

STAGE ASSISTANT INGENIEUR

Effectué par Léna D'ANTONI

Etudiante en 4^{ème} année d'études d'ingénieur à Polytech Annecy-Chambéry dans la filière EBE

Dans l'entreprise ARP-Astrance

Du 02/06/2020 au 11/08/2020



9 rue Percier 75008 Paris

arp. astrance

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	2
INTRODUCTION	3
L'ENTREPRISE.....	3
Description de l'entreprise.....	3
Politique de développement durable.....	3
Environnement de travail.....	4
MISSIONS MENEES	5
Compétence 1	6
Compétence 2	10
Compétence 3	12
CONCLUSION	13
RESSOURCES.....	14
ANNEXES.....	15

REMERCIEMENTS

Je remercie Tom Sheehan, architecte en région parisienne, de m'avoir fait découvrir l'entreprise Arp-Astrance, et Béatrice Moal, directrice d'Arp-Astrance, de m'avoir accueilli au sein de ses locaux en tant que stagiaire. Je remercie aussi Marx Chhay et Moriba Bengaly, respectivement mes tuteurs école et entreprise, pour leur accompagnement durant ce stage. Egalement Thomas Caillard, Bruno Kergohen et Arnaud Nouilhas pour la découverte de leurs activités et métier. Sans oublier André-Marie Dogbo qui a donné de son temps pour mon projet de stage. Mais aussi tous ceux qui m'ont aidée durant ce temps.

INTRODUCTION

Après une première expérience dans le domaine du BTP chez Bouygues Bâtiment Sud Est dont l'environnement n'est pas l'enjeu prioritaire, j'ai eu envie d'orienter ce deuxième stage vers une entreprise respectant mes valeurs. Grâce aux recommandations d'un ami architecte, j'ai choisi l'entreprise Arp-Astrance qui place le bâtiment durable en haut de ses priorités. Ce stage me permet également de découvrir le métier de bureau d'études, qui est bien différent de celui de conducteur de travaux découvert lors de ma première expérience.

L'ENTREPRISE

Description de l'entreprise

Arp-Astrance a été créé en 2010 par la fusion des entreprises ARP, créée en 1992 par madame Béatrice Moal, et Astrance, spécialiste de l'immobilier responsable. L'entreprise compte aujourd'hui environ 90 salariés répartis selon 4 pôles :

- Aménagement d'espace
- Conseil en immobilier
- Gondwana, qui s'occupe de l'aspect biodiversité et biophilie
- Astrance, qui s'occupe du bâtiment durable

J'ai été affiliée à ce dernier pôle, Astrance, dirigé par Moriba Bengaly mon tuteur entreprise. Ce pôle se divise en 3 activités qui partagent parfois des projets transverses :

- Ingénierie productive (IP), dirigée par Thomas Caillard, s'occupe de la performance énergétique et environnementale à plusieurs phases d'un projet au travers de calculs, modélisations, simulations, etc.
- Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (AMO), dirigée par Bruno Kergrohen, conseille sur des projets de leur phase conception à la livraison en ce qui concerne les certifications et les labels, l'aspect durable et environnemental du projet, etc.
- Conseil & Innovation Durable (CID), dirigée par Arnaud Nouailhas, s'articule autour de 5 problématiques : la stratégie RSE, la stratégie bas carbone, la résilience au changement climatique, le confort de la santé et du bien-être, les concours.

Politique de développement durable

Arp-Astrance adopte une forte politique de développement durable. En effet, l'activité de l'entreprise concerne des projets de bâtiment résilient, de protection de la biodiversité, utilisant des certifications énergétiques et environnementales, il est donc normal que ce sujet leur tienne à cœur. L'entreprise organise notamment des webinars, séminaires dirigés en visio, sur les thèmes de l'immobilier durable ou encore l'immobilier et la biodiversité par exemple, qui permettent de développer des façons de travailler et de penser dans le domaine du bâtiment. Chacun des 4 pôles est engagé dans cette idéologie forte que tous les employés partagent.

Au sein des locaux : les employés font le tri sélectif grâce à 5 poubelles mises à disposition dans la cuisine ; ils évitent les couverts en plastique lorsqu'ils prennent leur repas à emporter, préférant les couverts de la cuisine de l'entreprise ; ils font des commandes de récipients en verre, et non en plastique, pour ceux qui apportent leur repas par exemple ; il n'y a pas de gobelets en plastique près

des fontaines à eau... Toute une liste de petites actions qui met tout le monde d'accord : le développement durable est un enjeu majeur de notre société, même dans le cadre du travail.

Environnement de travail

Arp-Astrance fait partie des quelques entreprises à être labellisée OsmoZ par Certivéa. Cette certification de bien-être s'articule autour de 6 enjeux sociétaux : la santé environnementale, l'hygiène de vie, l'équilibre vie privée/vie professionnelle, la communication et le lien social, les fonctionnalités, la démarche collective. Ainsi, les locaux d'Arp-Astrance, d'une superficie de 550m², ont été pensés et aménagés pour répondre à ces problématiques.

La qualité de vie au travail est donc indispensable pour Arp-Astrance dont les locaux comportent des espaces de travail en open-space, un work-café qui permet de se réunir dans le cadre du travail, d'une formation ou simplement dans une optique détente, une salle silence avec des ordinateurs mais aussi des coussins pour dormir, des salles de réunion insonorisées, une cuisine et une salle à manger, un coin jardin partagé avec des herbes aromatiques disponibles pour tous et une bibliothèque garnie de livres sur le bien-être et la nature.

L'entreprise adopte également le flexoffice : personne n'a de bureau attribué, chacun peut travailler où il veut et avec qui il veut, que ce soit debout, assis, couché, dans la salle silence, le work-café ou bien un bureau traditionnel.

Pour conclure, il fait bon vivre dans les bureaux d'Arp-Astrance qui sont lumineux, agréables et accueillants.



MISSIONS MENEES

Le stage s'est déroulé selon 2 phases : une première phase découverte qui a duré 3 semaines, durant lesquelles j'ai découvert les 3 activités d'Astrance (IP, AMO et CID) ; une seconde phase développement de projet en adéquation avec ce qui m'a plu durant mes découvertes, tout en continuant d'aider pour certaines activités d'Astrance.

Description du projet :

Le but de ce projet est de travailler sur l'influence de la lumière naturelle sur un bureau individuel type. Pour cela, certains paramètres variables permettront d'établir leur influence sur deux calculs différents : Le facteur de lumière du jour (FLJ) qui représente le pourcentage de lumière naturelle théorique disponible qu'un local reçoit, et l'autonomie en lumière du jour (ALJ) qui est un indicateur permettant de calculer la durée pendant laquelle un local peut se passer de lumière artificielle.

Le FLJ se calcule sous un ciel nuageux normalisé, ainsi l'orientation et la localisation ne sont pas des paramètres déterminants. Pour le calcul de l'ALJ, ces paramètres rentrent en considération, c'est pourquoi ce calcul est effectué dans des conditions proches du réel.

Je suis accompagnée dans ce projet d'André Marie Dogbo qui est un spécialiste des phénomènes physiques du bâtiment. Il m'a proposé de faire cette étude sur un logiciel de modélisation paramétrique qui s'appelle Rhinocéros. Ainsi à terme, je serai capable de déterminer les configurations qui apportent un meilleur confort visuel, savoir quand il est plus pertinent de faire un calcul de FLJ ou de ALJ, utiliser les bases du logiciel Rhinocéros.

Les données nécessaires à l'étude sont disponibles en Annexe 1.

Cette partie est décomposée en fonction des compétences que j'ai développées durant mon séjour chez Arp-Astrance. A chaque compétence est associée une ou plusieurs missions menées qui permet de justifier l'acquisition de ladite compétence.

Compétence 1 : Gérer et conduire un projet de sa conception à sa réalisation selon ses dimensions techniques, économiques et humaines

- Mettre en œuvre des outils et des méthodes pour la réalisation du projet

Ce stage m'aura permis de découvrir de nouveaux logiciels de modélisation : Sketchup et Rhinoceros, ainsi que des extensions pour l'étude de la lumière naturelle.

SKETCHUP ET DL LIGHT

Durant la phase découverte, j'ai été amenée à travailler avec Michael Mogade, expert dans la modélisation Sketchup et la simulation thermique dynamique (STD). Il m'a montré comment utiliser le logiciel et m'a également fourni la documentation adaptée, pour que je modélise seule le premier étage d'un projet d'hôtel 5 étoiles à l'Isle-Sur-La-Sorgue. Cette modélisation sert notamment à l'étude du facteur lumière du jour (FLJ) et de l'autonomie en lumière du jour (ALJ), grâce à l'extension DL Light, que j'ai également testée sur ma modélisation.

La modélisation ainsi que l'étude m'ont pris environ 3 jours, à cause de la prise en main de ce logiciel que je ne connaissais pas et du suivi du protocole d'Arp-Astrance détaillé dans la documentation fournie dont il ne fallait louper aucune étape. Bien que le logiciel ressemble à Revit, logiciel de modélisation étudié en cours à Polytech, l'adaptation a été longue et surtout les erreurs se glissaient facilement dans le processus.

Finalement, j'ai réussi à étudier l'impact de la lumière naturelle sur l'étage en question :

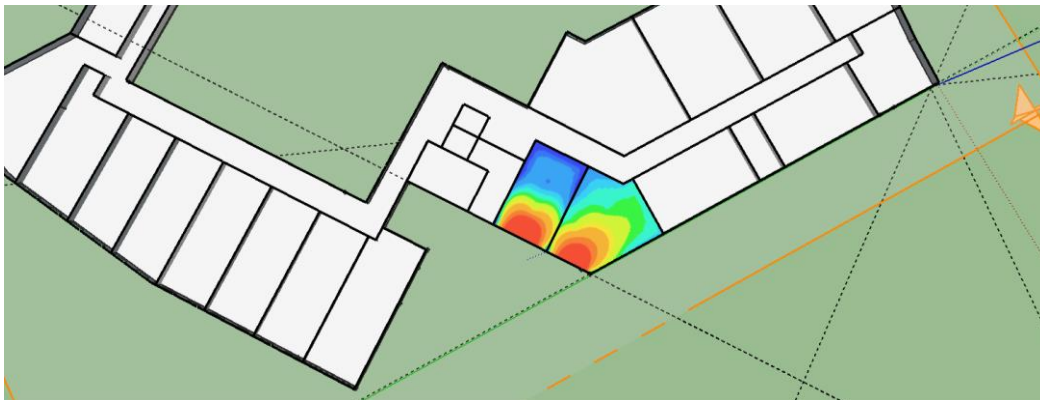


Image 1 : Etude du FLJ sur 2 pièces sélectionnées

	R+1	ID surface	FLJ moyen calculé sur 100% de la surface de calcul
		113	1,5
		115	1,1

Image 2 : Résultats de l'étude FLJ

Mes résultats sont en adéquation avec ceux de Michael, moyennant quelques erreurs qu'il a su m'indiquer. La conclusion de l'étude est que les chambres de l'hôtel sont trop profondes et n'atteignent pas la recommandation telle que le FLJ moyen > 1,5.

Malgré les difficultés rencontrées, j'ai apprécié la modélisation et l'étude FLJ. C'est pourquoi, le fil conducteur de mon projet dans la deuxième phase du stage est l'étude de la lumière du jour sur un bureau type à modéliser.

Avant l'installation du nouveau logiciel Rhinoceros, j'ai modélisé un certain nombre de cas de mon projet. Voici le cas 1, c'est-à-dire une profondeur de bureau de 4,5m, un pourcentage de vitrage de 40% et une longueur des brise-vue de 30cm.

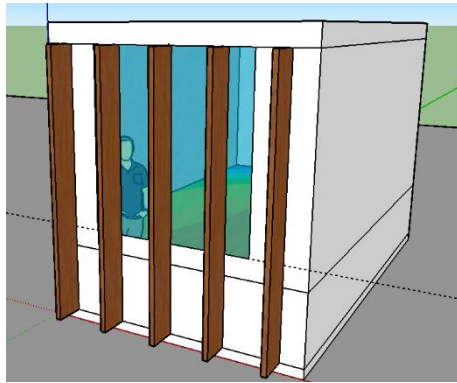


Image 3 : Modélisation du bureau sur Sketchup

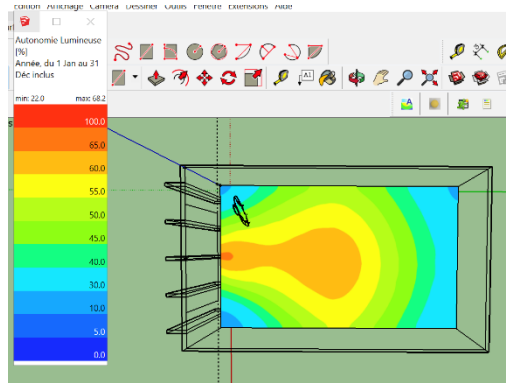


Image 4 : Résultats ALJ

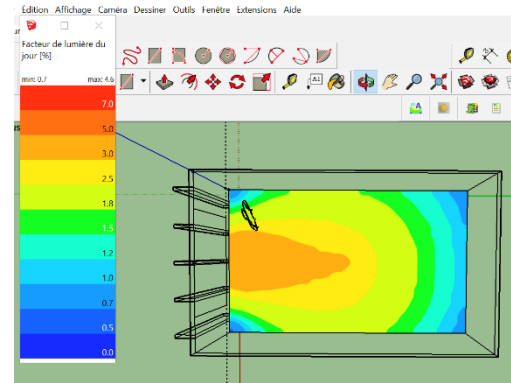


Image 5 : Résultats FLJ

Cependant, devoir re-modéliser à chaque fois pour changer un des paramètres est fastidieux, et les erreurs se sont très facilement glissées dans mon travail, j'ai donc parfois dû recommencer plusieurs calculs. C'est là que la découverte de Rhinoceros devient intéressante.

RHINOCEROS ET GRASSHOPPER + HONEYBEE

Rhinoceros, abrégé en Rhino, (avec ses extensions Grasshopper et Honeybee) est un logiciel qui permet de facilement gérer des paramètres variables (dans mon cas la profondeur du bureau, le pourcentage de vitrage et longueur des protections solaires extérieures). Il regorge cependant d'options et de possibilités très variées ce qui rend le logiciel complexe lors des premières utilisations.

Voici une représentation basique d'une pièce grâce à Grasshopper :

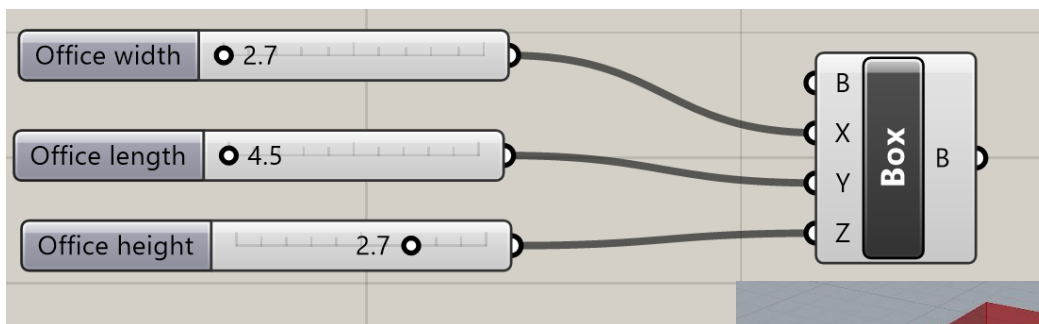


Image 6 : Modèle Grasshopper

Puis le rendu sur Rhino issu de la représentation ci-dessus :

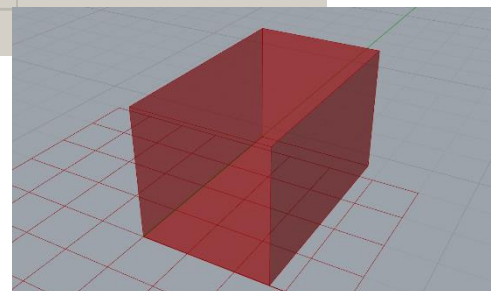


Image 7 : Modélisation Rhino

Pour m'aider, André Marie m'a permis d'utiliser une base rédigée par Mostapha Roudsari, développeur entre autre de l'outil Ladybug de Rhino, qui établit la base schématique pour des calculs sur la lumière du jour. J'ai dû décortiquer le modèle pour y incorporer les paramètres de mon étude.

CONCLUSION

La prise en main de Sketchup et DL Light a été bien plus facile et intuitive que celle de Rhino. Même si je peux encore faire des erreurs avec ce premier logiciel, cela relève principalement de l'inattention. Pour ce qui est Rhino, j'ai dû beaucoup me documenter au travers de tutoriels pour réussir à comprendre son fonctionnement.

- Mobiliser les ressources d'un champ scientifique et technique spécifique

ETUDE SUR LA LUMIERE DU JOUR SUR SKETCHUP

Pour une longueur de bureau donnée, ici 4,5m, voici comme le FLJ et l'ALJ évoluent :

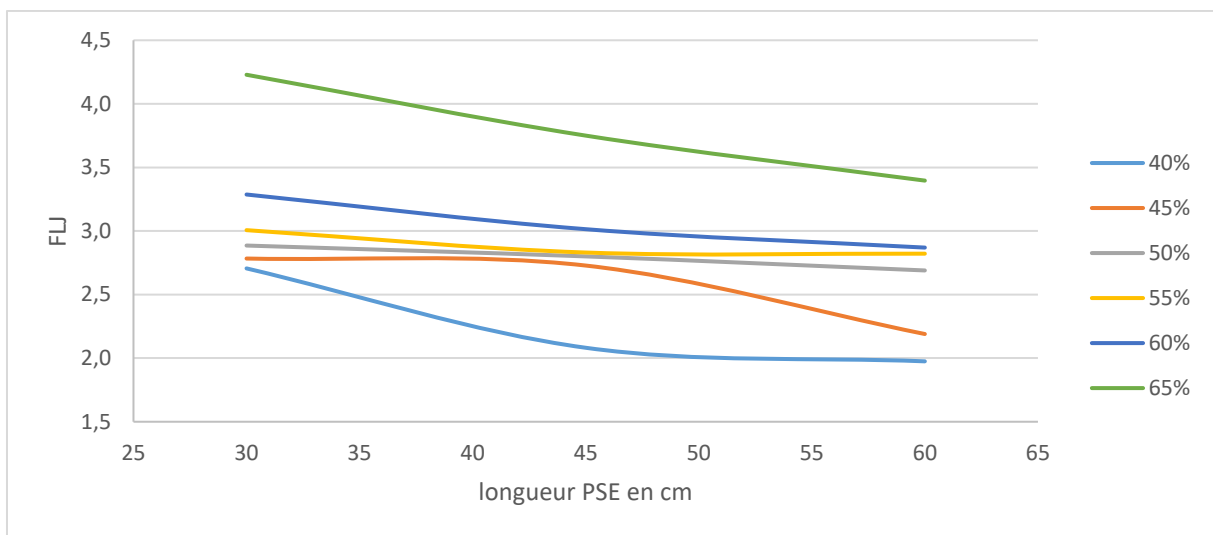


Figure 1 : Evolution du FLJ en fonction de la longueur des protections solaires pour une profondeur de pièce de 4,5m

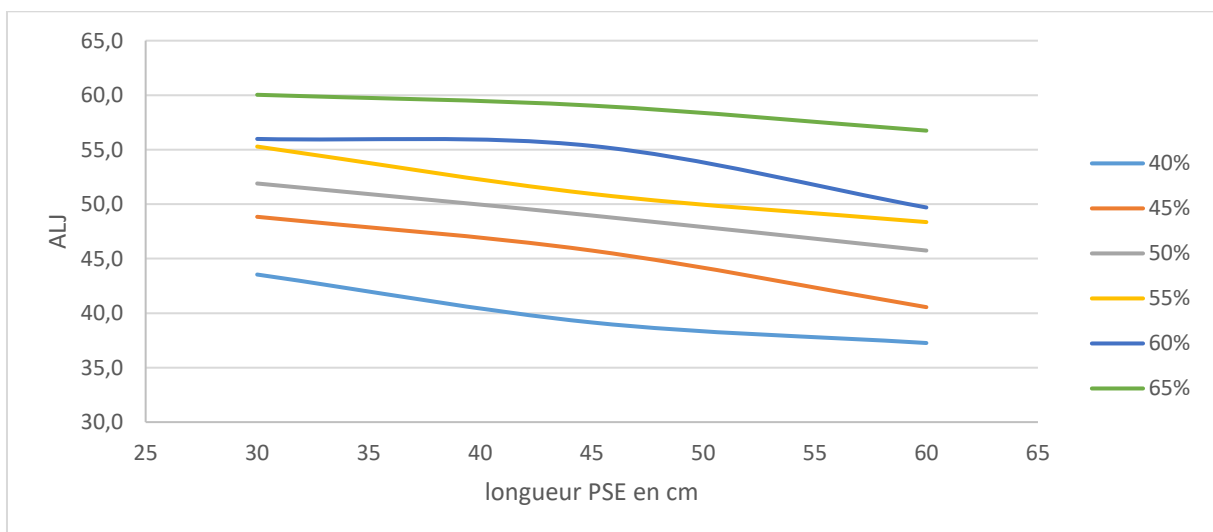


Figure 2 : Evolution de l'ALJ en fonction de la longueur des protections solaires pour une profondeur de pièce de 4,5m

Il apparaît clairement que les deux paramètres décroissent plus la longueur des protections solaires extérieures (PSE) augmente. En effet, le but des PSE étant d'apporter de l'ombre dans les pièces pour éviter l'éblouissement et la surchauffe, il est normal que plus elles sont importantes, plus il y a d'ombre dans le bureau, et donc plus cela aura un impact sur l'accès à la lumière naturelle.

Par rapport au pourcentage de surface vitrée, plus ce dernier est bas et plus le FLJ ou l'ALJ est faible. Ceci est logique, car le pourcentage de surface vitrée n'est autre que :

$$\% \text{ surface vitrée} = \frac{\text{surface vitrée (m}^2\text{)}}{\text{surface opaque (m}^2\text{)}}$$

Ce qui signifie que cette valeur augmente avec la surface vitrée, donc plus celle-ci est élevée plus la fenêtre en grande, donc plus de lumière naturelle est accessible dans le bureau.

Maintenant, voici comment évoluent le FLJ et l'ALJ en fonction de la profondeur du bureau :

Graphe à intégrer

ETUDE SUR LA LUMIERE DU JOUR SUR RHINO

En cours

Compétence 2 : Communiquer efficacement avec un public varié, et développer son projet professionnel

- Rédiger un écrit professionnel

Durant mon stage, j'ai rédigé différents écrits qui ont ensuite été exploités par l'entreprise. En Annexe 3 sont disponibles les différents extraits de ces textes.

SUIVIS ENVIRONNEMENTAUX

Supervisée par Laure Demonchaux, j'ai rédigé les suivis environnementaux de l'extension d'un centre commercial Carrefour à Rennes qui met à disposition des cellules pour des preneurs (comme H&M, Yves Rocher, etc). Ces preneurs doivent respecter un accord BREEAM qui est la certification visée par Carrefour. Le suivi environnemental détaille alors si les éléments de la certification ont bien été respectés, et surtout si les preuves, sous forme de dossiers des ouvrages exécutés (DOE), ont bien été fournies par les différents preneurs.

Ce travail m'a permis d'être confrontée à des documents que je n'avais jamais lu, ce qui n'a pas été évident pour la recherche d'informations. De plus, certains documents étant manquants, l'exercice a d'autant été plus compliqué.

Ma contribution aura permis de dégrossir le travail mais aussi d'établir les documents manquants pour ensuite les demander aux preneurs.

BENCHMARK

Durant un exercice de benchmark, donné par Bastien Hamard, pour un projet de rédaction d'une stratégie RSE pour le groupe pharmaceutique IPSEN, j'ai regroupé dans un tableau le positionnement de deux entreprises concurrentes, SIEMENS et Johnson&Johnson, par rapport à la thématique de la durabilité. Pour cela, j'ai lu les chartes immobilières durables en anglais des deux concurrents, puis j'ai recensé les principales idées, en anglais également.

Ce travail était plutôt inattendu et pas aussi difficile que je l'aurais cru. Bien que les documents aient été en anglais, le positionnement des entreprises est rapidement identifiable.

COMPTE RENDU DE REUNION

Suite à la participation à une réunion de réflexion pour la création d'un refuge pour la SPA avec Arnaud Nouailhas et Vitali Caplain, durant laquelle j'étais libre de donner mon avis, j'ai été amenée à rédiger le compte-rendu de ce qui a été évoqué, à l'aide de mes propres notes et des leurs. Ce compte-rendu permet de garder une trace des idées afin de les présenter ensuite au client.

Ce travail a été facile, puisque la base du compte-rendu avait déjà été élaboré précédemment. J'ai juste eu à remplir le contenu de la réunion dans les bonnes lignes.

RAPPORT BREEAM

J'ai travaillé sur la rédaction d'un rapport BREEAM. La certification BREEAM est une certification qui peut être donnée à un bâtiment neuf ou rénové. Il existe plusieurs niveaux (pass, good, very good, excellent et outstanding) qui sont atteints en respectant toute une liste de critères divisés en



catégorie (management, health and wellbeing, energy, transport, water, materials, waste, land use and ecology, pollution). Selon le nombre de critères visés, le bâtiment pourra atteindre un certain niveau. Afin d'être éligible, des documents sont à fournir par l'assessor (ici Arp-Astrance) : 1 rapport en phase DCE/marché, 1 rapport à la livraison, 1 rapport photographique qui est complémentaire au rapport à la livraison car il permet la justification avec des photos car aucun représentant BREEAM ne se déplace sur site.

Ainsi, j'ai aidé Laure Demonchaux à la rédaction du rapport à la livraison et du rapport photographique en rédigeant les commentaires adéquats, en triant les fichiers justificateurs, en mettant des fichiers à jour, en ajoutant les photos justificatives dans le rapport photographique.

Ce travail a été fastidieux car l'arborescence du projet n'est pas très bien rangée et qu'il est nécessaire de bien connaître le projet. J'ai cependant découvert, comme pour les suivis environnementaux, des documents que je n'avais jamais vus ou lus. J'ai essayé de prendre le temps de me plonger dans certains d'entre eux, cela m'a notamment permis de comprendre un peu mieux le projet.

CONCLUSION

Le travail de rédaction n'est pas trop un problème pour moi. Ce qui est compliqué est de se plonger dans un projet inconnu et d'en retirer les éléments essentiels au travail demandé.

- *Transmettre un message oral*

Compte-rendu de l'avancement du projet avec le tuteur entreprise

Compétence 3 : Mobiliser et développer les compétences en sciences humaines nécessaires à son intégration et au développement de son entreprise et de la société

- *S'intégrer dans l'entreprise et en exerçant le métier d'ingénieur*

respect des règles, codes, horaires, présentation

CONCLUSION

A faire

RESSOURCES

Site d'Arp-Astrance : <https://arp-astrance.com/>

Certification OsmoZ : <https://osmoz.certivea.fr/>

Coefficient de réflexion des parois : <https://energieplus-lesite.be/donnees/eclairage4/coefficient-de-reflexion-des-parois/>

Définition FLJ : <https://energieplus-lesite.be/theories/eclairage12/physique-lumiere/facteur-de-lumiere-du-jour/>

Définition ALJ : <https://energieplus-lesite.be/theories/eclairage12/physique-lumiere/autonomie-en-lumiere-du-jour/>

Modèle Rhino de Mostapha Roudsari :

http://hydrashare.github.io/hydra/viewer?owner=mostaphaRoudsari&fork=hydra_1&id=Honeybee_Annual_Daylight_Simulation_Example&slide=0&scale=4&offset=-30.5,-410.28125

ANNEXES

Annexe 1

Période d'occupation : 8h à 19h 5 jours par semaine

Localisation : Paris intramuros (fichier météo de Paris Orly)

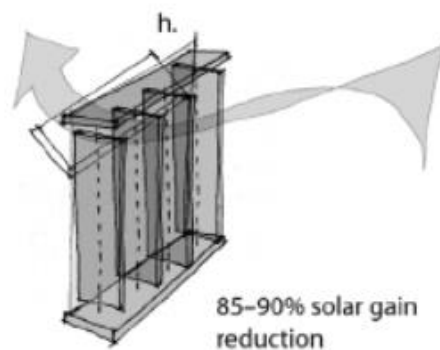
Orientation base (façade avec la fenêtre) : Sud

Géométrie de la pièce :

- Largeur : 2 trames et 1 trame = 1m35 donc largeur = 2m70
- Profondeur variable : entre 4,5m et 6,5m à faire varier par pas de 1m
- Pourcentage de surface vitrée variable = surface vitrée/surface opaque : entre 40 et 70% à faire varier par pas de 5%
- Hauteur sous plafond : 2m70
- Hauteur d'allège : 90cm

Protections solaires extérieures : Brise soleil à lames verticales :

- Toute hauteur : 2m70 donc recouvre aussi l'allège
- Largeur : 5cm
- Longueur/Profondeur variable : de 30cm à 60cm avec un pas de 50cm
- Matériau :
 - Coefficient de réflexion selon la couleur : Les PES sont en bois d'érable donc 0,55
 - Attention au coefficient de spécularité des métaux



(Movable) vertical fins/louvres

Coefficient de réflexion :

- Mur : 0,5
- Plafond : 0,7
- Sol : 0,3
- Sol extérieur : 0,2

Coefficient de transmission :

- Vitrages : 0,7

Annexe 2

Annexe 3

Extrait suivi environnemental :

2 CONTROLE DE LA FICHE DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Le contrôle a été effectué sur la base des éléments transmis par Histoire d'or à ARP-Astrance jusqu'au 11/06/2020.

Les commentaires d'ARP sur les justifications attendues sont dans la colonne « Contrôle » :

- ▶ Commentaires en vert : les informations contrôlées et conformes aux attentes
- ▶ Commentaires en noir : les informations sont non communiquées
- ▶ Commentaires en rouge : les informations sont non conformes

Rappel des justifications attendues	Contrôle
Accessibilité	
Plans d'aménagement mettant en valeur l'accessibilité à tous et la mise en place d'une signalisation claire dans la cellule commerciale	<p><u>Dossier accessibilité :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Circulation supérieure à 140cm - Espaces de manœuvre diamètre de 150cm - Présence d'une boucle à induction magnétique + table d'accueil PMR spécifique
Guide utilisateurs et plan de transport	
Compléments apportés par le preneur sur le guide d'utilisation Et courrier de confirmation de la réception des documents	Sans objet

Extrait benchmark :

Planet	<u>Protect Environment</u>	<ul style="list-style-type: none"> o <u>Develop products, solutions and services using life-cycle perspective and eco-design standards</u> o Conservation of ressources : <u>Reduce negative environmental impacts at all Siemens sites</u> o <u>Reduce the use of critical materials in Siemens products and to replace them through alternative materials wherever possible</u> o <u>Replacing ozone-depleting substances</u> o <u>Reducing solvents</u>
	<u>Enhance biodiversity</u>	<ul style="list-style-type: none"> o <u>Improve biodiversity : nesting boxes for wild bees, insect-friendly meadows, support of birds nesting, several tree plantings at sites, roof greening measure and creation of nature pool.</u> o Support local <u>employee grassroots initiatives</u>
	<u>Prevent Pollution</u>	<ul style="list-style-type: none"> o <u>Environmental management programs</u> o <u>Cooperation with the Wildlife Trust in the United Kingdom : long-term partnership, combining volunteering, donations, environmental education, and an overall joint management and measurement of the collaboration</u> o <u>Reduce fleet emissions</u> o <u>Improve the efficiency of resource use and increases transparency surrounding product-related environmental information for the stakeholders</u>

Extrait CR réunion SPA :

Une rapide étude des coûts a été réalisée pour connaître les dépenses annuelles en eau. Il a été établi qu'environ 85000€ sont dépensés par an uniquement pour les consommations d'eau. Cette somme étant élevée, il est plus qu'indispensable de réduire **les consommations d'eau**. Cet axe majeur pourrait se traduire :

- Par de la **sensibilisation** auprès des employés, des bénévoles et des visiteurs :
 - Utilisation d'un logiciel de gestion des consommations d'eau relié au sous-comptage
 - Présence d'un petit écran d'affichage des consommations avec des comparaisons imagées pour que ce soit parlant aux employés et bénévoles (par exemple : 30m³ d'eau = 30000L d'eau = 30000 bouteilles d'eau)
 - Nécessité d'un moyen visible de communication sur ces consommations
 - Possibilité d'organiser un système de récompenses (budget augmenté pour le refuge qui consomme le moins par exemple) ou objectif interne. Cependant, il faut trouver un compromis entre la qualité du nettoyage et la consommation d'eau
 - Sensibilisation sur les cycles de machines à laver à utiliser

Extrait rapport BREEAM :

Reuse and direct recycling of materials



2. According to the document [Registre - GA - Paris 8 - 01 06 2018 au 30 09 2019].

The total waste for energy recovery :

- For inert waste : 5,2T
- For non-dangerous waste : 73,2T
- > Total for the energy recovery = 78,4 Tones

The total waste for recycling is :

- For inert waste : 49,6T
- For non-dangerous waste : 449,4T
- > Total for the recycling = 499 Tones

Ene 04		Free cooling	<p>Internal shading systems :</p> 	The shading systems allow the free cooling of the building.
Ene 06	All	All		The lift installed is the Schindler 5500.