2020/04/Cours-Master-2-Pro-Ethique-et-environnement-Master-I-professionnel.pdf>. Consulté le: 28/06/2021.

- ✚ **Guedj Eliaou. Gaston, 2003**, « L'enseignement indigène en Algérie au cours de la colonisation 1832-1962 ».
- ✚ **Louis-Pascal Jacquemont, 2017** (mis en ligne le 01 juin 2018) « Gro Harlem Brundtland ou l'invention du « développement durable » », Dynamiques environnementales, P 254-265 URL: <http://journals.openedition.org/dynenviron/541>. <https://doi.org/10.4000/dynenviron.541>. Consulté le: 28/06/2021.
- ✚ **Nicolas Hulot, Novembre/Décembre 1997**, Ma planète.URL : <http://evene.lefigaro.fr/citation/ecologie-surtout-probleme-culturel-respect-environnement-passe-39817.php>. Consulté le: 07/07/2021.
- ✚ **Petit Larousse illustré, 1984**, librairie Larousse, Paris VI, p859.
- ✚ **Sauvé. Lucie, 1996**, Environmental education and sustainable development: A further appraisal, Canadian journal of Environmental Education. 1(1), 3-14. URL: https://www.researchgate.net/publication/265540032_Environmental_Education_Between_Modernity_and_Postmodernity_Searching_for_an_Integrating_Educational_Framework. Consulté le: 04/07/2021.
- ✚ **Tebbouche. Hocine, 2010**, L'impact de la qualité environnementale des établissements scolaires sur la performance du système éducatif en Algérie « cas des lycées de la ville de Jijel », Mémoire pour l'obtention du diplôme du magistère, Architecture, Université Mohammed Seddik Ben Yahia de Jijel, Algérie, pages 101-102. URL : https://www.researchgate.net/publication/287327465_L'impact_de_la_qualite_environnementale_des_etablissements_scolaires_sur_la_performance_du_systeme_educatif_en_Algerie_Cas_des_lycees_de_la_ville_de_Jijel. Consulté le : 07/07/2021.
- ✚ **Techno-science.net, 2021**. URL : <https://www.techno-science.net/definition/3469.html> Consulté le : 28/06/2021.
- ✚ **UNESCO-PNUE, 1978**, Rapport final de la Conférence intergouvernementale sur l'éducation relative à l'environnement, Tbilissi, URSS. 14-26 oct 1977, Paris. URL: https://institut-eco-pedagogie.be/spip/IMG/pdf_Tbilissi.pdf. Consulté le: 08/07/2021.
- ✚ **Wikipédia environnement, 1998**.URL: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Http---www.ad-environnement.fr-wp-content/uploads-2013-09-SME2.png>. C.le : 30/06/2021.

Liste des abréviations :

Chapitre 02 : Etat de l'art :

+ AMI: Association MINERGIE	14
+ BREEAM: Building Research Establishment Environmental Assessment Method.....	13
+ CaGBC: Canada Green Building Council.....	16
+ CASBEE: Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency.....	15
+ CEM : Collège d'Enseignement Moyen.....	30
+ CFC: ChloroFluoroCarbon.....	23
+ DD: Développement Durable.....	06
+ DTU: Documents Techniques Unifiés.....	
+ ERE: L'Education Relative à l'Environnement.....	27
+ HQE: Haute Qualité Environnementale.....	12
+ ISO: Organisation Internationale de normalisation « Sigle choisi pour être identique dans toutes les langues ».....	10
+ LEED: Leadership in Energy and Environmental Design Green Building Rating System.....	15
+ ONU : Organisation des Nations Unies.....	28
+ QEB: Qualité Environnementale des Bâtiments.....	11
+ RehabiMed : Réhabilitation Méditerranéenne. Association « de plus de 150 professionnels de différents domaines et de 15 pays » interdisciplinaire Méditerranéenne visant à la réhabilitation durable, la restauration du patrimoine et de la régénération urbaine.....	43
+ SME: Système de Management Environnemental.....	10
+ UNESCO: United Nations Educational Scientific and Cultural Organization « Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture ».....	27
+ USA: United States of America.....	15
+ USGBC: United State Green Building Council.....	15

Liste des figures:

Chapitre 01 : Approche introductive

Figure 01 : Méthodologie d'approche..... 04

Figure 02 : Structure du mémoire. 05

Chapitre 02 : Etat de l'art

Figure 03: Les dimensions « Piliers » du Développement Durable..... 07

Figure 04 : Principes de base d'une conception bioclimatique..... 09

Figure 05: Schéma du processus de SME..... 10

Figure 06 :Le profil de la démarche HQE. 18

Figure 07:Niveaux de performance de la QEB..... 23

Figure 08 :Outils d'évaluation de la QEB..... 24

Figure 09 : Types de bâtiments appliquant la démarche HQE. 26

Figure 10 :L'histoire de l'éducation environnementale..... 28

Figure 11 :Types des établissements éducatifs..... 30

Figure 12:Niveaux de réhabilitation..... 34

Figure 13:Les étapes de la réhabilitation..... 35

Figure 14 :1^{re} étape de réhabilitation « Préliminaires »..... 36

Figure 15 :2^{ème} étape de réhabilitation « Etudes pluridisciplinaires « Analyse..... 37

Figure 16 :3^{ème} étape de réhabilitation « Diagnostique « synthèse » »..... 38

Figure 17:4^{ème}étape de réhabilitation « Réflexion et cadre de décisions »..... 39

Figure 18 :5^{ème} étape de réhabilitation « Projet »..... 40

Figure 19: 6^{ème} étape de réhabilitation « Réhabilitation »..... 41

Figure 20 :7^{ème}étape de réhabilitation « Entretien »..... 42

Chapitre 03 : Cas d'étude.

Figure 21:Situation de la ville d'Alger. 44

Figure 22:Situation de la commune d'el Harrach. 45

Figure 23: Photo réelle ENSA..... 47

Figure 24: Structure pédagogique et scientifique de l'ENSA 48

Figure 25 : Départements pédagogiques ENSA..... 48

Figure 26 : Accessibilité ENSA 49

Figure 27 : Etude climatique de la zone du projet..... 50

<u>Figure 28</u> : L'historique architectural du projet.....	50
<u>Figure 29</u> : Plan de masse Département « Science des sols » / Pédologie.....	51
<u>Figure 30</u> : Photo aérienne Département « Science des sols » / Pédologie.....	51
<u>Figure 31</u> : Plans des différents niveaux.....	52
<u>Figure 32</u> : Coupe longitudinale.....	52
<u>Figure 33</u> : Organigramme fonctionnel.....	53
<u>Figure 34</u> : Façade Sud.....	54
<u>Figure 35</u> : Façade Nord.....	54
<u>Figure 36</u> : Photo réelle sur la façade Nord	54
<u>Figure 37</u> : Façade Ouest+ Est	54
<u>Figure 38</u> : Photo réelle sur la façade Est	54

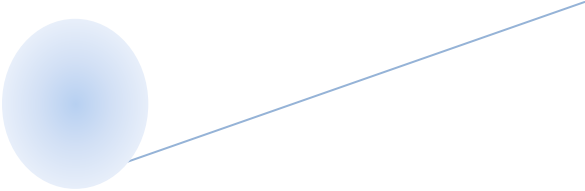
Liste des tableaux :

Chapitre 02 : Etat de l'art

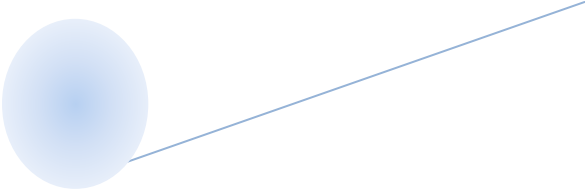
<u>Tableau 01</u> : Démarches d'évaluation de la QEB.....	13
<u>Tableau 02</u> : Profil de la démarche HQE « Cibles / Sous-cibles ».....	19
<u>Tableau 03</u> :L'architecture des établissements éducatifs « Grille d'observables de Barrett et al. (2015) ».	31
<u>Tableau 04</u> :L'architecture des établissements éducatifs « Critères et dimensions ».	31

Chapitre 03 : Cas d'étude.

<u>Tableau 05</u> : Données climatiques annuelles d'Alger.	46
<u>Tableau 06</u> : Vitesse du vent durant l'année sur Alger.....	46
<u>Tableau 07</u> : Fiche technique du projet.....	47
<u>Tableau 08</u> : Etude fonctionnelle du département « Science des sols »	53
<u>Tableau 09</u> : Caractéristiques dimensionnelles, fonctionnelles et d'ambiance de l'espace Lithothèque	60
<u>Tableau 10</u> : Caractéristiques dimensionnelles, fonctionnelles et d'ambiance de l'espace Cafétéria	61
<u>Tableau 11</u> : Caractéristiques dimensionnelles, fonctionnelles et d'ambiance de l'espace Auditorium	62
<u>Tableau 12</u> : Caractéristiques dimensionnelles, fonctionnelles et d'ambiance de l'espace Bureaux	63

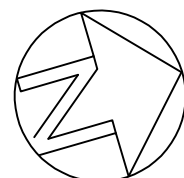


<u>Tableau 13</u> : Caractéristiques dimensionnelles, fonctionnelles et d’ambiance de l’espace Laboratoire	65
<u>Tableau 14</u> : Revalidation des cibles appliquées de la démarche HQE.....	66



Annexes





BOTANIQUE1

SALLES DE
COURS

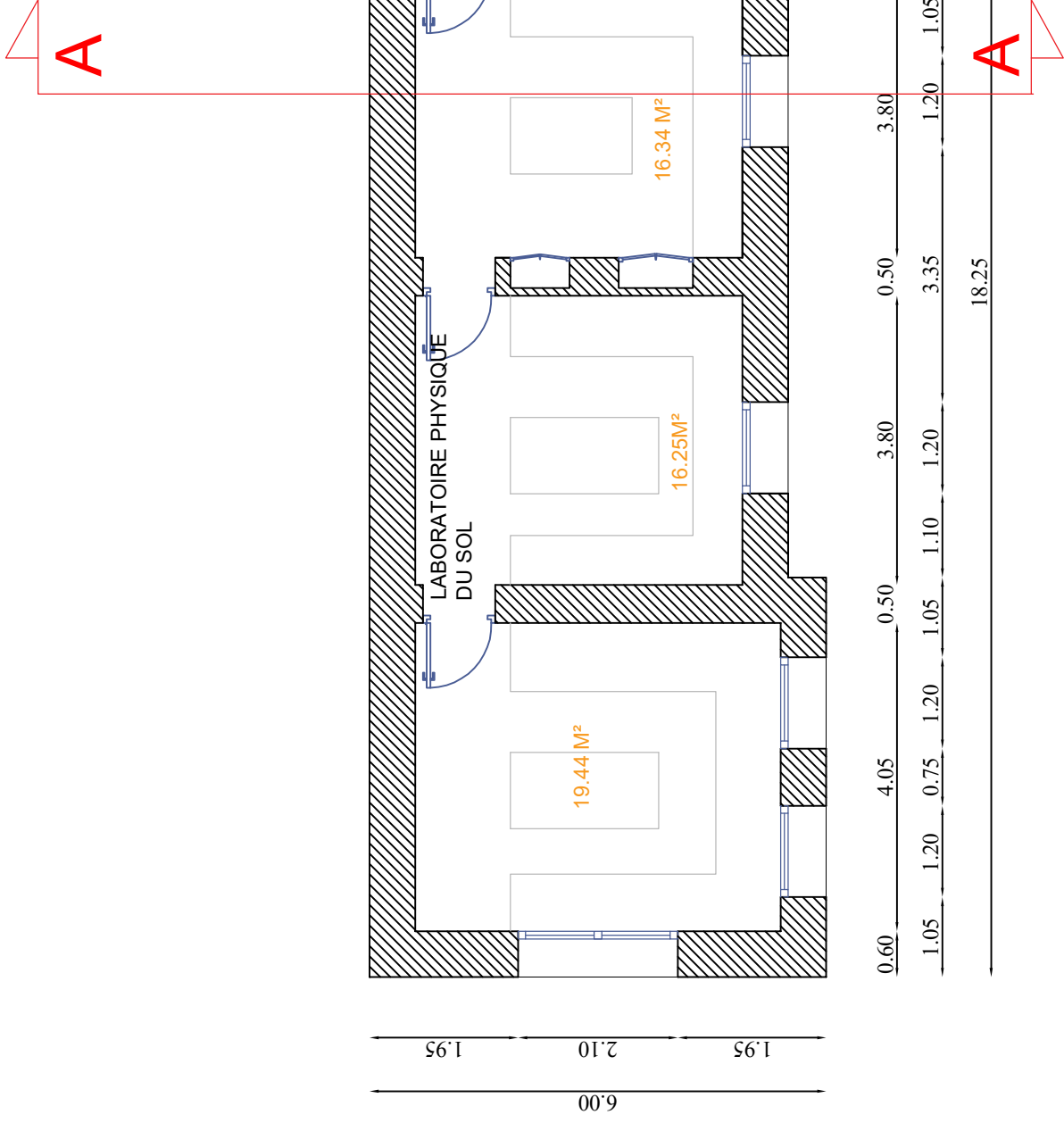
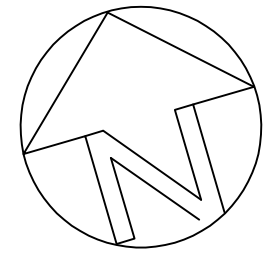
SERRES

SCIENCE DES
SOLS

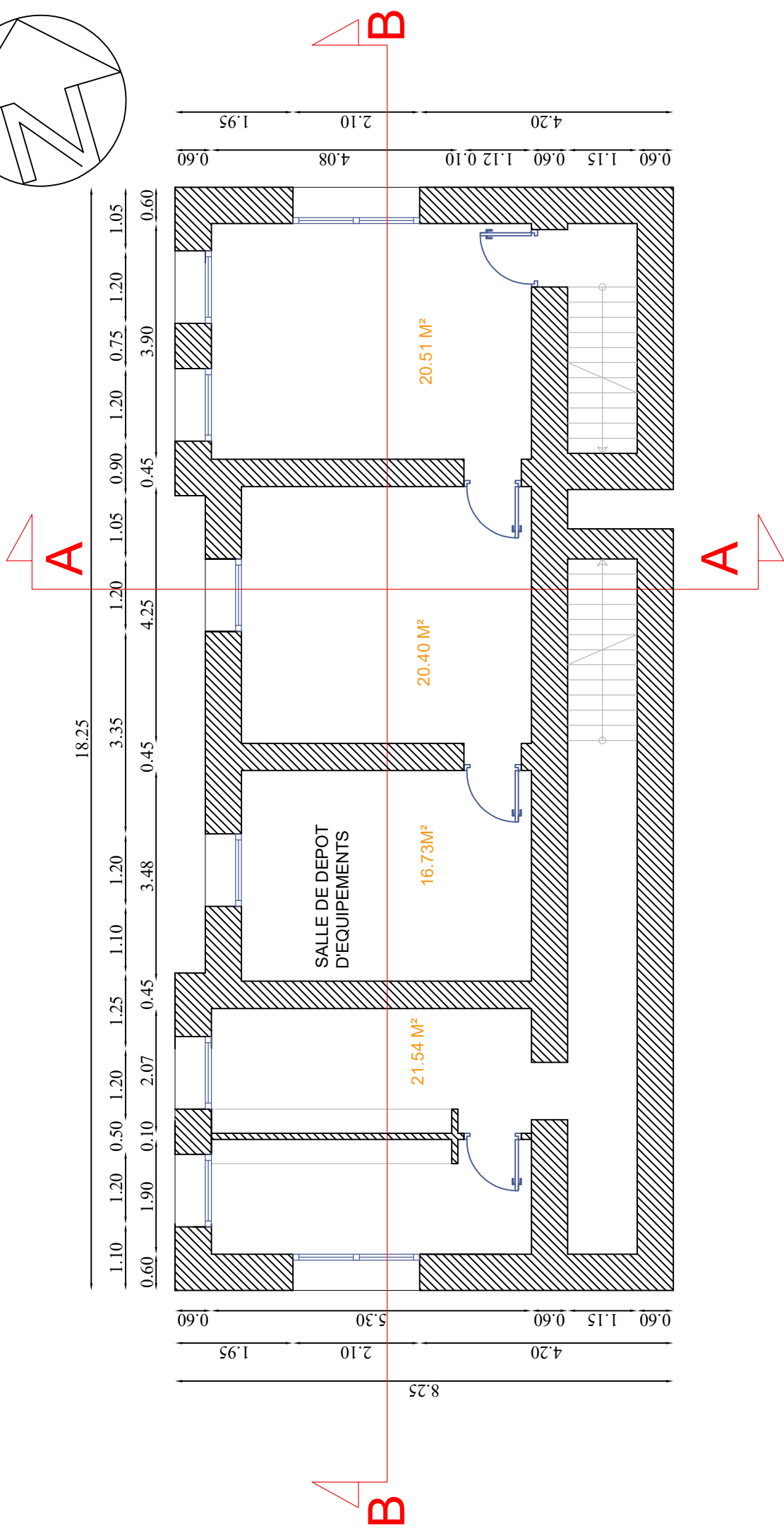
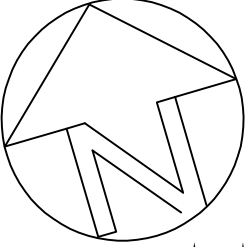
CHIMIE

ANIMALERIE

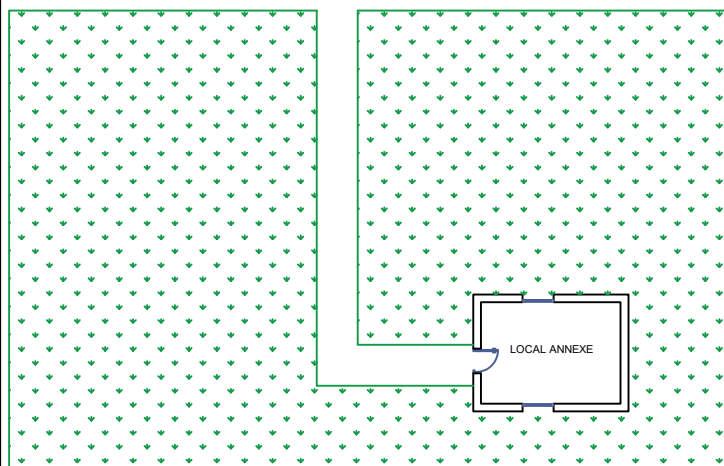
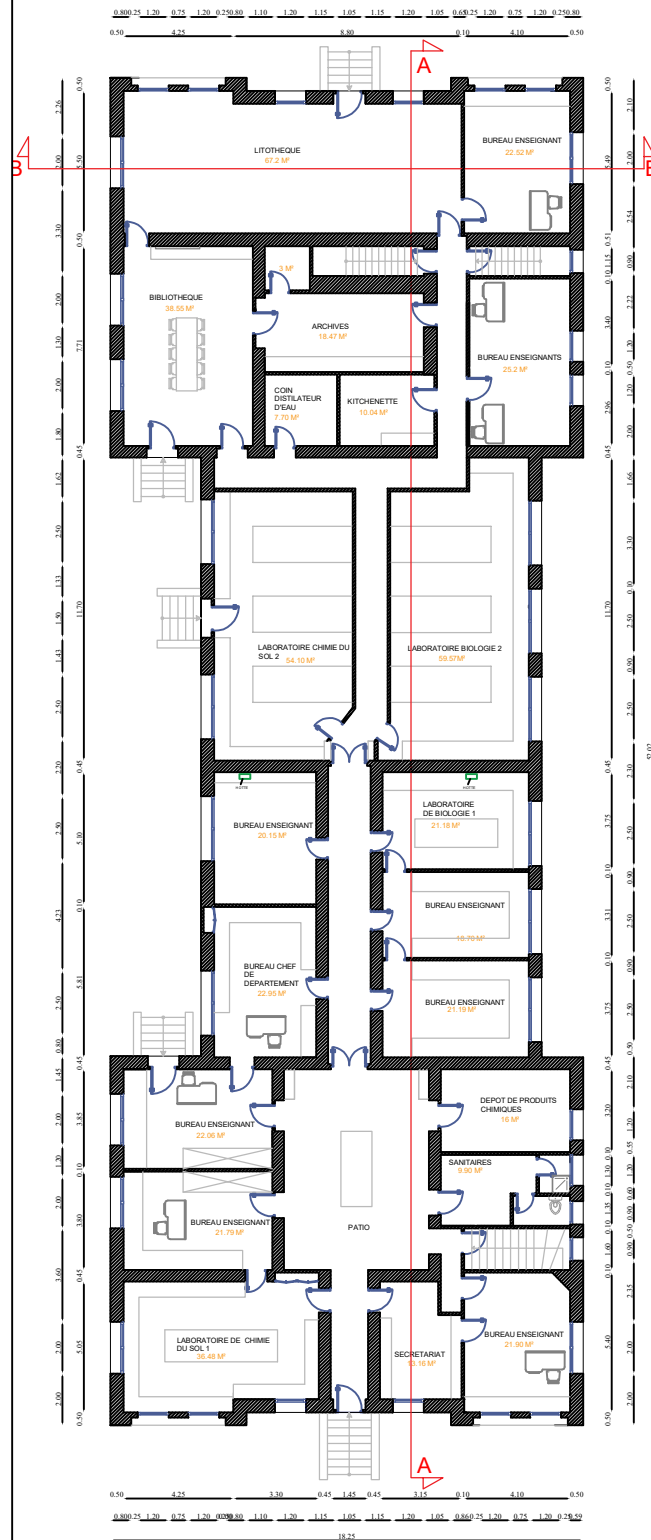
PLAN MASSE ECH 1/200e

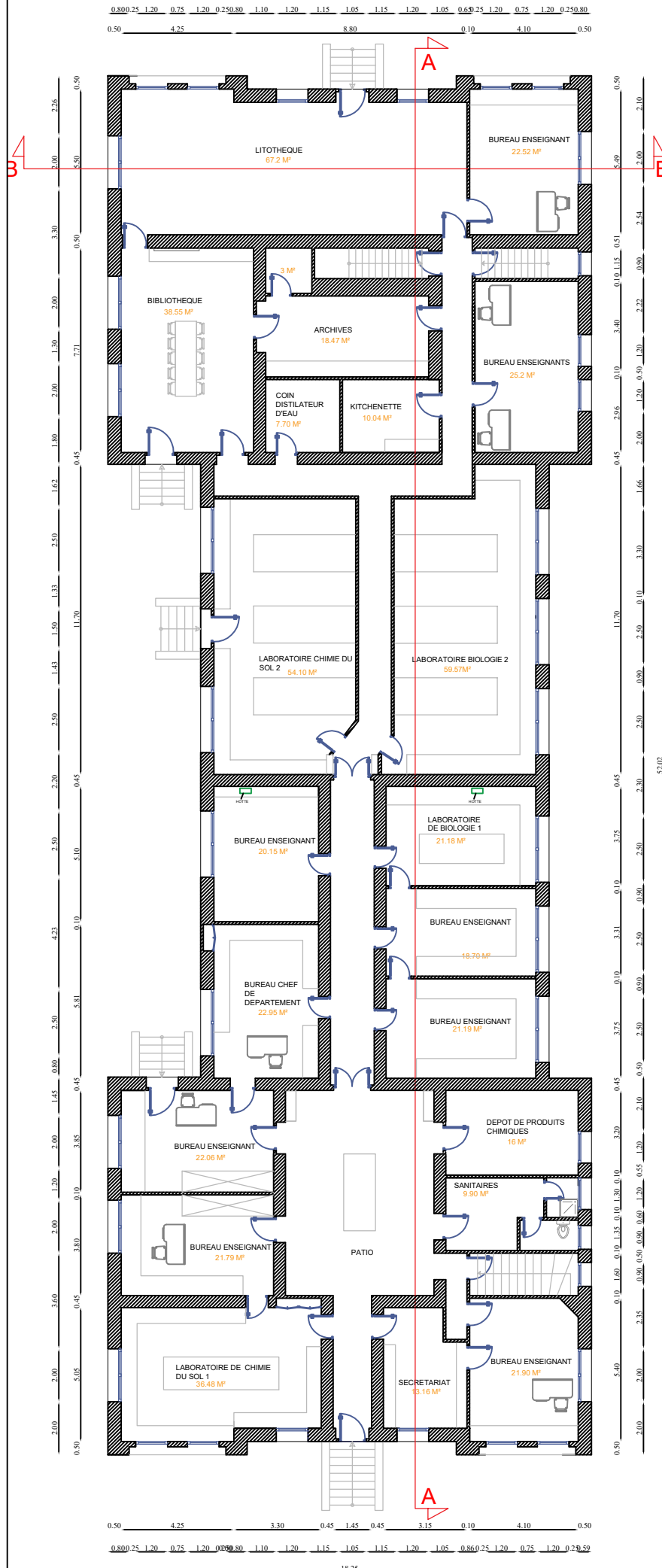


PLAN DE L'ENTREE SOL EST

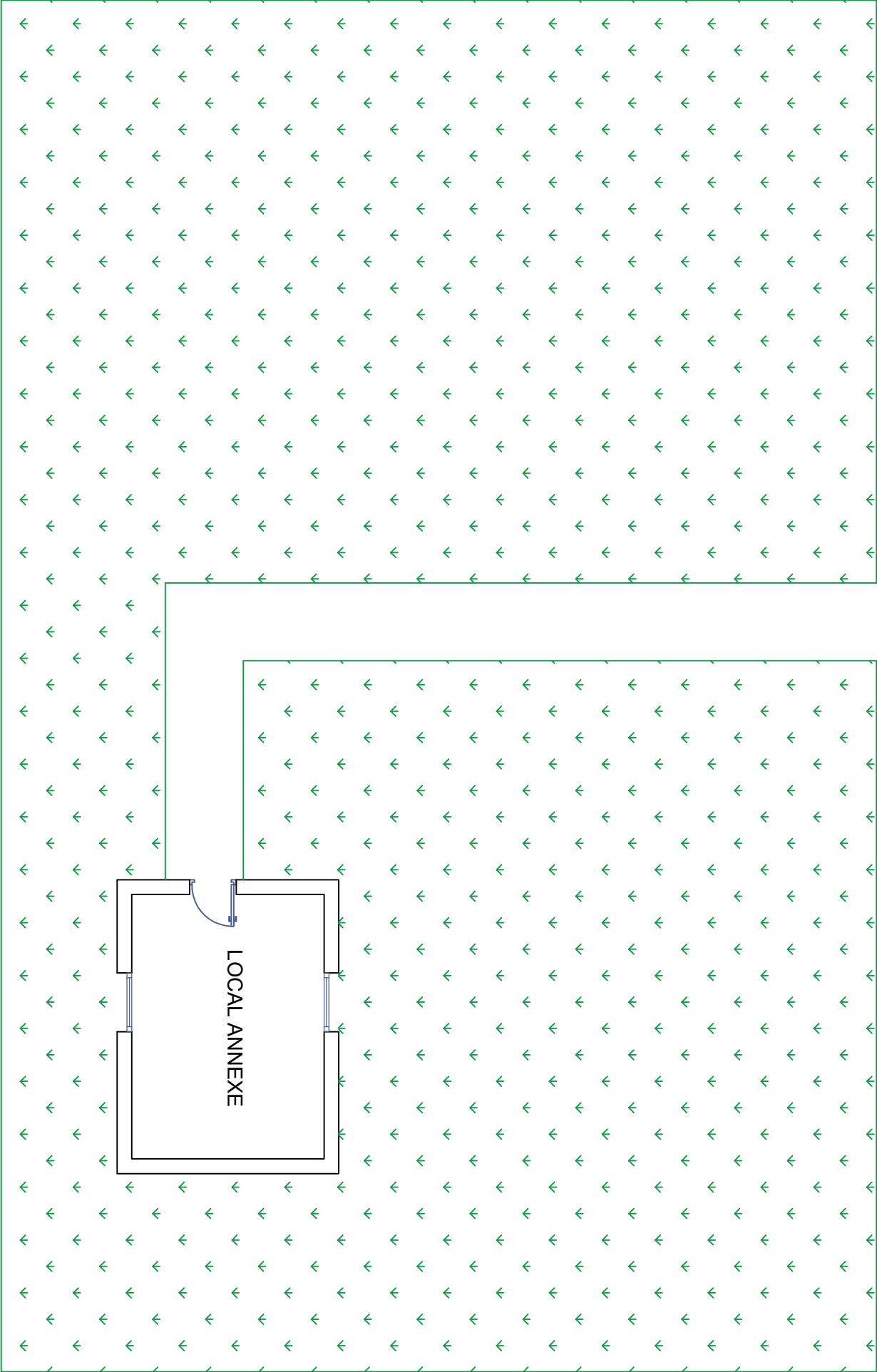


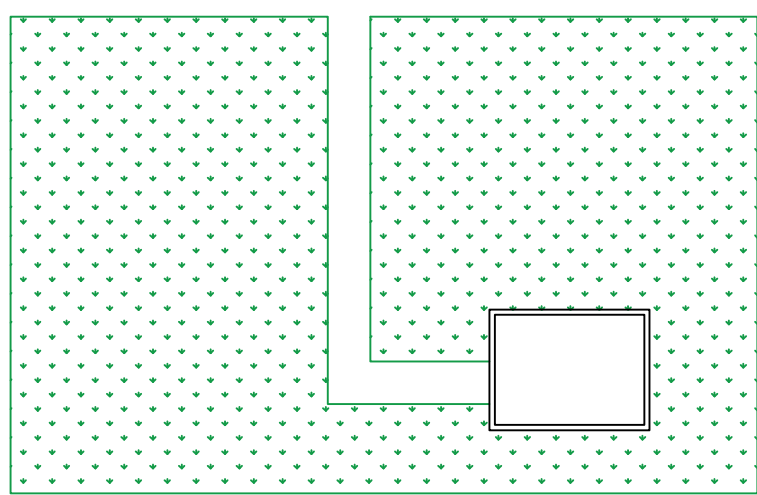
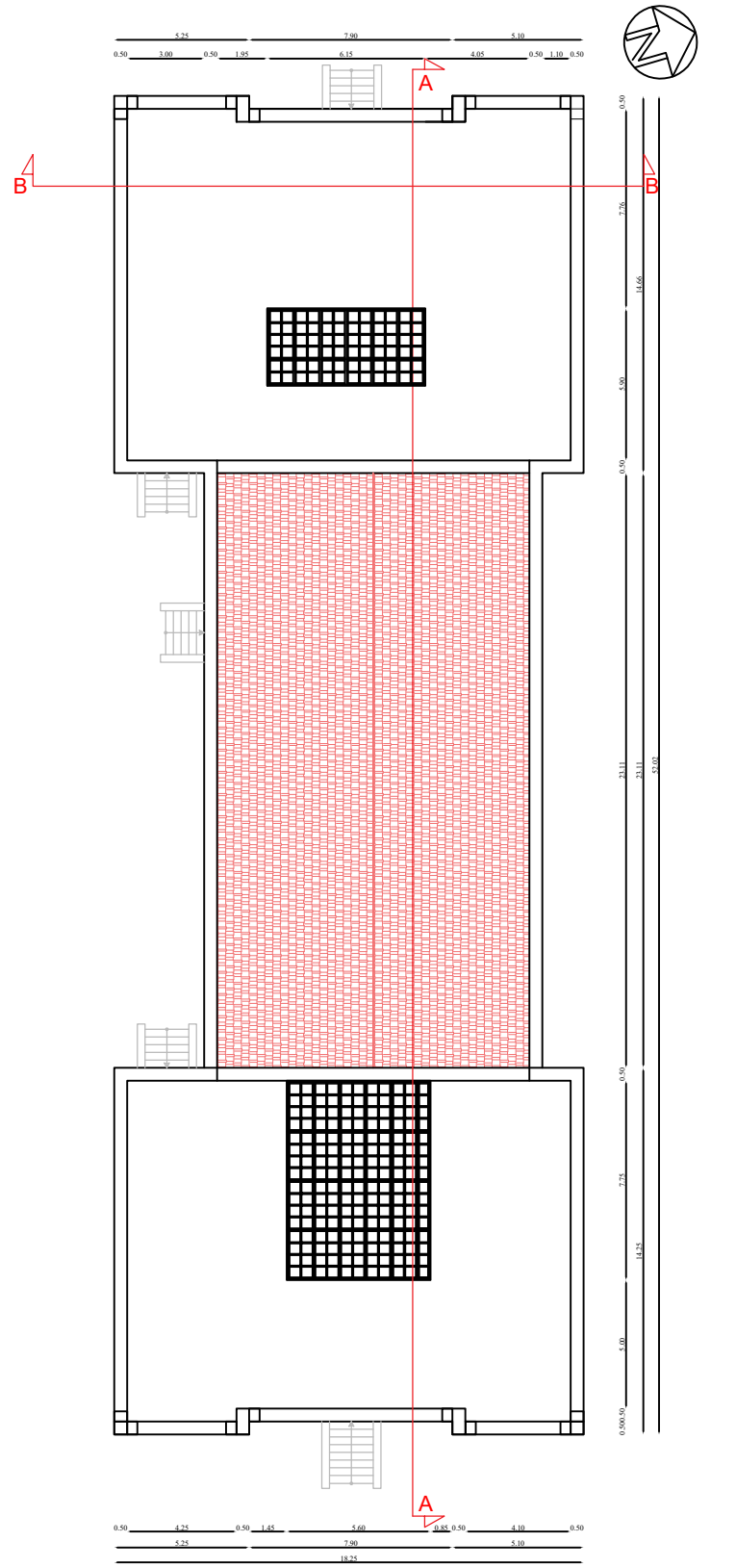
PLAN DE L'ENTRE SOL OUEST



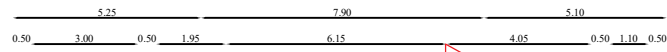


PLAN RDC

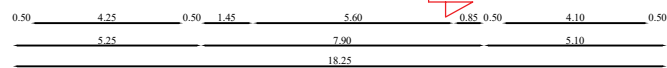
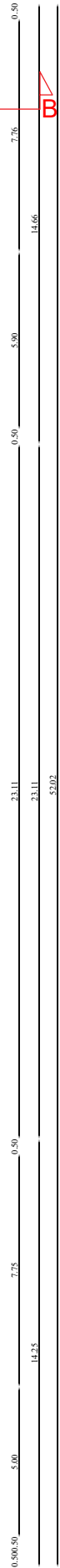
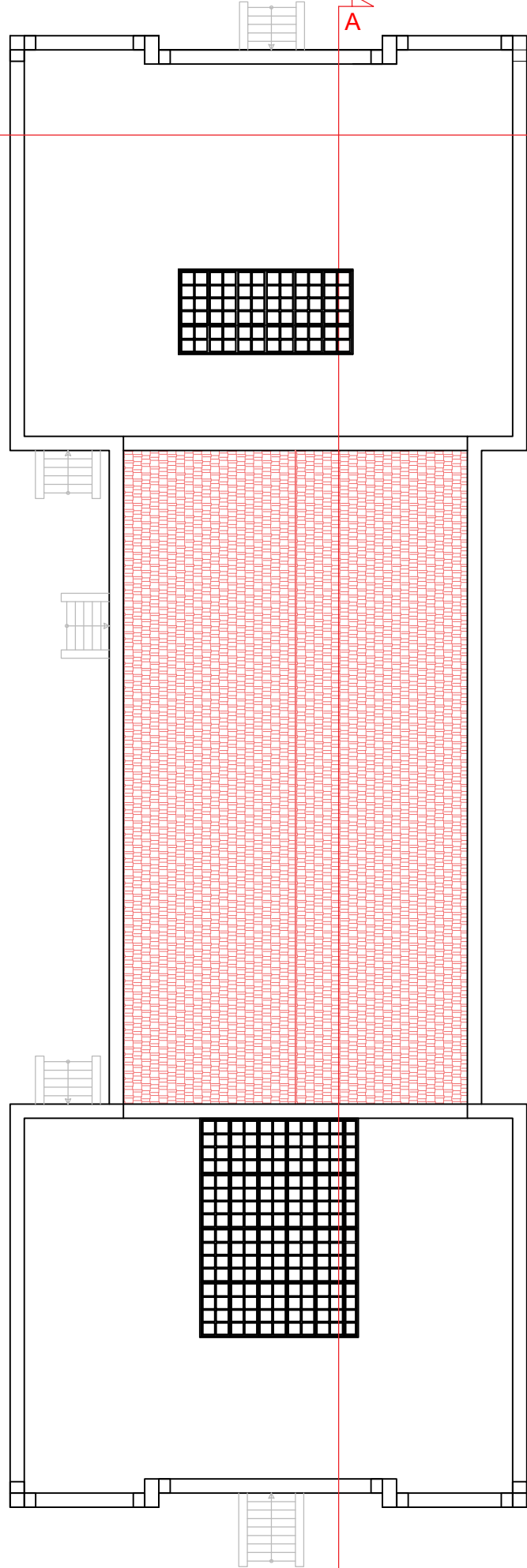


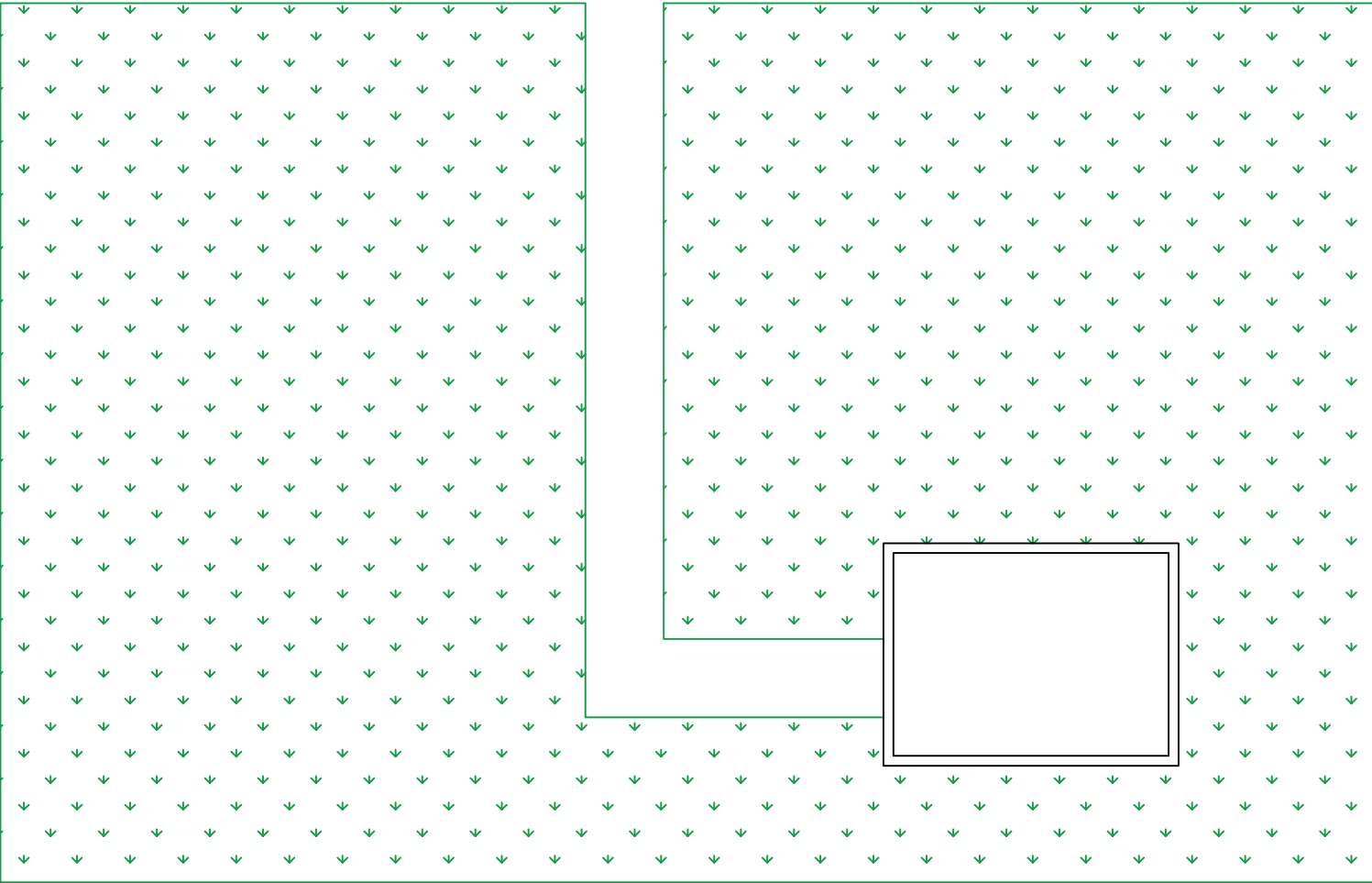


PLAN TOITURE

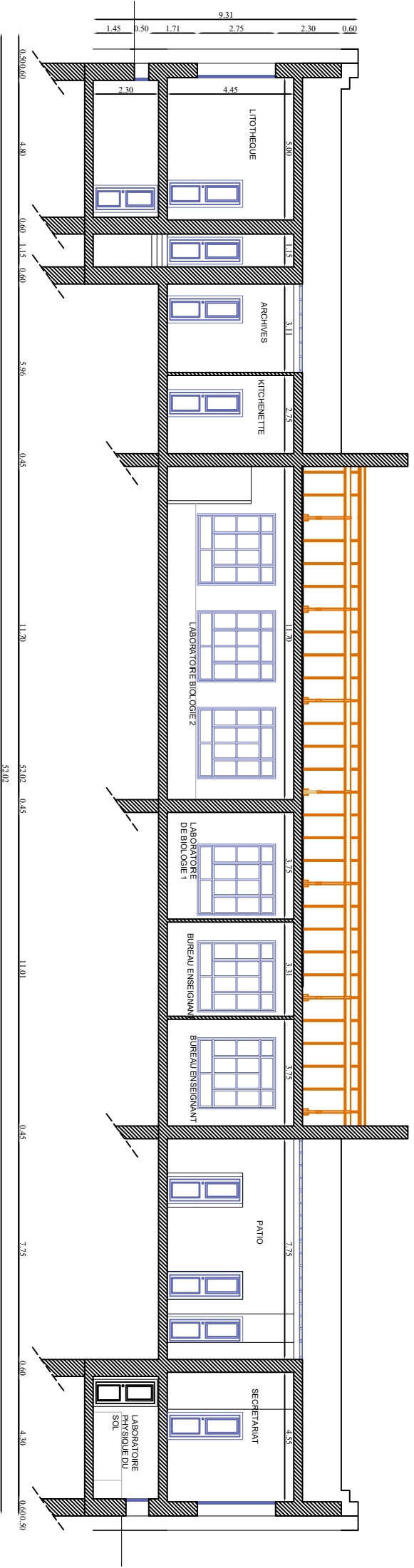


A
B

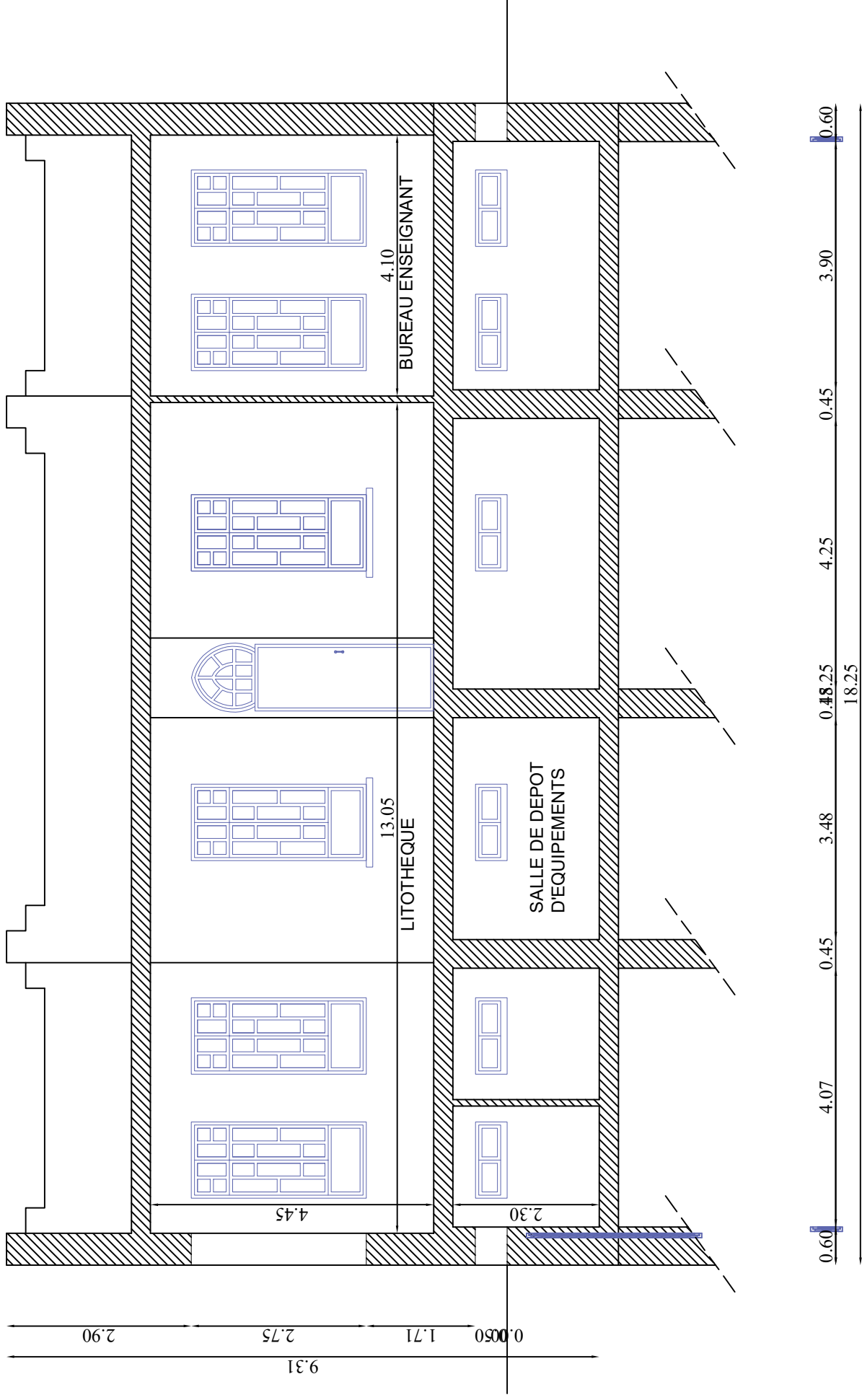




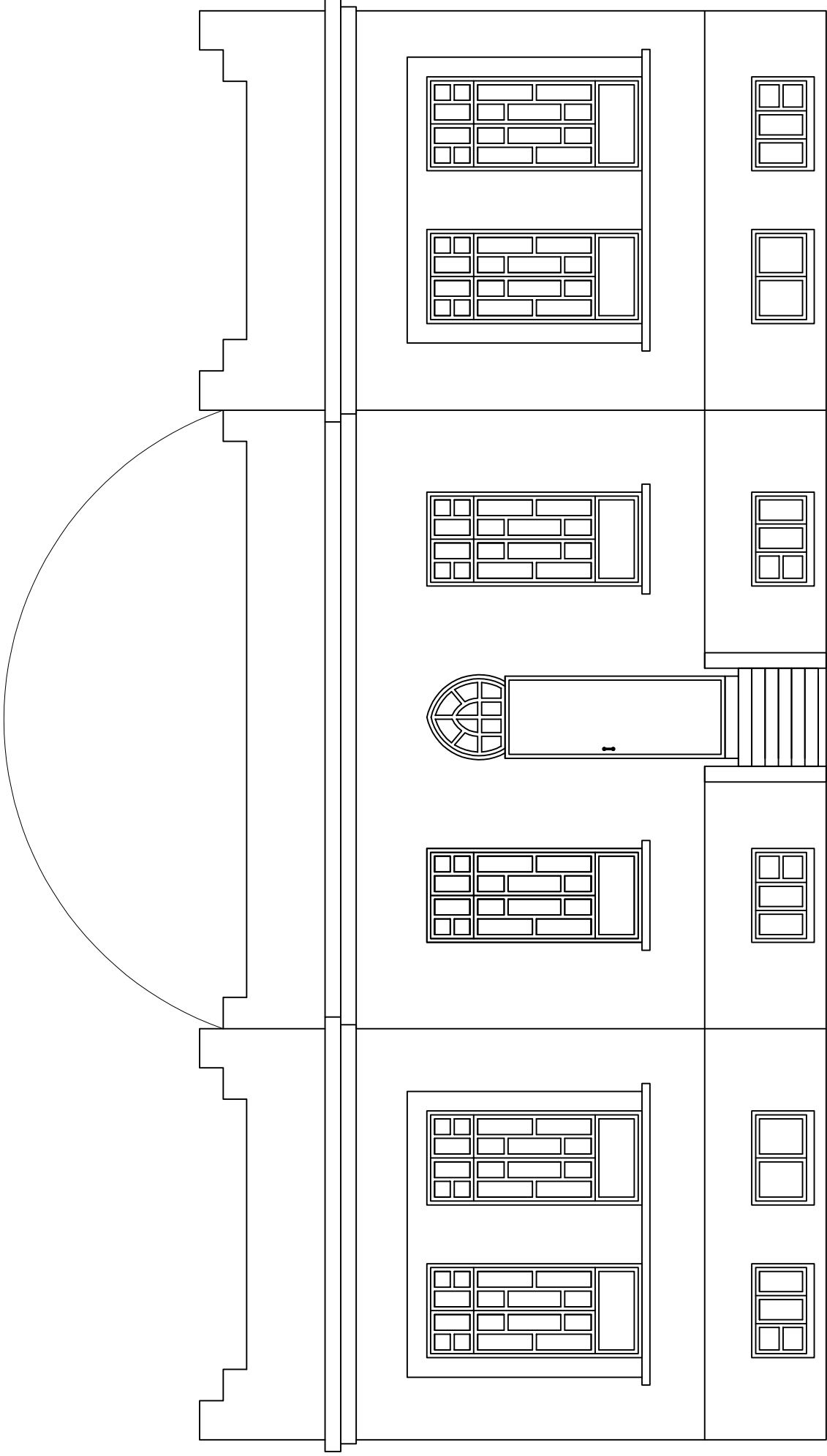
PLAN TOITURE



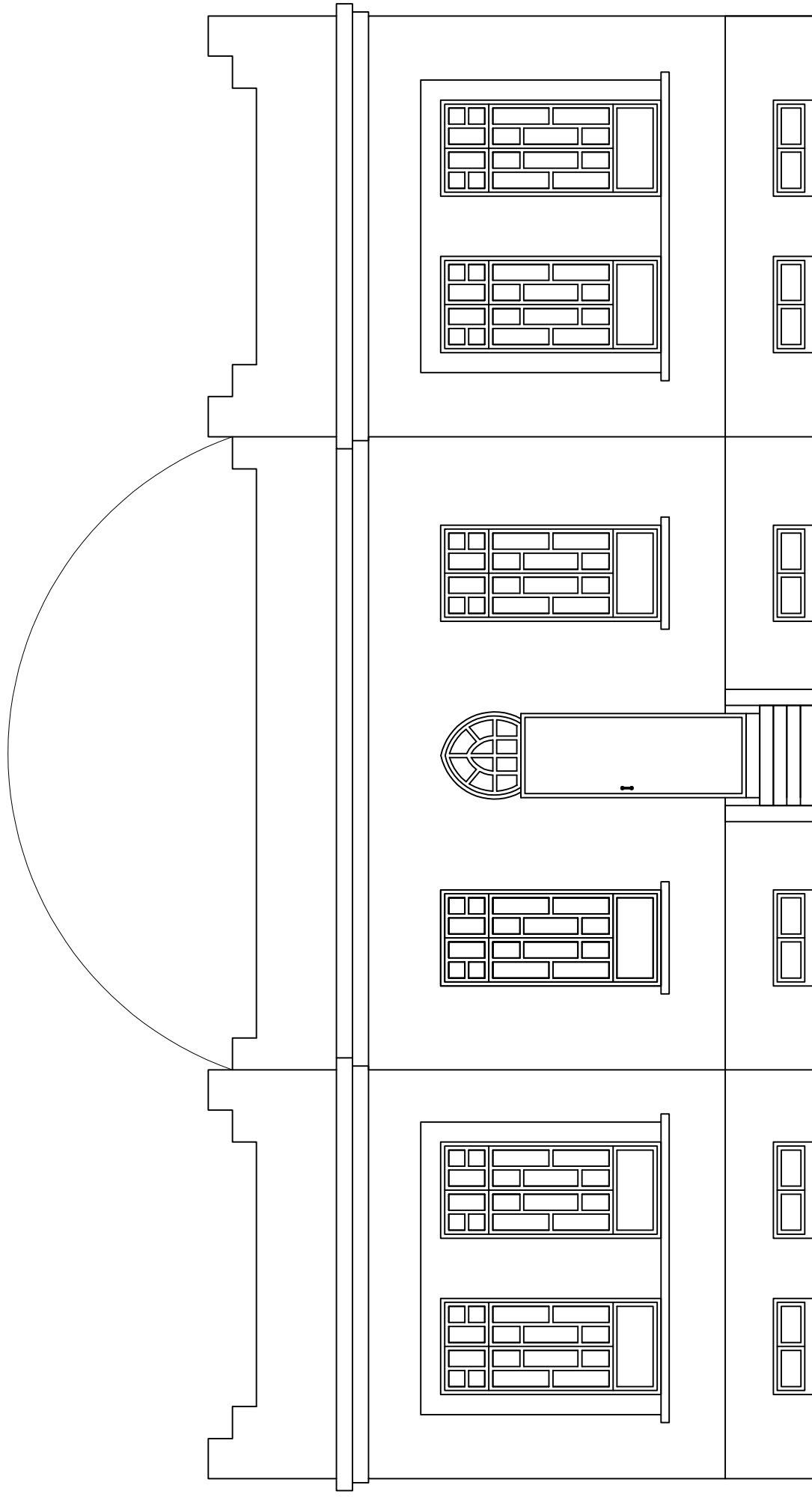
COUPE AA



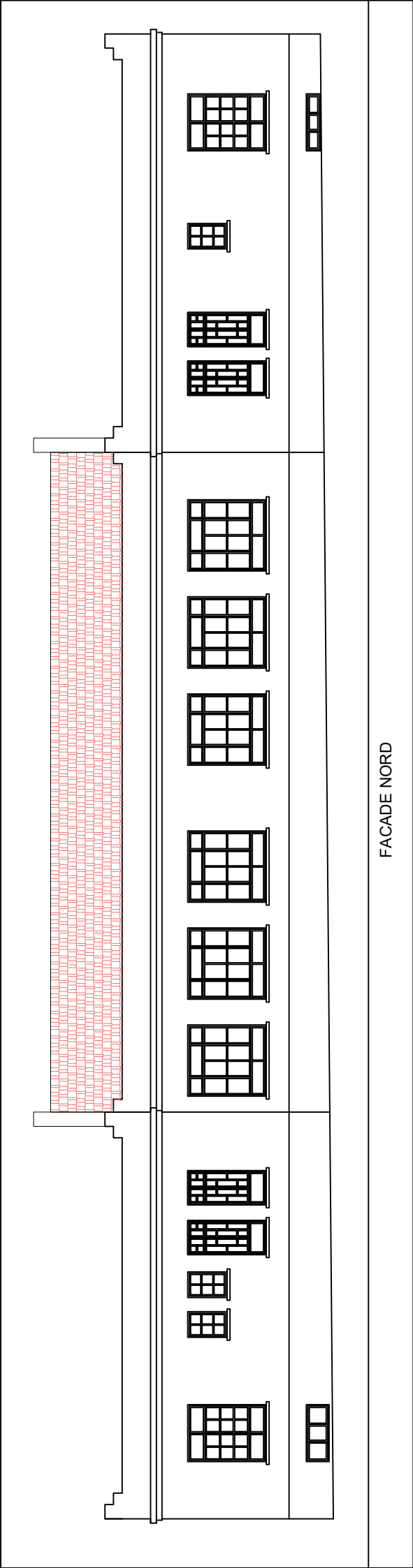
COUPE BB



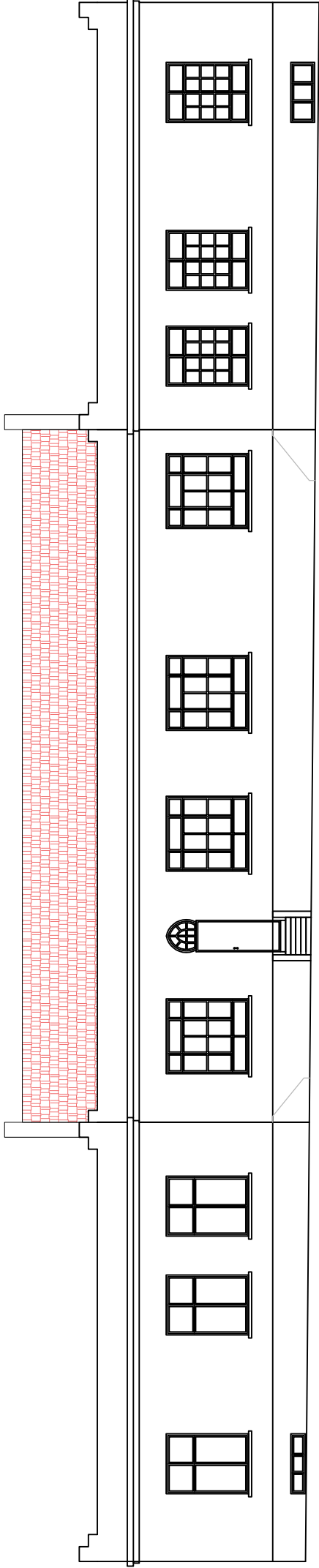
FACADE EST



FACADE OUEST



FACADE NORD



FACADE SUD