

UNIVERSITE SAAD DAHLEB – BLIDA



Faculté de technologie

Institut d'Architecture et d'Urbanisme

Intention de recherche pour un mémoire en Master 2
en architecture

OPTION : ARCHIBIOCLIMATIQUE

THEME

**Vérification du confort visuel dans
Les salles d'atelier de l' institut
d'architecture , à l'université
Saad Dahleb –Blida.**

ENCADREE PAR : Mme MAACHI

ETUDIANT :_HAMIDOUCHE FETHI

• ANNÉE PÉDAGOGIQUE : 2016/2017 •

REMERCIEMENTS

Avant tout je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donnée la chance d'aimer l'architecture et le pratiquer ce que j'aime, et de m'avoir donnée la force, le courage et la patience pour continuer mon parcours.

Toute ma reconnaissance à mon promotrice Mme Maachi qui a accepté de diriger ce mémoire de master 2 et pour ses remarques, orientations, savoir et particulièrement son soutien sans qui ce travail n'aurait pas vu le jour.

Je remercie également les membres du jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail.

Je dédie ce mémoire à mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi tout au long de mes études.

A mes chers sœurs et frères.

A toute ma famille.

A mon ami : Aid Ammad.

A mes amies : Bab chikh Souad , Hassina , Sabrina , Asma , Siham. Merci à toutes et à a tous.

HAMIDOUCHE Fethi

RÉSUMÉ

La conception de l'éclairage intérieur nécessite la connaissance des utilisations intérieures de l'espace. Car chaque utilisation exige une quantité d'éclairage spécifique et doit s'adapter aux usages de cet espace. Par exemple, dans les ateliers d'architecture, les grandes fenêtres et les grandes ouvertures fournissent un éclairage suffisant pour les activités de dessin fin qu'elles ne soient pas une nuisance pour les utilisateurs des ateliers, et ne soient pas lacées de manière aléatoire pour inverser le rôle qui leur est destiné.

Avec le développement de la technologie moderne et son utilisation dans le dessin architectural, les ouvertures doivent être conçues pour répondre aux exigences des dessins architecturaux numériques.

Dans ce mémoire, l'accent a été mis sur la qualité de l'éclairage interne dans les ateliers de l'institut d'architecture de l'université Saad Dahleb-Blida pour identifier l'environnement optique de ces ateliers, ainsi que leur compatibilité avec l'architecture (manuelle et numérique).

Les résultats de la simulation numérique montrent que l'environnement optique des ateliers ne correspond pas aux dessins manuels et numériques et provoque de la fatigue pour le sens visuel.

Nous avons observé durant les années universitaires où un éclairage artificiel et des ouvertures couvertes ont été utilisés pour éviter éblouissement extrême ce qui a nécessité l'intervention d'une étude centrée sur l'amélioration de l'éclairage dans les ateliers de l'institut d'architecture.

ABSTRACT

The design of interior lighting required to knowing the interior uses of space, because every use required limited quantity of lighting, and should be suitable with the uses of that space. For example in the architectural workshops the windows and the openings with big surface offer enough lighting for the drawing activities so that they are not a nuisance for the users of workshops and not to be placed in random manner, so it reverses the role designed for it. And in line with the development of modern technology and their use in architectural drawing, the openings should be designed so that it fits with required of digital architectural drawing. In this memoir was focus on the quality of interior lighting in the workshops of the institute of architecture in the university of Saad Dahleb -Blida- and identified the interior lighting environment for those workshops and how this match with the manuel and digital architectural drawing. The results of digital similation were explained that the lighting environment of workshops doesn't fit with manuel and digital architectural drawing and causes fatigue for the visual sense and all this we have noticed during our previous university years where it has been used the artificial lighting and the openings were covered for prevention of severe glare which required intervention to conduct a study focused on improving the daylighting in the Workshops of the institute of architecture.

الملخص

تصميم الإضاءة الداخلية يتطلب معرفة الاستعمالات الداخلية للفضاء، لأن كل استعمال يتطلب كمية إضاءة محددة ويجب أن تتأقلم مع استعمالات ذلك الفضاء. مثلاً في ورشات الهندسة المعمارية النواذ والفتحات ذات المساحة الكبيرة توفر إضاءة كافية لأنشطة الرسم بحيث لا تكون مصدر ازعاج لمستعملي الورشات وأن لا تكون موضوعة بطريقة عشوائية فتؤدي لعكس الدور المصمم من أجله. وتماشياً مع تطور التكنولوجيا الحديثة واستعمالها في الرسم المعماري يجب أن تصمم الفتحات بحيث تتناسب مع متطلبات الرسم المعماري الرقمي. في هذه المذكرة تم التركيز على جودة الإضاءة الداخلية في ورشات معهد الهندسة المعمارية في جامعة سعد دحلب -البليدة- والتعرف على المحيط الضوئي الداخلي لتلك الورشات كذلك دراسة مدى تطابقها مع الرسم المعماري اليدوي والرقمي. حيث بينت نتائج المحاكاة الرقمية أن المحيط الضوئي للورشات لا يتناسب مع الرسم المعماري اليدوي والرقمي ويسبب إرهاق للحاسة البصرية، وهذا ما لاحظناه خلال أعوامنا الدراسية الجامعية السابقة حيث أنه تم استخدام الإضاءة الاصطناعية وتم تغطية الفتحات للوقاية من الوهج الشديد مما تطلب ذلك التدخل لعمل دراسة تتمحور حول تحسين الإضاءة الطبيعية في ورشات معهد الهندسة المعمارية.

TABLE DE MATIÈRES

Abstract	III
الملخص	IV
Table de matières.....	V
I- Introduction	1
II. Problématique de recherche.....	1
III. Hypothèse de recherche.....	1
IV. objectif de recherche	2
V. Méthodologie de recherche.....	2
I. Introduction.....	4
II. la lumière naturelle	5
II .1 La lumière du jour.....	6
II.1.1 Sources de la lumière naturelle.....	6
II.1.2 caractéristique de la lumière.....	6
III. L'éclairage naturel	7
III .2 Les paramètres relatifs à l'environnement	7
III .2.1La latitude	7
III .2.2 La saison	8
III .2.3 L'heure.....	8
III .2.4 Les types de ciels	9
III .2.5 Le site.....	9
III .2.6 Les ouvertures (dimension/orientations).....	9
III .2.7 Le local (dimension, profondeur, couleur)	9
III.3 I Les éléments de mesurer l'éclairage naturel	10
III.3 .1 Le flux lumineux.....	10
III.3.2 L'éclairement lumineux	10
III.3.3 L'intensité lumineuse	10
III.3.4 La luminance lumineuse	10
III.3.5 Le coefficient de réflexion lumineuse	11
III.3.6 Coefficient de transmission lumineuse	12
III.3.7 L'éclairement.....	13
III.4 L'ambiance lumineuse.....	13
III.4.1Définition de l'ambiance lumineuse.....	13
III.4.2 Définition de l'ambiance lumineuse dans la norme EN 12464-1 : 2011	14
III.4 .3 Le paramètre de l'ambiance lumineuse	14

III.4.3.1	Quantité de lumière	15
III.4.4	Les rapports de luminance dans le champ de vision.....	16
VI.	L'éclairage et l'atelier d'architecture	17
VI.1	Éclairage général	17
VI.2	Éclairage d'une zone de travail soutenue	17
VI.3	L'éclairage intérieur dans l'atelier d'architecture.....	17
VI.3.1	Les salles d'atelier et les nouvelles pratiques	17
VI.3.2	Les salles d'atelier et le travail sur écran	17
VI.4	Le confort visuel dans les salles d'atelier d'architecture	18
VI.4.1.	Le confort	18
VI.4.2.	Le confort visuel	18
VI.5	L'inconfort visuel dans les salles d'atelier d'architecture	18
VI.5.1	L'éclairage déficient	18
VI.5.2	L'éblouissement	19
VI.5.3.	La mauvaise répartition de l'éclairage	20
VI.5.4.	Direction de la lumière et effet d'ombre	21
V	Réglementation relative à l'éclairage des salles d'atelier d'architecture	22
V.1.	Normes Unesco.....	22
V.2.	Normes Commission universitaire pour la santé et la sécurité au travail	23
V.3.	les différentes normes relatives à l'éclairage	23
IV.	Conclusion	23
I.	Introduction.....	25
II.	Présentation du cas d'étude.....	25
II.1	SITUATION	25
II.1.1	Les salles d'ateliers	26
II.2.	Données climatiques de la ville	26
II.3.	Présentation du plan	28
II.4.	Présentation de la façade.....	30
II.5.	Caractère du cas d'étude.....	31
III.	Outil de simulation	32
III.1.	Choix de l'outil de simulation	32
III.2.	étapes, préparation de fichier	33
III.2.1.	Saisie du bâtiment (AUTOCAD ARCHITECTURE 2017).....	33
III.2.2.	Saisie des masques	34
III.2.3	Orientation du bâtiment	34
III.2.4.	Importer vair 3ds Max Design 2015	35

III.3. Le choix des dates et heure	35
VI. méthode de travail :	36
V. Conclusion :	36
INTRODUCTION	38
I Présentation des résultats d'état des lieux	38
II Analyse des résultats	41
II.1 INDICATEUR I : les étages	41
II.1.1 BLOC A	41
II.1.2 BLOC B	42
II.1.3 BLOC C	43
II.2 INDICATEUR II : nombre des façades	44
II.2.1 BLOC A	44
II.2.2 BLOC B	45
II.2.3 BLOC C	46
II.3 INDICATEUR III : orientation	47
III Conclusion : l'analyse des résultats	48
VI. Notre intervention	48
IV Présentation des résultats après amélioration	49
V Analyse des résultats après amélioration	52
V.1 INDICATEUR I : les étages	52
V.1.1 BLOC A	52
V.1.2 BLOC B	53
V.1.3 BLOC C	54
V.2 INDICATEUR II: nombre des façades	55
V.2.1 BLOC A	55
V.2.2 BLOC B	56
V.2.3 BLOC C	57
V.3 INDICATEUR II : l'ORIENTATION	58
VI Comparaison entre le résultat d'état des lieux et après amélioration	59
Conclusion	62
Conclusion générale	64
Bibliographie.....	65
Liste des tableaux.....	66
Liste des figures.....	66
Liste des plans	66
Liste des graphes.....	67

INTRODUCTION

I- INTRODUCTION

Une construction intelligente doit tenir compte de l'environnement climatique : soleil, vent, pluie, orientation des pièces en fonction de leur usage ».

Éric Durand (Revue Systèmes Solaire - oct. /nov. 1986 p.10).

A travers les différents âges de l'humanité, l'homme a essayé de créer des conditions favorables pour son confort et ses activités tout en essayant de contrôler son environnement. La prise en compte des enjeux environnementaux ne peut se faire qu'à travers une démarche globale, ce qui implique la nécessité de sensibiliser chaque intervenant aux enjeux du développement durable et aux tendances de l'architecture écologique et bioclimatique.

L'approche bioclimatique tente de répondre aux exigences du confort et de l'économie d'énergie en tirant passivement le meilleur parti des éléments du "climat". Les variabilités climatiques saisonnières et diurne/nocturne devraient donc être porteuses de nombreuses stratégies bioclimatiques. Ces stratégies peuvent être classées en trois principales familles : le chauffage passif, le refroidissement passif et l'éclairage naturel s'appliquant aux trois échelles d'interventions de l'architecte soit le paysage rural ou urbain, le bâtiment et le détail.

II. PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE

Dans ce modeste travail, nous nous intéressons à l'espace de l'enseignement. Connu sous le nom de « atelier », cet espace propice à l'apprentissage et la créativité, représente la particularité de cette structure, cet atelier d'architecture accueille et une multitude d'activités telles que : le dessin technique traditionnel (sur papier), le dessin technique assisté par ordinateur, la lecture de documents, l'affichage graphique ou par projection..., autant d'activités qui utilisent plusieurs plans de travail (horizontal ou vertical). Pour cela, l'occupant de cet espace a besoin d'une ambiance lumineuse adéquate et confortable.

Les ateliers d'architecture de l'institut d'architecture et d'urbanisme de Blida sont ils adaptés de point de vue éclairage naturel à leurs activités ?

III. HYPOTHÈSE DE RECHERCHE

En milieu d'enseignement de l'architecture les niveaux et la répartition de l'éclairage naturel dans les salles d'atelier ont une importance primordiale : l'usage actuel de la lumière naturelle dans les différentes salles d'atelier assure le même niveau de bien-être et de satisfaction des étudiants et des enseignants (occupants de ces espaces).

Les dispositifs d'éclairage naturel que ne tiennent pas compte de l'effet de l'orientation ne favorisent pas un éclairage qualitatif.

IV. OBJECTIF DE RECHERCHE

L'objectif principal de notre recherche est d'évaluer quantitativement et qualitativement les performances de la lumière naturelle dans la salle d'atelier

Cette objectif de recherche ne peut être atteint sous l'éclaircissement des points suivants :
La définition du concept de la qualité de lumière naturelle.

V. MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

Notre recherche repose sur deux types d'investigations : la première purement théorique et la deuxième expérimentale :

La partie théorique : a pour but de définir le concept de l'éclairage naturel et ses sources

Dans ce cadre, la recherche bibliographique sur les attributs, sur la qualité d'éclairage naturel en rapport avec les processus médiateurs entre l'homme et son environnement lumineux, ainsi que les indicateurs permettant de décrire objectivement la performance d'un environnement éclairé naturellement

Le travail d'investigation théorique nous permet d'explorer deux approches de l'éclairage naturel intérieur, l'une quantitative et autre qualitative.

La partie pratique :

Cette partie a pour objectif de déterminer les taux d'éclairage naturel au niveau des ateliers :

- Une simulation de l'éclairage naturel des salles d'atelier à l'aide d'un logiciel de entraves pour l'accomplissement des tâches visuelles
- La confrontation de ces techniques va nous guider sur le chemin de nature investigation afin d'effectuer une synthèse des résultats des déférentes parties avec des recommandations pour de futurs recherches dans le but de concevoir avec plus de précision sur l'éclairage et la consommation énergétique

CHAPITRE I :

ÉTAT DE L'ART

I. INTRODUCTION :

Le comportement lumineux d'un espace architectural est le résultat d'une interaction entre la lumière naturelle, comme phénomène physique éphémère, et l'espace architectural comme phénomène matériel permanent. Donc le rôle de la lumière est déterminant dans la conception de l'espace : sa perception et sa symbolique.

Comme l'indiquent certains auteurs (Parpairi et *al.*, 2002; Fontoynt dans Adolphe, 1998), les préoccupations du concepteur ne doivent plus se limiter à la quantité de lumière à fournir, mais aussi tenir compte de la qualité d'un éclairage. Dans le même ordre d'idées, Lam (1992) insiste sur la nécessité d'identifier de nouveaux critères d'analyse pour la qualité des ambiances lumineuses. Celui-ci encourage fortement les concepteurs et chercheurs à définir les situations qui offrent aux occupants un confort optimal. En milieu d'apprentissage d'architecture, plus de 80 % des messages nécessaires au bon déroulement de son activité lui parviennent par voie visuelle. La perception des objets et des événements ainsi que l'exécution de différentes tâches s'effectuent sous le contrôle de la vue. Un éclairage approprié de la tâche visuelle, de l'environnement proche et des autres zones qui peuvent apparaître dans le champ visuel de l'occupant lui permet de travailler efficacement, en conditions de sécurité et de confort visuel.

Ce présent chapitre met l'accent sur les mécanismes de perception de l'éclairage naturel à commencer par son importance dans une démarche environnementale, puis à identifier les grandeurs physiques permettant de mesurer et quantifier la lumière naturelle. Enfin, nous nous intéresserons à l'éclairage intérieur d'un espace d'enseignement de l'architecture en particulier.

Les enjeux de respect d'environnement et de confort

L'utilisation de la lumière du jour relève plus de l'architecture que du génie climatique. Une bonne répartition permet des économies d'énergies et réduit donc la chaleur émise par l'éclairage artificiel. Avant tout, la lumière du jour constitue un aspect décisif de la conception architecturale de l'espace : elle participe au confort visuel des usagers. Bien qu'elle soit suffisante, de nombreux bâtiments doivent, au cours des journées claires, lutter contre l'éblouissement sur les écrans d'ordinateur. Il devient alors indispensable de diriger la lumière ou d'orienter le rayonnement solaire, ce qui permet aussi une meilleure répartition de celle-ci dans la pièce. Les éléments prévus à cet effet ne doivent, par contre, pas modifier la qualité de la lumière, surtout pas sa couleur.

Les enjeux liés à la lumière naturelle sont nombreux. On peut évoquer ses impacts sur la santé et le bien-être, ou encore sur les consommations d'éclairage artificiel, de chauffage et de climatisation. Au XXI^e siècle, de nouveaux enjeux sont apparus sous la forme des performances environnementales du cadre bâti dans le but de limiter les impacts. Environnementaux tout en optimisant le confort et la santé des usagers. Les premières démarches environnementales mises en œuvre ont proposé des indicateurs et des niveaux de performances qui ont ensuite été intégrés par les référentiels de certification environnementale.

Ces démarches favorisent globalement l'utilisation de la lumière naturelle et poussent la conception à

garantir des niveaux optimums d'éclairage et d'uniformité en lumière naturelle, à proposer des accès aux vues ou encore à mettre en place un contrôle solaire optimisé. La conception doit ainsi trouver un compromis entre les critères de confort lumineux et thermique ainsi que des objectifs énergétiques de plus en plus exigeants.

Dans les bâtiments tertiaires, la part de l'éclairage artificiel peut représenter jusqu'à 40 % de l'électricité consommée [ADEME, 2007] [GREENLIGHT, 2002] ; d'où l'importance de la maîtrise de l'éclairage naturel dans la conception bioclimatique. Les effets moins aisément quantifiables de la lumière naturelle sur le bien-être, la santé et la productivité sont également à prendre en considération.

II. LA LUMIÈRE NATURELLE

La lumière naturelle est la partie visible du rayonnement énergétique provenant du soleil. Sa disponibilité dépend de nombreux paramètres dont la position du soleil et la couverture nuageuse. La distribution de la lumière naturelle provenant du soleil et de la voûte céleste peut être modélisée par différents types de ciel.

Les grandeurs photométriques permettent de quantifier la lumière naturelle reçue par une surface :

L'éclairage, et l'impression visuelle produite : la luminance ; l'éclairage est la grandeur la plus utilisée même si elle n'est pas toujours la plus adaptée pour caractériser les ambiances lumineuses.

Les objets et matériaux absorbent, réfléchissent ou transmettent la lumière naturelle de manière plus ou moins sélective. C'est notamment au travers de ces processus que sont définies les couleurs et les luminances perçues par l'œil.¹

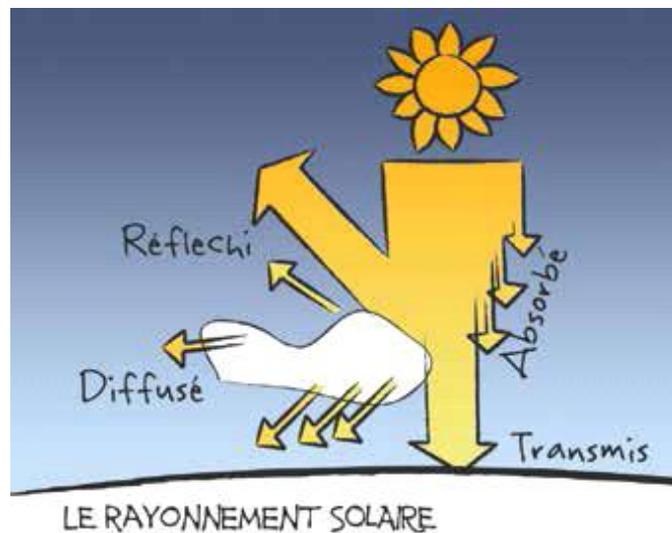


Figure 1 le rayonnement solaire

Source : doc PDF L'éclairage naturel

¹ 4_guide_bio_tech_l_eclairage_naturel1 page 11

II .1 LA LUMIÈRE DU JOUR

Correspond à toutes les formes de lumières provenant du soleil, direct et indirect (éclairage direct, rayonnement diffus du ciel).

II.1.1 Sources de la lumière naturelle

La source de lumière naturelle qui éclaire notre planète est le soleil. Toutefois, la voûte céleste, qui reçoit cette lumière, agit comme un filtre/diffuseur pour une part importante de ce flux direct du soleil. Elle se comporte alors comme un large luminaire de lumière naturelle. En éclairage naturel, on considère deux sources, le soleil (rayonnement direct) et le ciel (rayonnement diffus). Les luminances, les éclairagements et la répartition spectrale varient dans la journée en fonction de la position du soleil, mais également de la couverture nuageuse qui est un élément aléatoire.

II.1.2 caractéristique de la lumière

La lumière naturelle est la partie visible du rayonnement électromagnétique provenant du soleil. Les longueurs d'onde de son spectre s'étendent de 380 à 780 nanomètres pour la vision diurne.

La composition du rayonnement énergétique global est variable sur la planète et au cours de l'année.

Elle varie également selon les sources. En première approximation, on peut dire que la répartition est d'environ la moitié de rayonnement visible et l'autre moitié de non-visible. Néanmoins, on peut trouver des données chiffrées :

- 51 % de visible et 49 % de non-visible. [Association Française de l'Éclairage, 1983]
- 48 % de visible et 52 % de non-visible. [Wikipédia]

Le non-visible se décompose entre infra-rouge et ultra-violet. 6 % d'UV et 43 % d'IR pour l'AFE, 1 % d'UV et 51 % d'IR pour Wikipédia.

La lumière naturelle est la partie visible du rayonnement énergétique provenant du soleil.

Sa disponibilité dépend de nombreux paramètres dont la position du soleil et la couverture nuageuse.

La distribution de la lumière naturelle provenant du soleil et de la voûte céleste peut être modélisée par différents types de ciel.

Les grandeurs photométriques permettent de quantifier la lumière naturelle reçue par une surface:

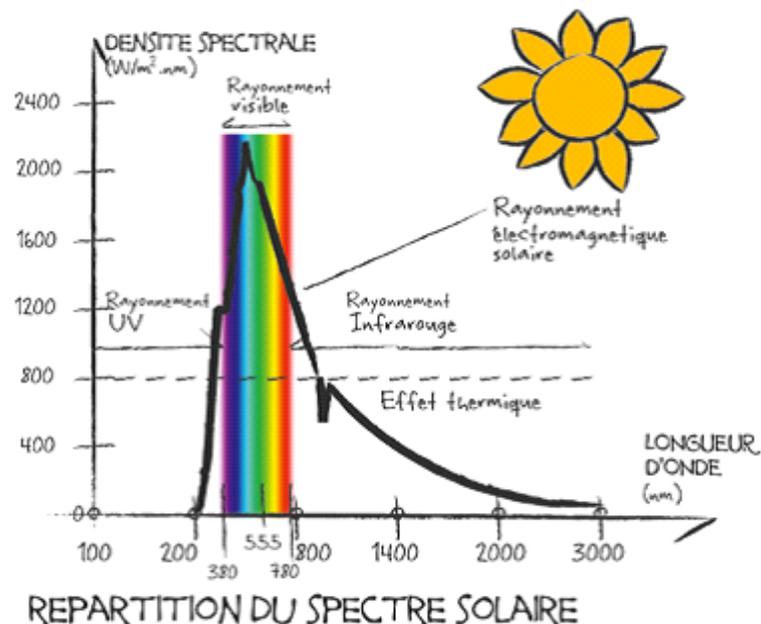


Figure 2 répartition du spectre solaire
guide_bio_tech_l_eclairage_naturel1 page 11

L'éclairage, et l'impression visuelle produite : la luminance. L'éclairage est la grandeur la plus utilisée même si elle n'est pas toujours la plus adaptée pour caractériser les ambiances lumineuses.

Les objets et matériaux absorbent, réfléchissent ou transmettent la lumière naturelle de manière plus ou moins sélective. C'est notamment au travers de ces processus que sont définies les couleurs et les luminances perçues par l'œil.

III. L'ÉCLAIRAGE NATUREL

L'importance de la lumière naturelle est capitale pour le développement de l'homme et son environnement. Elle constitue un élément générateur de vie sur terre. La lumière naturelle englobe toute forme de lumière provenant du soleil, qu'elle soit directe ou indirecte.

L'éclairage naturel en architecture et en urbanisme revêt un caractère environnemental important, favoriser l'apport de la lumière naturelle permet de réduire significativement la consommation électrique. En Europe par exemple, 50 % de la consommation électrique des constructions à usage non domestique est attribuée à l'éclairage artificiel¹, mais aussi en termes de confort perçu, de sécurité et de santé.

Deux catégories de paramètres viennent influencer la nature de la lumière naturelle :

Ceux relatifs à l'environnement ; englobent les paramètres relatifs à la relation entre le soleil et la terre, les différentes situations du ciel et de l'environnement extérieur du bâti. Ceux relatifs au bâtiment ; les différentes configurations possibles en architecture, selon la nature des ouvertures et leurs composantes, l'orientation ou aussi les surfaces.

III .2 Les paramètres relatifs à l'environnement

Les principales conditions spatio-temporelles peuvent influencer sur l'éclairage naturel d'un bâtiment. La latitude, la saison, l'heure, les types de ciel et le site.

III .2.1 La latitude

Coordonnée géographique qui exprime la position d'un point donné sur terre par une valeur angulaire, détermine l'inclinaison des rayons du soleil ou la surface étalée sous un rayon de lumière. (Balez, 2004).

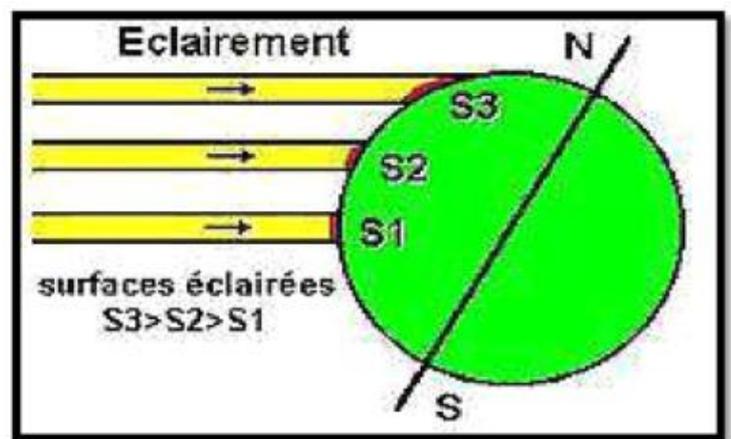


Figure 3 L'éclairage sur trois différentes latitudes

¹ Scartezzini, J-L. (1991). *L'éclairage naturel dans le bâtiment*. Proceedings CISBAT'91, 10-11/10/91, EPFL, Lausanne, 9 pages

III .2.2 La saison

La course du soleil est changeante suivant le moment de l'année, l'éloignement du soleil par rapport à la terre et l'angle d'incidence sont les principaux changements apportés par ce paramètre. Les effets apportés en termes d'éclairage naturel sont la durée d'éclairage qui peut grandement varier, par exemple entre le solstice d'été et celui d'hiver, la journée peut durer de 8 h 30 jusqu'à 15 h 30.¹

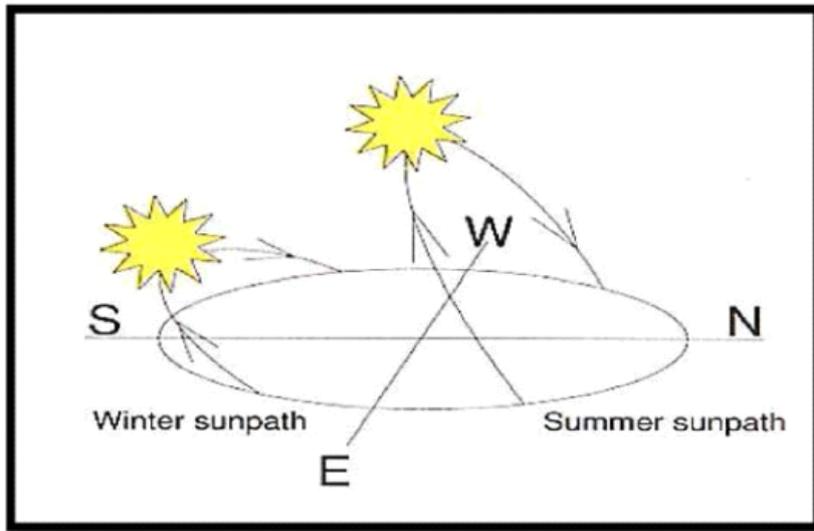


Figure 4 Schéma représentant la course du soleil en hiver et en été
Source: Energy conscious design ecda.co.uk,

III .2.3 L'heure

La répartition lumineuse varie fortement d'une heure à une autre, la cause principale de cette variation réside dans l'épaisseur d'atmosphère que le rayonnement doit traverser, lorsque le soleil est haut dans le ciel, ses rayons traversent une couche d'atmosphère moins importante que s'il était bas sur l'horizon.²

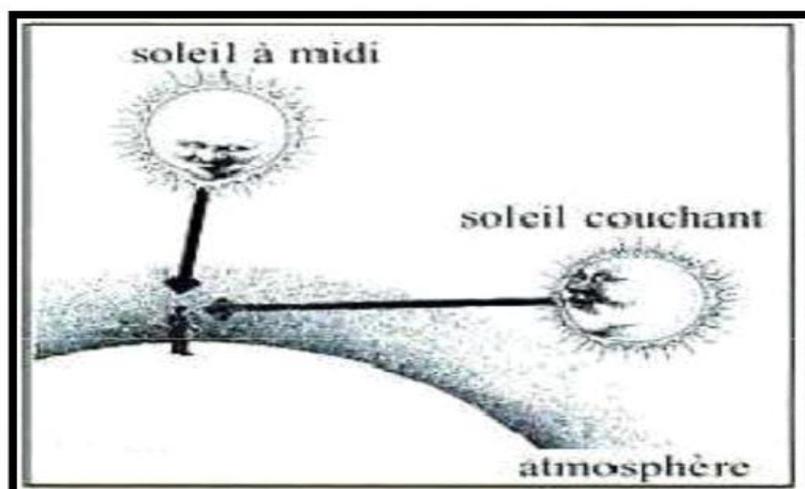


Figure 5 3L'incidence de la lumière naturelle selon la position du soleil
Source: Reiter, De Herde, 2004

¹ Paule, B. (2003). Éclairagisme, éléments de base. École polytechnique fédérale de Lausanne, Suisse

² Reiter, S., De Herde, A. (2004). L'éclairage naturel des bâtiments. Presses universitaires de Louvain.

III .2.4 Les types de ciels

Face à la multitude de conditions météorologiques existantes, trois types de ciels ont été établis pour les études d'éclairement : Ciel couvert, Ciel partiellement couvert, Ciel clair avec soleil. La principale variable selon les types de ciels est la quantité de nuages existants, plus le ciel est clair, plus le niveau d'éclairement augmente, ainsi, les valeurs mesurées près d'une fenêtre peuvent tripler d'un ciel couvert à un ciel clair.¹

Toutefois, le type de ciel à lui seul n'est pas le critère exhaustif relatif au niveau d'éclairement. Nous pouvons avoir un seul et même type de ciel durant deux moments différents de l'année, et avoir deux niveaux d'éclairement différents. En Belgique par exemple, l'éclairement lumineux d'une surface horizontale par ciel couvert à 12h varie de 5400 lux en décembre à 24000 lux en juin.²

III .2.5 Le site

Plusieurs éléments relatifs à l'environnement direct d'un bâtiment viennent influencer le niveau de lumière disponible, la topographie, la végétation, la nature de surfaces, le bâti avoisinant... Autant de paramètres qui peuvent fluctuer significativement la lumière d'un espace.³

- Les paramètres relatifs au bâtiment

- Les paramètres relatifs au bâtiment sont liés aux ouvertures et au local lui-même :

III .2.6 Les ouvertures (dimension/orientations)

Les ouvertures constituent l'élément déterminant pour la quantité de lumière reçue par le bâtiment, la prise du jour par la toiture fournit un niveau d'éclairement plus abondant qu'une prise du jour latérale par exemple⁴. L'orientation des ouvertures influe aussi sur les gros écarts existants de rayonnement solaire sur les façades⁵ : Les ouvertures orientées sud bénéficient d'un éclairement plus important que celles orientées nord par exemple. La dimension des ouvertures détermine aussi la quantité de lumière pénétrant un local, où l'éclairement au fond de l'espace peut tripler rien qu'en doublant la surface de l'ouverture (Reiter, De Herde, 2004). La forme des ouvertures influe aussi sur la distribution de l'illumination même si son apport sur l'éclairage reste à relativiser, l'emplacement des ouvertures permet aussi des fluctuations de l'éclairement où plus l'ouverture est élevée, mieux le fond du local est éclair.⁶

III .2.7 Le local (dimension, profondeur, couleur)

Les dimensions du local comme la hauteur et la profondeur peuvent affecter le niveau d'éclairement, le type de vitrage influe sur la transmission lumineuse où elle est de 90 % sur un simple vitrage, et de 81 % sur

¹ Magri, S. (2006). Rapport entre éclairage naturel et confort thermique dans les milieux à climat chaud et aride, proposition d'une typologie de dispositifs architecturaux. Mémoire de magister, EPAU.

² Reiter, S., De Herde, A. (2004). L'éclairage naturel des bâtiments. Presses universitaires de Louvain.

³ Idem

⁴ Magri, S. (2006). Rapport entre éclairage naturel et confort thermique dans les milieux à climat chaud et aride, proposition d'une typologie de dispositifs architecturaux. Mémoire de magister, EPAU

⁵ Givoni, B. (1978). L'homme, l'architecture et le climat. Éditions le moniteur, Paris.

⁶ Magri, S. (2006). Rapport entre éclairage naturel et confort thermique dans les milieux à climat chaud et aride, proposition d'une typologie de dispositifs architecturaux. Mémoire de magister, EPAU.

un double vitrage.¹ Les dispositifs de protection régulent la quantité de lumière où ils sont carrément un obstacle à l'ensoleillement, les dispositifs externes sont plus efficaces que les internes.

Les couleurs en peinture et texture

III.3 | Les éléments de mesurer l'éclairage naturel

III.3.1 Le flux lumineux

Le **flux lumineux** est la puissance lumineuse émise par une source dans toutes les directions. L'unité de flux lumineux est le **lumen**, symbole lm. Un flux d'1 lumen correspond à un flux lumineux d'un faisceau d'une radiation monochromatique de longueur d'onde 555nm pour un flux énergétique de 1/683 Watt. Par ailleurs, l'efficacité lumineuse est une notion qui traduit le flux lumineux produit par une source par unité de puissance. Ainsi, une lampe à incandescence classique à une efficacité lumineuse de l'ordre de 12 lm/W, un tube fluorescent autour de 80-90 lm/W.²

III.3.2 L'éclairement lumineux

L'**éclairement lumineux** correspond à un flux lumineux reçu par unité de surface. L'unité d'éclairement lumineux est le **lux** symbole lx. Un éclairement lumineux de 1 lux, correspond à un flux lumineux de 1 lumen couvrant uniformément une surface de 1 mètre carré (m²). En ciel clair à midi en été, l'éclairement horizontal peut atteindre 100 000 lux.³

III.3.3 L'intensité lumineuse

L'**intensité lumineuse** est le flux lumineux émis par une source lumineuse ponctuelle dans une direction donnée. L'unité de l'intensité lumineuse est la **candela**, symbole cd. Une intensité de 1 candela correspond à un flux lumineux d'1 lumen dans un angle solide d'1 stéradian, 1 candela correspond à l'intensité lumineuse produite par une bougie.⁴ L'intensité lumineuse est définie par rapport à une source ponctuelle. En éclairage naturel, on ne parle donc pas d'intensité lumineuse de la voûte céleste.⁵

III.3.4 La luminance lumineuse

La **luminance lumineuse** est l'intensité lumineuse d'une source dans une direction donnée, divisée par l'aire apparente de cette source dans cette même direction. L'unité est la **candela par mètre carré**.

La luminance lumineuse est la seule grandeur photométrique appréciable par le système visuel. Pour se repérer l'on peut indiquer que la luminance du soleil peut dépasser 109 cd/ m² et qu'une source peut commencer à devenir éblouissante en éclairage naturel à partir de 2000 cd/m².⁶

¹ Magri, S. (2006). Rapport entre éclairage naturel et confort thermique dans les milieux à climat chaud et aride, proposition d'une typologie de dispositifs architecturaux. Mémoire de magister, EPAU.

² Doc PDF guide bio-tech L'éclairage naturel http://mallette-pedagogique-bp.programmepacte.fr/sites/default/files/fichier_pdf/4_guide_bio_tech_l_eclairage_naturel1.pdf

³ Doc PDF guide bio-tech L'éclairage naturel http://mallette-pedagogique-bp.programmepacte.fr/sites/default/files/fichier_pdf/4_guide_bio_tech_l_eclairage_naturel1.pdf

⁴ Doc PDF guide bio-tech L'éclairage naturel http://mallette-pedagogique-bp.programmepacte.fr/sites/default/files/fichier_pdf/4_guide_bio_tech_l_eclairage_naturel1.pdf

⁵ Architecture et Climat Page 39

⁶ Doc PDF guide bio-tech L'éclairage naturel http://mallette-pedagogique-bp.programmepacte.fr/sites/default/files/fichier_pdf/4_guide_bio_tech_l_eclairage_naturel1.pdf

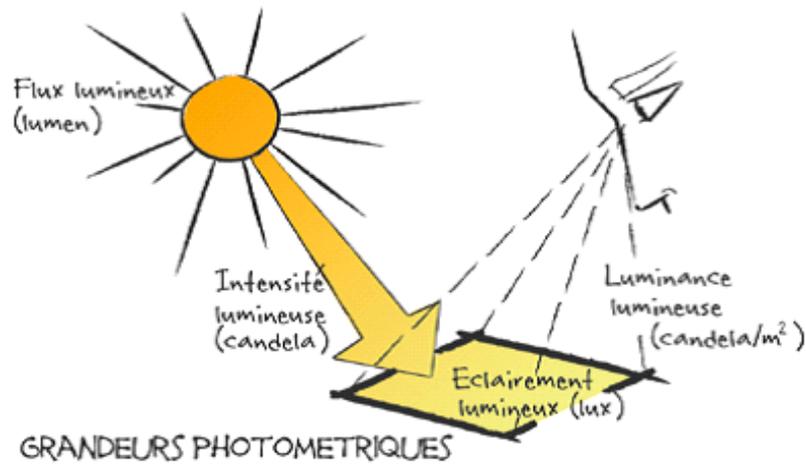


Figure 6 Luminance

Source doc PDF Guide d'aide à l'interprétation et à l'amélioration des résultats des mesures sous le ciel et soleil artificiels du CSTC Bodart Magali Deneyer Arnaud page 8

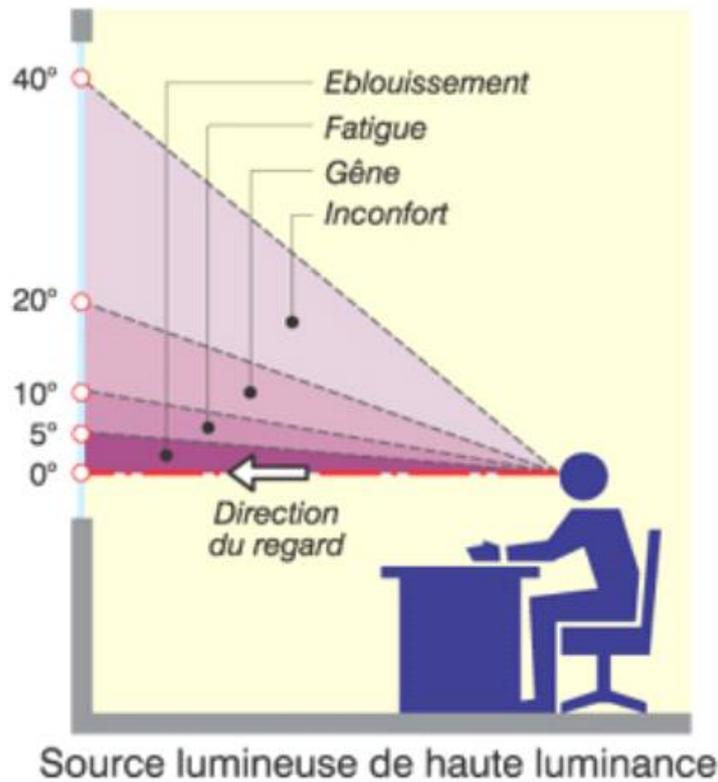


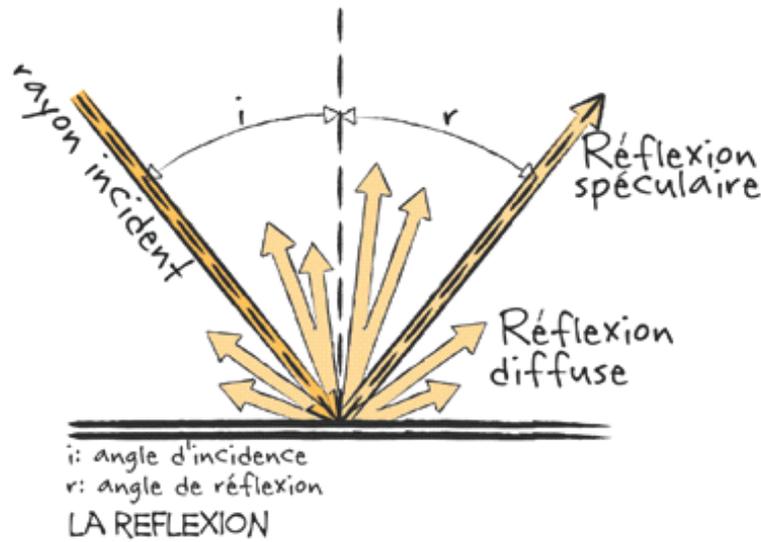
Figure 7 source lumineuse de haute luminance

Source doc pdf Guide d'aide à l'interprétation et à l'amélioration des résultats des mesures sous les ciels et soleil artificiels du CSTC Bodart Magali Deneyer Arnaud
http://www.wtcb.be/homepage/download.cfm?dtype=lab_daylight&doc=Labo_LB_F_02_F.pdf&lang=fr

III.3.5 Le coefficient de réflexion lumineuse

Le facteur de réflexion lumineuse d'une surface (ρ ou Rho) est la quantité d'énergie lumineuse qu'elle réfléchit par rapport à celle qu'elle reçoit. Ce facteur de réflexion, aussi appelé coefficient de réflexion

hémisphérique, se décompose en facteur de réflexion spéculaire et facteur de réflexion diffuse.



Quelques exemples :

- Réflexion spéculaire : un miroir,
- Réflexion diffusée parfaite : matériau théorique dit l'albertien,
- Réflexion diffusée quelconque : la majorité des peintures mates,
- Réflexion mixte : peintures laquées.

III.3.6 Coefficient de transmission lumineuse

Le coefficient de transmission lumineuse (τ ou TL) est le rapport du flux lumineux transmis au flux incident. Il définit la part de lumière visible que traverse un matériau. Cette transmission se décompose en une transmission directionnelle ou spéculaire et une transmission diffusée.

Exemples :

- Transmission directionnelle : vitrage clair
- Transmission diffusée parfaite : matériau théorique
- Transmission diffusée quelconque : vitrage sablé
- Transmission mixte : papier calque, store toile micro perforé

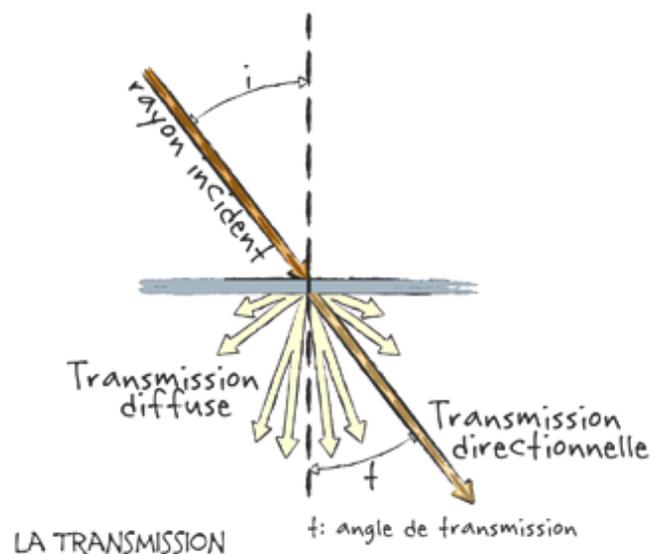


Figure 8 la transmission lumineuse

Tableau 1 Coefficient de transmission lumineuse des vitres

Type de vitrage	Coefficient de transmission lumineuse
Simple vitrage clair 6 mm	89%
Simple vitrage teinté 6 mm	
Bronze	49 %
Gris	41 %
Vert	73 %
Double vitrage	
6 mm clair et 6 mm :	
Clair	79 %
Basse émissivité neutre	67 %
Réfléchissant	30 %
Fortement réfléchissant	7 %

III.3.7 L'éclairément

L'Eclairément (E) d'une surface est le rapport du flux lumineux reçu à l'aire de cette surface. Son **unité** est le lux, équivalent à 1 lm/m².

$$E = \Phi / S \text{ (lx).}^1$$

Tableau 2 L'Eclairément

Source lumineuse	Eclairément (lx)
Pleine lune	0.2
Ciel couvert	5000 à 20 000
Ciel clair (sans sole. i)	7000 à 24 000
Plein soleil d'été	100 000

III.4 L'AMBIANCE LUMINEUSE

III.4.1 Définition de l'ambiance lumineuse

Parler de l'ambiance d'un lieu nous amène à imaginer un individu plongé dans un environnement et la façon dont il est, en retour, affecté par cet environnement à la fois sonore, olfactif, lumineux, esthétique, etc. L'environnement influence le sujet qui s'y trouve et crée chez lui une réaction.

Nous définissons l'ambiance lumineuse comme la manière dont l'ensemble des aspects de l'environnement lumineux affecte un sujet.

Trois dimensions constituent cette ambiance : lumière, objet architectural et sujet.

Lumière et objet architectural forment l'environnement lumineux qui est un stimulus extérieur pour le sujet. Les deux principaux paramètres de l'environnement lumineux sont la quantité de lumière et la qualité de la lumière. Leur appréciation subjective par les sujets se construit au travers des 3 phases de la vision : enregistrement, traitement et réaction au stimulus.

Par ailleurs, la lumière naturelle a une influence sur la santé humaine.

¹ Architecture et Climat Page 40

III.4.2 Définition de l'ambiance lumineuse dans la norme EN 12464-1 : 2011

« Éclairage des lieux de travail intérieurs en France »

Extrait de la norme EN 12464-1 :

Pour la réalisation d'un bon éclairage, il est essentiel, qu'en plus de l'éclairage requis, les besoins qualitatifs et quantitatifs soient

Satisfaits. Les exigences relatives à l'éclairage sont déterminées par la satisfaction de trois besoins humains fondamentaux :

- le confort visuel : la sensation de bien-être ressentie par le personnel contribue d'une certaine façon à un meilleur niveau de productivité à une meilleure qualité de travail ;
- la performance visuelle : le personnel est en mesure d'exécuter des tâches visuelles de qualité, même dans des circonstances difficiles et pendant de plus longues périodes ;
- la sécurité.

Les paramètres les plus importants qui déterminent une ambiance lumineuse en ce qui concerne, la lumière artificielle et la lumière naturelle sont :

- la distribution des luminances,
- l'éclairage,
- la direction de la lumière et l'éclairage de l'espace intérieur,
- la variabilité de la lumière (niveaux et couleur de la lumière),
- le rendu des couleurs et la couleur apparente de la lumière,
- l'éblouissement,
- le papillotement.

En plus de l'éclairage, d'autres paramètres d'ergonomie visuelle influencent la performance visuelle des opérateurs, comme :

- les propriétés intrinsèques de la tâche (la taille, la forme, la position, la couleur et la réflexion des détails et du fond), la capacité ophtalmique de l'opérateur (acuité visuelle, perception de la profondeur, perception de la couleur),
- une ambiance lumineuse conçue et améliorée de manière intentionnelle, un éclairage non éblouissant, un bon rendu des couleurs, des marques de contraste élevées, des systèmes de guidage optiques et tactiles peuvent améliorer la visibilité de même que la perception de la direction et la localisation.

Une attention particulière à ces facteurs peut améliorer la performance visuelle sans qu'il y ait besoin d'augmenter l'éclairage.

III.4 .3 Le paramètre de l'ambiance lumineuse

La quantité et la qualité de lumière naturelle disponibles dans un espace intérieur dépendent des éléments architecturaux tels que les caractéristiques optiques des prises de jour, la géométrie du local, les revêtements intérieurs et l'environnement extérieur ainsi que les conditions climatiques.

La quantité de lumière nécessaire pour effectuer une activité dans de bonnes conditions lumineuses est un aspect assez bien défini aujourd'hui. La qualité de l'ambiance lumineuse se caractérise par des notions de confort et d'agrément, paramètres moins bien définis qui demandent une attention particulière.

Une ambiance lumineuse est donc fonction de ces trois paramètres [Moniteur, 2007], son caractère dépendra de l'attention qui est portée à chacun d'eux. Si un des paramètres est défavorisé par rapport aux autres, l'ambiance lumineuse ne sera pas ou peu satisfaisante et le recours à l'éclairage électrique sera nécessaire, ce qui entraînera une architecture moins durable.

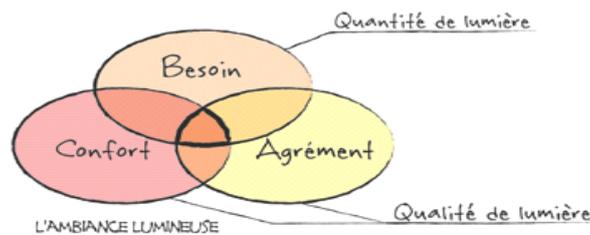


Figure 9 Représentation schématique de l'ambiance lumineuse

Source : Doc PDF guide bio-tech L'éclairage naturel

<http://mallette-pedagogique->

bp.programmepacte.fr/sites/default/files/fichier_pdf/4_guide_bio_tech_l_eclairage_naturel1.pdf

III.4.3.1 Quantité de lumière

Nous parlons ici de quantité de lumière minimale pour effectuer une tâche visuelle comme par exemple lire, fixer une vis ou peindre, dans des conditions de performance visuelle optimale. Les seuils sont différents en fonction de l'usage du local concerné et les surfaces sur lesquelles ces niveaux sont préconisés sont aussi fonction de l'activité. On introduit ici la notion de « plan de travail » ou « plan utile ».

Par exemple, pour un travail de lecture/ écriture, le plan de travail est la table ou le bureau. Mais pour les travaux mécaniques, par exemple, le plan de travail sera défini comme le plan où le travail manuel est effectué.

Classiquement la hauteur d'un plan utile horizontal est comprise entre 70 cm, hauteur d'un bureau, et 85 cm, hauteur d'un plan de travail dans un logement. Dans certains cas tels que les circulations, salles de sport ou crèches, le plan de travail utile est considéré au niveau du sol.

Par ailleurs, la quantité de lumière nécessaire pour effectuer une tâche visuelle dépend également du sujet lui-même à savoir son âge, la capacité de son système visuel, ses références culturelles et sa provenance géographique.

En dépit de ces variabilités, des valeurs de niveaux d'éclairement sont définies dans les normes et recommandations internationales. La part de lumière naturelle dans ces niveaux d'éclairement n'est généralement pas précisée. Certains référentiels de certification environnementale préconisent toutefois des exigences de facteur de lumière du jour à atteindre.¹

¹ Doc PDF guide bio-tech L'éclairage naturel <http://mallette-pedagogique->

bp.programmepacte.fr/sites/default/files/fichier_pdf/4_guide_bio_tech_l_eclairage_naturel1.pdf

III.4.4 Les rapports de luminance dans le champ de vision

Dans les diverses recommandations d'éclairage, on trouve souvent la fameuse règle du « 1:3:10 ».

Le principe consiste à dire que les luminances du champ de vision d'un individu effectuant une tâche de travail statique, doivent rester dans des rapports raisonnables afin de prévenir les situations d'éblouissement dues au trop fort contraste.

Ainsi, il est recommandé [Rea, 1993] [CIBSE,1994] [CIBSE, 1996] que les rapports de luminances n'excèdent pas les valeurs suivantes :

- entre le papier et l'écran de visualisation :3:1 ou 1:3,
- entre la tâche visuelle (écran ou papier) et les surfaces adjacentes (environnement proche ou ergo rama) : 3:1 ou 1:3,
- entre la tâche visuelle et les surfaces non adjacentes (environnement périphérique ou panorama) : 10:1 ou 1:10,
- entre les sources lumineuses (luminaires ou surfaces vitrées) et leur environnement proche : 20:1 ou 1:20.

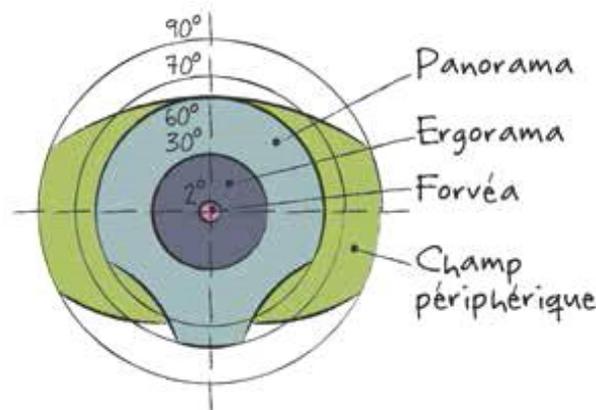


Figure 10 Champ visuel humain

Source : Doc PDF guide bio-tech L'éclairage naturel

<http://mallette-pedagogique->

[bp.programmepacte.fr/sites/default/files/fichier_pdf/4_guide_bio_tech_1_eclairage_naturel1.pdf](http://mallette-pedagogique-bp.programmepacte.fr/sites/default/files/fichier_pdf/4_guide_bio_tech_1_eclairage_naturel1.pdf)

Il a été observé dans le cadre d'une campagne de mesures dans des bureaux, que si ces rapports de luminance peuvent être respectés dans le cas de scènes éclairées électriquement, elles ne sont pas nécessairement respectées en éclairage naturel, en particulier lorsqu'une fenêtre est présente dans le champ de vision de l'individu. En effet, dans ce type de configuration, même si une tolérance peut aller jusqu'à 1:50 sur une petite surface du champ de vision (5 % environ), les rapports de luminance tolérés par les occupants de bureaux sont plutôt de l'ordre de 1:6:20. [Sutter, 2006].

Il faut cependant être prudent avec ces recommandations car le non-respect de ces ratios n'entraîne pas nécessairement l'éblouissement. L'esthétique de l'espace et la qualité de la vue vers l'extérieur peuvent entraîner une tolérance à des niveaux de contrastes plus élevés.¹

¹ Doc PDF guide bio-tech L'éclairage naturel <http://mallette-pedagogique->

VI. L'ÉCLAIRAGE ET L'ATELIER D'ARCHITECTURE

Travailler dans un atelier nécessite confort visuel et sécurité du travail. Aussi, il convient d'installer une lumière appropriée à chaque zone de travail. Un éclairage approprié est fonction de la nature de l'éclairage et de sa place dans la pièce.

VI.1 Éclairage général

L'atelier doit être éclairé de façon globale. L'éclairage naturel est la meilleure lumière pour travailler. Elle doit donc autant que possible être privilégiée. Cependant, il n'est pas toujours idéal dans un atelier et la pénétration des rayons solaires peut également nuire à la bonne vision (éblouissement, inconfort). Un simple plafonnier permet alors de voir l'ensemble de la pièce. De plus, il sert aussi pour des éclairages de courtes durées lors de passage dans la pièce.

VI.2 ÉCLAIRAGE D'UNE ZONE DE TRAVAIL SOUTENUE

Pour éclairer l'établi ou pour effectuer des travaux minutieux nécessitant une attention soutenue, il convient d'utiliser des lampes articulées et mobiles. A cela, privilégiez des éclairages intenses et très lumineux afin d'éviter les risques et accidents perceptibles par la vue. La fatigue visuelle est également diminuée grâce à un éclairage adapté à la nature et à la précision du travail à réaliser.

VI.3 L'ÉCLAIRAGE INTÉRIEUR DANS L'ATELIER D'ARCHITECTURE

VI.3.1 Les salles d'atelier et les nouvelles pratiques

La salle de dessin Un lieu où se manifeste l'enseignement de l'architecture et la production des différents documents graphiques, de part et d'autre, il doit être un espace de communication et échange d'idées et de convivialité pour cela il faut inciter l'étudiants à passer plus de temps dans cette espace

VI.3.2 Les salles d'atelier et le travail sur écran

C'est l'espace utilisé principalement par les étudiants pour effectuer du travail libre nécessitant l'utilisation d'équipements informatiques. La caractéristique physique de cet espace est son équipement en micro-ordinateurs

(Pour caractériser l'éblouissement d'incapacité dans le cas d'une tâche visuelle de lecture, l'approche de Blackwell est pertinente. L'Association Française de l'Éclairage (AFE), dans son guide « Éclairage et travail sur écrans de visualisation » [AFE, 1997], détaille cette méthode dans le cas du travail sur écran. La méthode consiste à dire que la luminance de voile (luminance parasite due à l'éclairage ambiant qui vient s'ajouter à la luminance initiale de la source) maximale acceptable sur un écran qui n'entraînera pas de dépréciation de la performance visuelle est fonction de la luminance de fond de l'écran. Ce qui revient à dire que, plus un écran a une luminance de fond élevée, moins l'éclairage ambiant viendra perturber la lisibilité des caractères. Par conséquent les besoins d'occultation de la lumière naturelle seront diminués, permettant ainsi à l'utilisateur de profiter davantage de l'éclairage naturel sans en subir de perturbation sur son écran).¹

bp.programmepacte.fr/sites/default/files/fichier_pdf/4_guide_bio_tech_l_eclairage_naturel1.pdf

¹ Doc PDF guide bio-tech L'éclairage naturel <http://mallette-pedagogique->

VI.4 LE CONFORT VISUEL DANS LES SALLES D'ATELIER D'ARCHITECTURE

VI.4.1. Le confort

Étymologiquement, le terme confort, tiré du mot anglais « confort », est défini comme « un sentiment de bien-être et de satisfaction » ou comme un ensemble d'éléments qui contribuent à la commodité matérielle et au bien-être »¹. Ce qui donne à ce concept difficilement mesurable, un caractère subjectif dépendant des appréciations personnelles de chaque individu. En effet, la compréhension et l'évaluation du confort dans l'environnement de l'homme sont nécessaires, car ce dernier représente un élément majeur dans le développement et la conception des bâtiments. Pour élaborer notre grille théorique qui contient tous les paramètres de confort, on doit comprendre leurs types. Donc, Il existe plusieurs types de confort à savoir: le confort visuel, le confort acoustique et le confort thermique.

VI.4.2. Le confort visuel

L'exigence de confort visuel consiste très généralement d'une part à voir certains objets et certaines lumières (naturelles et artificielles) sans être ébloui, et d'autre part à avoir une ambiance lumineuse satisfaisante quantitativement en termes d'éclairage et d'équilibre des luminances, et qualitativement en termes de couleurs. Ceci afin de faciliter le travail, les activités diverses, dans un souci de qualité, de productivité, ou d'agrément, en évitant la fatigue et les problèmes de santé liés aux troubles visuels². Utilisée à bon escient, la lumière naturelle a des effets positifs, physiologiquement et psychologiquement, et est recommandée par le Code du Travail. Afin de réaliser les conditions de confort visuel dans l'environnement intérieur des bâtiments, il convient d'assurer :

VI.5 L'inconfort visuel dans les salles d'atelier d'architecture

VI.5.1 L'éclairage déficient

Un éclairage insuffisant peut engendrer des risques pour la sécurité, l'appréciation des proportions et la perception visuelle des objets vont être affectées, des accidents ou des blessures peuvent en découler. Mais aussi des risques pour la santé, comme il engendre des symptômes allant de la fatigue visuelle aux maux de tête.

La solution pour régler ce problème serait d'apporter le niveau d'éclairage adéquat pour l'espace en question, mais la correction ne pourra se faire sans maîtriser un certain nombre de paramètres avant d'intervenir. Nous pouvons citer les niveaux d'éclairage recommandés selon les activités et la nature des espaces, mais aussi le type de surfaces éclairées suivant leur faculté à absorber ou à réfléchir la lumière, jusqu'à même une personnalisation de l'éclairage du poste de travail selon la capacité visuelle de la personne concernée.³

bp.programmepacte.fr/sites/default/files/fichier_pdf/4_guide_bio_tech_l_eclairage_naturel1.pdf

¹ Microsoft® Encarta® 2007. © 1993-2006 Microsoft Corporation. Tous droits réservés

² © CSTB - janvier 2005 1/8 Référentiel technique de certification "Bâtiments Tertiaires - Démarche HQE®"

³ (Dubois-Poulsen, Bessou, 1978) DIRAHOUI, M. (2015). Caractérisation de la qualité de l'environnement lumineux à l'intérieur

VI.5.2 L'éblouissement

VI.5.2.1. L'éblouissement d'inconfort

L'éblouissement d'inconfort produit une sensation inconfortable sans nécessairement troubler la vision des objets, à l'inverse l'éblouissement d'incapacité trouble la vision des objets sans nécessairement provoquer une sensation inconfortable. L'éblouissement d'inconfort est une sensation et donc comme toute sensation, c'est un phénomène subjectif. Il existe plusieurs méthodes et indicateurs pour caractériser l'éblouissement inconfortable, ces méthodes sont plus ou moins validées.¹

VI.5.2.2 L'éblouissement d'incapacité

Lorsque l'on parle d'éblouissement d'incapacité, autrement dit d'une baisse de la performance visuelle, il s'agit d'un phénomène physiologique qui est davantage quantifiable.

Les deux phénomènes (éblouissements d'inconfort et d'incapacité) peuvent se produire simultanément, comme le cas d'un reflet sur un écran de visualisation, la lumière réfléchie peut causer une gêne à l'utilisateur tout en l'empêchant de distinguer correctement les caractères.

Un éblouissement incapacitant peut également survenir dans le cas de la saturation de la rétine, autrement dit lorsque les conditions visuelles varient drastiquement et brusquement. Le système visuel a besoin d'un temps d'adaptation de quelques secondes pour gérer ce changement des conditions lumineuses. Dans la pratique, à la sortie d'un tunnel, ces quelques secondes d'adaptation peuvent être critiques pour le conducteur.

La majorité des individus ne savent pas nécessairement identifier lorsque ceux-ci subissent une situation d'inconfort visuel de ce type, sauf dans le cas de la saturation de la rétine. En revanche, ils en subissent les conséquences : maux de têtes, picotements des yeux, stress...

Ces effets ne sont pas forcément accompagnés d'une diminution de la visibilité et ne se manifestent pas immédiatement. Sans conséquence instantanée sur la performance visuelle, ils peuvent à terme la déprécier.²

On distingue les genres d'éblouissement suivants:

- L'éblouissement direct, provoqué par des luminaires, des surfaces lumineuses telles que fenêtres, jours zénithaux, etc.
- L'éblouissement par contraste, provoqué par exemple par des écrans d'ordinateurs sombres et des fenêtres claires en arrière-plan, des tables lumineuses dans des locaux peu éclairés, etc.
- L'éblouissement par réflexion ou par diminution de contraste, dû à la réverbération d'une luminosité intense sur des surfaces brillantes.³

des ateliers d'architecture à l'EPAU. Mémoire de magister, EPAU.

¹ Doc PDF guide bio-tech L'éclairage naturel http://mallette-pedagogique-bp.programmepacte.fr/sites/default/files/fichier_pdf/4_guide_bio_tech_l_eclairage_naturel1.pdf

² Doc PDF guide bio-tech L'éclairage naturel http://mallette-pedagogique-bp.programmepacte.fr/sites/default/files/fichier_pdf/4_guide_bio_tech_l_eclairage_naturel1.pdf

³ Doc PDF par Commission universitaire pour la santé et la sécurité au travail romande <http://www.cusstr.ch/repository/41.pdf>
page 5/11

VI.5.2.3. L'éblouissement et l'écran

Le travail prolongé sur écran peut engendrer des troubles liés à la santé (Cail, 1992), après quelques décennies d'informatisation massive des lieux de travail. Les chercheurs peuvent affirmer avec plus de certitude les effets d'une telle exposition sur l'employé grâce à un plus grand feedback, la fatigue visuelle revient souvent en tête des troubles subits par l'opérateur sur écran (Laharie, 1982. Cité par Cail, 1992). L'éblouissement est considéré comme la principale cause de cette gêne, causé généralement par la lumière naturelle via les ouvertures qui ne filtrent pas assez l'apport extérieur, ou par un fort contraste entre la fenêtre et la paroi. Pour le cas particulier du travail sur écran le problème se pose différemment, premièrement à cause de l'axe du plan de travail qui devient désormais vertical, du coup l'emplacement du poste de travail et sa distance avec la fenêtre deviennent cruciaux. Comme le niveau d'éclairage de la lumière naturelle est sujet à de fortes variations, l'aménagement doit tenir compte de quelques dispositions simples, comme éviter la présence d'une fenêtre devant, derrière ou près de l'écran (Figure 11), prévoir des protections solaires et des rideaux pour adapter l'éclairage intérieur selon le niveau d'éclairage.¹

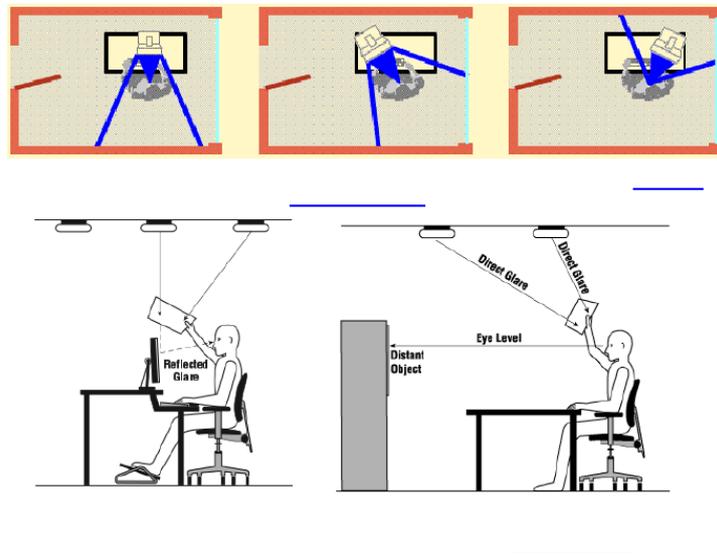


Figure 11 Disposition d'écrans de visualisation dans un local éclairé par la lumière du jour. (Source <http://www-energie.arch.ucl.ac.be>) A partir DIRAHOU, M. (2015). Caractérisation de la qualité de l'environnement lumineux à l'intérieur des ateliers d'architecture à l'EPAU. Mémoire de magister, EPAU.

VI.5.3. La mauvaise répartition de l'éclairage

La qualité de la lumière diffuse dépend non seulement de la source lumineuse avec ce qu'elle comporte comme grandeurs physiques, mais aussi de la répartition de cette source de lumière. Même si un espace est éclairé dans sa totalité (cas B dans la figure ci-dessous), un contraste secret entre deux luminaires mal répartis et cause une gêne visuelle.

A contrario, une répartition

judicieuse de l'éclairage assure un niveau d'éclairage homogène dans l'espace, et par conséquent, une

¹ DIRAHOU, M. (2015). Caractérisation de la qualité de l'environnement lumineux à l'intérieur des ateliers d'architecture à l'EPAU. Mémoire de magister, EPAU.

meilleure qualité lumineuse (cas D de la figure ci-dessous).¹

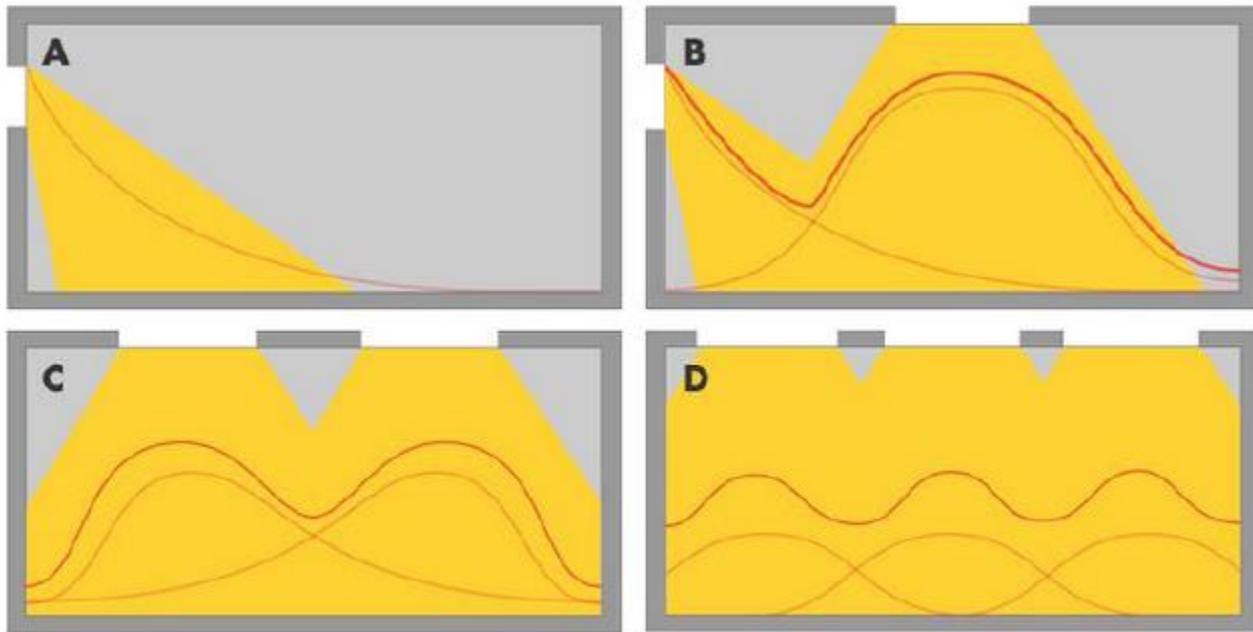


Figure 12 différents cas de répartition d'éclairage (source : <http://www.gif-lumiere.com/lanterneaux/role.php>).²

VI.5.4. Direction de la lumière et effet d'ombre

Pour faciliter la perception visuelle de surfaces et d'objets éclairés, l'éclairage doit produire un effet d'ombre suffisant. La direction de la lumière artificielle doit correspondre à celle de la lumière du jour. L'aménagement des emplacements de travail doit être tel que la direction du regard soit parallèle aux fenêtres. Pour cette raison, les luminaires allongés (p. ex. tubes néons) doivent être disposés parallèlement aux fenêtres. Pour certaines tâches visuelles comme le contrôle de surfaces, il est utile de disposer de sources de lumière dirigée créant des ombres nettes.³

¹ DIRAHOUI, M. (2015). Caractérisation de la qualité de l'environnement lumineux à l'intérieur des ateliers d'architecture à l'EPAU. Mémoire de magister, EPAU

² DIRAHOUI, M. (2015). Caractérisation de la qualité de l'environnement lumineux à l'intérieur des ateliers d'architecture à l'EPAU. Mémoire de magister, EPAU+

³ Doc PDF par Commission universitaire pour la santé et la sécurité au travail romande
<http://www.cusstr.ch/repository/41.pdf> page 5/11

V RÉGLEMENTATION RELATIVE À L'ÉCLAIRAGE DES SALLES D'ATELIER D'ARCHITECTURE

V.1. Normes Unesco

Le niveau minimum d'éclairage dans les espaces sera le suivant:

Salles de classe - bureaux	106 lux*
Laboratoires	215 lux
Economie domestique - couture	323 lux
Ateliers - Dégrossissage	106 lux
- Mise en forme	215 lux
- Finitions	323 lux
Bibliothèques	215 lux
Autres espaces hors enseignement	106 lux
Circulations	106 lux

- * Note: les valeurs proposées ci-dessus sont prises dans un pays dont le niveau d'éclairage correspond à celui de nombreux pays.

Figure 13 Le niveau minimum d'éclairage dans les espaces

Source Normes et standards des constructions scolaires Unesco

Module II Section 2 : page 31 <http://unesdoc.unesco.org/images/0007/000701/070131fo.pdf>

1. Le soleil ne devrait pénétrer dans aucun espace intérieur de l'école pendant la journée scolaire.
2. Le rayonnement solaire sur les bâtiments sera réduit au maximum par une orientation est-ouest des parties principales de l'école.

Figure 14

Source Normes et standards des constructions scolaires Unesco

Module II Section 2 : page 34 <http://unesdoc.unesco.org/images/0007/000701/070131fo.pdf>

V.2. Normes Commission universitaire pour la santé et la sécurité au travail

Valeurs de l'éclairage requises pour un éclairage nominal dans les locaux de travail

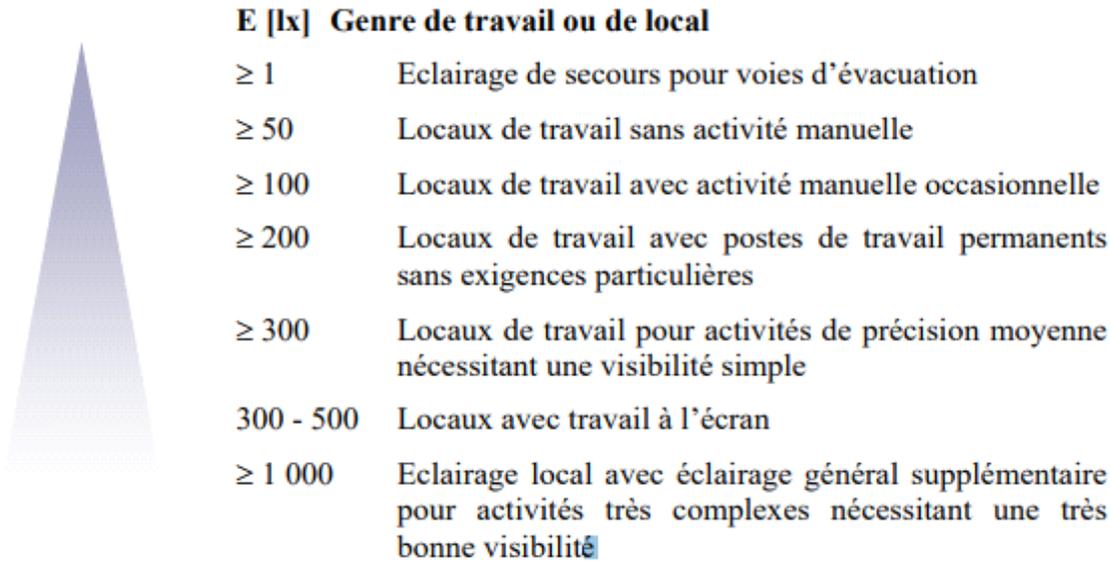


Figure 15 Valeurs de l'éclairage requises pour un éclairage nominal dans les locaux

Source : Doc PDF par Commission universitaire pour la santé et la sécurité au travail romande

<http://www.cusstr.ch/repository/41.pdf>

V.3.les différentes normes relatives à l'éclairage

Pays	Niveaux d'éclairage recommandé (lux)	Recommandations spécifiques
Canada	Bureau (dessin/lecture) 1000 lx Travail sur écran 500 lx	
États-Unis	Dessin 500 lx (300 lx sur le plan horizontal) Travail de CAO et dessin 300 lx Travail de CAO 100 lx	Écran interactif et vidéoprojecteur : assombrir la salle. Tableau blanc : éviter l'éblouissement.
Grande Bretagne	Dessin 500 lx Bureau 200 lx	Éviter l'éblouissement
France	Dessin 400 lx Bureau 300 lx	
Algérie	Bureau 200 lx	

Tableau 3 Comparaison entre les différentes normes relatives à l'éclairage

Source : DIRAHOUI, M. (2015). Caractérisation de la qualité de l'environnement lumineux à l'intérieur des ateliers d'architecture à l'EPAU. Mémoire de magister, EPAU.

IV. CONCLUSION

Nous définissons ainsi notre zone de confort la plus adéquate, variant entre niveaux D'éclairagements de 300 à 750 Lux. Elle sera notre référence pour qualifier les résultats obtenus dans les différentes étapes de notre recherche.

CHAPITRE II

PRÉSENTATION DU CAS D'ÉTUDE ET MÉTHODE DE TRAVAIL

I. INTRODUCTION

Dans ce chapitre on doit présenter de cas d'étude institut d'architecture "Université SAAD DAHLEB-BLIDA" méthode d'analyse, et l'environnement climatique.

Notre approche dans la vérification du confort dans la salle de notre atelier, est présentée des outils informatiques, objectifs et méthodiques .Nous avons terminé avec une simulation qui couvre l'ensemble des saisons de l'année, en fixant toujours les trois (03) périodes de la journée.

II. PRÉSENTATION DU CAS D'ÉTUDE

II.1 SITUATION

Nous situons notre cas d'étude, dans les salles d'atelier de l'institut d'architecture, à l'université Saad Dahleb —Blida-, dont le souci majeur réside dans l'éclairage naturel peu efficace.

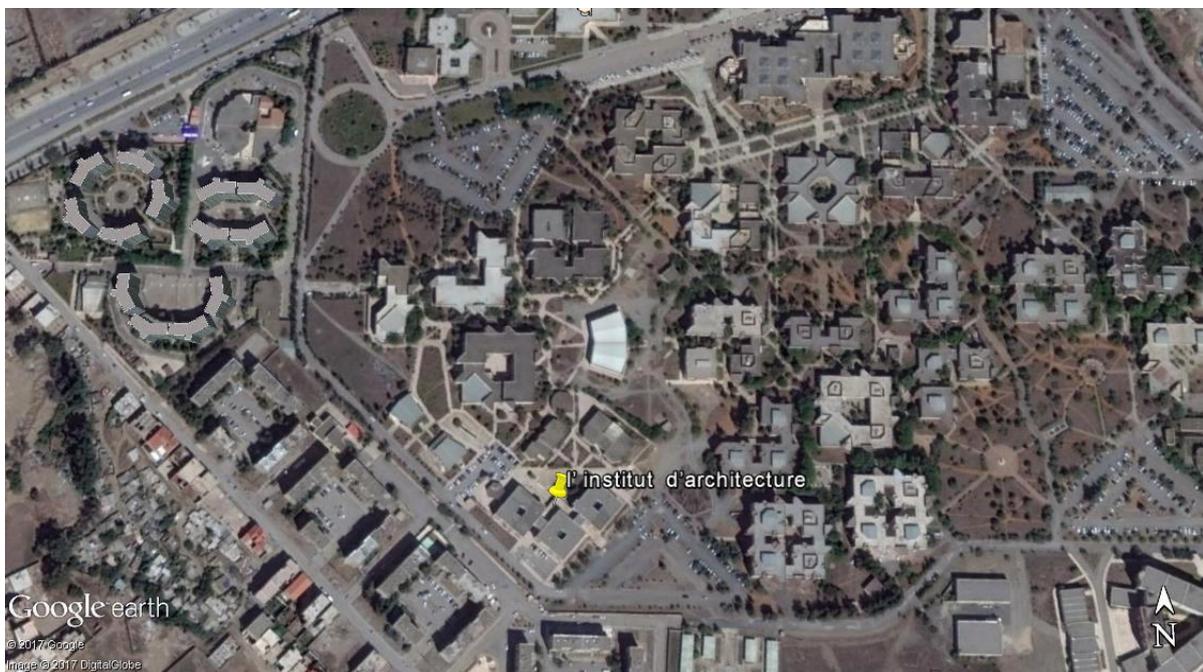


Figure 16 l' institut d'architecture , à l'université Saad Dahleb

Source : Google Earth Pro consulté le 01/10/2017 date d'image satellite 12/09/2017

II.1.1 Les salles d'ateliers

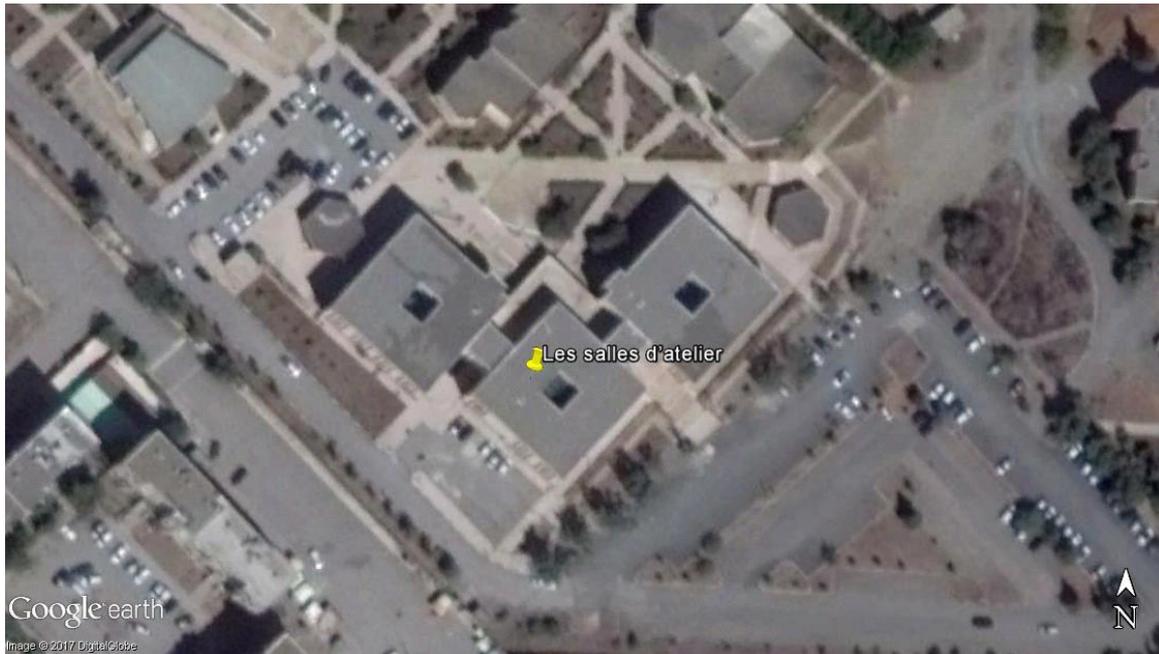
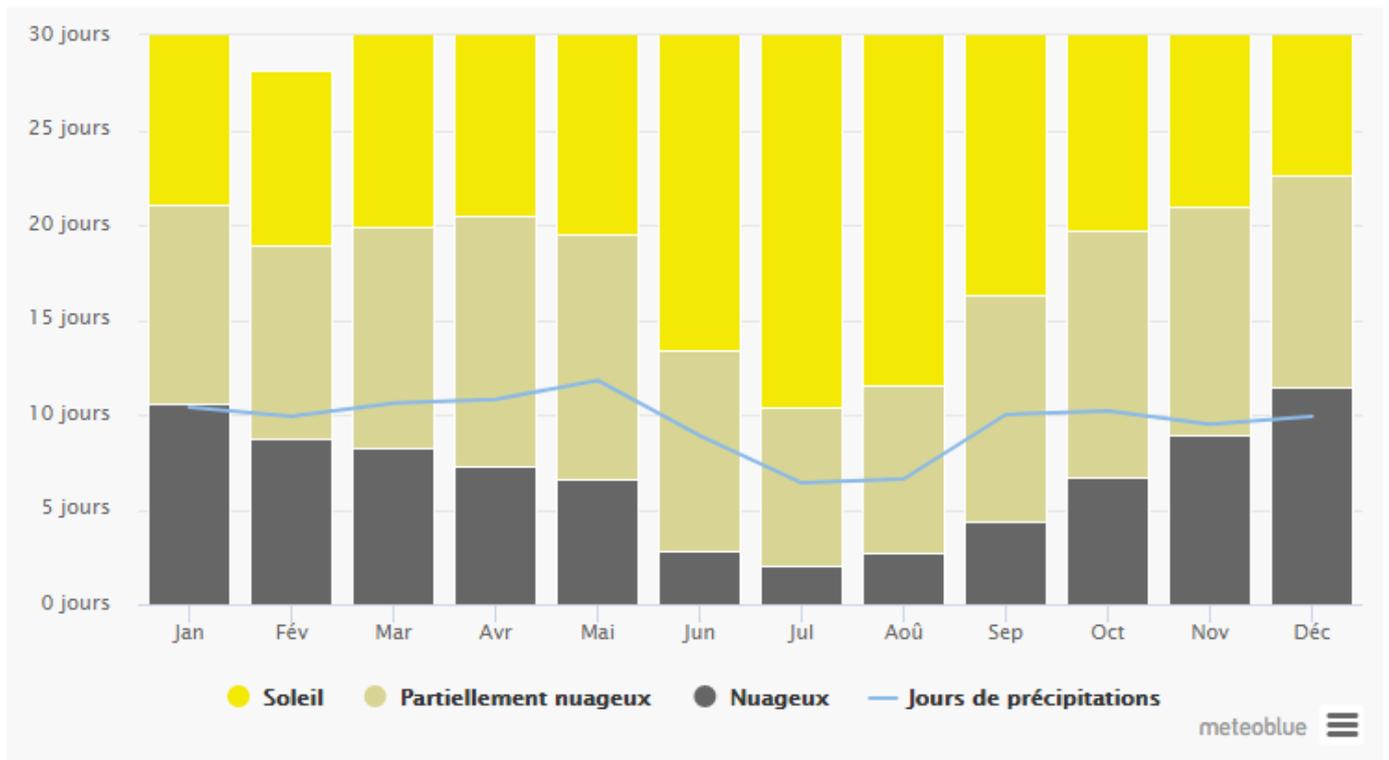


Figure 17 Les salles d'atelier de l'institut d'architecture

Source : Google Earth Pro consulté la 01/10/2017 date d'image satellite 12/09/2017

II.2. Données climatiques de la ville

L'Université Saad Dahleb est implantée dans la commune de Ouled Yaich à environ 6.5km à l'est du centre-ville de Blida. De toutes les données météorologiques, c'est la durée d'insolation qui nous intéresse pour la suite de notre investigation, dans la mesure où cela indique l'apport de la lumière naturelle que peut recevoir notre objet d'étude. L'école bénéficie d'un apport solaire typiquement méditerranéen, soit environ 150 heures d'ensoleillement pour le mois de décembre, et 320 heures pour le mois de juillet (source ONM, Office national de Météorologie). Sur une saison donc, l'ensoleillement journalier peut doubler pour le même espace de 5 heures par jour en décembre à 10 heures en juillet, ce qui constitue un écart conséquent.



Graph 1 Ciel nuageux, soleil et jours de précipitations¹

Le graphique montre le nombre mensuel de jours ensoleillés, partiellement nuageux et des précipitations. Les jours avec moins de 20% de la couverture nuageuse sont considérés comme des jours ensoleillés, avec 20-80% de de la couverture nuageuse, comme partiellement ensoleillés et plus de 80% comme nuageux.²



Ce constat d'éclairage peu performant fut après consultation de l'ensemble des salles d'atelier. Quelques salles ont recours à l'éclairage artificiel (Néons) quel que soit l'heure, quel que soit la journée et quel que soit la saison. Quelques salles ont recours à l'éclairage naturel quel que soit l'heure. D'autres salles vont utiliser des couvertures sur les fenêtres, contre les rayonnements du soleil direct.

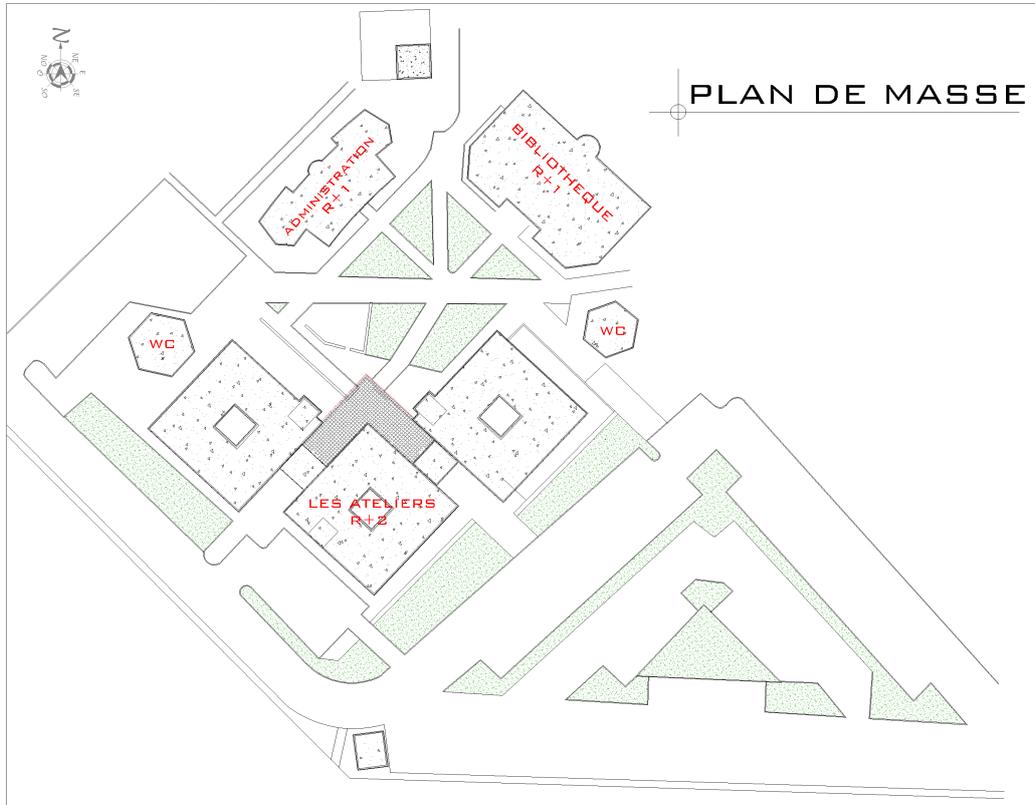
¹ https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/blida_alg%C3%A9rie_2503769

² https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/blida_alg%C3%A9rie_2503769

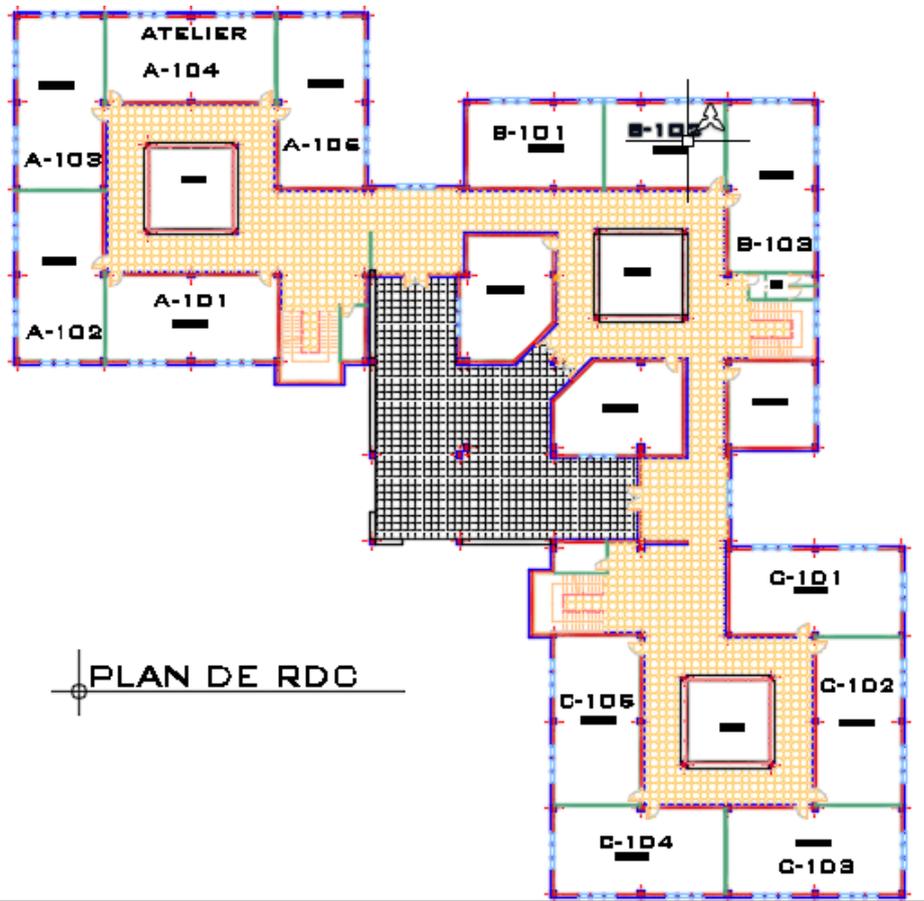
Nous tenons d'abord à localiser le problème, à quantifier son ampleur, et présenter par la suite.

Quelques hypothèses concernant le phénomène et ses solutions, et à opérer dans le sens de ces hypothèses suivant les méthodes de travail que nous présenterons ultérieurement.

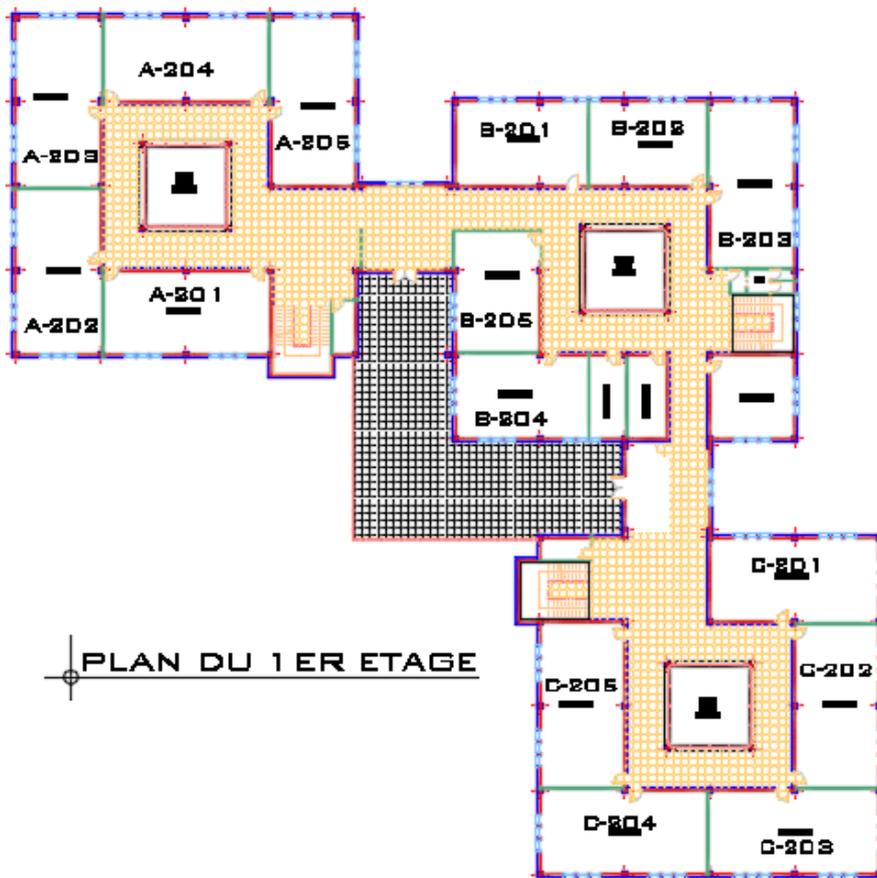
II.3. Présentation du plan



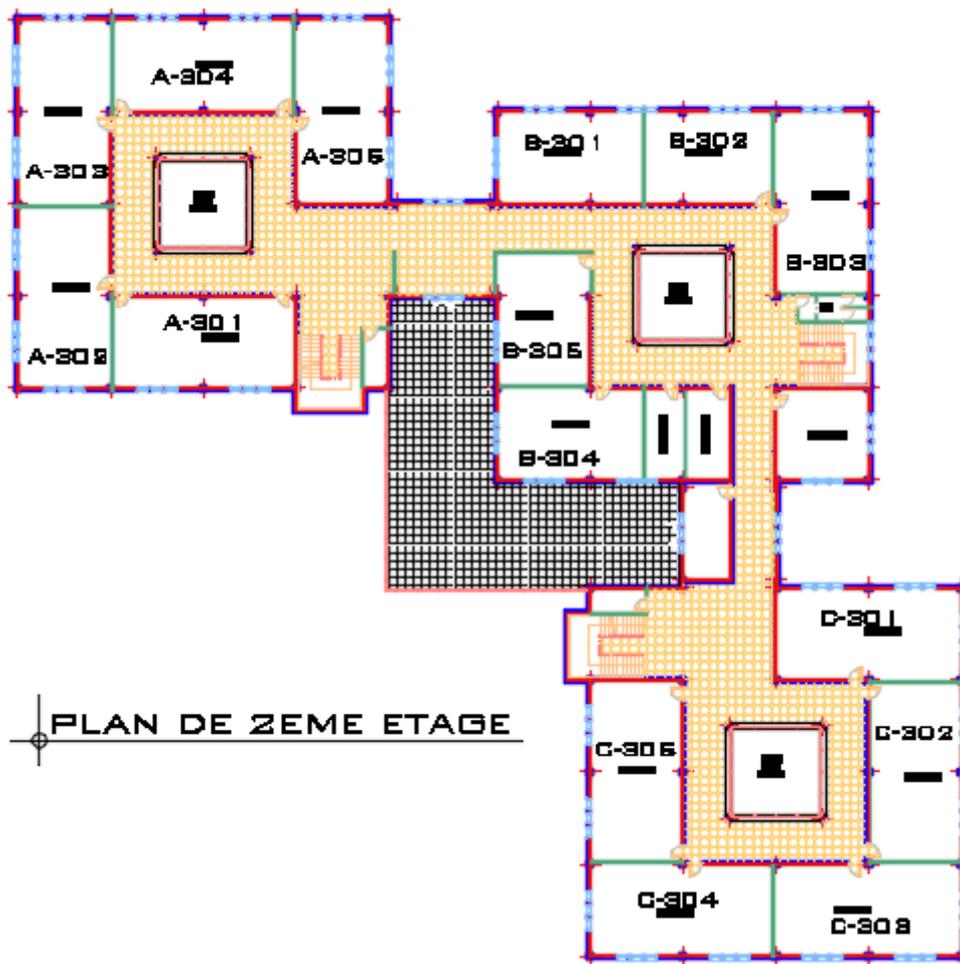
Plan 1 Plan de masse : l' institut d'architecture



Plan 2 Plan de RDC : l' institut d'architecture



Plan 3 Plan du 1er étage : l'institut d'architecture



Plan 4 Plan du 2eme étage : l' institut d'architecture

II.4. Présentation de la façade



Figure 19 façade 01 de l'institut d'architecture blida le 07/12/2017



Figure 18 façade 02 de l'institut d'architecture blida le 07/12/2017



Figure 21 façade 03 de l'institut d'architecture blida le 07/12/2017 Figure 20 façade 04 de l'institut d'architecture blida le 07/12/2017

II.5. Caractère du cas d'étude

Caractère des ouvrants, revêtement mural, plafond et revêtement de sol des ateliers :

Il est de forme rectangulaire

- H=3,20 m

Il est composé :

- De parois verticales de deux couleurs : partie inférieure 1.3m (grise), la partie supérieure (blanc – blanc sale),
- Un plafond d'une couleur blanche,
- Deux Portes ou une porte dont la dimension 0.94m*2.40m avec vitrage simple dont la dimension 0.43*1m,
- Les Panneaux des fenêtres ont pour dimensions 0.80m*1.60m avec vitrage sur 3 ouvrants (les vitres sont transparentes).

Les fenêtres occupent toutes les façades sans orientation particulière et ne tiennent pas compte de le bon coté d'enseillement de la façade si bien que dans le cas d'enseillement démesuré les occupants sont obligés de couvrir les fenêtres avec des couvertures pour réduire l'éblouissement par bois de recouvrir à l'éclairage artificiel selon les ouvertures des salles.

Le sol est fait de carreaux de granito de couleur grise

III. OUTIL DE SIMULATION

III.1. Choix de l'outil de simulation

Notre choix s'est porté sur le logiciel Autodesk 3ds Max Design

Logiciel	Editeur	Méthode	Modélisation	Types de ciel	Résultats
Ecotect	Autodesk	<i>Split flux formula</i>	Géométries simples Surfaces diffuses Maillage paramétrable	Ciel couvert CIE Ciel uniforme CIE Soleil direct	Eclairagements [lux] Facteurs de lumière du jour (%) Visualisation des ombrages
Dial-Europe	Estia	<i>Split flux formula</i>	Géométries simples Surfaces diffuses Maillage fixe	Ciel couvert CIE	Facteurs de lumière du jour (%) Visualisation des ombrages
Dialux	DIAL GmbH	<i>Radiosity (raytracing pour les visualisations)</i>	Géométries complexes Surfaces diffuses Maillage paramétrable	Ciel couvert CIE Ciel intermédiaire Ciel clair CIE (soleil direct)	Eclairagements [lux] Facteurs de lumière du jour (%) Luminances (cd/m2) Visualisation des scènes
Relux Pro	Relux Informatik	<i>Radiosity (raytracing pour les visualisations)</i>	Géométries complexes Surfaces diffuses Maillage paramétrable	Ciel couvert CIE Ciel clair CIE (sans soleil direct)	Eclairagements [lux] Facteurs de lumière du jour (%) Luminances (cd/m2) Visualisation des scènes
3DS max	Autodesk	<i>Radiosity + raytracing</i>	Toutes géométries Surfaces diffuses, spéculaires ou mixtes Maillage paramétrable	Tout type de ciel	Eclairagements [lux] Facteurs de lumière du jour (%) Luminances (cd/m2) Visualisation des scènes
Velux Daylight Visualizer	Velux	<i>Raytracing + photon mapping</i>	Géométries complexes (via import fichiers 3D) Surfaces diffuses, spéculaires ou mixtes Maillage non paramétrable	15 types de ciels, dont ciel couvert CIE, ciel intermédiaire et ciel clair CIE	Eclairagements [lux] Facteurs de lumière du jour (%) Luminances (cd/m2) Visualisation des scènes
Radiance	LBNL	<i>Raytracing (extension photon mapping disponible)</i>	Toutes géométries Tout type de surface Maillage paramétrable	Tout type de ciel	Eclairagements horizontaux, verticaux, cylindriques, ... [lux] Facteurs de lumière du jour (%) Luminances (cd/m2) Visualisation des scènes

Tableau 4 Propriétés des principaux logiciels informatiques étudiés et leurs applications.

Le logiciel 3ds Max (3D Studio Max), développé par Autodesk, est une référence dans le domaine de l'infographie tant au niveau de la modélisation que de l'animation 3D.

Cette version intègre de nouvelles fonctionnalités pour la simulation et l'analyse de la lumière naturelle ou de l'éclairage artificiel. Ces outils d'analyse sont adaptés à

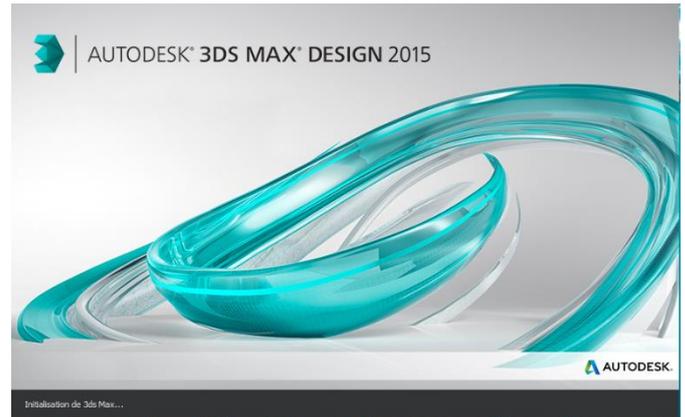


Figure 22 interface de 3ds max design

la certification LEED Indoor Environmental Quality credit 8.1 certification

Le moteur de rendu utilisé par 3dsMax est Mental Ray (produit par la société Mental Images GmbH), qui emploie la méthode du raytracing. Le raytracing (lancer de rayons) est une technique de rendu d'image produit par simulation du parcours inverse de la lumière : les éclairages sont calculés depuis le point de vue vers les objets, puis vers la lumière. Le raytracing permet de reproduire les phénomènes physiques de la réflexion et de la réfraction.

Le logiciel 3ds Max Design emploie les fichiers météorologiques EnergyPlus, qui sont téléchargeables gratuitement sur le site américain du département de l'Energie. Ces fichiers de données météorologiques sont disponibles pour plus de 1000 emplacements aux Etats-Unis, et pour plus de 1000 emplacements dans 100 autres pays du monde

III.2.étapes, préparation de fichier



III.2.1. Saisie du bâtiment (AUTOCAD ARCHITECTURE 2017)

La première étape consiste en la saisie du bâtiment dans le logiciel à partir des **données d'entrée** recueillies. Si les données d'entrée ne sont pas toutes disponibles, la saisie du bâtiment est elle-même décomposée en plusieurs étapes :

- Saisie géométrique des différents niveaux,
- Cloisonnement éventuel des niveaux
- Saisie des vitrages et lanterneaux et de leurs caractéristiques,
- Affectation des coefficients de réflexion lumineuse aux différentes parois (mur, sol, plafond).

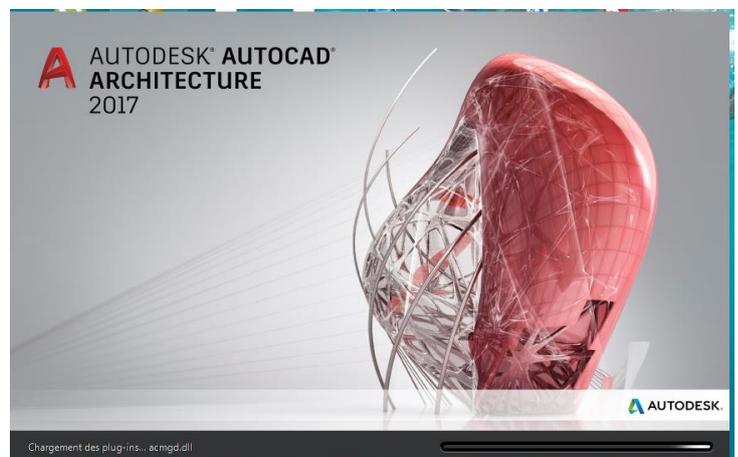


Figure 23 interface AUTOCAD ARCHITECTURE 2017

III.2.2. Saisie des masques

Une fois le modèle 3D du bâtiment étudié obtenu, l'étape suivante consiste en la saisie de son **environnement proche**. Les masques à saisir peuvent être de différentes natures en fonction du projet : bâtiments alentours, arbres, protections solaires extérieures. Des coefficients de réflexion lumineuse sont également attribués aux masques en fonction de leur couleur et des matériaux.

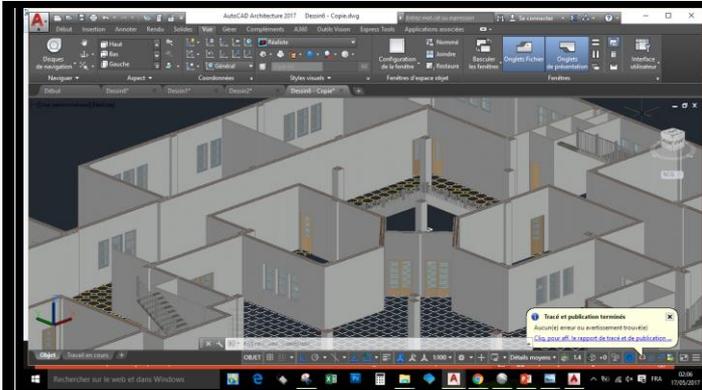


Figure 24 étape 1 -modélisation la 3D AutoCAD architecture 2017

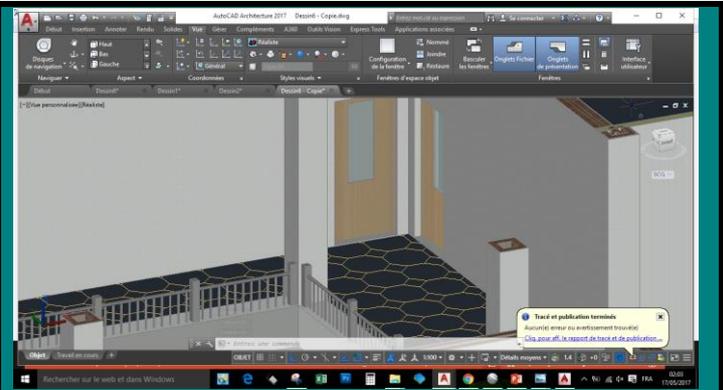


Figure 25 étape 2 –modélisation la 3D AutoCAD architecture 2017

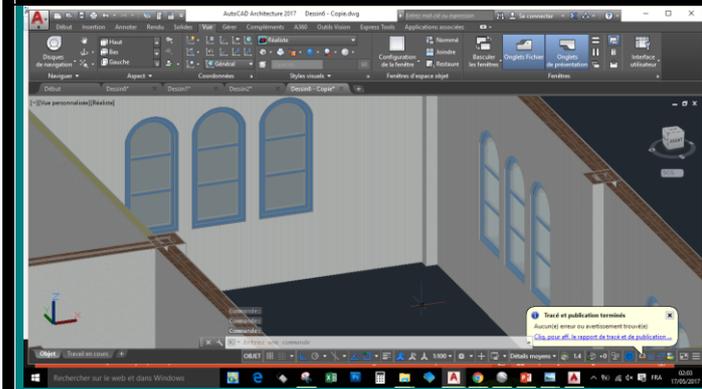


Figure 26 étape 3 -modélisation la 3D AutoCAD architecture 2017

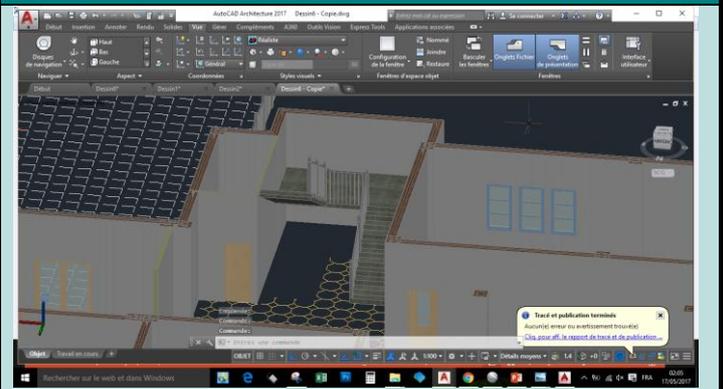


Figure 27 étape 4 -modélisation la 3D AutoCAD architecture 2017

III.2.3 Orientation du bâtiment

Géo référencement Par Arc GIS for AutoCAD 350

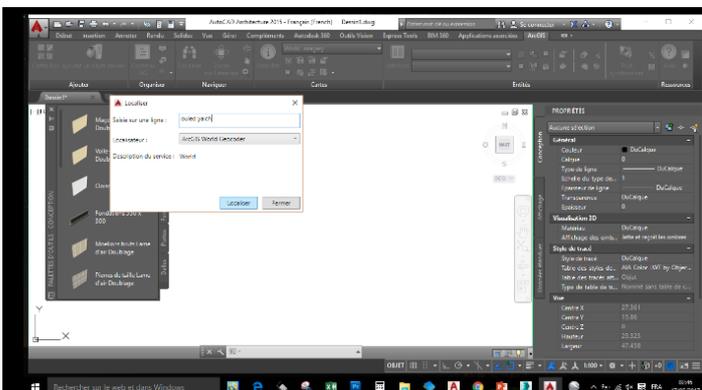


Figure 28 étape 1 -Géo référencement Arc GIS for AutoCAD 350

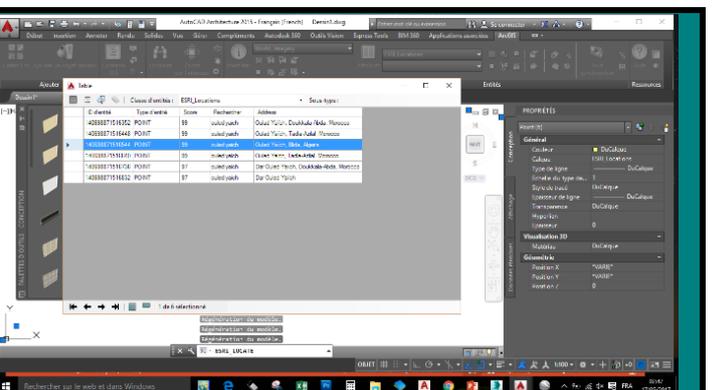


Figure 29 étape 2-Géo référencement Arc GIS for AutoCAD 350

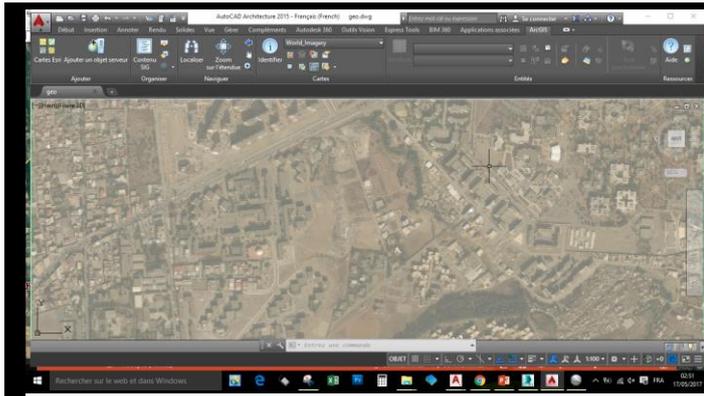


Figure 30 étape 3 -Géo référencement Arc GIS for AutoCAD 350

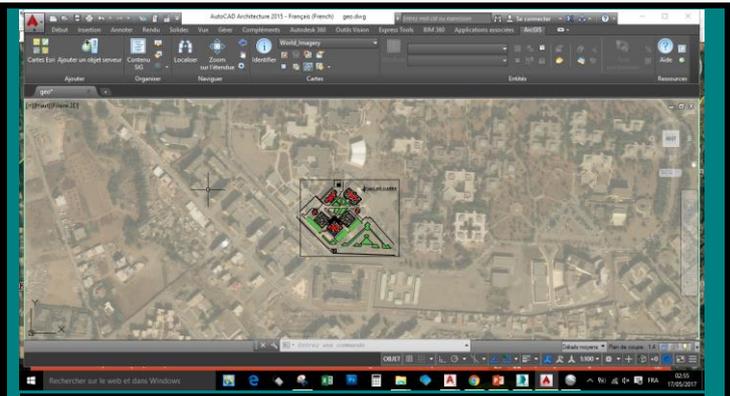


Figure 31 étape 4-Géo référencement Arc GIS for AutoCAD 350

III.2.4. Importer vair 3ds Max Design 2015

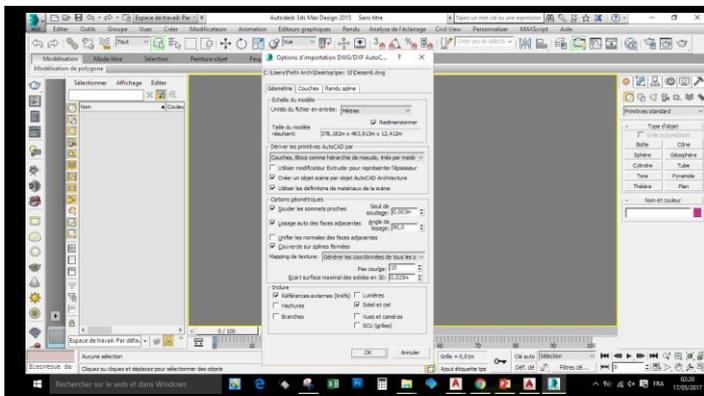


Figure 32 étape 1 -Importer la 3d 3ds Max Design 2015

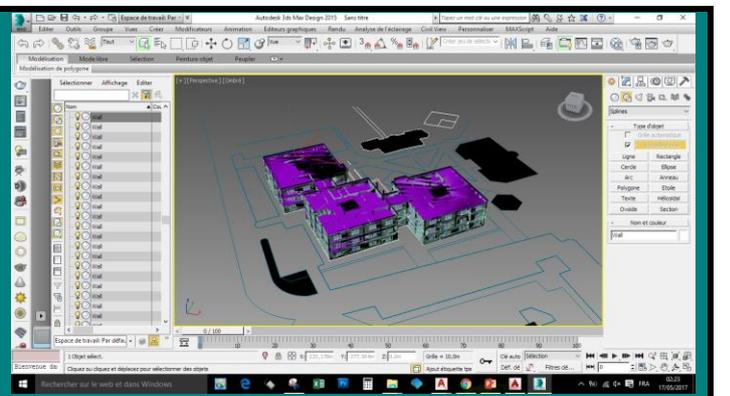


Figure 33 étape 2 -Importer la 3d 3ds Max Design 2015

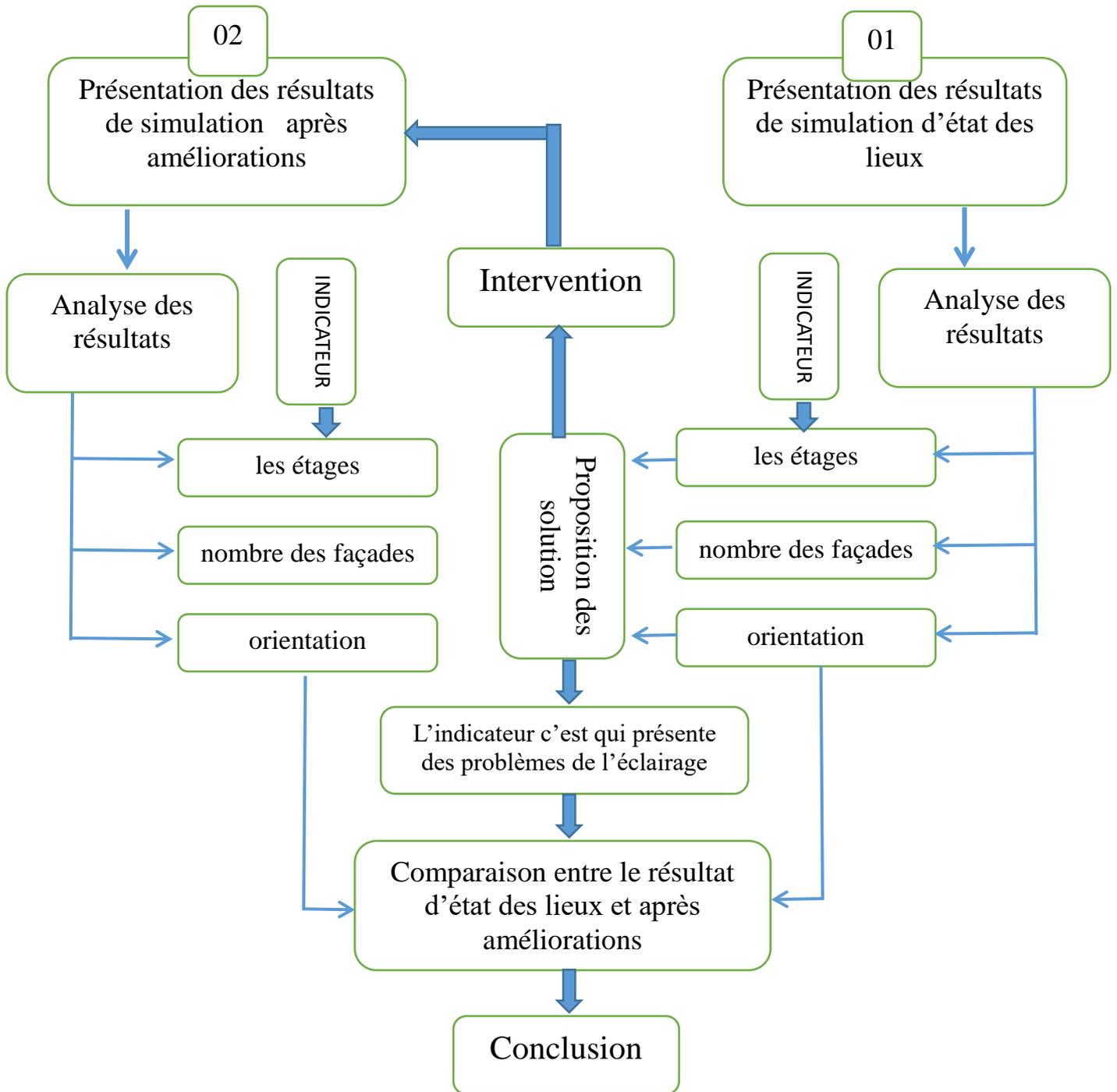
III.3. Le choix des dates et heure

Pour notre simulation, nous avons sélectionné des dates phares de référence, à savoir le 21 Mars, le 21 Juin et le 21 Décembre qui sont des dates d'apogée représentatives de chaque saison, donc, de chaque position du soleil, pour chacune des dates de référence citées auparavant, le résultat de la simulation fut donné à trois (03) périodes de la journée :

09:00 h du matin, Midi et 16:00 (heure de fermeture), correspondant à trois périodes du déplacement du soleil en une journée, et donc, a un certain apport en éclairage.

Trois couleurs sont à dénoter sur la simulation, correspondant aux variations du niveau d'éclairage induit (entre éblouissement, confort et inconfort sombre), et ce, durant les 03 périodes de la journée, Avec —naturellement- des spécificités pour chaque période.

VI. MÉTHODE DE TRAVAIL :



Organigramme 1 méthode de travail

V. CONCLUSION :

Par la suite, nous allons simuler l'ensoleillement (éclairage) dont bénéficie cet atelier pendant des dates précises de référence : (21 mars, 21 juin, 21 décembre), et ce, via un logiciel « 3DS Max Design» dont la description va suivre

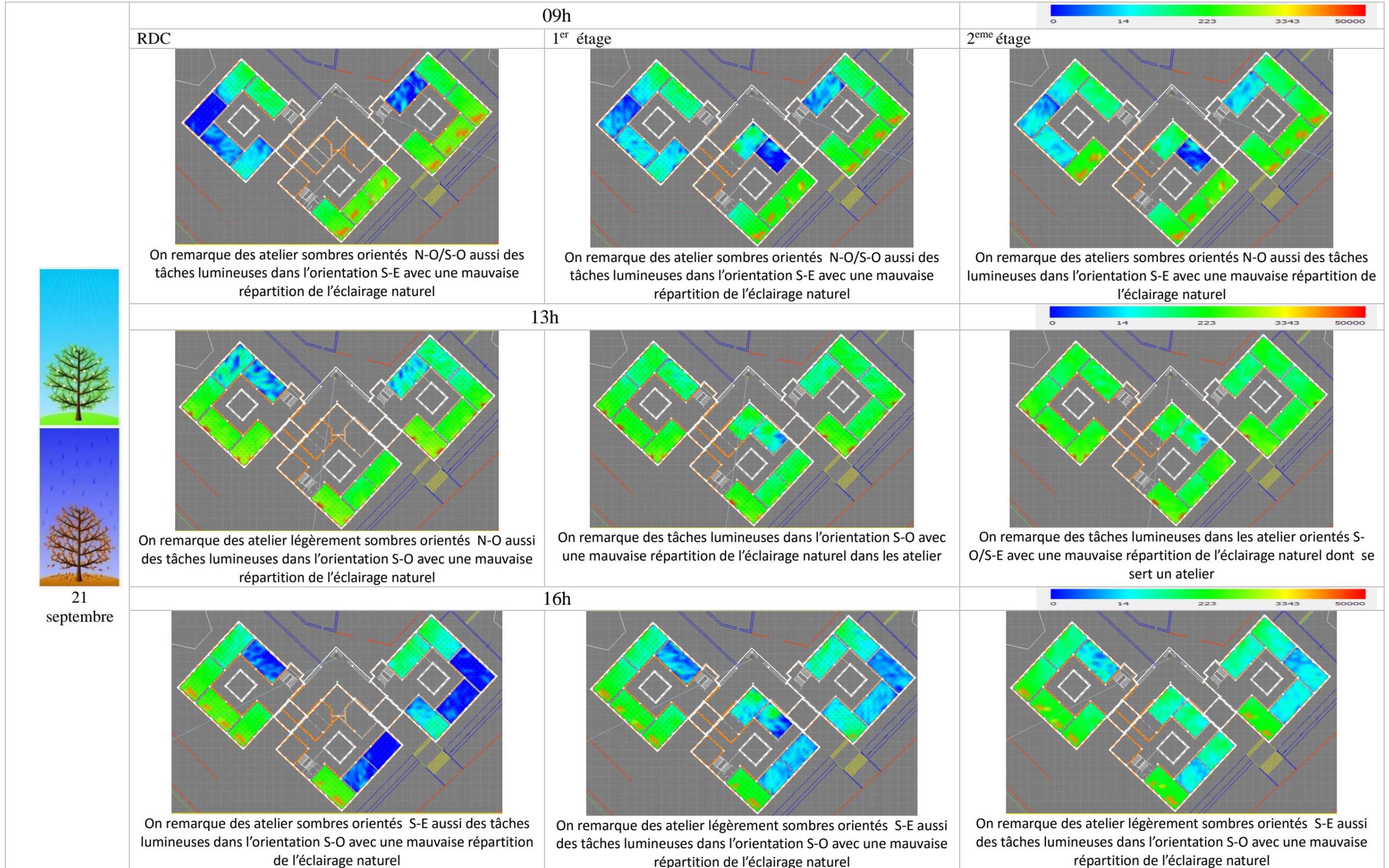
CHAPITRE III

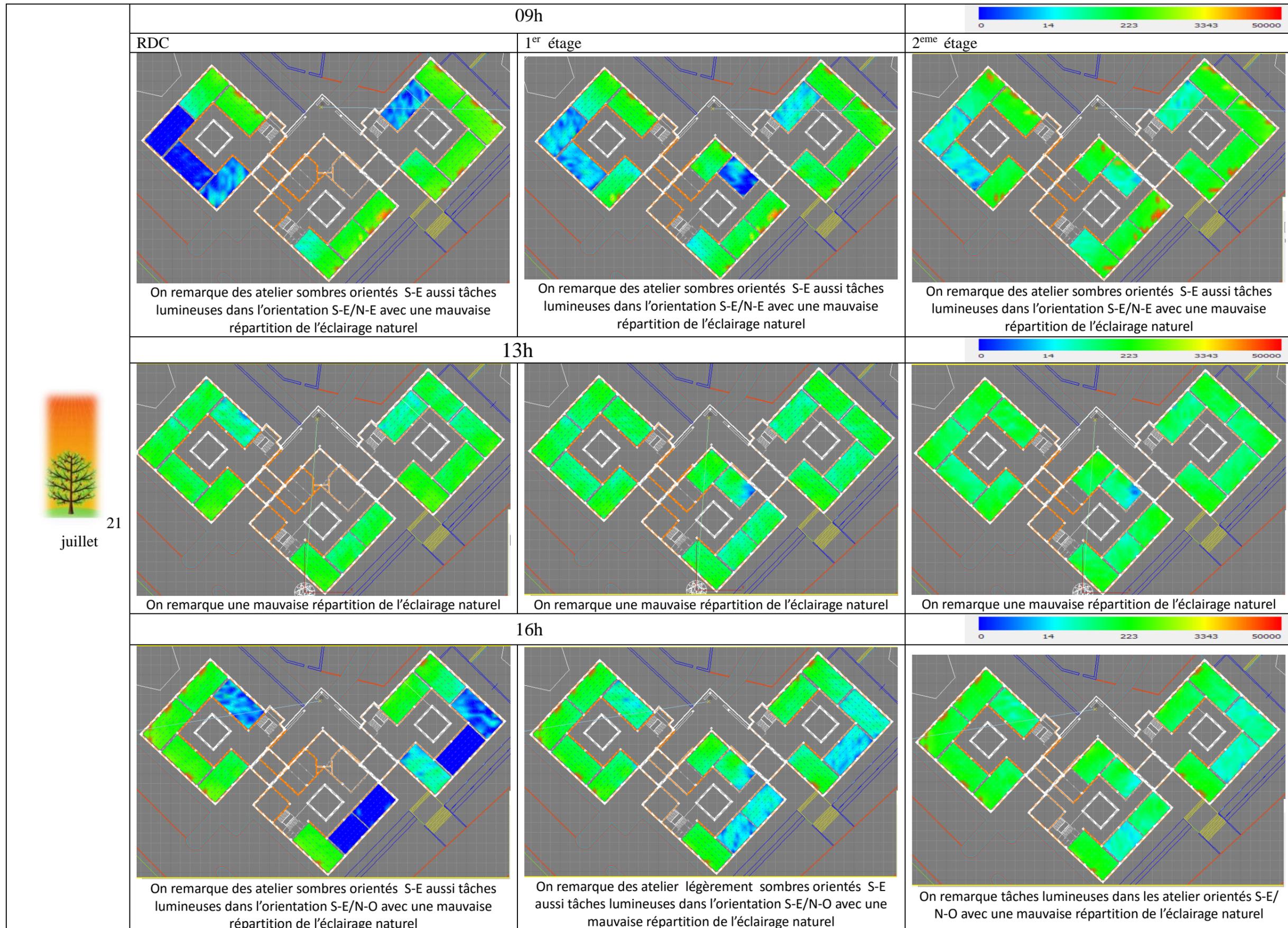
PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS

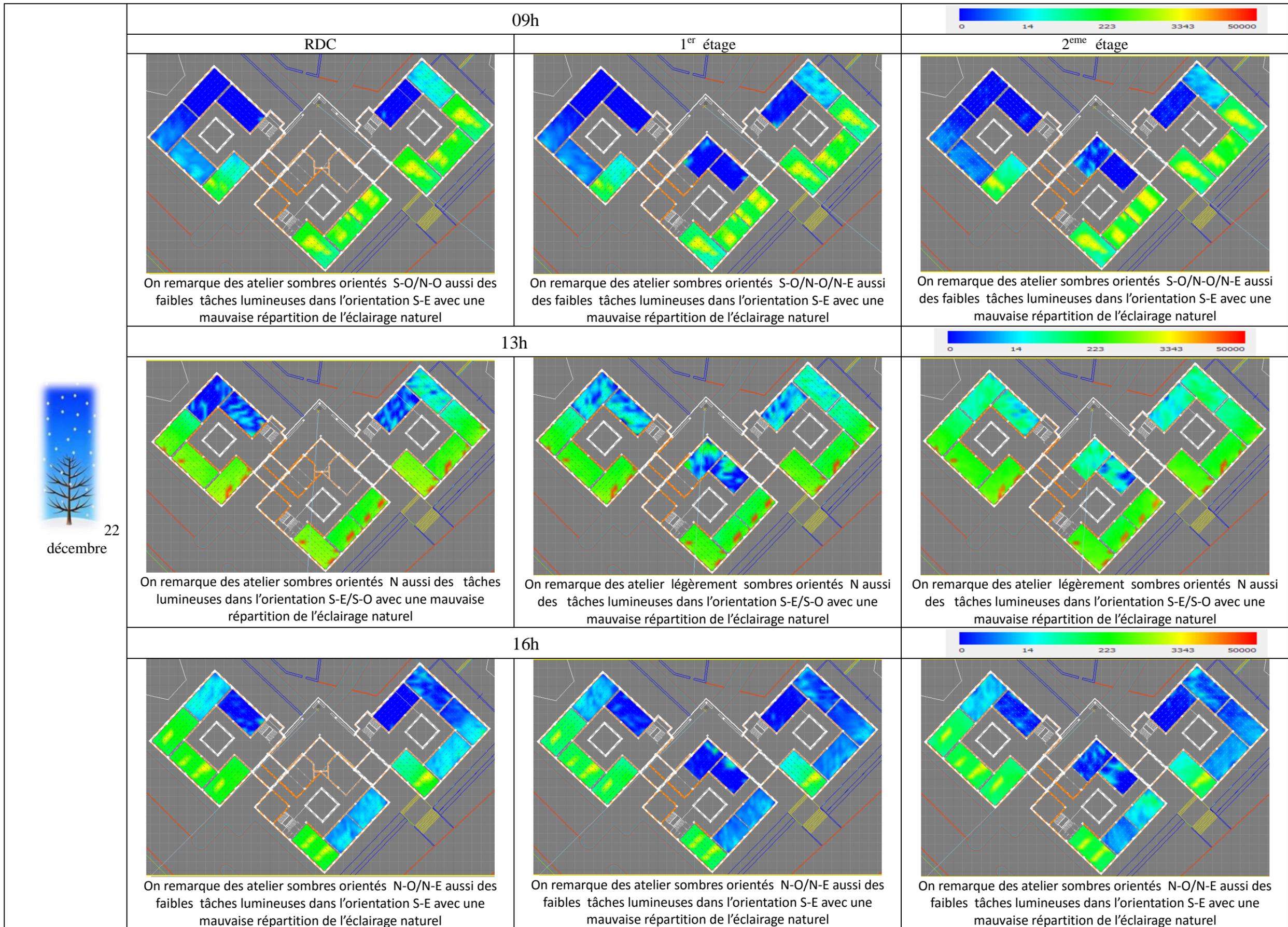
INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous présentons les analyses et les commentaires des résultats obtenus lors des simulations. Nous allons citer les analyses effectuées selon trois (3) indicateurs : étage, nombre de façades et orientation, afin de signaler s'il y a des problèmes, les identifier et proposer des solutions ou interventions pour les corriger

I PRÉSENTATION DES RÉSULTATS D'ÉTAT DES LIEUX







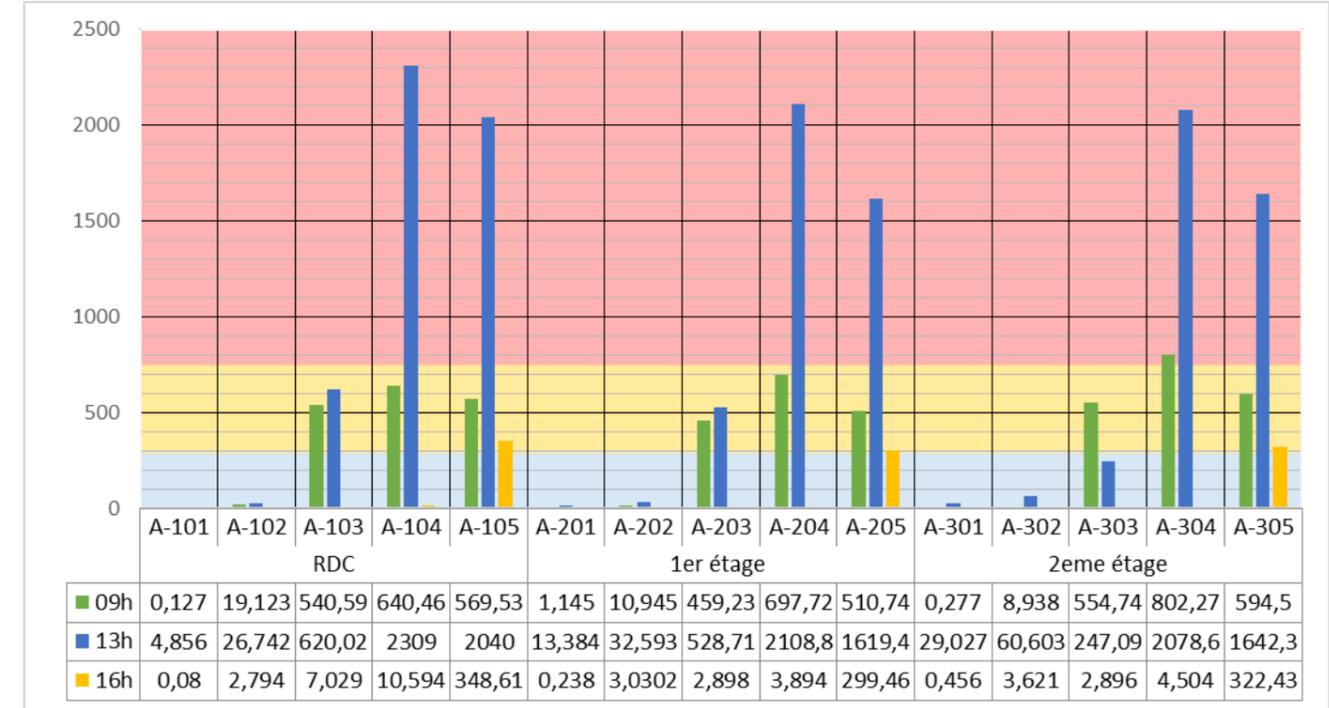
II ANALYSE DES RÉSULTATS

II.1 INDICATEUR I : les étages

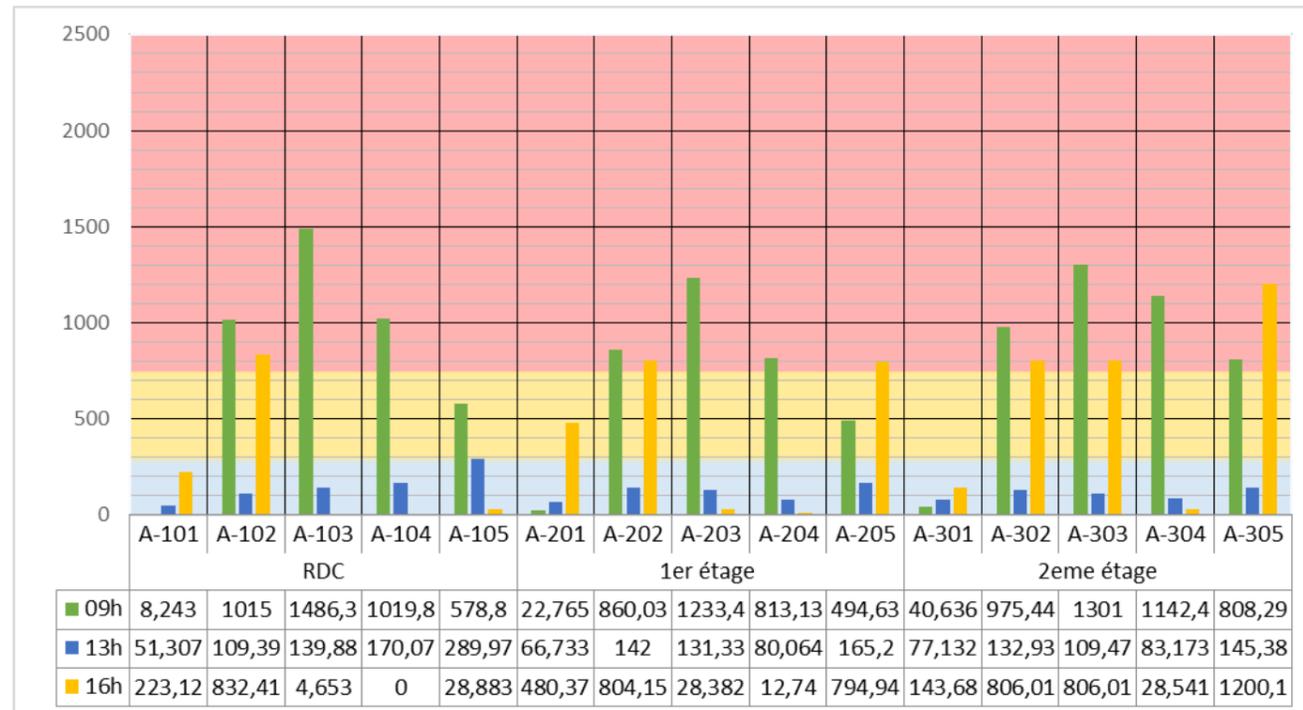
II.1.1 BLOC A



Graphe 2 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages au printemps crée par Excel



Graphe 3 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages en Hiver crée par Excel



Graphe 4 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages en Été créé par Excel

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages au printemps

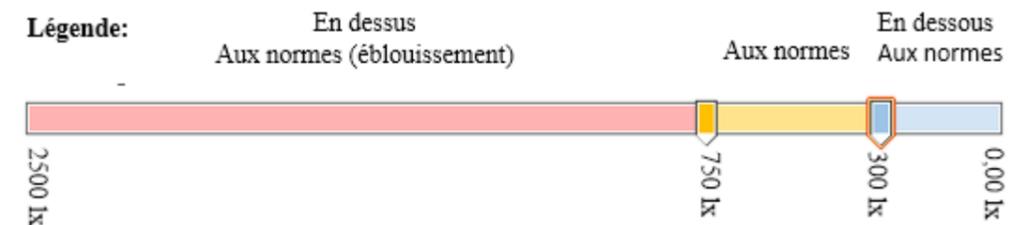
Au niveau du bloc A au printemps nous remarquons qu'il ya des ateliers qui ne reçoivent pas du lumière quel que soit l'étage (RDC, 1^{er}, 2^{eme}) à tout moment de la journée. On observe un éblouissement au niveau de certains ateliers à un moment de la journée en particulier le matin et au milieu de la journée (9^h et 13^h) en fin d'après midi (16^h) il n'ya plus d'éclairage. Celui-ci diminue d'un étage à l'autre sauf dans certains ateliers ou il augmente.

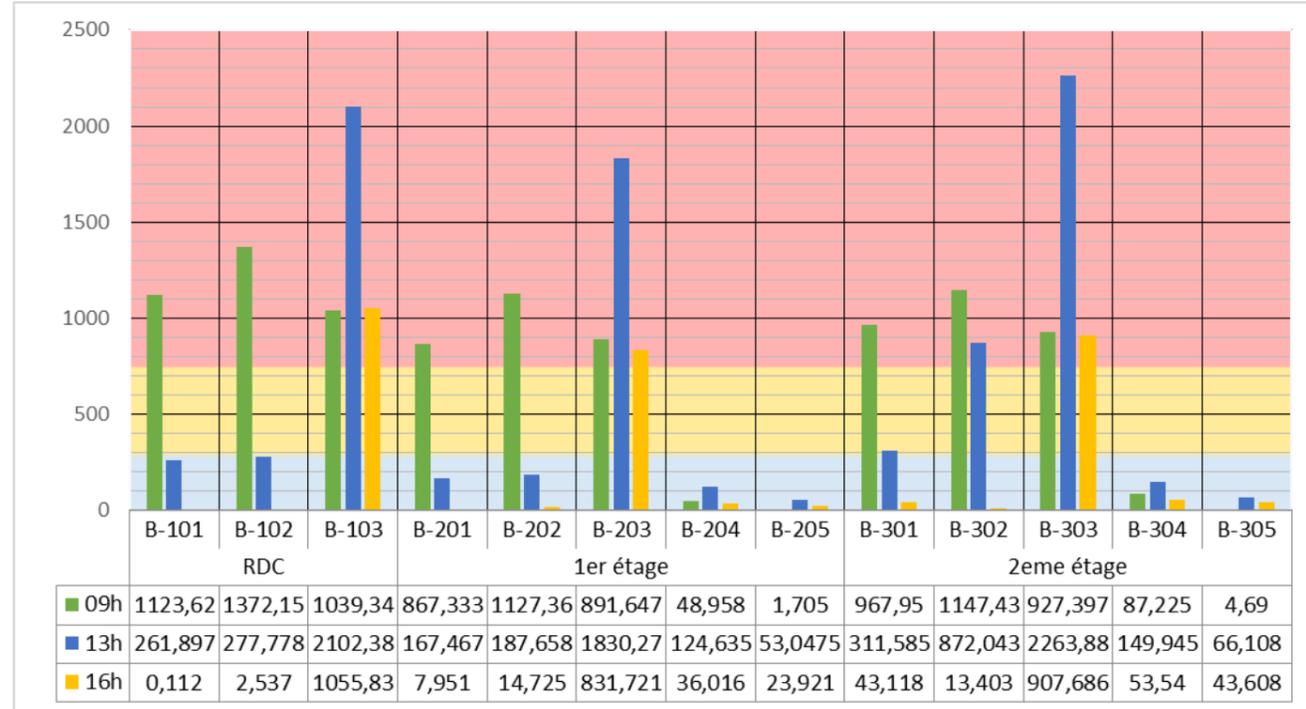
Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages en Hiver

Au niveau du bloc en hiver nous remarquons qu'il ya des ateliers qui ne reçoivent pas du lumière quel que soit l'étage (RDC, 1^{er}, 2^{eme}) à tout moment de la journée. On observe un éblouissement au niveau de certain ateliers à un moment de la journée eu particulier le matin et le milieu de la journée (9^h et 13^h) en fin d'après midi (16^h) il n'ya plus d'éclairage. Celui-ci diminue d'un étage à l'autre sauf dans certains ateliers ou il augmente.

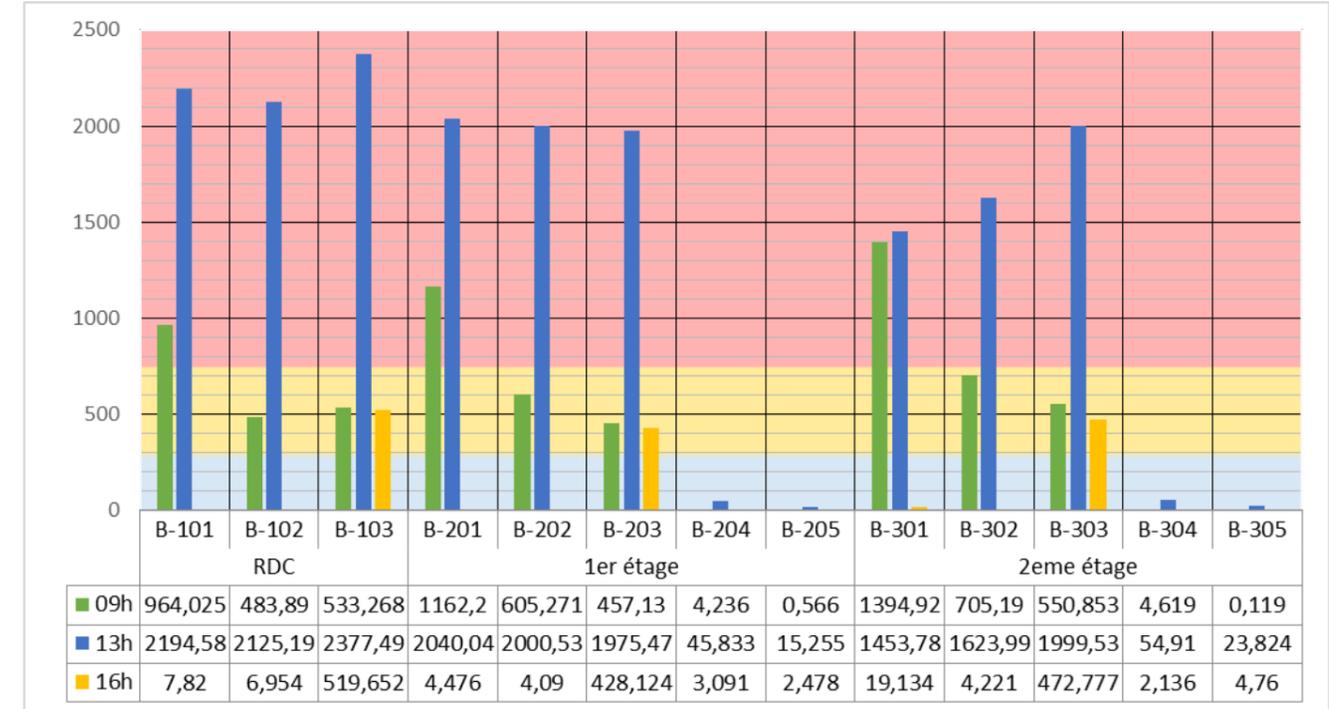
Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages en Été créé par Excel

En été : l'éclairage augmente légèrement d'un étage à l'autre particulièrement dans les ateliers 101-201-301 Les ateliers 101-201-301 dans l'ombre mais 102-202-302 sont sombres à midi et éblouis le matin et l'après midi. Les ateliers 103-203-303 et 104-204-304 sont éblouis le matin et sont sombres à midi et l'après midi ; les 105-205-305 au rez-de chossée sont dans les norms mais à (13^h) l'après midi il sont dans l'ombre néanmoins le 1^{er} et le 2^{eme} étage sont éblouis.

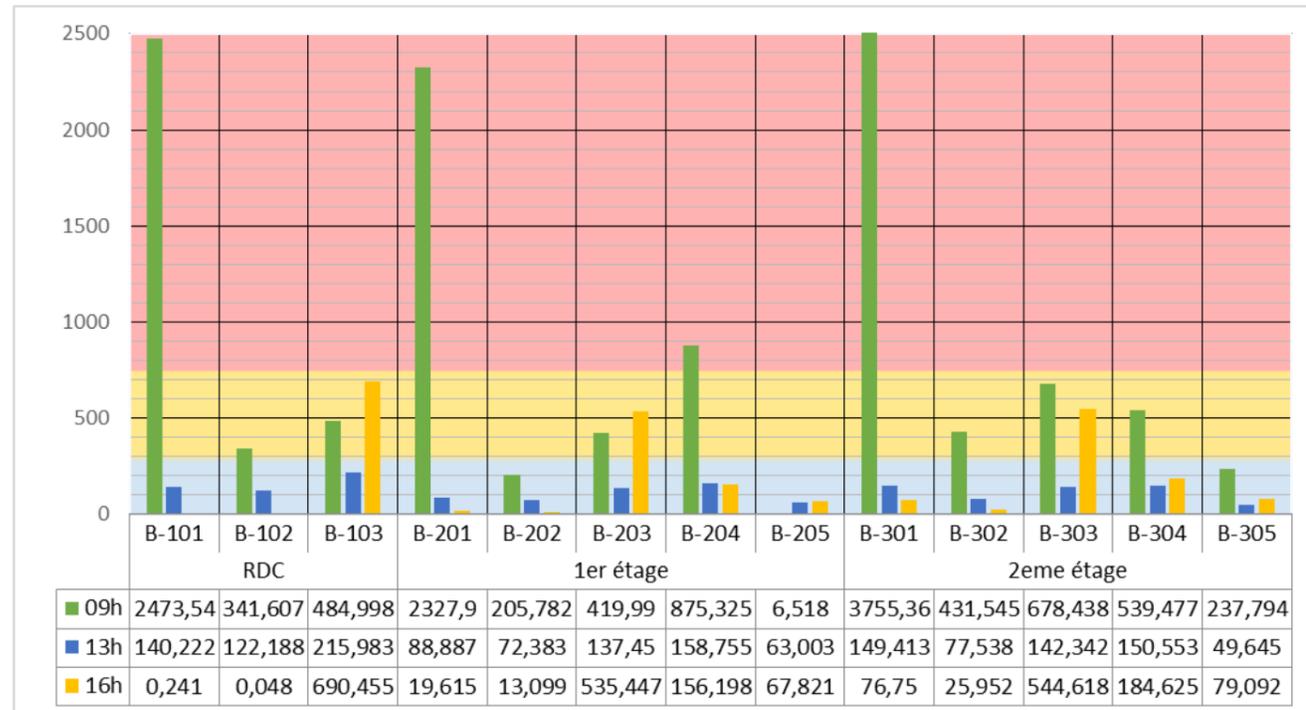




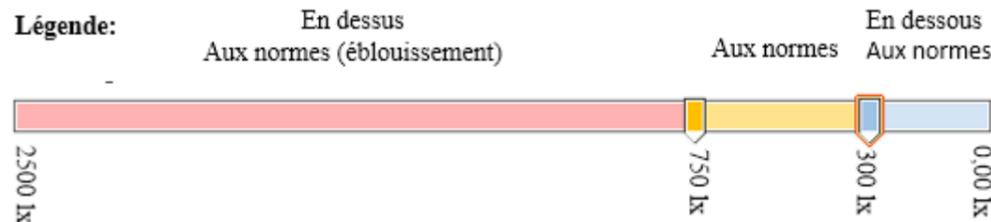
Graphe 5 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages au printemps créé par Excel



Graphe 6 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages en Hiver créé par Excel



Graphe 7 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages en Été créé par Excel



Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages au printemps

Au niveau du bloc B au printemps les ateliers 101-201-301 et 102-202-302 quel que soit l'étage les ateliers sont éblouis le matin et sombre à midi et après midi sauf au 2^{ème} étage l'atelier 302 est ébloui. Les ateliers 103-203-303 sont éblouis quel que soit le moment de la journée et quel que soit l'étage ; le niveau d'éblouissement est au maximum au rez-de chousse et au 2^{ème} étage. Les atelier 204-304 et 205-305 sont dans l'ombre à tout moment de la journée quel que soit l'étage mais le niveau d'éclairage augmente légèrement au 2^{ème} étage.

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages en Hiver

Dans le bâtiment B en Hiver lorsque nous montons à l'étage supérieur, l'intensité de l'éblouissement est absorbée dans les atelier 101-102-103, de sorte que le taux d'éblouissement est très élevé à midi. Dans la matinée, cependant, le taux de lumière est réduit.

Le soir, l'intensité de l'éclairage augmente légèrement, mais les ateliers restent sombres. Les ateliers 102-202-302 sont dans les normes le matin mais le niveau d'éclairage augmente en fonction de l'étage jusqu'à atteindre l'éblouissement dans le 1^{er} et le 2^{ème}. Les ateliers 204-304 et 205-305 sont dans l'ombre à tout moment de la journée quel que soit l'étage mais le niveau d'éclairage augmente légèrement au 2^{ème} étage.

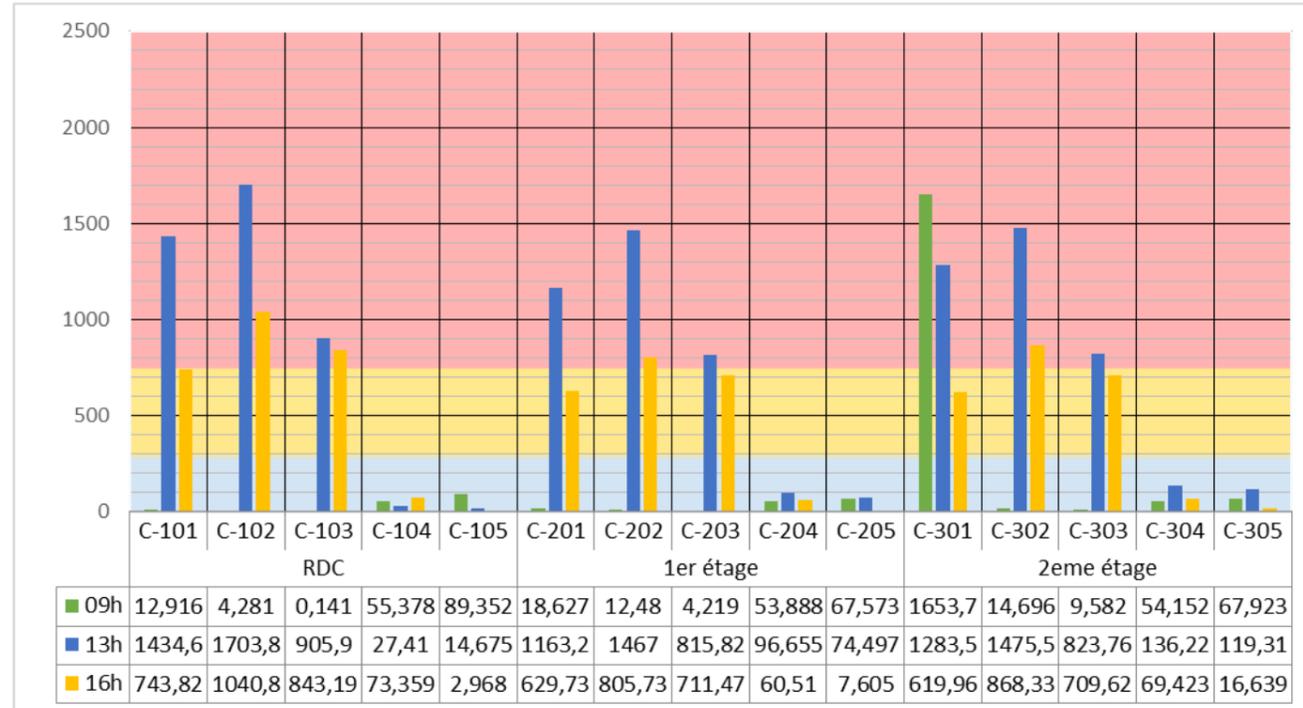
Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages en Été

En été les ateliers 101-201-301 sont très éblouis la matinée quel que soit l'étage mais le niveau d'éblouissement diminue légèrement au 1^{er} et au maximum au 2^{ème} étage. Il est dans l'ombre à midi et l'après-midi et le niveau d'éclairage par rapport à l'étage varie comme l'éblouissement. Les ateliers 102-202-302 et 103-203-303 sont dans les normes la matinée et le niveau d'éclairage augmente légèrement au 1^{er} étage. Ils sont dans l'ombre à midi et le niveau d'éclairage diminue légèrement au 1^{er} étage. L'après-midi le 102-202-302 sont dans l'ombre et le niveau d'éclairage augmente légèrement en fonction de l'étage plus on monte plus on a de l'éclairage ; mais les ateliers 103-203-303 sont dans les normes. Les niveaux d'éclairage diminuent légèrement au 1^{er} étage.

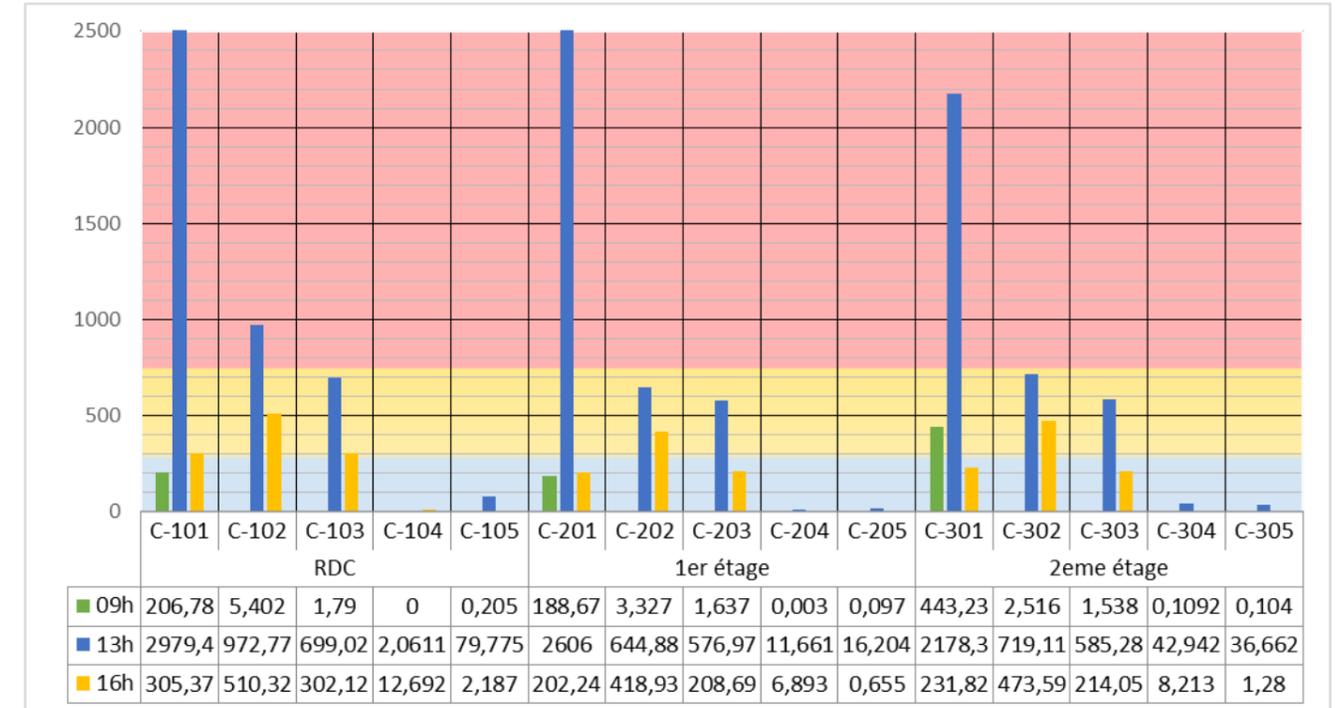
Dans les ateliers 204-304 on observe un éblouissement au 1^{er} étage et dans les normes la matinée, le reste de la journée il sont dans l'ombre alors que le niveau d'éclairage diminue au 2^{ème} étage.

Les ateliers 205-305 sont dans l'ombre quel que soit le moment de la journée et quel que soit l'étage seulement au 2^{ème} étage le niveau d'éclairage augmente légèrement.

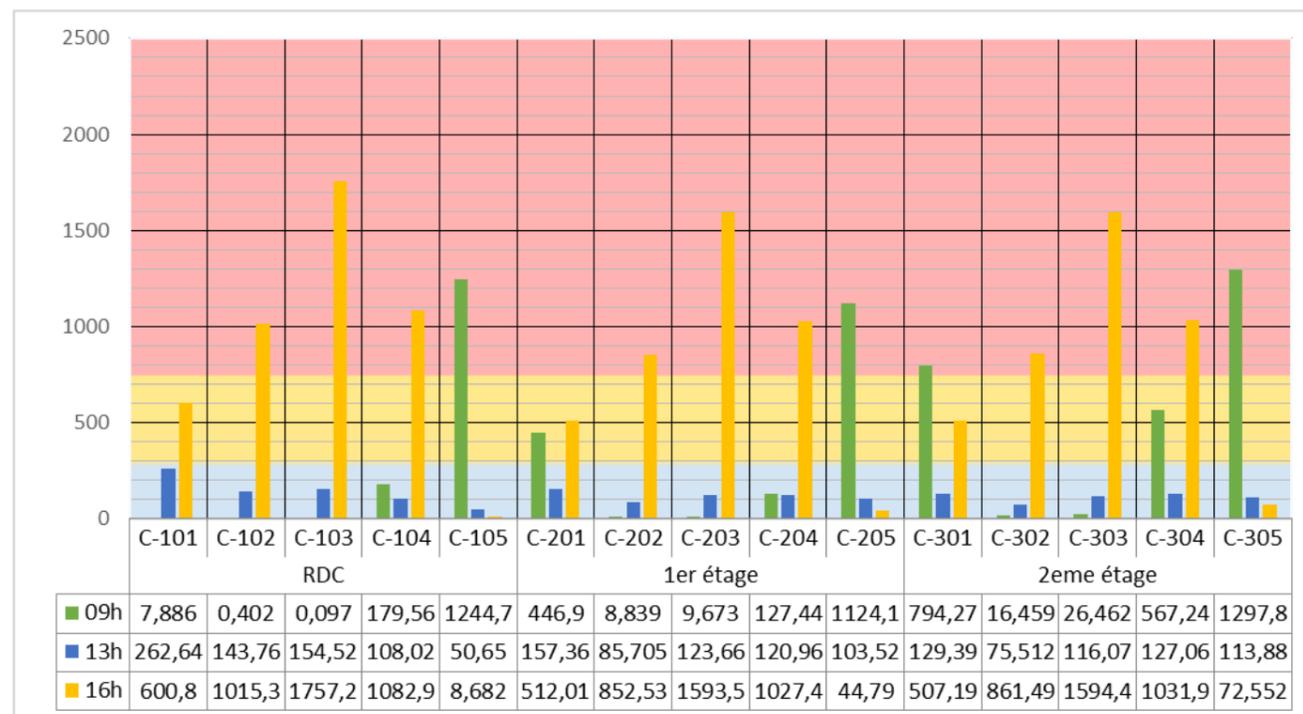
II.1.3 BLOC C



Graph 8 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages au printemps crée par Excel



Graph 9 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages en Hiver crée par Excel

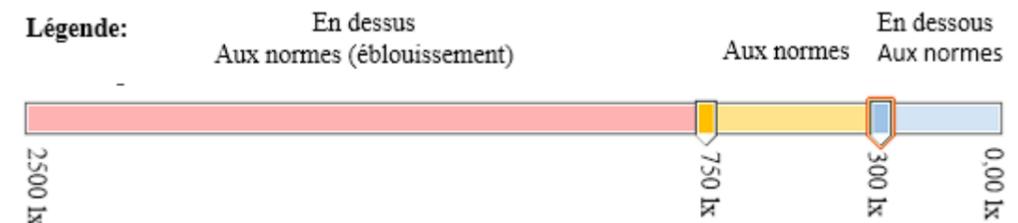


Graph 10 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages en Été créé par Excel

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages au printemps
 Au printemps les ateliers 101-201-301 ; 102-202-302 et 103-203-303 sont éblouis à midi et l'après-midi mais le niveau d'éblouissement diminue légèrement la matinée et à midi jusqu'à atteindre les normes tandis que la matinée ils sont dans l'ombre alors que le niveau d'éclairage augmente légèrement en fonction de l'étage. Les ateliers 104-204-304 et 105-205-305 sont dans l'ombre toute la journée quelque soit l'étage mais le niveau d'éclairage augmente légèrement en fonction de l'étage.

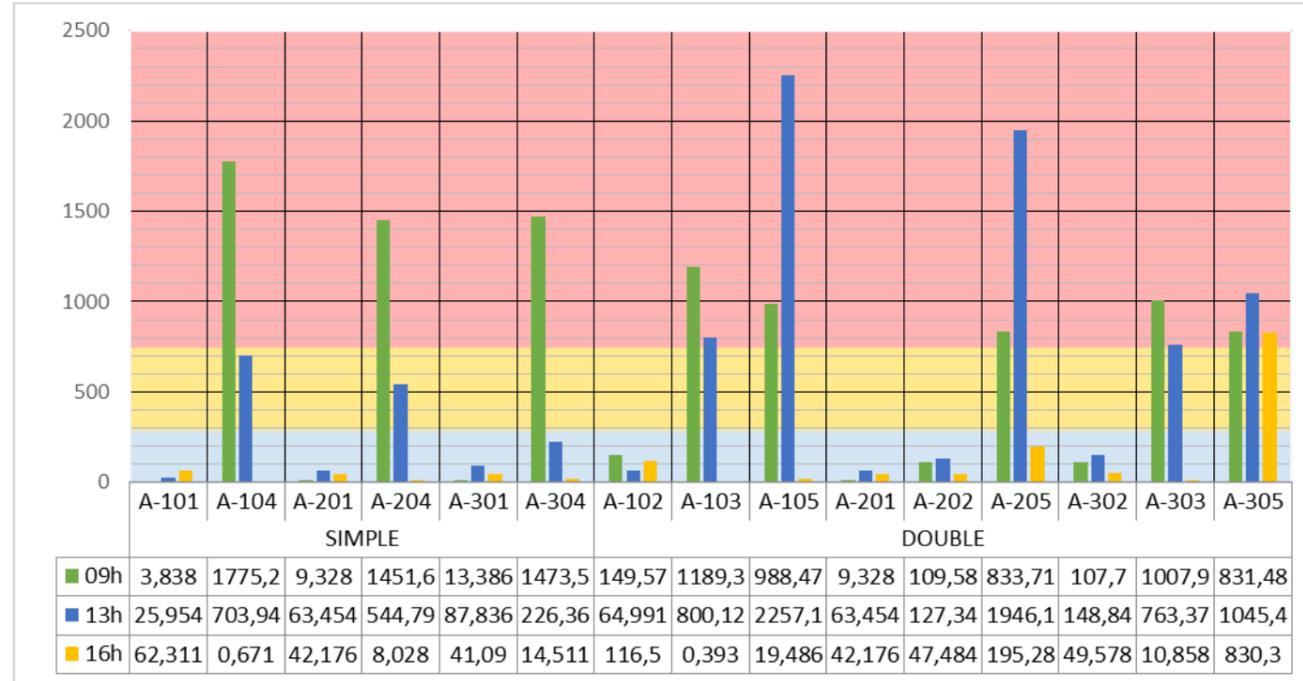
Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages en Hiver
 Dans le bâtiment C en hiver au niveau des ateliers 101-201-301 ; 102-202-302 et 301-302-303 sont sombres la matinée mais le niveau d'éclairage diminue au 1^{er} étage et augmente au 2^{eme} étage et atteint les normes à l'atelier 101. Les ateliers 104-204-304 et 105-205-305 sont dans l'ombre toutes la journée et le niveau d'éclairage augmente en fonction de l'étage.

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages en été
 Dans le bâtiment C en été les ateliers 101-201-301 ; 102-202-302 et 103-203-303 ils sont dans l'ombre la matinée et à midi seulement le niveau d'éclairage baisse en fonction de l'étage. L'après-midi ils sont éblouis. L'éclairage augmente en fonction de l'étage alors que les salles 101-201-301 sont dans les normes et le niveau d'éclairage augmente en fonction de l'étage. Les ateliers 104-204-304 sont dans l'ombre le matin. Mais au niveau du RDC l'éclairage diminue au 1^{er} étage et augmente jusqu'à atteindre les normes ; à midi ils sont tous dans l'ombre seulement le niveau d'éclairage augmente par rapport à l'étage. Ils sont éblouis dans l'après-midi mais le niveau d'éblouissement varie légèrement d'un étage à l'autre. Les ateliers 105-205-305 sont éblouis la matinée mais le niveau d'éblouissement varie légèrement d'un étage à l'autre. A midi et après midi ils sont dans l'ombre seulement le niveau d'éclairage augmente par rapport à

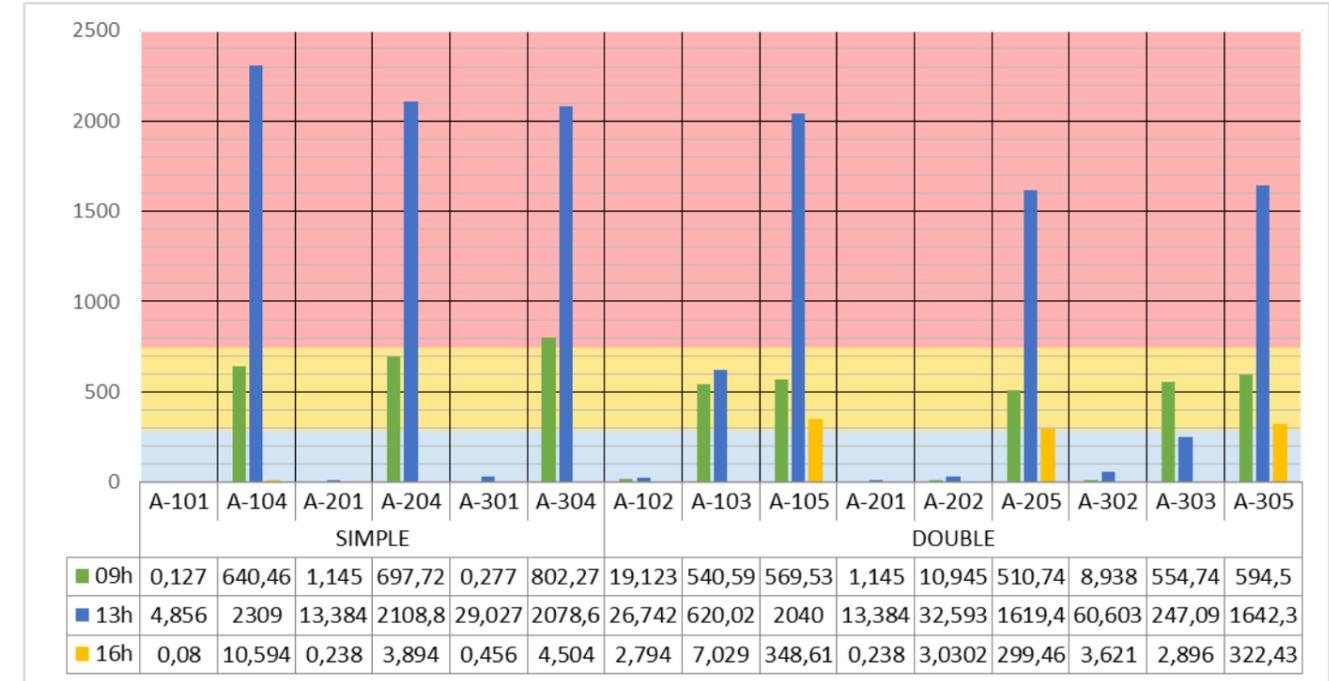


II.2 INDICATEUR II : nombre des façades

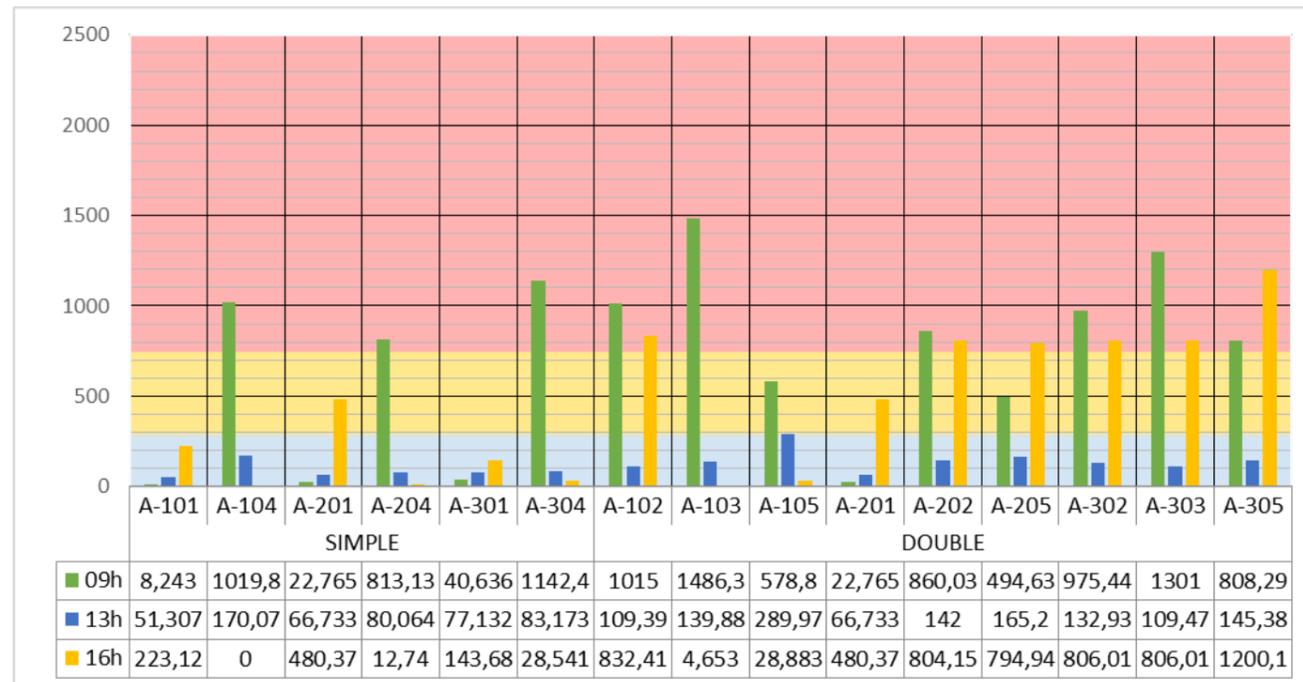
II.2.1 BLOC A



Graph 11 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon le nombre de façades au printemps créé par Excel



Graph 12 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon le nombre de façades en Hiver créé par Excel

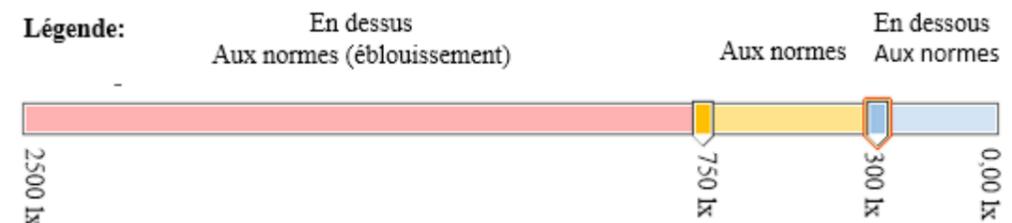


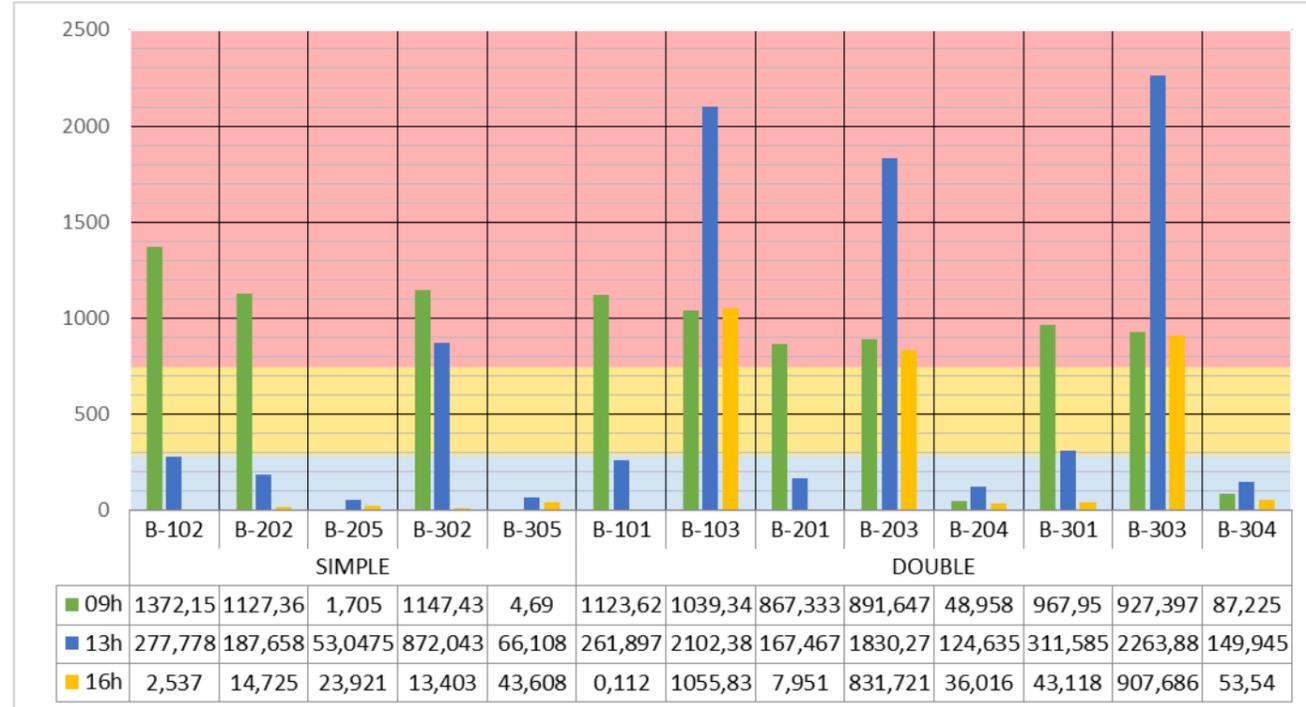
Graph 13 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon le nombre de façades en Été créé par Excel

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon nombre des façades au printemps
 Dans les ateliers à simple façade au printemps on trouve un éblouissement à un seul moment de la journée mais les ateliers à double façades l'éblouissement à deux moments de la journée successifs. Néanmoins il reste des ateliers sombre a tout moment. Dans les ateliers à simple façades on trouve deux moments de la journée successifs l'un ébloui et l'autre dans les normes mais la différence du niveau d'éclairage est élevée. Dans les ateliers à double façades on retrouve deux moments successifs dont l'un est ébloui et l'autre dans les normes ou l'un est dans les normes et l'autre sombre. Néanmoins il reste des ateliersss sombes à tous les moments de la journée quel que soit le nombre des façades mais les ateliers à deux façades plus ou moins éclairés.

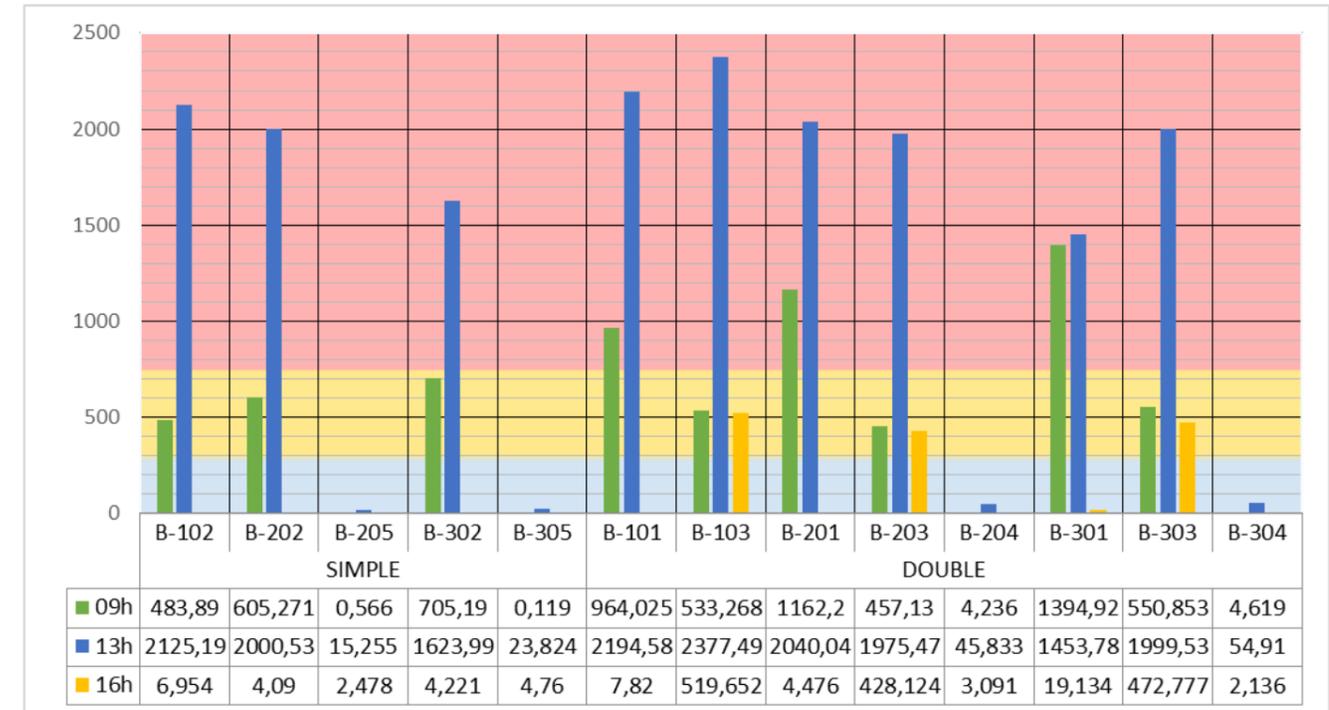
Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon le nombre des façades en Hiver
 Dans les ateliers à simple façade on trouve deux moments de la journée successifs l'un ébloui et l'autre dans les normes mais la différence du niveau d'éclairage est élevée. Dans les ateliers à double façades on retrouve deux moments successifs dont l'un est ébloui et l'autre dans les normes ou l'un est dans les normes et l'autre sombre. Néanmoins il reste des ateliers sombes à tous les moments de la journée quel que soit le nombre des façades mais les ateliers a deux façades plus ou moins éclairés.

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon le nombre des façades en Été
 Dans les ateliers à simple façade on remarque deux moments successifs de la journée où l'un ébloui et l'autre dans les normes ou dans l'ombre dans les ateliers à double façades. On retrouve les mêmes caractéristiques sauf que les moments ne sont pas successifs (ne se suivent pas). Néanmoins il reste des ateliers sombres à tous les moments de la journée quel que soit le nombre des façades mais les ateliers à deux façade plus ou moins éclairés

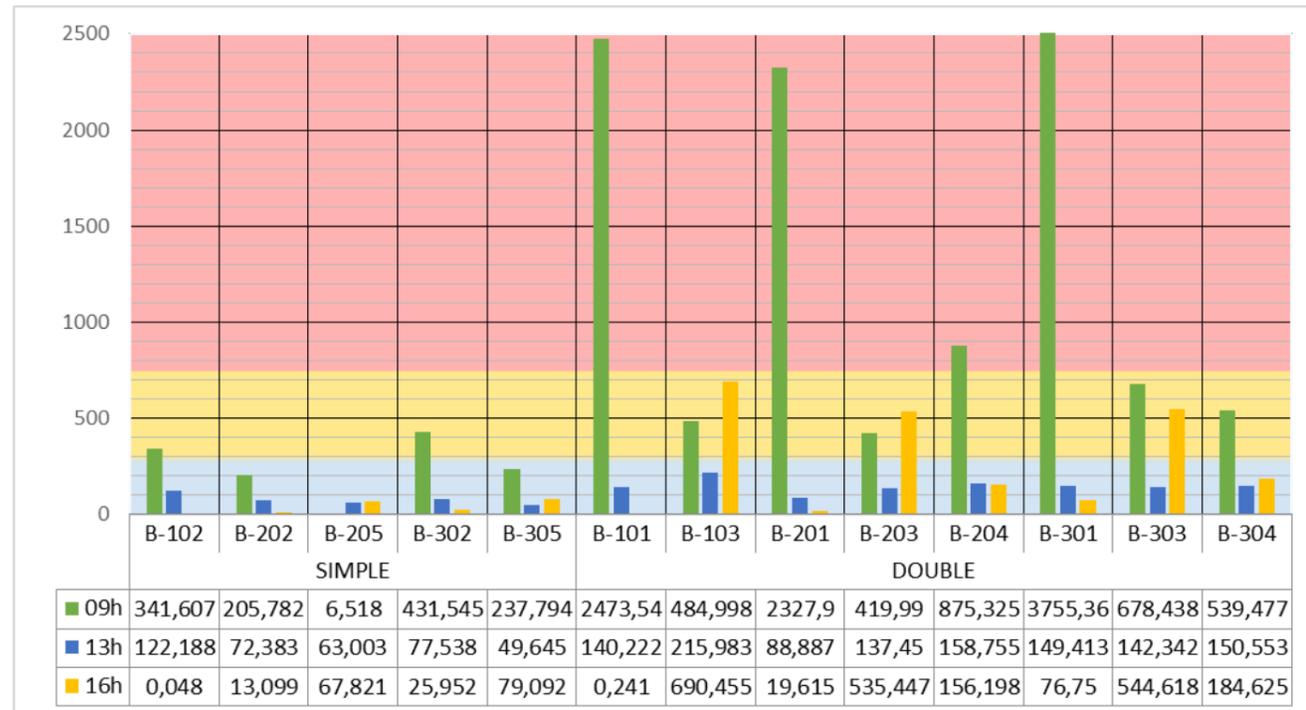




Graphe 14 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon le nombre de façades au printemps créé par Excel



Graphe 15 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon le nombre de façades en Hiver créé par Excel



Graphe 16 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon le nombre de façades en Été créé par Excel

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon nombre de façades au printemps

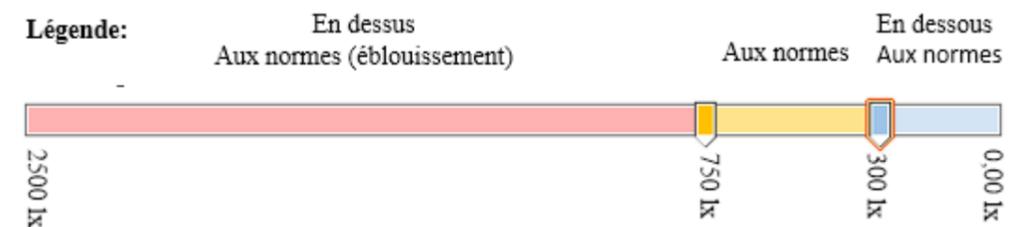
Dans les ateliers à simple façade il y a deux moments successifs de la journée où un moment est ébloui et l'autre dans l'ombre ou ébloui faiblement. Dans les ateliers à double façades on trouve des ateliers éblouis à tous les moments de la journée l'un ébloui et l'autre dans l'ombre. Néanmoins il reste des ateliers sombre a tous les moments de la journée quel que soit le nombre des façades mais les ateliers à deux façades plus ou moins éclairés

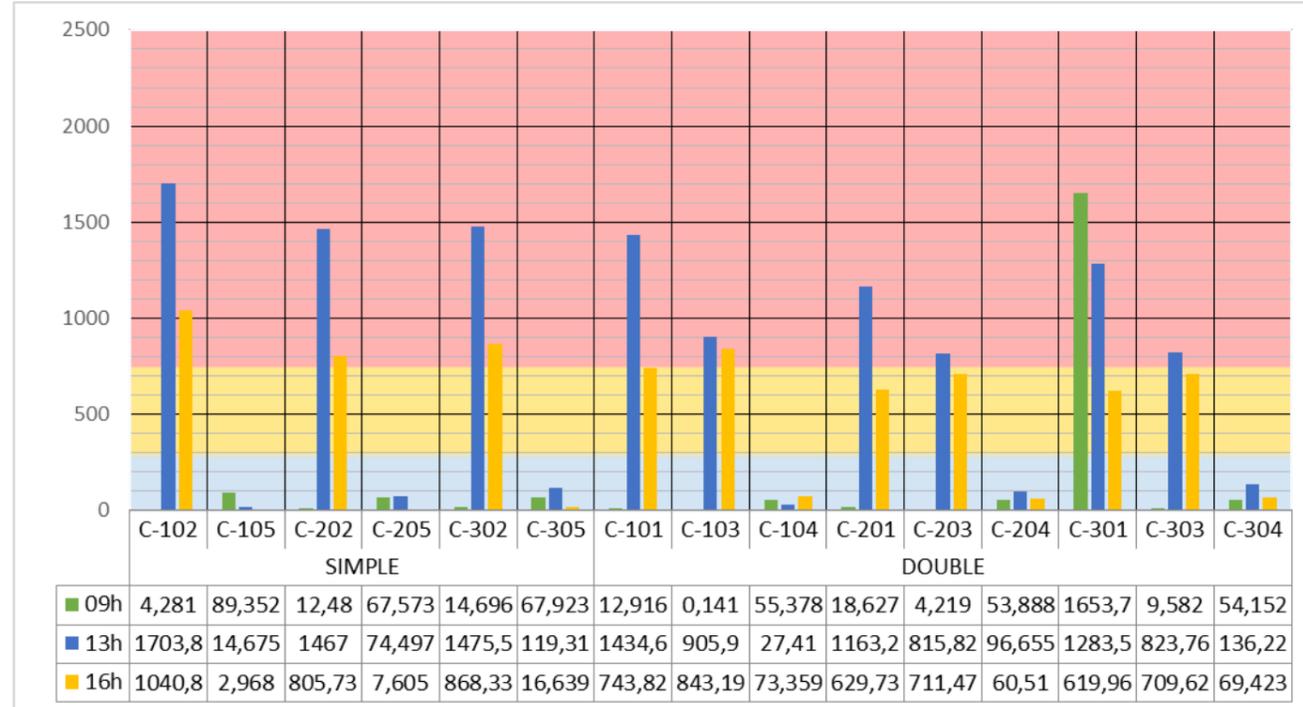
Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon le nombre de façades en Hiver

Dans les ateliers à simple façade, il apparait deux moments successifs de la journée où l'un est dans l'ombre, l'un dans les normes et l'autre ébloui. Dans les ateliers à double façades il y a deux moments successifs de la journée dont le premier est ébloui où dans les normes et le second est ébloui. Néanmoins il reste des ateliers sombre à tous les moments de la journée quel que soit le nombre des façades mais les ateliers à deux façades plus ou moins éclairés

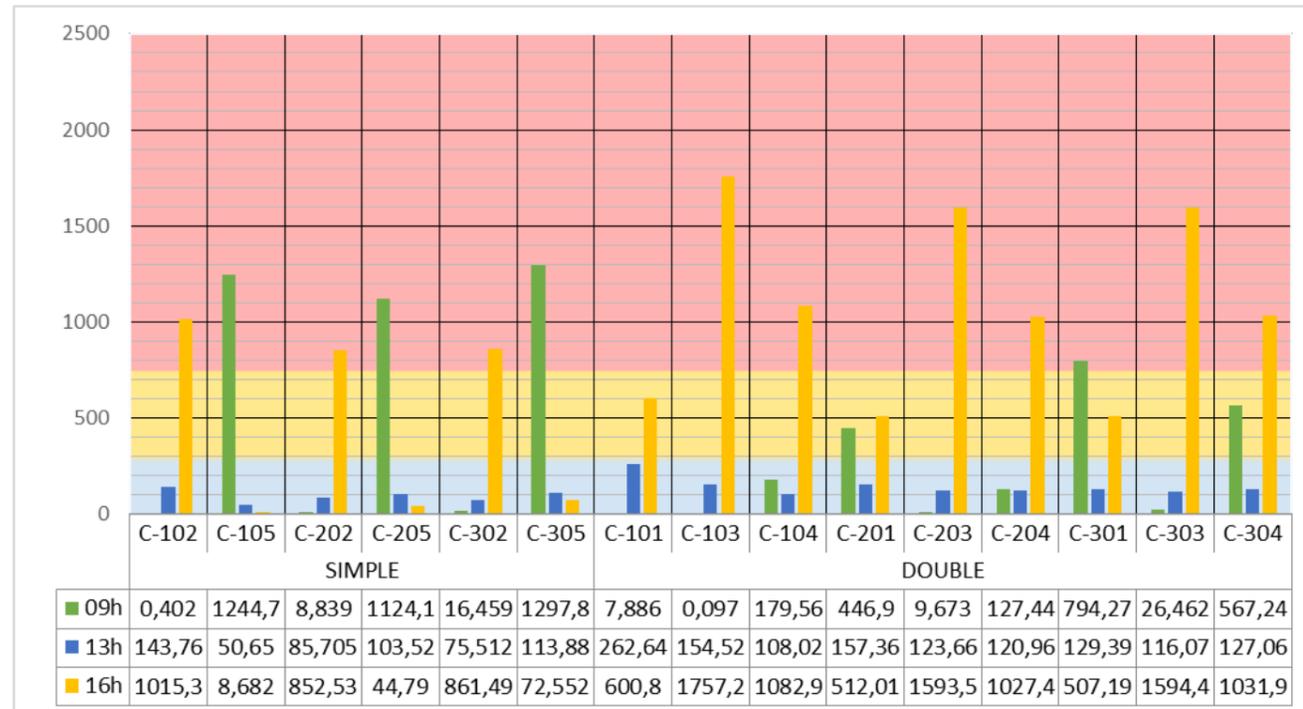
Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon le nombre de façades en Été

Il y a deux moments successifs de la journée le premier est dans l'ombre où dans les normes et le deuxième dans l'ombre. Dans les ateliers à double façades il y a des ateliers dont deux moments successifs : un moment ébloui et l'autre dans l'ombre et d'autres ateliers à deux moments successifs les deux dans les normes où un moment dans les normes et l'autre dans l'ombre. Néanmoins il reste des ateliers sombre à tous les moments de la journée quel que soit le nombre des façades mais les ateliers à deux façades plus ou moins éclairés

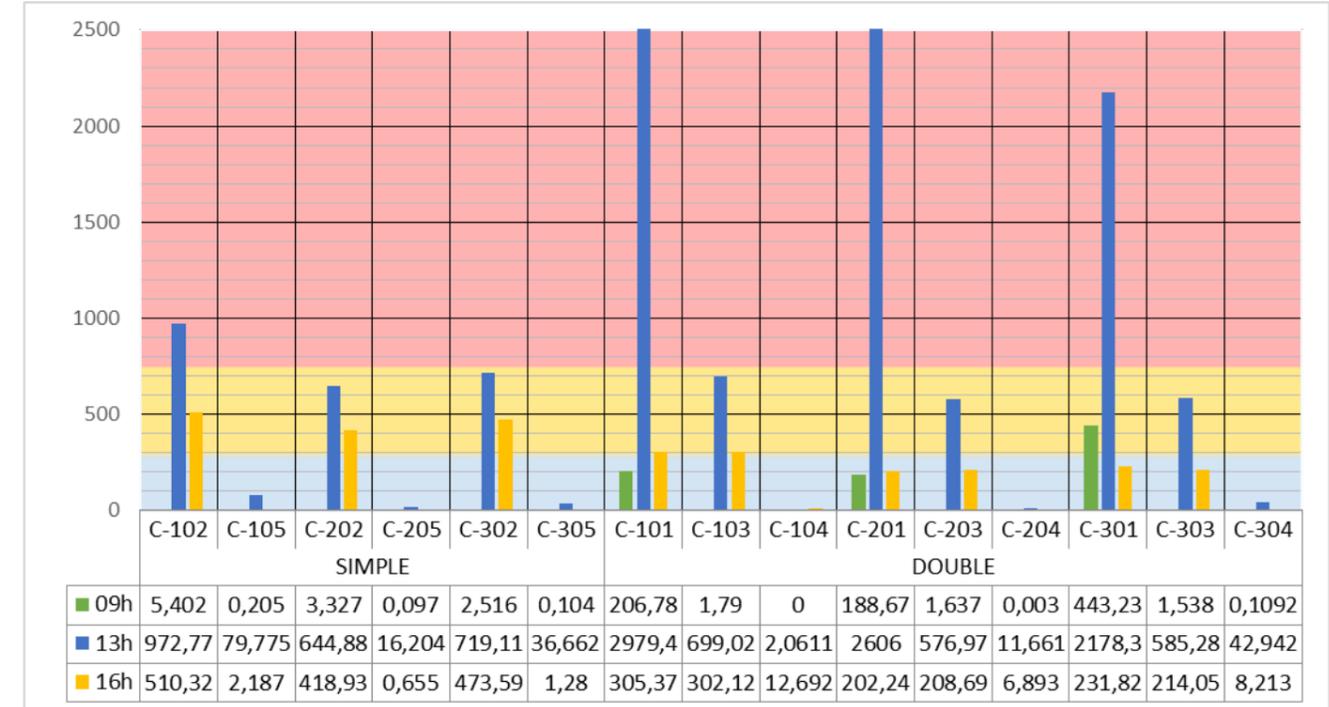




Graphe 17 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon le nombre de façades au printemps créé par Excel



Graphe 19 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon le nombre de façades en Été créé par Excel



Graphe 18 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon le nombre de façades en Hiver créé par Excel

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon le nombre de façades au printemps

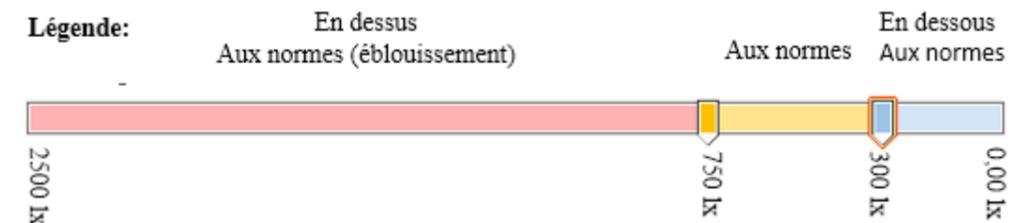
Au bloc C dans les ateliers à façade simple au printemps on observe deux moments successifs de la journée où l'atelier ébloui. Dans l'atelier à doubles façades, il y a deux moments successifs le premier est ébloui et le second est soit ébloui soit dans les normes. Il y a le cas de l'atelier 301 trois moments : le premier et le second éblouis et le troisième y est dans les normes. Néanmoins il y a des ateliers sombres aux trois moments de la journée.

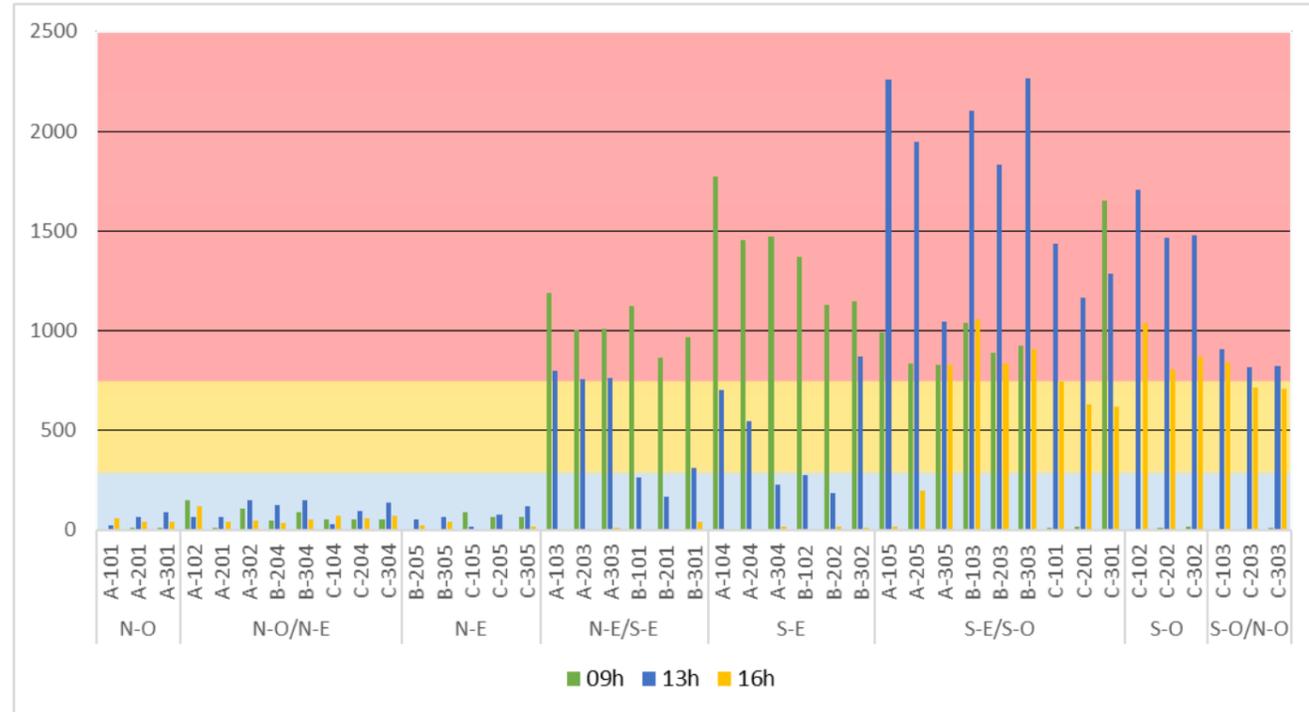
Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon le nombre de façades en Hiver

Au bloc C en hivers dans les ateliers a simple façade il y a deux moments successifs, l'un ébloui et l'autre dans les normes, où les deux moments sont dans les normes. Dans les ateliers à doubles façades il y a deux moments successifs l'un ébloui et l'autre dans les normes. Le troisième moment au niveau de quelques ateliers est dans l'ombre où dans les normes.

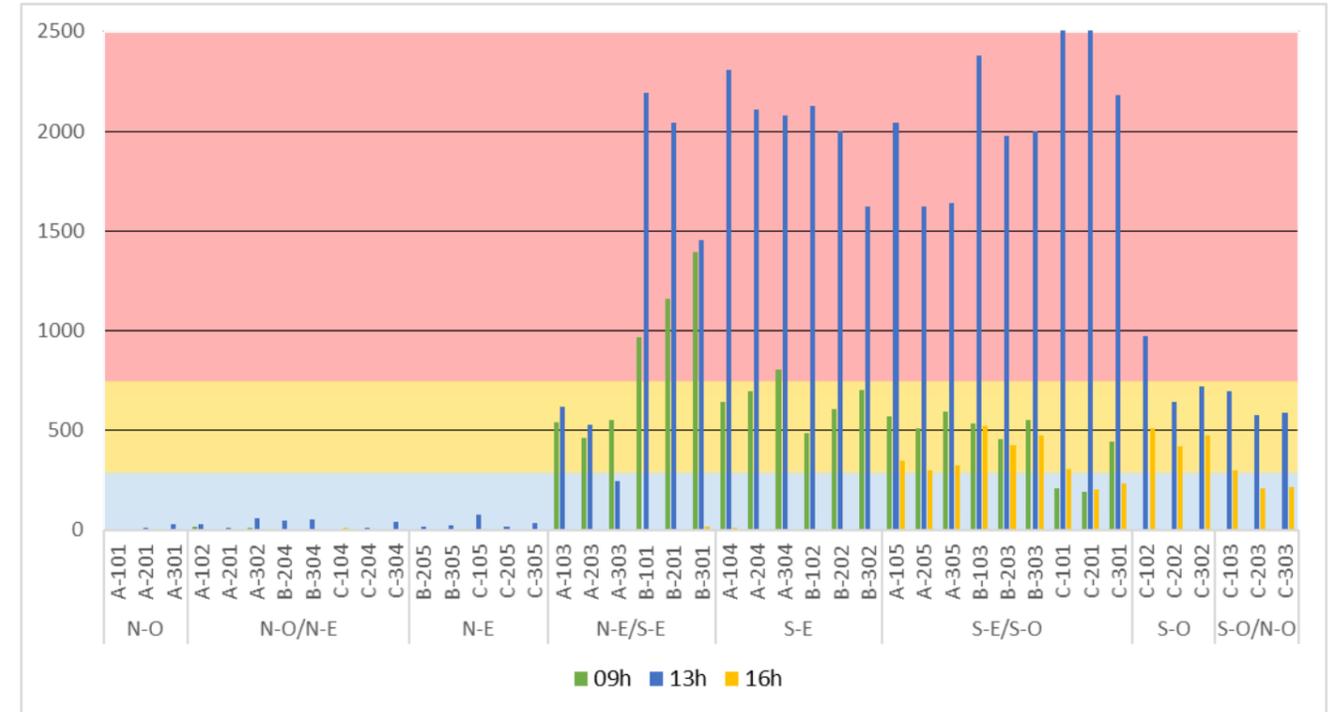
Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon nombre de façades Été

Au bloc C en été dans les ateliers à simple façade il y a un moment ébloui et deux moments dans l'ombre. Dans les ateliers à doubles façades il y a des ateliers qui a un moment sont éblouis et aux autres moments dans l'ombre. Il existe d'autres ateliers qui ont deux moments non successifs ou l'un est ébloui et l'autre ébloui où dans les normes.

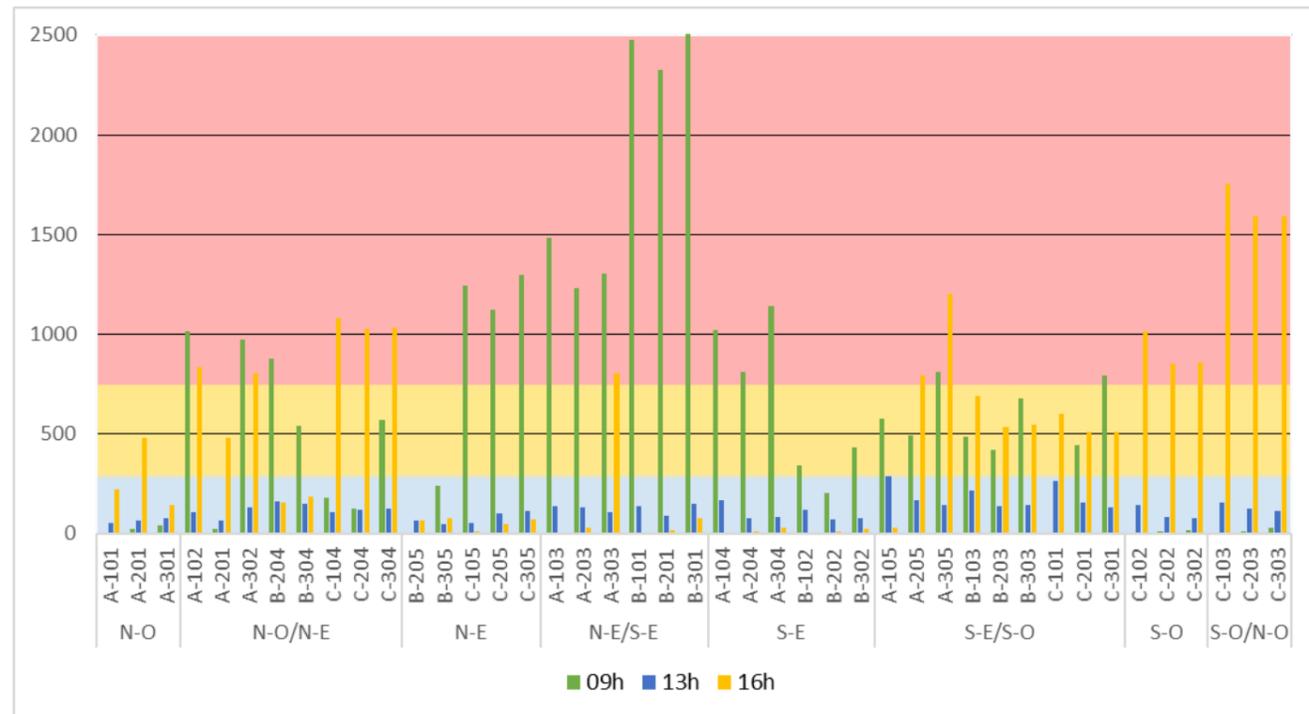




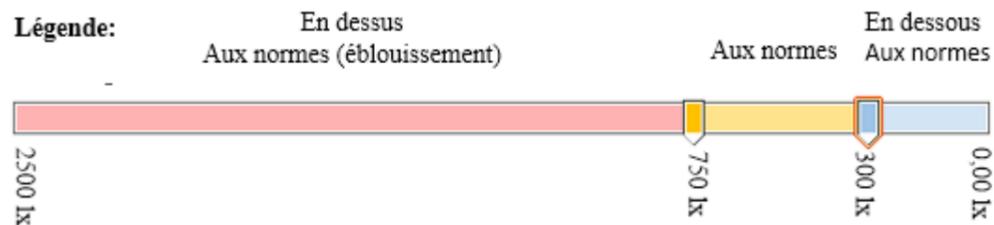
Graphe 20 : Comparaison des taux d'éclairage naturel selon l'orientation au printemps créé par Excel



Graphe 21 : Comparaison des taux d'éclairage naturel selon l'orientation en Hiver créé par Excel



Graphe 22 Comparaison des taux d'éclairage naturel selon l'orientation en Été créé par Excel



Comparaison des taux d'éclairage naturel selon l'orientation au printemps

On remarque que tous les ateliers orientés au Sud sont éblouis par contre les ateliers orientés vers le Nord sont dans l'ombre. Au sud on trouve l'éblouissement à un seul moment où deux moments où trois moments de la journée. Les moments sont éblouis où dans les normes où dans l'ombre. Dans les ateliers orientés NE/SE SE/SO SO/NO on observe deux moments successifs éblouis où l'un ébloui et l'autre dans les normes où dans l'ombre. Dans les ateliers orientés SE/SO sont éblouis toute la journée mais dans certains ateliers il y a un moment dans les normes où dans l'ombre.

Comparaison des taux d'éclairage naturel selon l'orientation en Hiver

L'orientation : tous les ateliers orientés au Nord sont éblouis. Les ateliers orientés au Sud sont éblouis à un où deux moments de la journée. Au troisième moment ils sont soit dans les normes soit dans l'ombre. Dans l'orientation NE /SE éblouissement est intense mais dans l'orientation N.O/ S.O/NO il y a un seul atelier ébloui à un moment de la journée. Alors que les autres ateliers sont à un moment où deux de la journée dans les normes.

Comparaison des taux d'éclairage naturel selon l'orientation en Été

Il y a toutes les orientations, sauf l'orientation N.O on observe à l'éblouissement à un moment où à deux moments de la journée. Le taux d'éblouissement est très élevé dans l'orientation N.E/ S.O. Dans l'orientation N. O on n'observe aucun éblouissement. Il y a un seul moment dans un seul atelier dans les normes alors que les autres sont sombres.

III CONCLUSION : L'ANALYSE DES RÉSULTATS

Après l'analyse des résultats de l'éclairage naturel dans les ateliers d'architecture nous remarquons que dans tous les ateliers nous rencontrons un problème d'éclairage. Nous observons un éblouissement interne où manque d'éclairage très prononcé. Après cette analyse, nous proposons pour améliorer l'éclairage naturel une augmentation du nombre de fenêtres dans les ateliers pour éviter qu'ils ne soient dans l'ombre. Ajouter des brises soleil au niveau des orientations où il y a un fort éblouissement. Dans cette analyse, nous remarquons une faible différence d'éclairage entre les étages. Donc le problème d'éclairage dans les ateliers n'est pas dû à la différence de niveau, mais dans les analyses par rapport aux façades. Les ateliers à deux (2) façades sont plus éclairés seulement il n'y a aucune protection contre les rayons solaires directes.

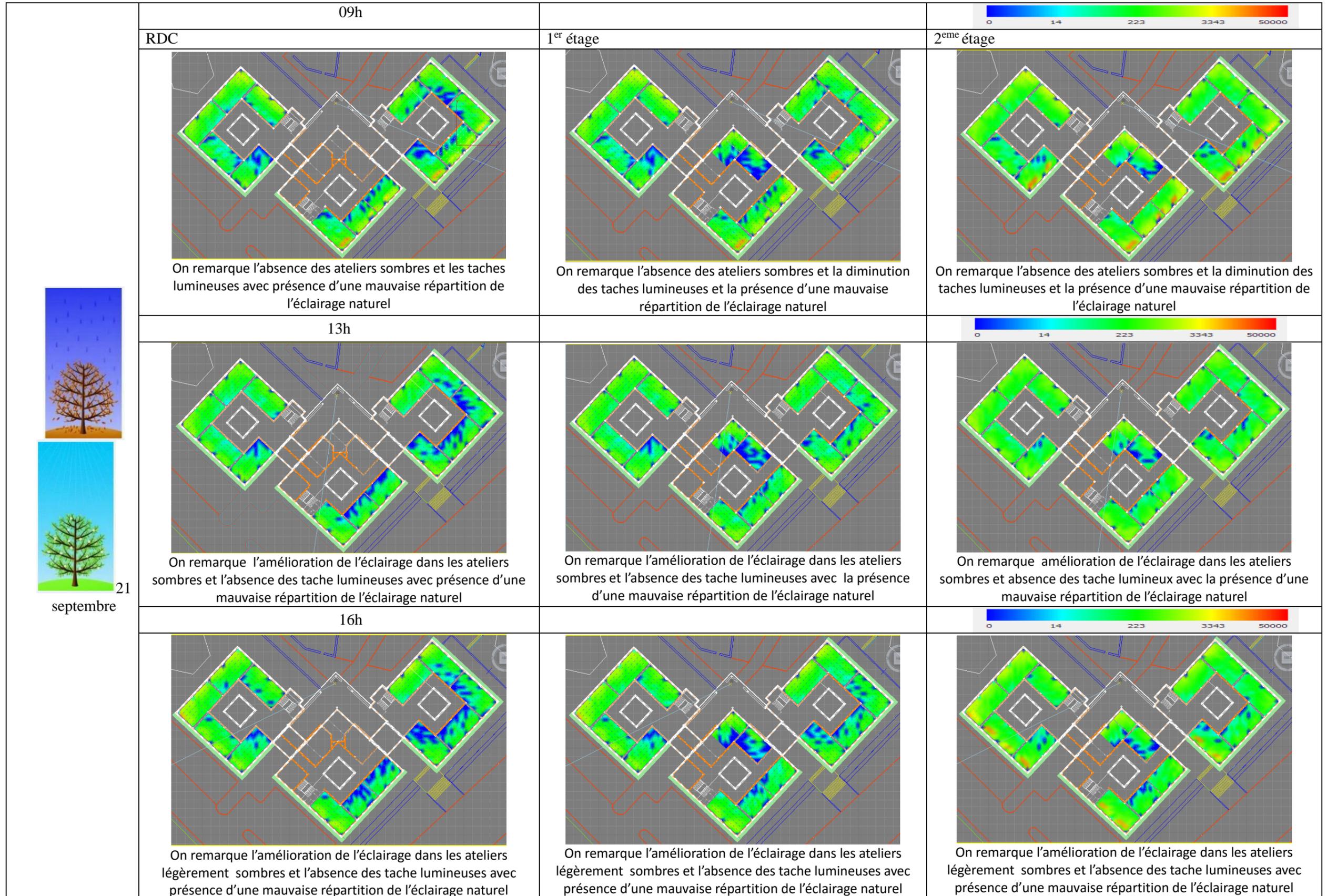
VI. NOTRE INTERVENTION

Afin d'homogénéiser l'apport d'éclairage dans la salle d'atelier pour améliorer le taux d'éclairage naturel pour cela il nous faut augmenter le nombre de fenêtres pour capter le maximum de lumières naturelles et éviter le sombre dans tout les ateliers ou les protéger par des brises soleil horizontaux sur les façades orientes sud, est et ouest .

Nous effectuerons alors des simulations et vérifierons l'état de la salle face à ces nouvelles données.

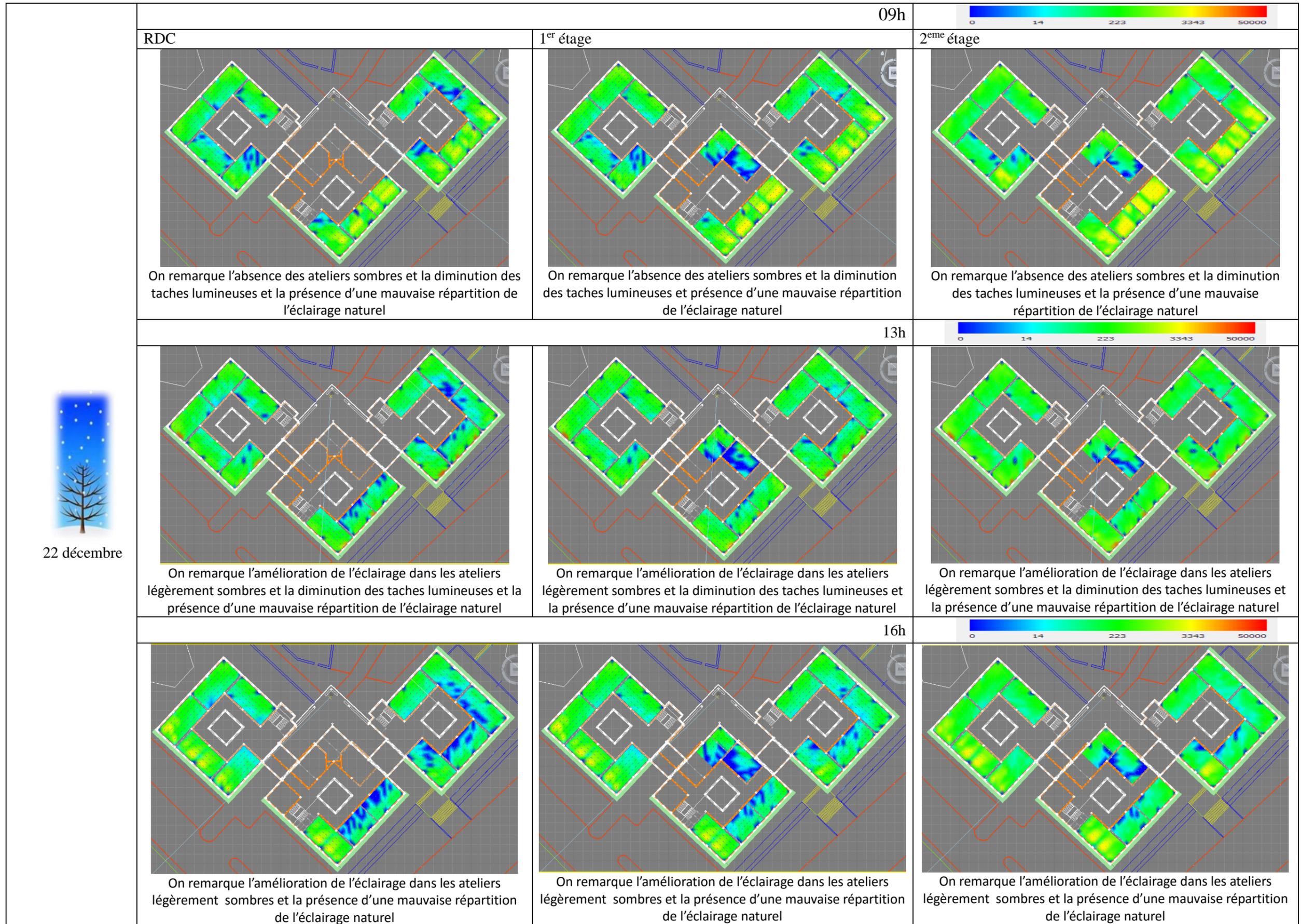
Les résultats de cette simulations, comme les précédentes, selon 3 indicateurs: étage, nombre de façade et orientation seront affichées tels que des variations de couleurs sur le plan de la salle, suivit des diagrammes, qui expliqueront mieux les résultats de niveaux d'éclairement des trois périodes de la journée (matin, midi et après-midi) et ce, pour les trois dates, à savoir le 21 Décembre, Le 21 Mars et le 21 Juin.

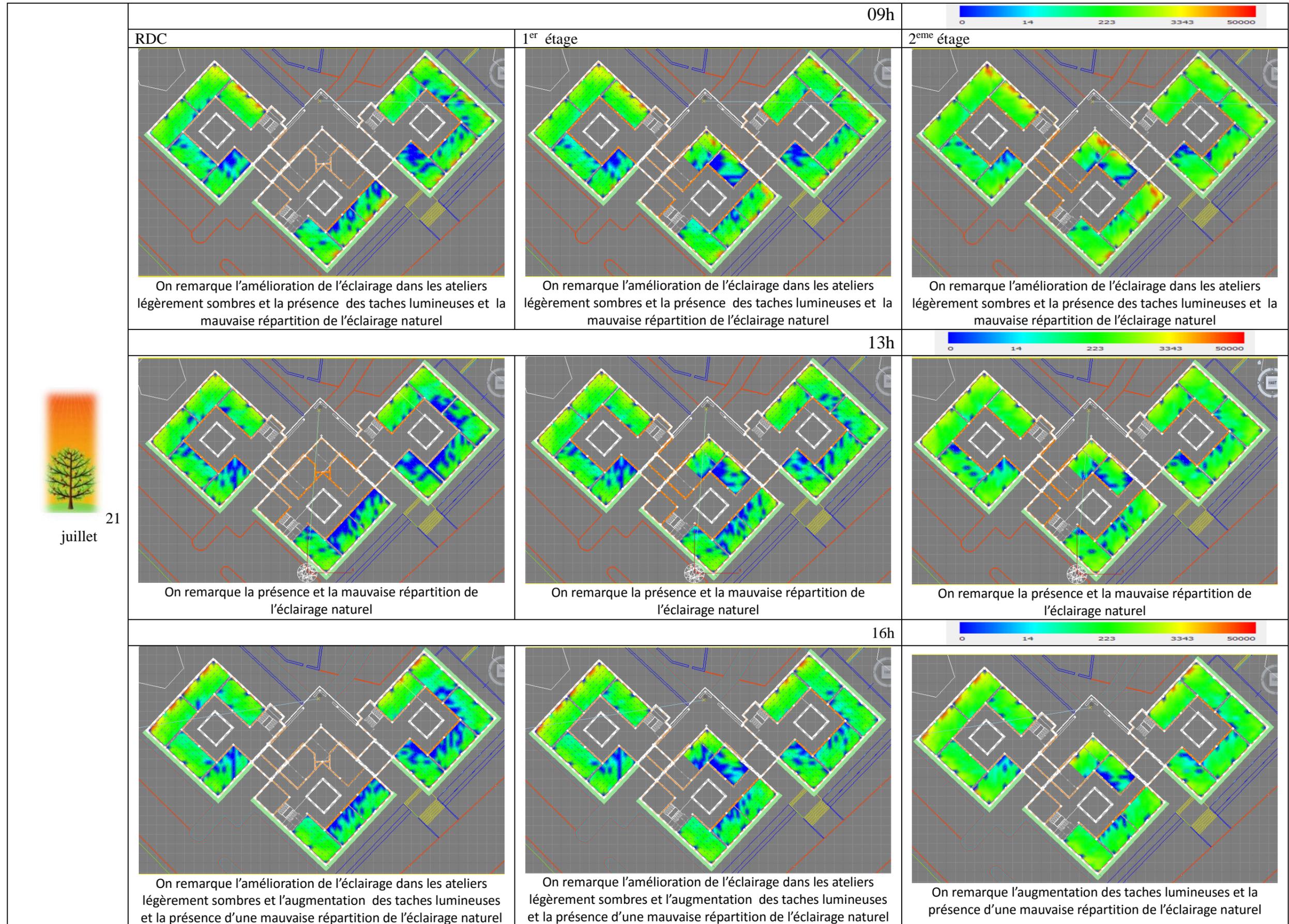
IV PRÉSENTATION DES RÉSULTATS APRÈS AMÉLIORATION



21

septembre

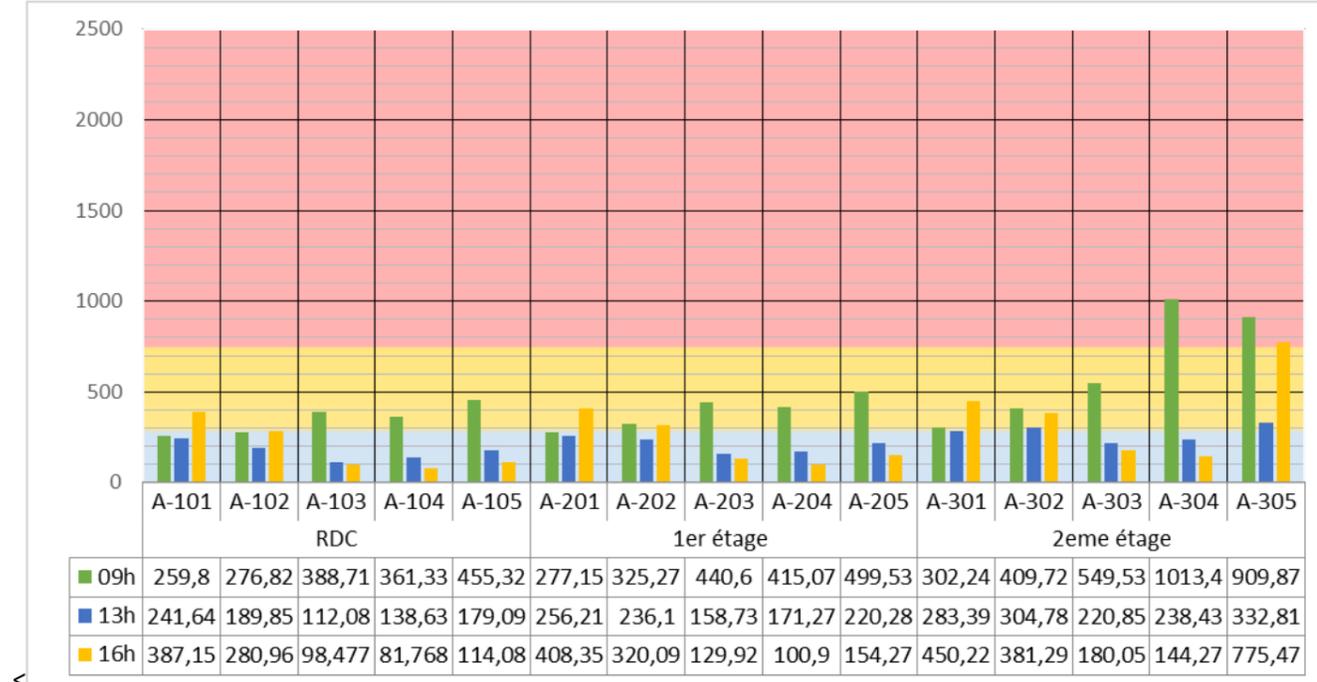




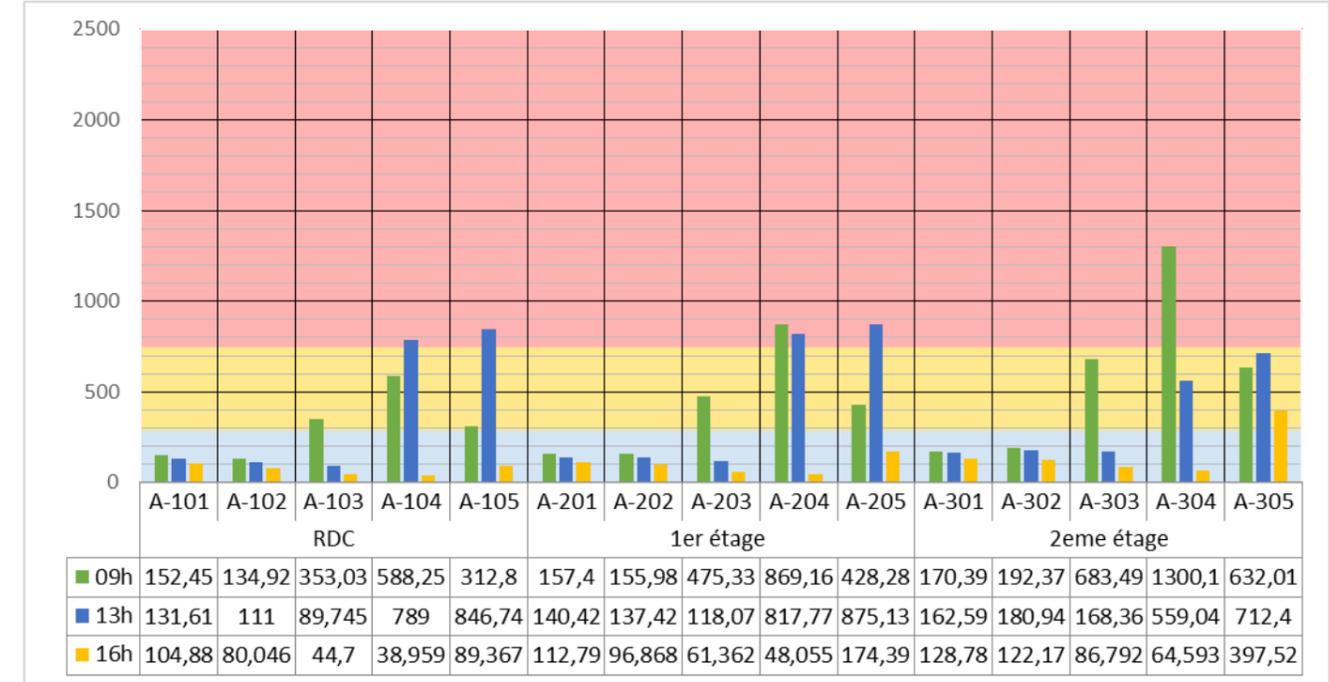
V ANALYSE DES RÉSULTATS APRÈS AMÉLIORATION

V.1 INDICATEUR I : les étages

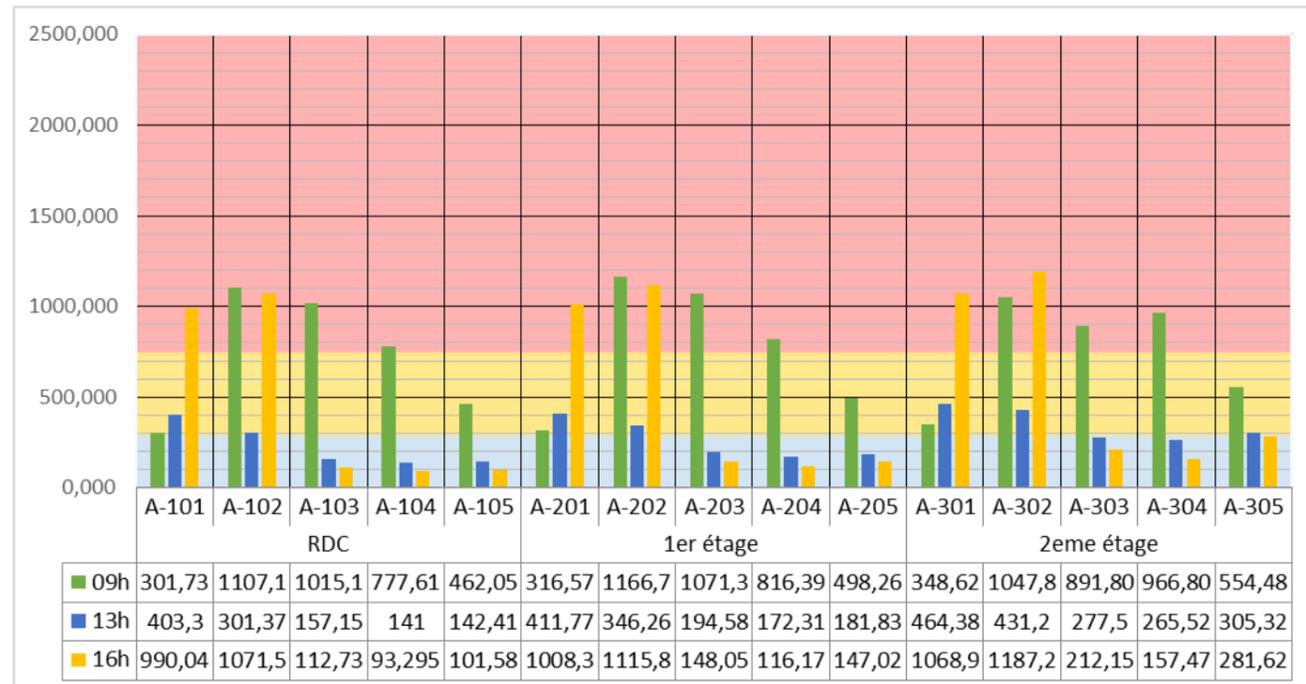
V.1.1 BLOC A



Graphe 23 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages au printemps créé par Excel



Graphe 24 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages en hiver créé par Excel



Graphe 25 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages en été créé par Excel

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages au printemps

Nous remarquons que l'éclairage naturel dans le bloc A est presque partout identique aux différents niveaux. Il existe des ateliers qui sont éclairés dans les normes ou légèrement inférieurs aux normes. Au deuxième étage il y a les ateliers 304 et 305 qui sont faiblement éblouis.

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages en hiver

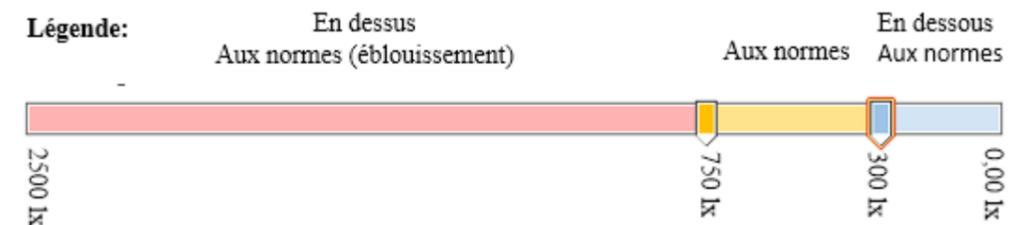
En fonction de l'étage, le taux d'éclairage naturel est presque identique mais il augmente légèrement au deuxième étage.

Les ateliers 1 et 2 sont dans l'ombre alors que les autres ateliers ont un moment ou deux moments de la journée dans les normes ou faiblement éblouis.

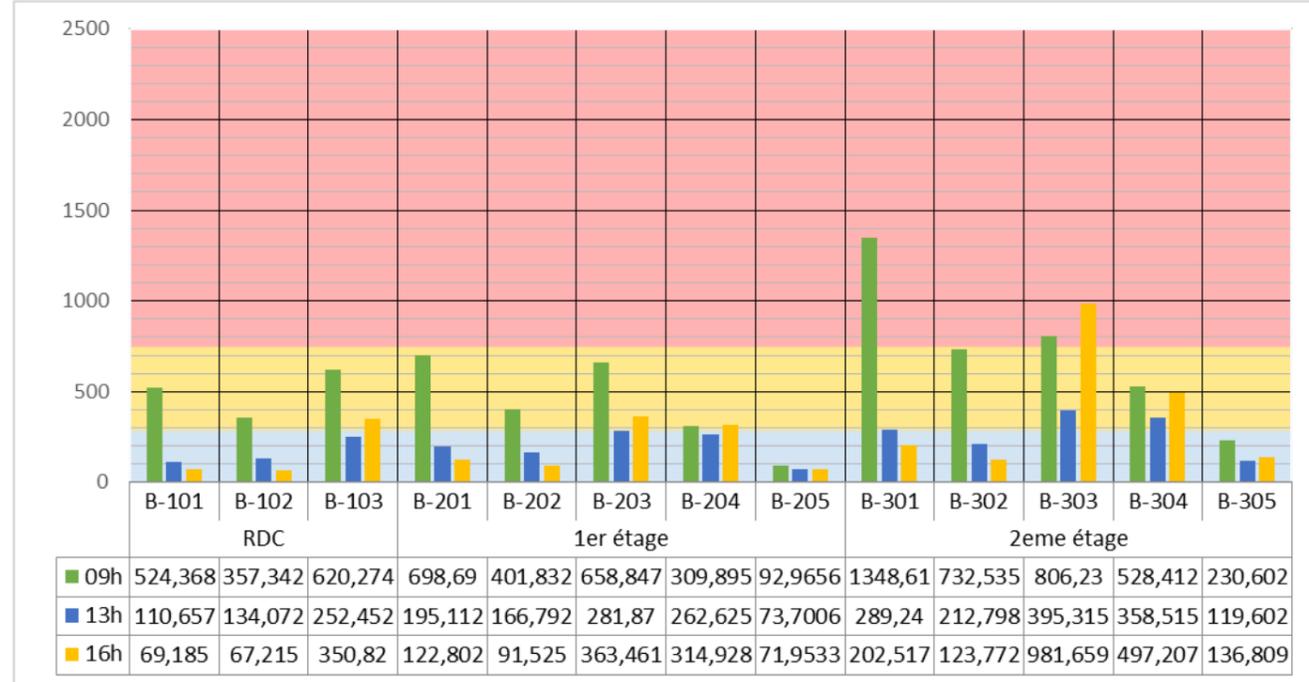
Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages en été

L'éclairage naturel au niveau des étages est presque identique, il varie au niveau des ateliers dans les normes ou faiblement éblouis et légèrement en dessous des normes.

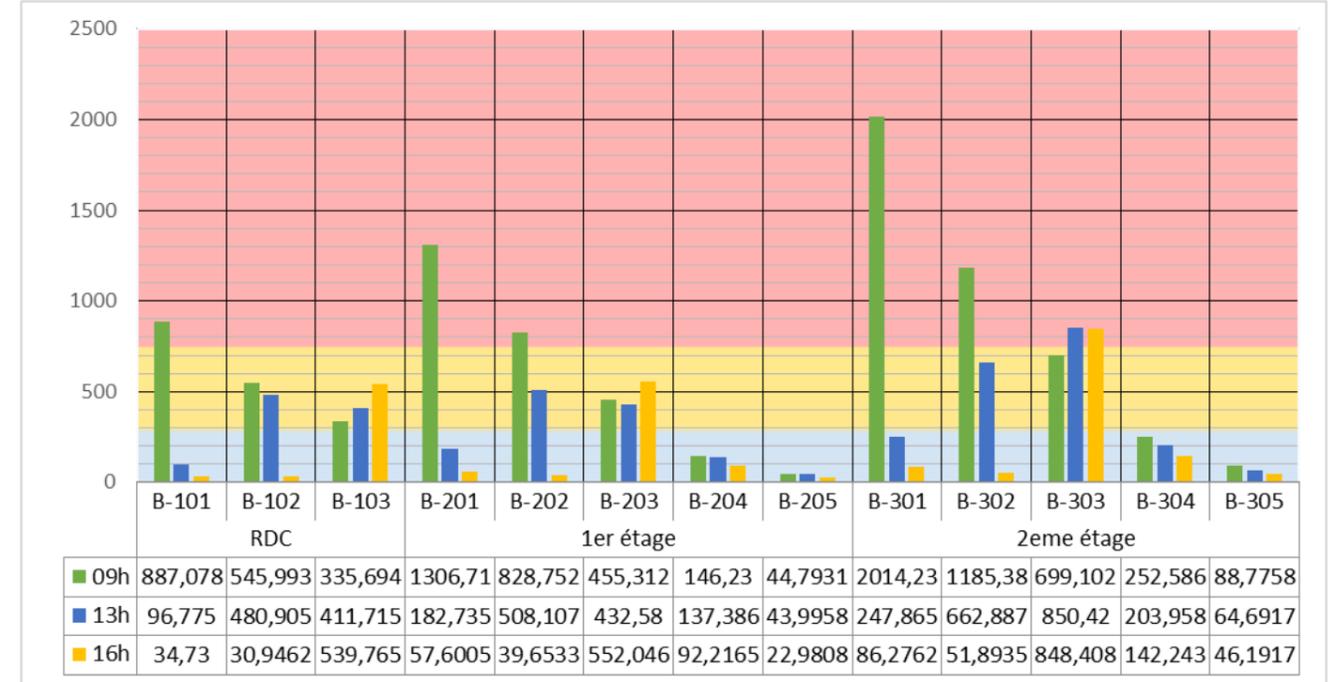
Comparaison du taux d'éclairage naturel en fonction des étages.



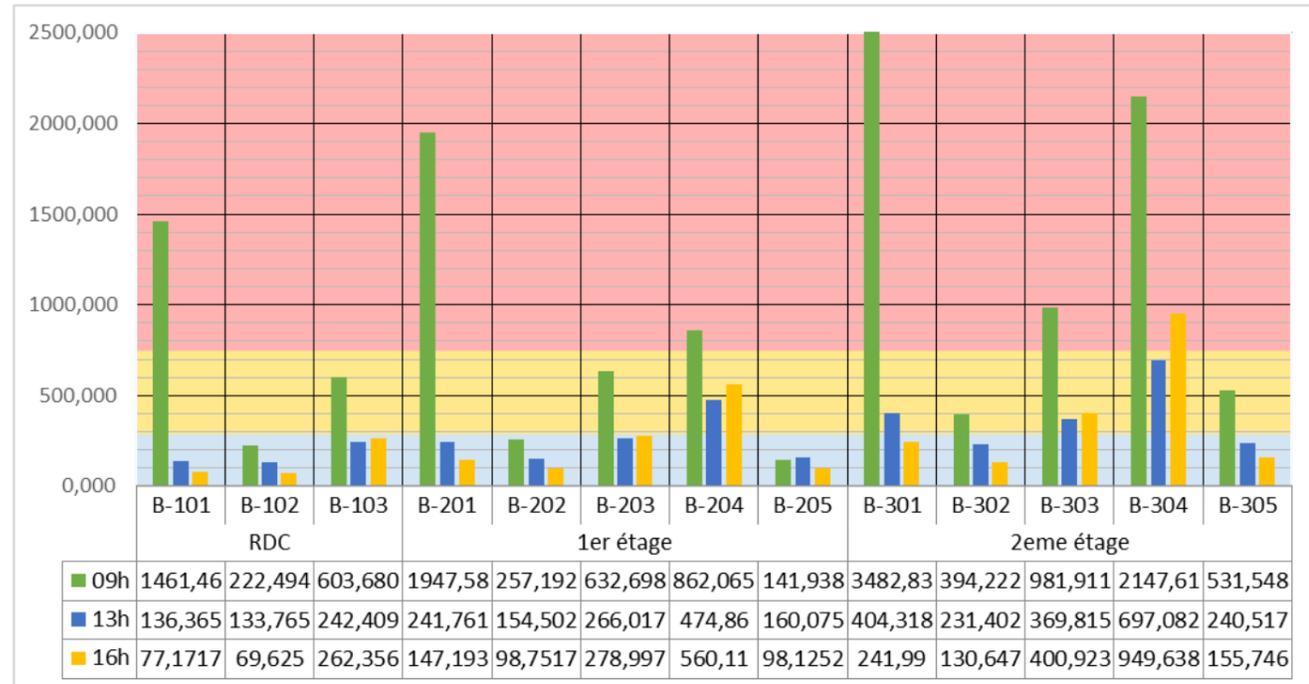
V.1.2 BLOC B



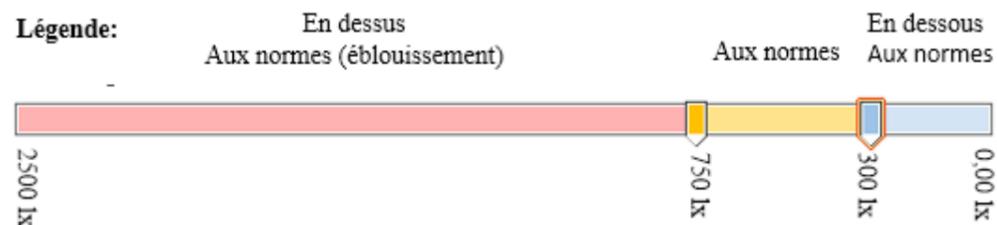
Graphe 26 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages au printemps créé par Excel



Graphe 27 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages en hiver créé par Excel



Graphe 28 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages en été créé par Excel



Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages au printemps
 En fonction de l'étage on remarque une légère augmentation du passage au niveau supérieur. Les taux d'éclairage au RDC le premier étage et le deuxième étage varient toute la journée, ils sont dans les normes ou légèrement inférieurs aux normes.

Il y a trois résultats qui sont légèrement éblouis : dans l'atelier 301 = il y a un moment. dans l'atelier 303= il y a deux moments.

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages en hiver

Le taux d'éclairage augmente légèrement selon la progression dans les étages. Les ateliers 101, 201, 301, il y a éblouissement a un seul moment de la journée. Il y a éblouissement dans l'atelier 202 et 302 à un seul moment de la journée. Il y éblouissement au niveau de l'atelier 303 à deux moments de la journée. Tous les résultats sont variables soit inférieurs à la norme, soit dans les normes, soit au-dessus de la norme. Sauf les ateliers 205et 305 sont dans l'ombre

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages en été

Le taux d'éclairage naturel augmente en fonction de l'étage (plus on monte plus l'éclairage augmente).

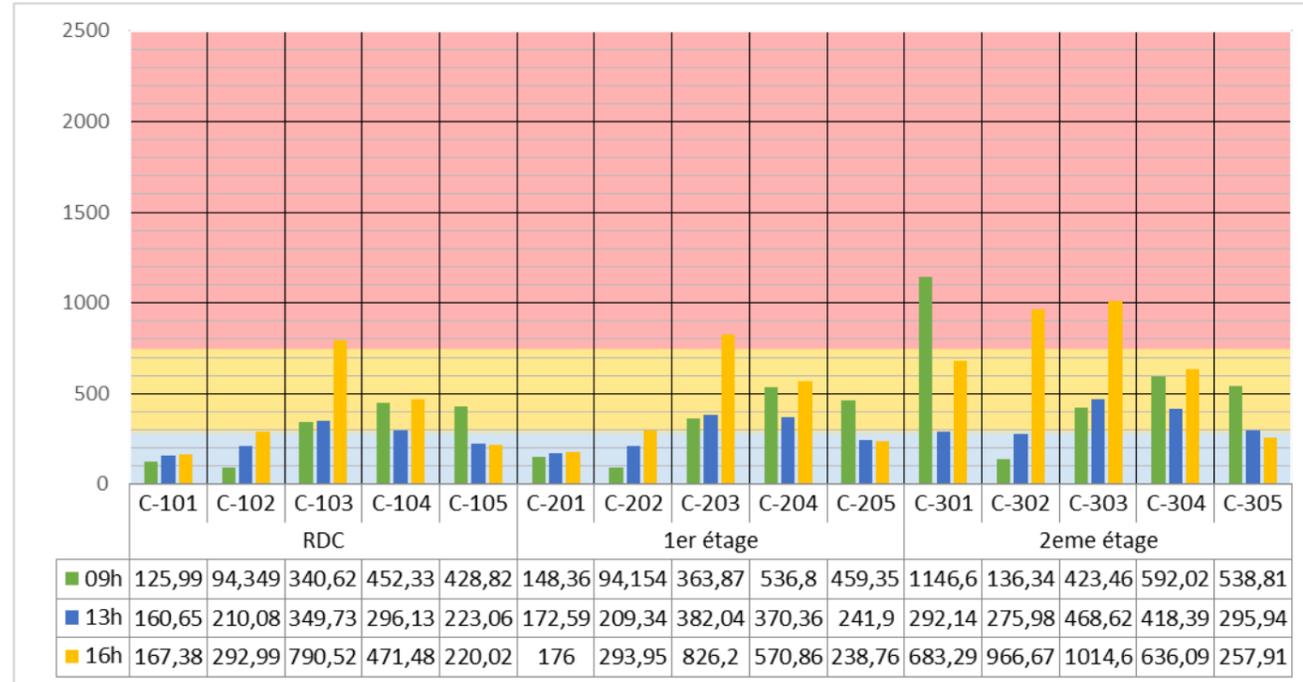
Les ateliers 101 – 201- 301 sont éblouis jusqu'au deuxième étage ou l'éclairage atteint son maximum.

Les ateliers 204-304 sont faiblement éblouis à un seul moment de la journée, dans l'atelier 204 et l'atelier 304 à deux moments de la journée.

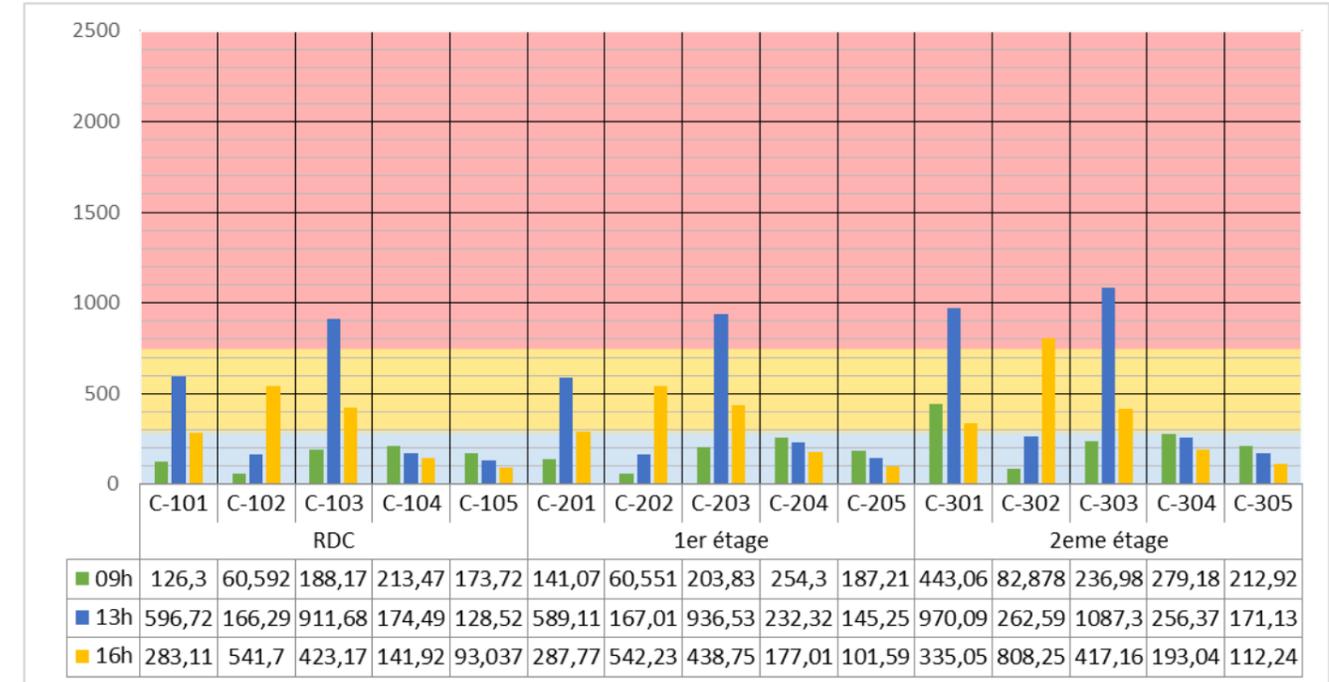
Les ateliers 102 -202-302 l'éclairage naturel est légèrement inférieur à la norme.

Il atteint la norme à un seul moment de la journée à l'atelier 302.

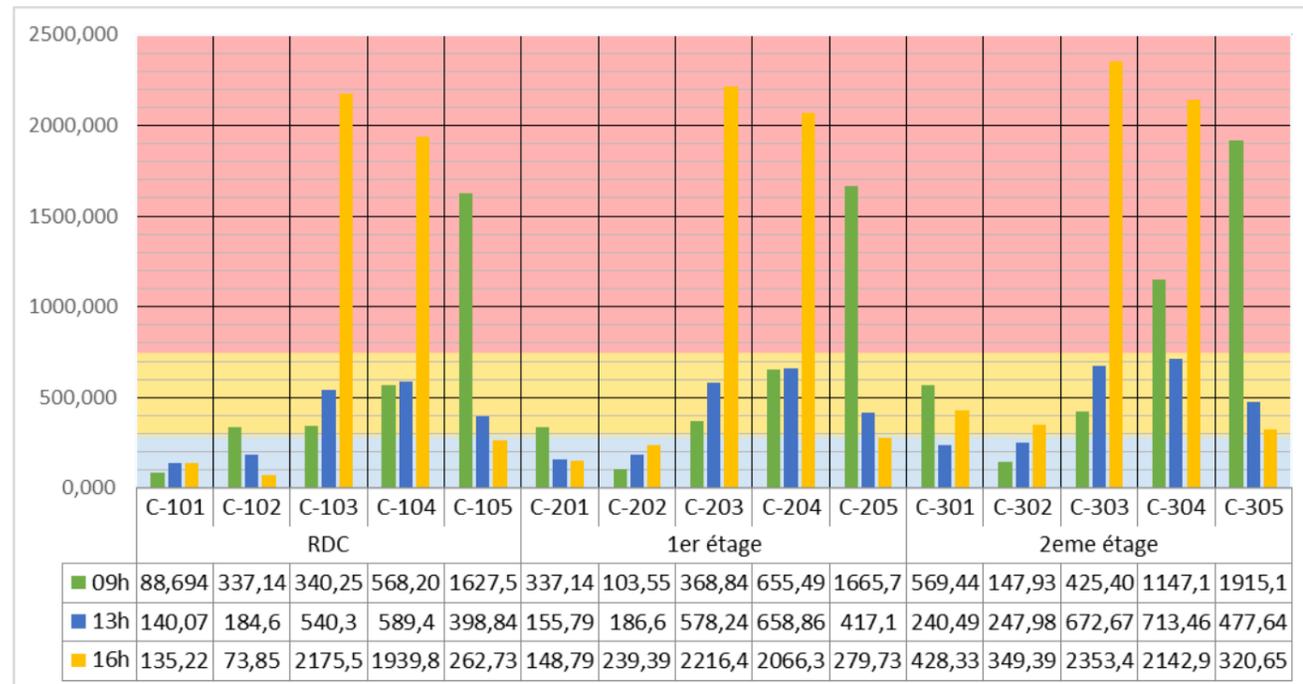
V.1.3 BLOC C



Graphe 29 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages au printemps créé par Excel



Graphe 30 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages en hiver créé par Excel



Graphe 31 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages en été créé par Excel

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages au printemps

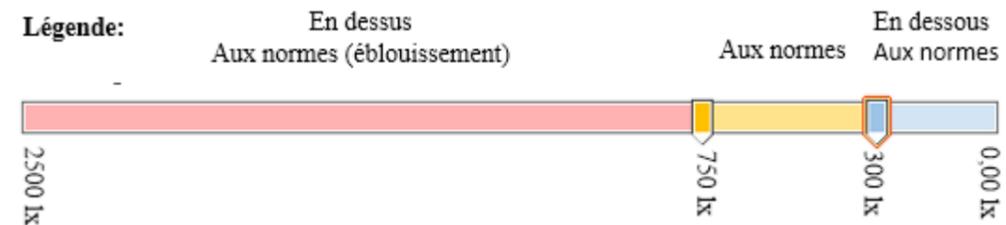
On remarque que le taux d'éclairage naturel augmente selon les étages (plus on monte, plus il augmente). Les ateliers 101- 201- 301, 102-202-302, 105-205-305 sont légèrement en dessous de la norme puis augmentent pour atteindre la norme avant d'être éblouissant à un moment de la journée.

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages en hiver

On remarque que le taux d'éclairage naturel augmente selon les étages (plus on monte, plus il augmente). Dans tous les ateliers le taux d'éclairage naturel est en dessous de la norme ou dans la norme, il augmente d'un étage à l'autre à un moment de la journée on trouve un faible éblouissement au niveau d'un seul atelier.

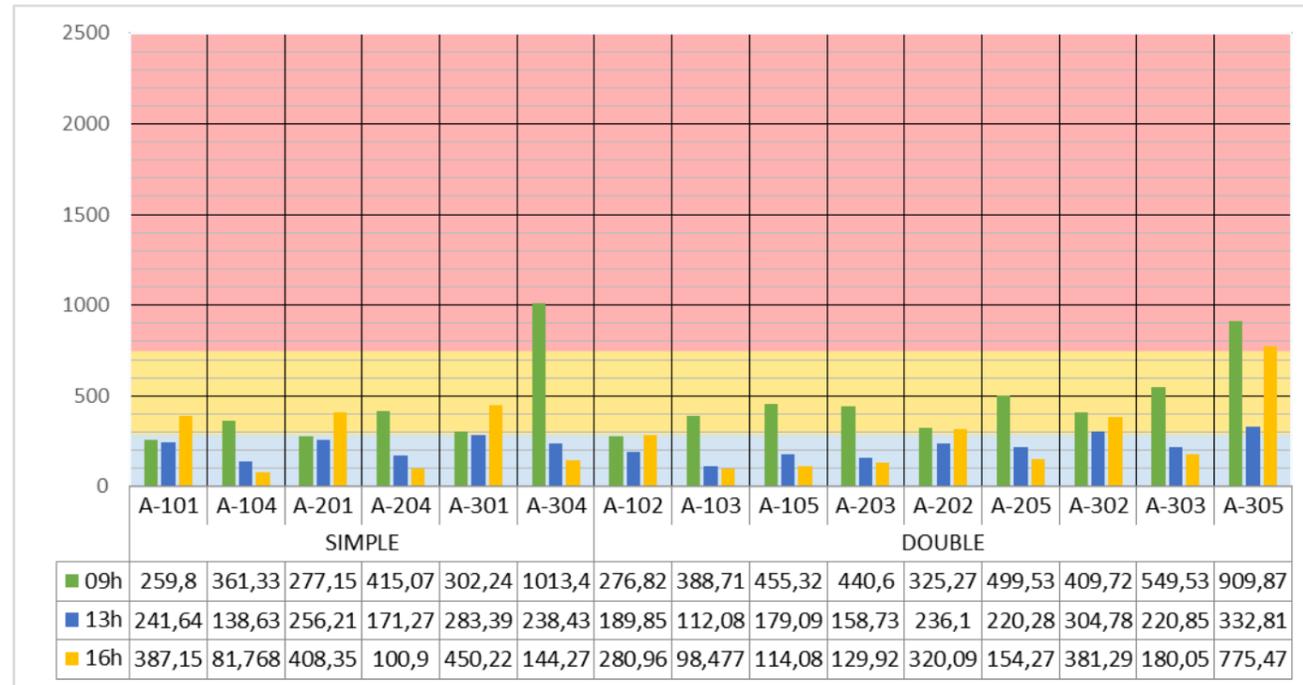
Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages en été

On observe une augmentation de taux d'éclairage naturel à chaque élévation dans les étages. Les ateliers 101-102-201-202-301-302 le taux d'éclairage naturel dans ces ateliers est légèrement en dessous de la norme et augmente jusqu'à atteindre les normes. Dans les autres ateliers : le taux d'éclairage naturel augmente dans les normes sauf à un seul moment de la journée ou il est au-dessus des normes éblouissement.

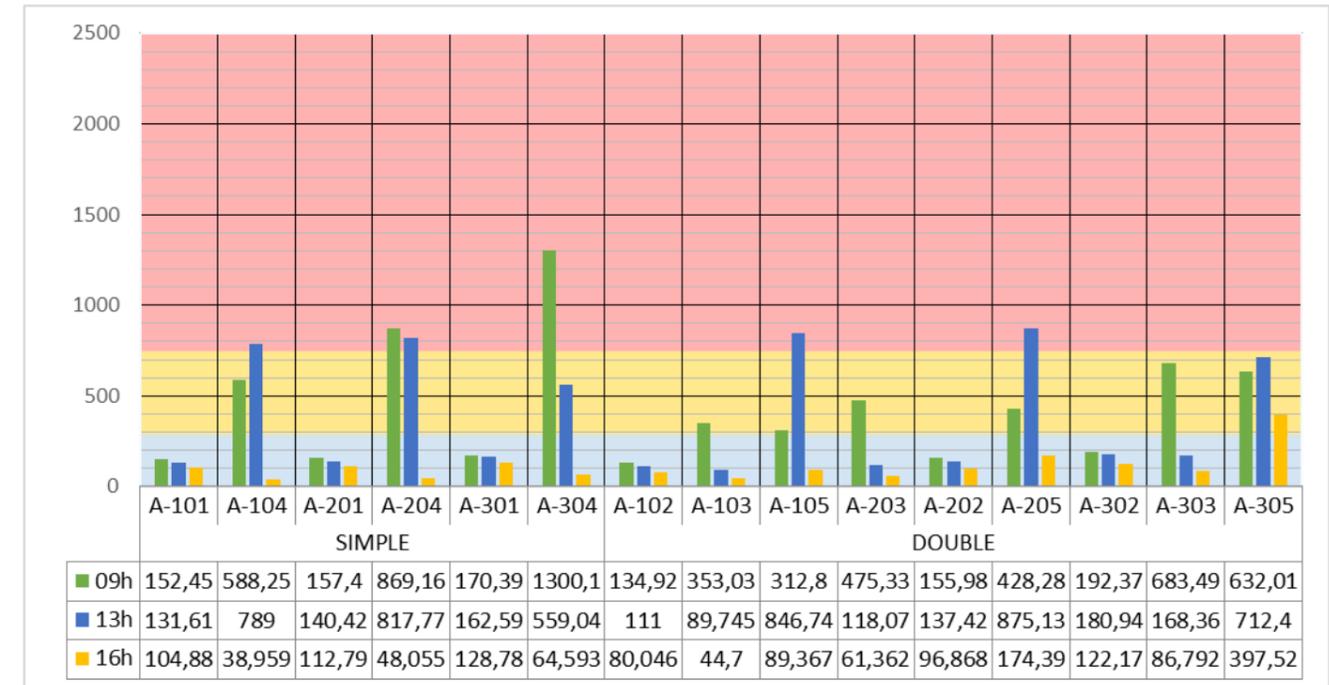


V.2 INDICATEUR II: nombre des façades

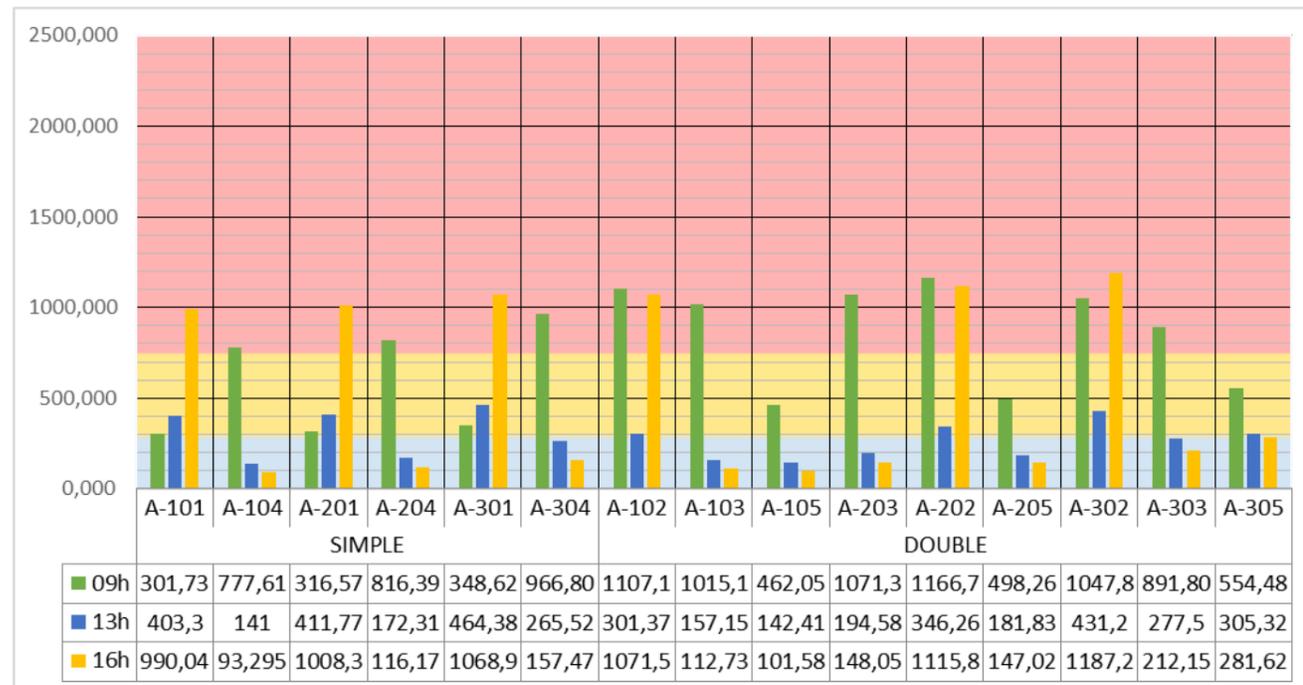
V.2.1 BLOC A



Graph 32 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon le nombre de façades au printemps créé par Excel



Graph 33 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon le nombre de façades en hiver créé par Excel



Graph 34 Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon le nombre de façades en été créé par Excel

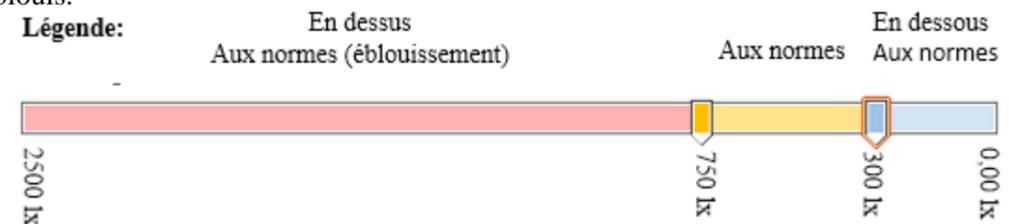
Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon le nombre de façades au printemps
 Nous remarquons une légère différence entre les ateliers à simple façade et les ateliers à doubles façades. Les ateliers à doubles façades sont mieux éclairés que les ateliers à simple façade. Tous les résultats varient légèrement en dessous des normes, ou dans les normes sauf deux cas d'ateliers qui sont faiblement éblouis à un moment de la journée (304-305).

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon le nombre de façades en hiver

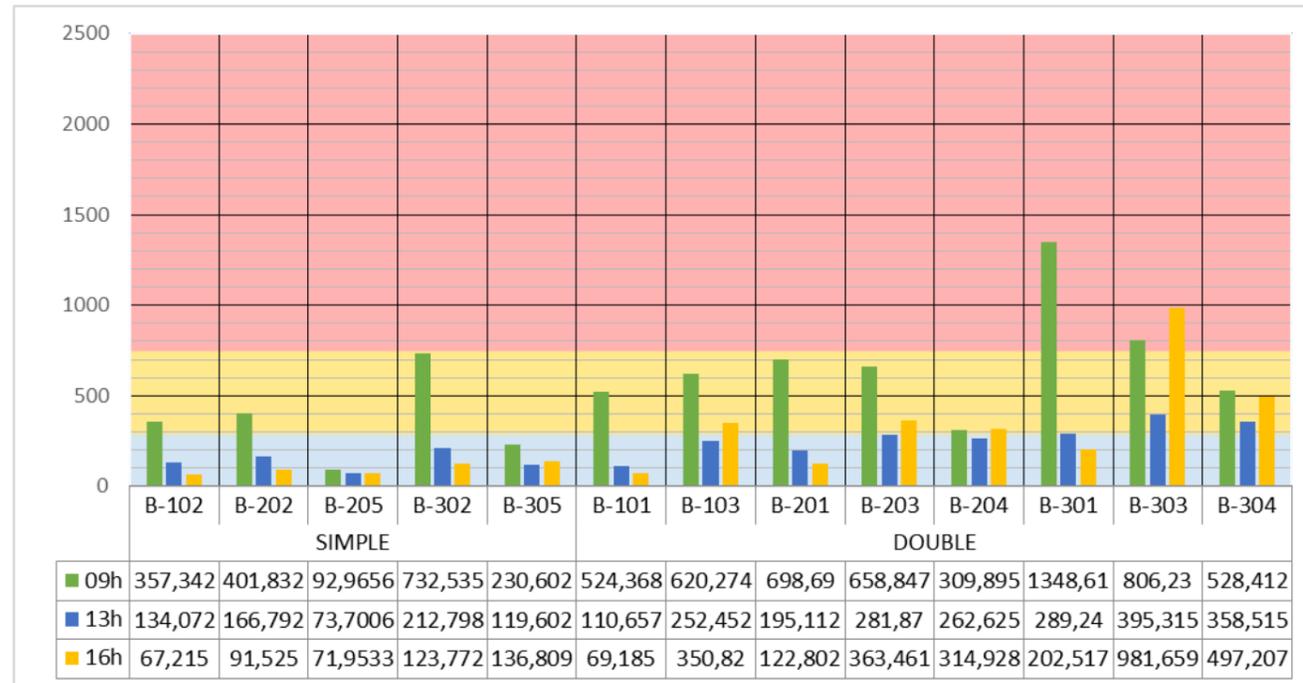
Les ateliers à simple façade sont moins éclairés que les ateliers à double façades. Il y a des ateliers en dessous de la norme à tous les moments de la journée que ce soit simple ou double. Dans tous les autres ateliers, qui sont à façades simples ou double, le taux d'éclairage débute en dessous de la norme jusqu'à atteindre les normes avant de devenir faiblement ébloui en fonction des moments de la journée et inversement.

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon le nombre de façades en été

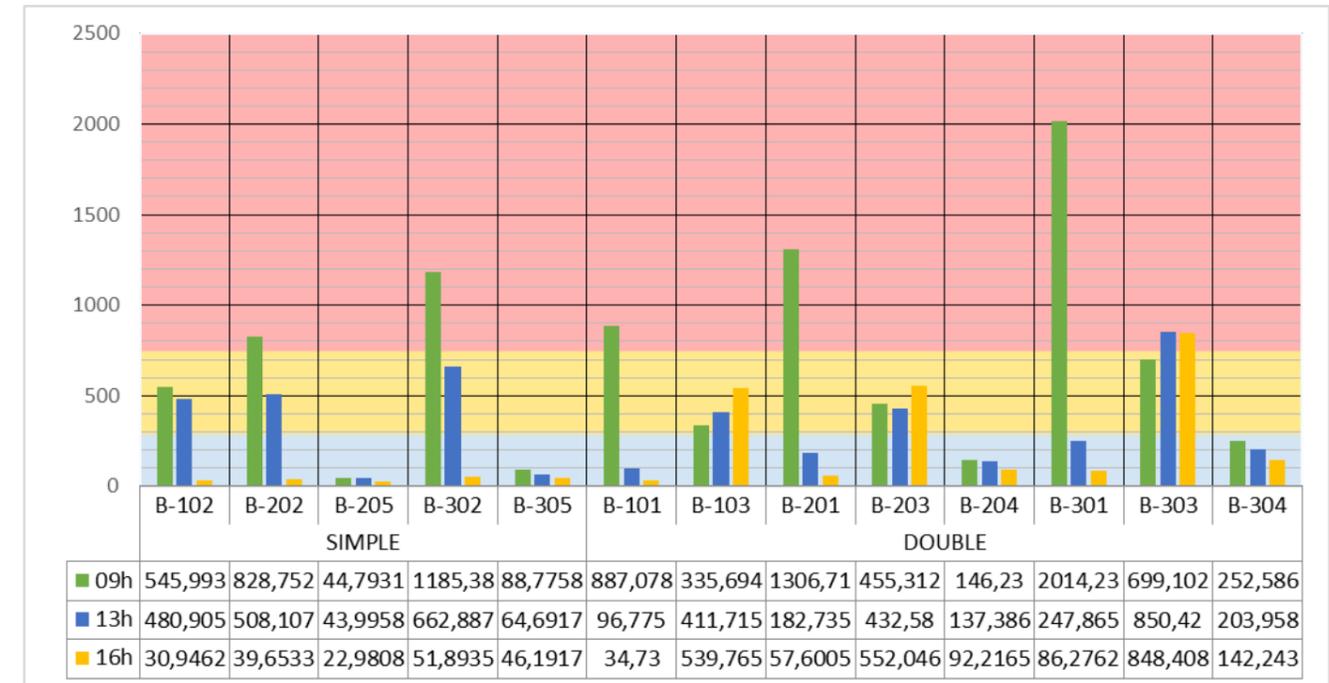
Dans tous les ateliers à simple façade et certains autres ateliers à doubles façades : le taux d'éclairage naturel commence en dessous de la norme jusqu'à atteindre la norme, puis devient faiblement ébloui en fonction des moments de la journée. Les autres ateliers à double façades ont un moment dans les normes et deux moments non successifs faiblement éblouis.



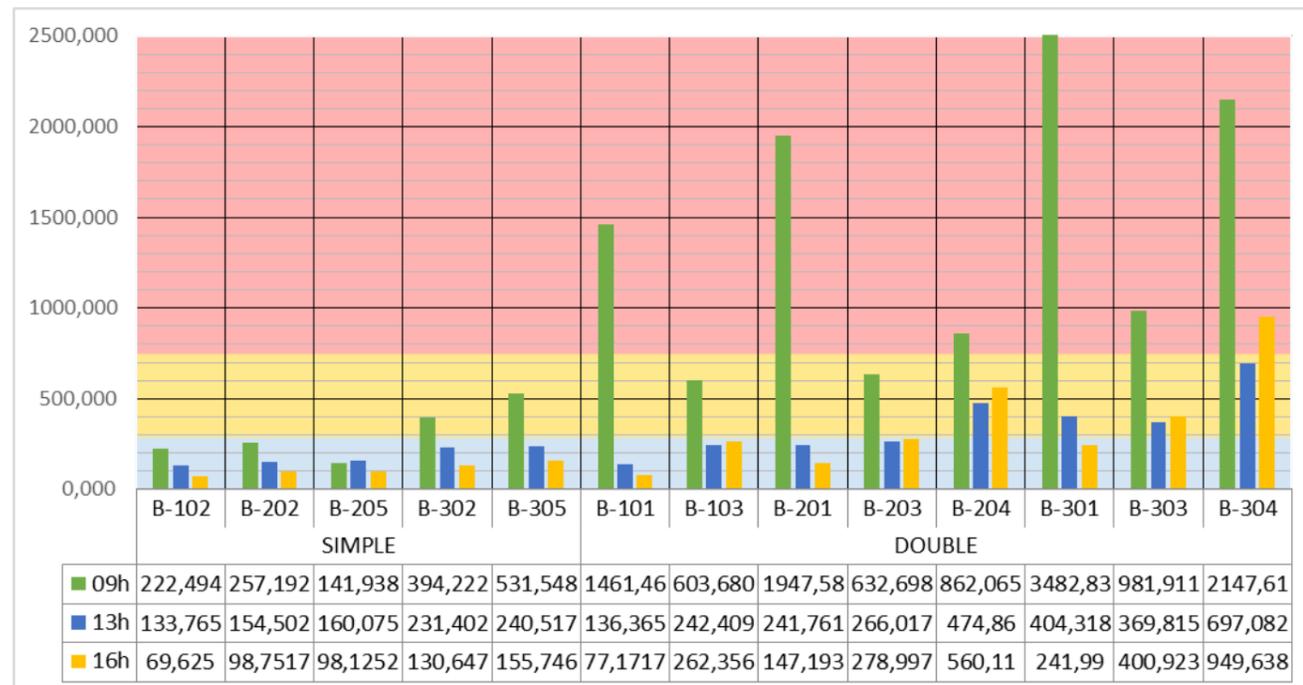
V.2.2BLOC B



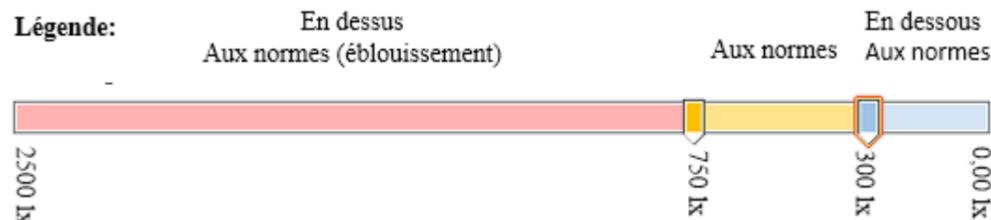
Graph 35 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon le nombre de façades au printemps créé par Excel



Graph 36 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon le nombre de façades en hiver créé par Excel



Graph 37 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon le nombre de façades en été créé par Excel



Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon le nombre de façades au printemps
 Dans les autres ateliers à simple façade, il y a des ateliers où le taux d'éclairages naturel est à tous les moments de la journée en dessous de la norme. Dans d'autres ateliers où à un moment de la journée, le taux d'éclairage naturel est dans les normes.

Dans les ateliers à double façades, il y a un ou deux moments de la journée où le taux d'éclairages est dans les normes ou faiblement ébloui.

Seulement les autres moments de la journée sont en dessous des normes.

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon le nombre de façades en hiver

Les ateliers à simple façade, il y des ateliers où le taux d'éclairage naturel et en dessous des normes sauf au niveau de trois ateliers où le taux d'éclairage naturel à un seul moment de la journée atteint les normes.

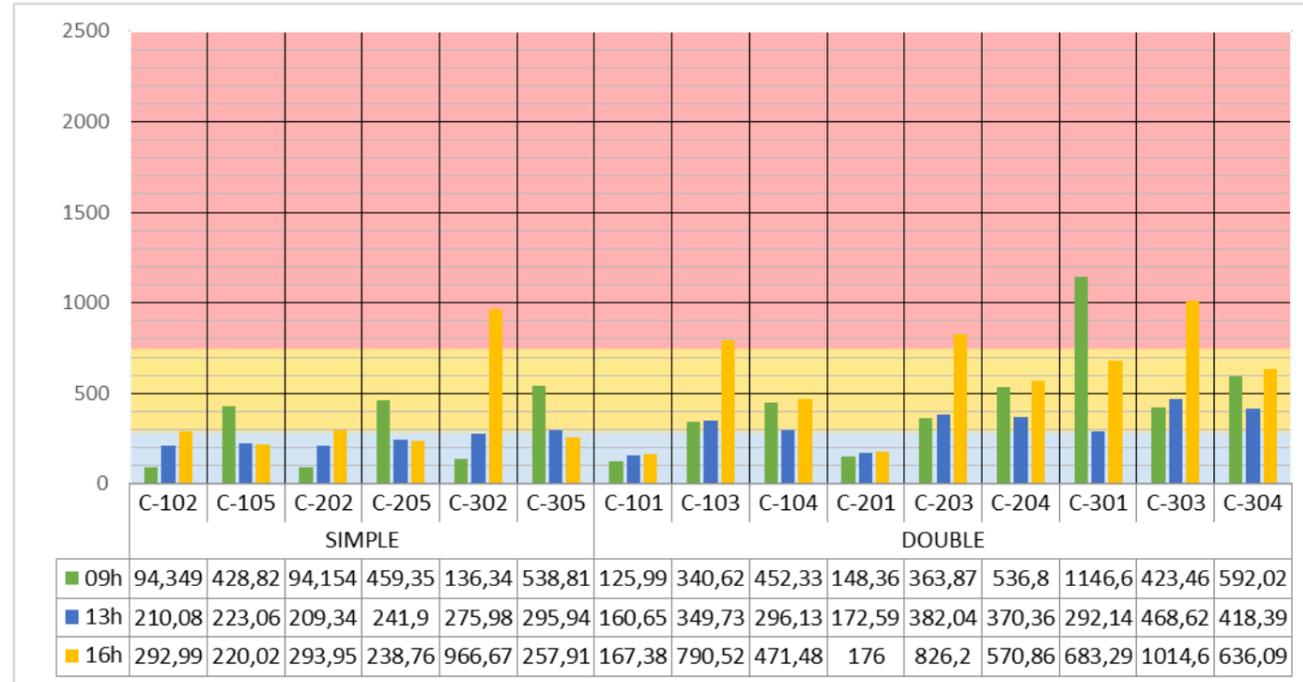
Les ateliers à double façades: il y a un ou deux moments de la journée où le taux d'éclairage naturel est selon les normes ou éblouis, et le reste du temps il est en dessous de la norme.

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon le nombre de façades en été

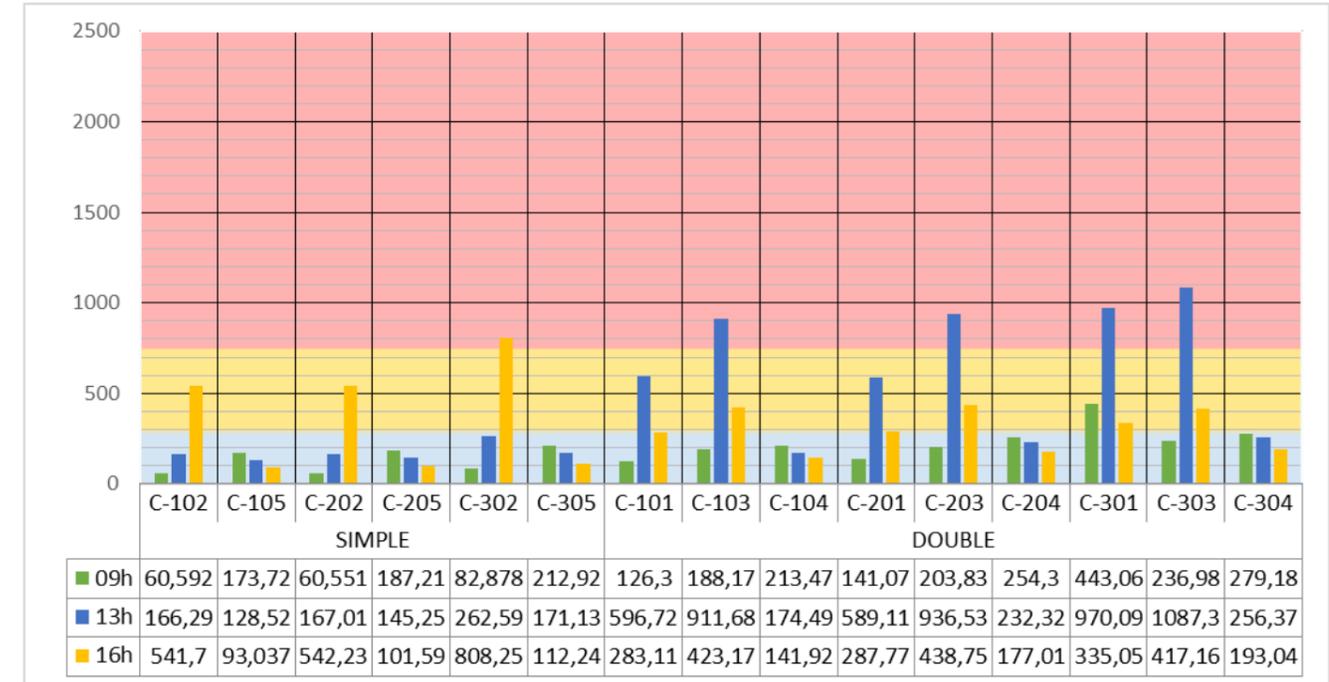
Le taux d'éclairage naturel est faible dans les ateliers à simple façade par rapport aux ateliers à double façades. Dans Les ateliers à simple façade on trouve un taux d'éclairage naturel en dessous des normes à tous les moments de la journée sauf au niveau de deux ateliers où il atteint les normes.

Dans les ateliers à double façades on trouve à un ou deux moments de la journée le taux d'éclairage est légèrement ébloui ou dans les normes. Les autres moments de la journée où le taux d'éclairage est dans les normes ou en dessous des normes

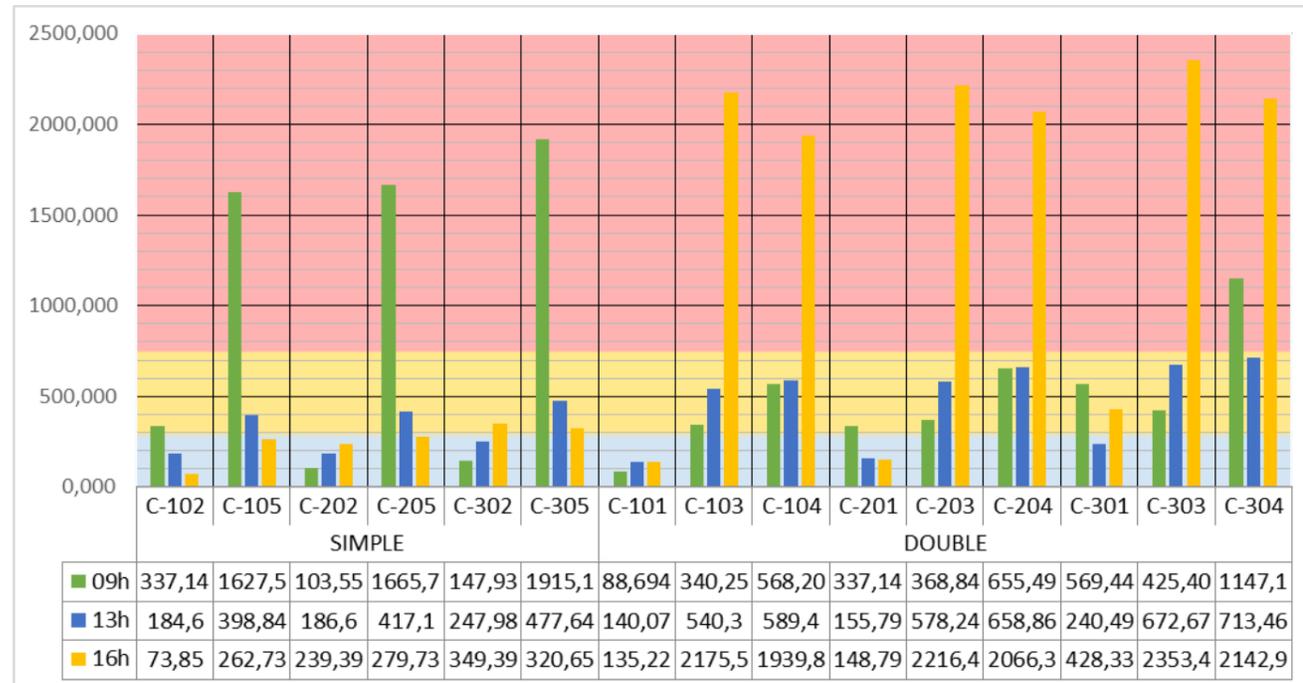
V.2.3 BLOC C



Graphe 38 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon le nombre de façades au printemps créé par Excel



Graphe 39 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon le nombre de façades en hiver créé par Excel



Graphe 40 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon le nombre de façades en été créé par Excel

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon le nombre de façades au printemps

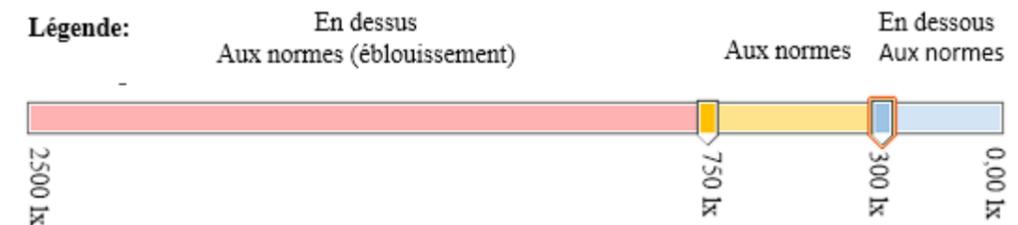
Dans les ateliers à simple façade il y a un seul moment de la journée dans les normes ou ébloui.
 Dans les ateliers à double façades il y a deux ateliers où le taux d'éclairage naturel est en dessous de la norme.
 Dans les autres ateliers on trouve deux ou 3 moments de la journée dans les normes et le reste de la journée : le taux d'éclairage est soit en dessous des normes soit ébloui.

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon le nombre de façades en hiver

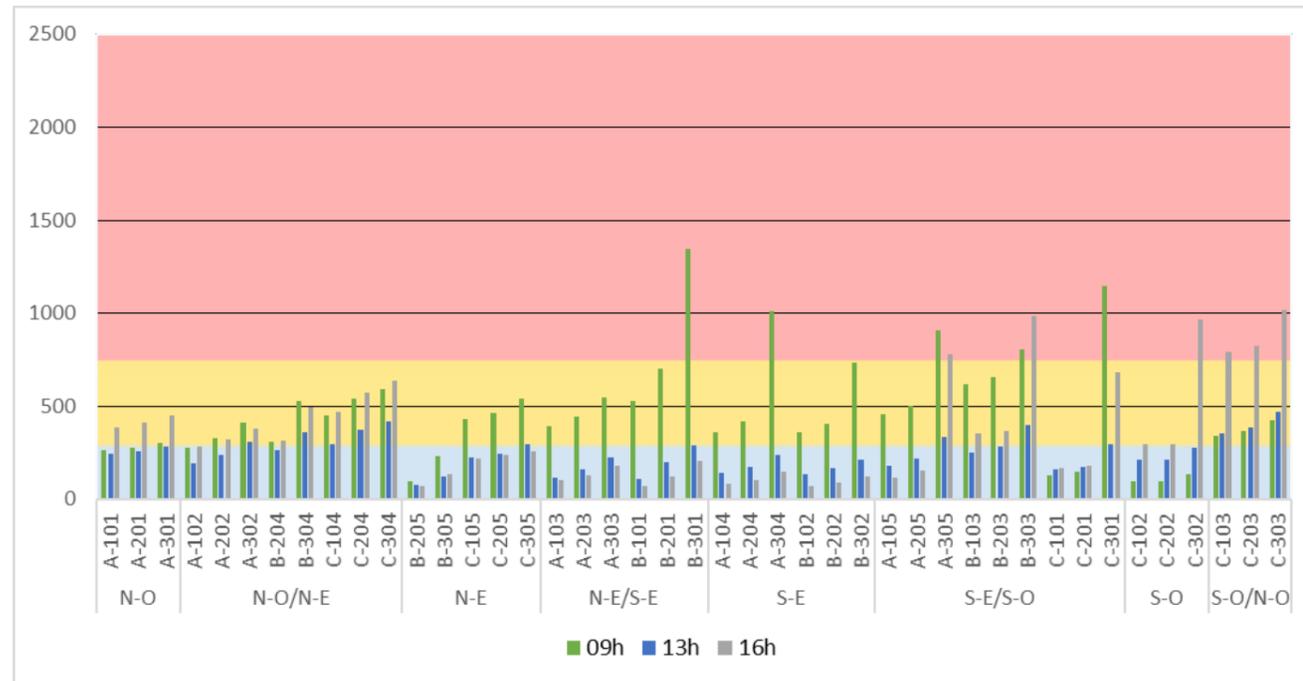
Dans les ateliers à simple façade il y a un seul moment de la journée dans les normes ou ébloui (302).
 Dans les ateliers à double façades il y a un moment ou deux de la journée qui sont éblouis ou dans les normes.
 Il y a deux ateliers 0% le taux d'éclairage naturel est en dessous des normes sauf l'atelier 301 qui est dans les normes toute la journée.

Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon le nombre de façades en été

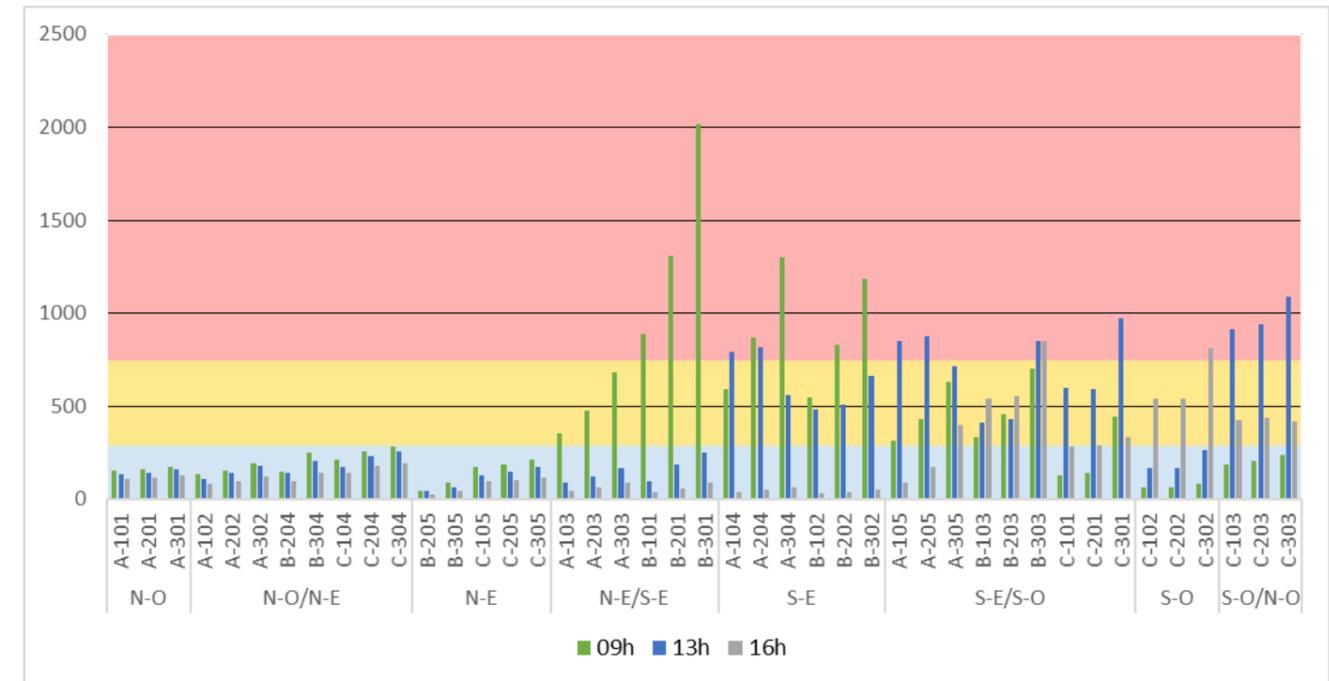
Dans les ateliers 0 simple façade, il y a un seul atelier où le taux d'éclairage est en dessous des normes.
 Deux ateliers sont dans les normes à un seul moment de la journée. Alors que les autres ateliers sont un moment éblouis, à un autre moment ou deux dans les normes.
 Dans les ateliers à double façades, il y a un seul atelier où le taux d'éclairage naturel est en dessous aux normes.
 Il y a des ateliers où le taux d'éclairage naturel à deux moments de la journée



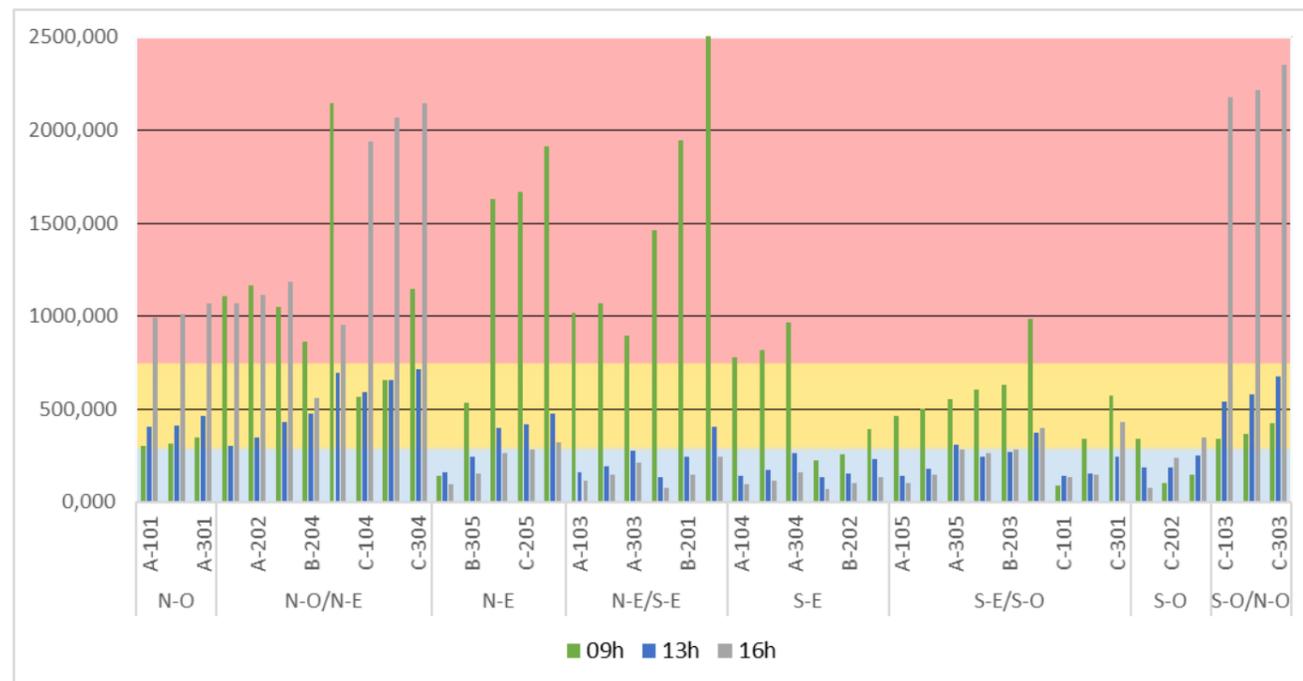
V.3 INDICATEUR II : L'ORIENTATION



Graphe 41 : Comparaison des taux d'éclairage naturel : orientation au printemps



Graphe 42 : Comparaison des taux d'éclairage naturel : orientation en hiver



Graphe 43 : Comparaison des taux d'éclairage naturel : orientation en été

Comparaison des taux d'éclairage naturel : orientation au printemps

On remarque quel que soit l'orientation, le taux d'éclairage varie en dessous de la norme sauf dans les façades orientées au sud, il y a certains moments éblouissants.

Comparaison des taux d'éclairage naturel : orientation en hiver

Dans tous les ateliers orientés au nord, le taux d'éclairage est en dessous des normes, alors que les ateliers orientés au sud, le taux d'éclairage naturel varie en dessous des normes.

Il y a certains moments de la journée où l'on trouve un léger éblouissement.

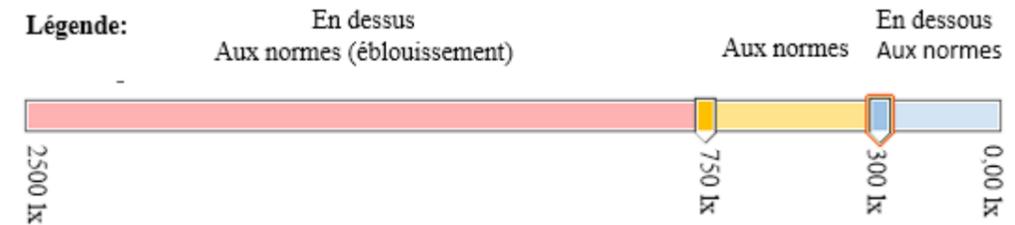
Comparaison des taux d'éclairage naturel : orientation en été

Dans les ateliers orientés au nord, on trouve que le temps d'éclairage naturel varie entre les normes et l'éblouissement.

Seulement dans les ateliers orientés au sud, il varie en dessous de la norme ou dans les normes.

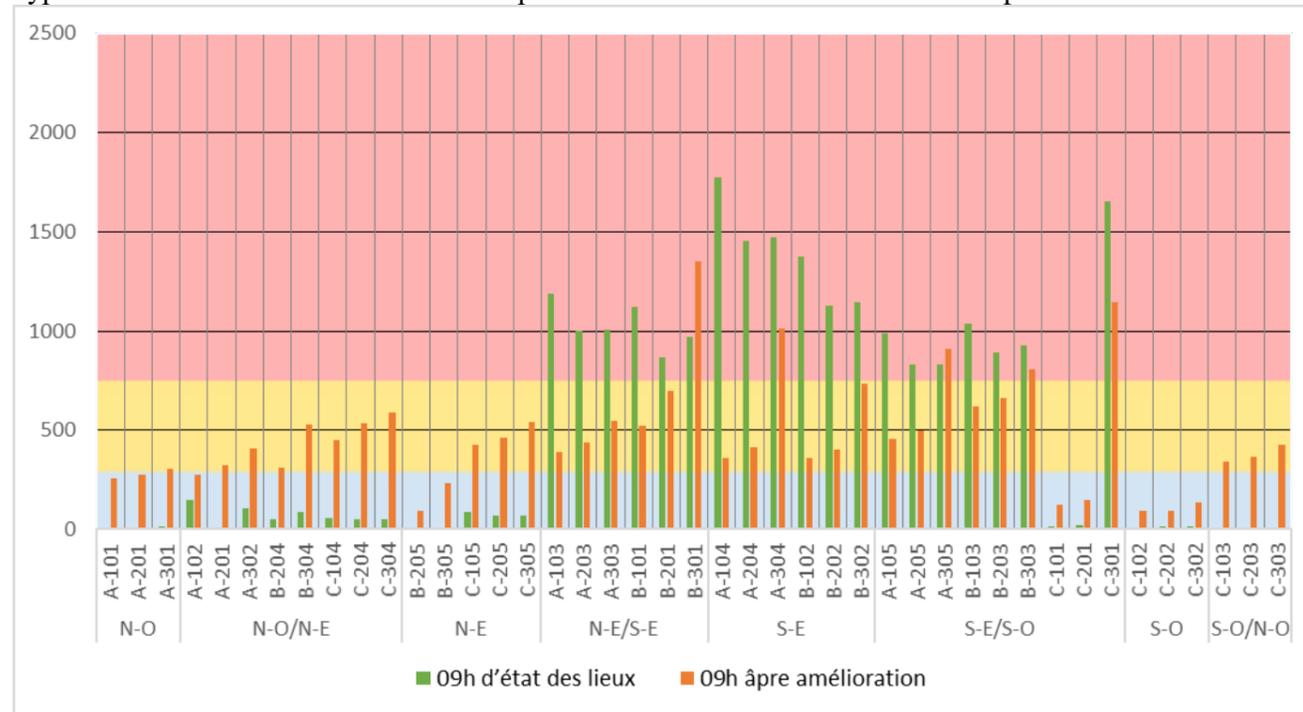
Il y a certains moments de la journée où on enregistre le taux d'éclairage naturel éblouissant et dans les normes. Pour les autres moments il est soit en dessous soit éblouissant.

Dans les autres ateliers, il y a un seul moment dans les normes et les autres moments y sont en dessous de la norme ou éblouissant.

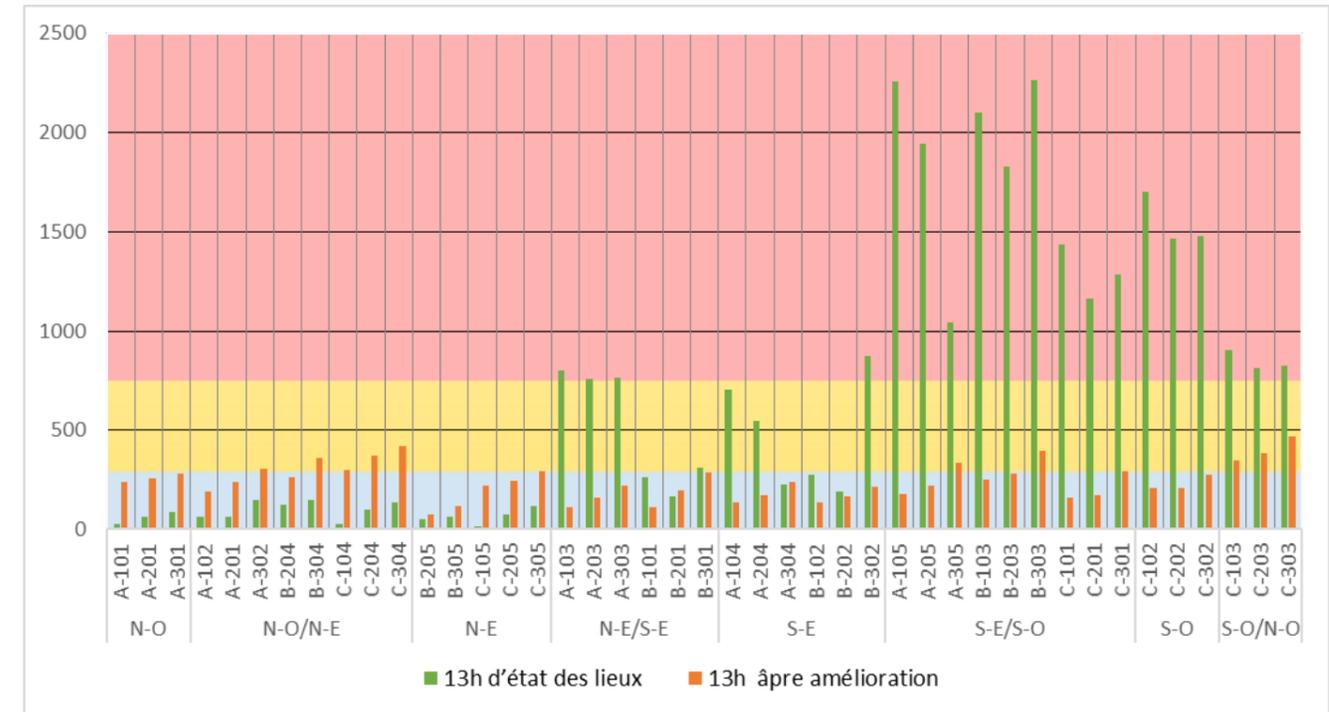


VI COMPARAISON ENTRE LE RÉSULTAT D'ÉTAT DES LIEUX ET APRÈS AMÉLIORATION

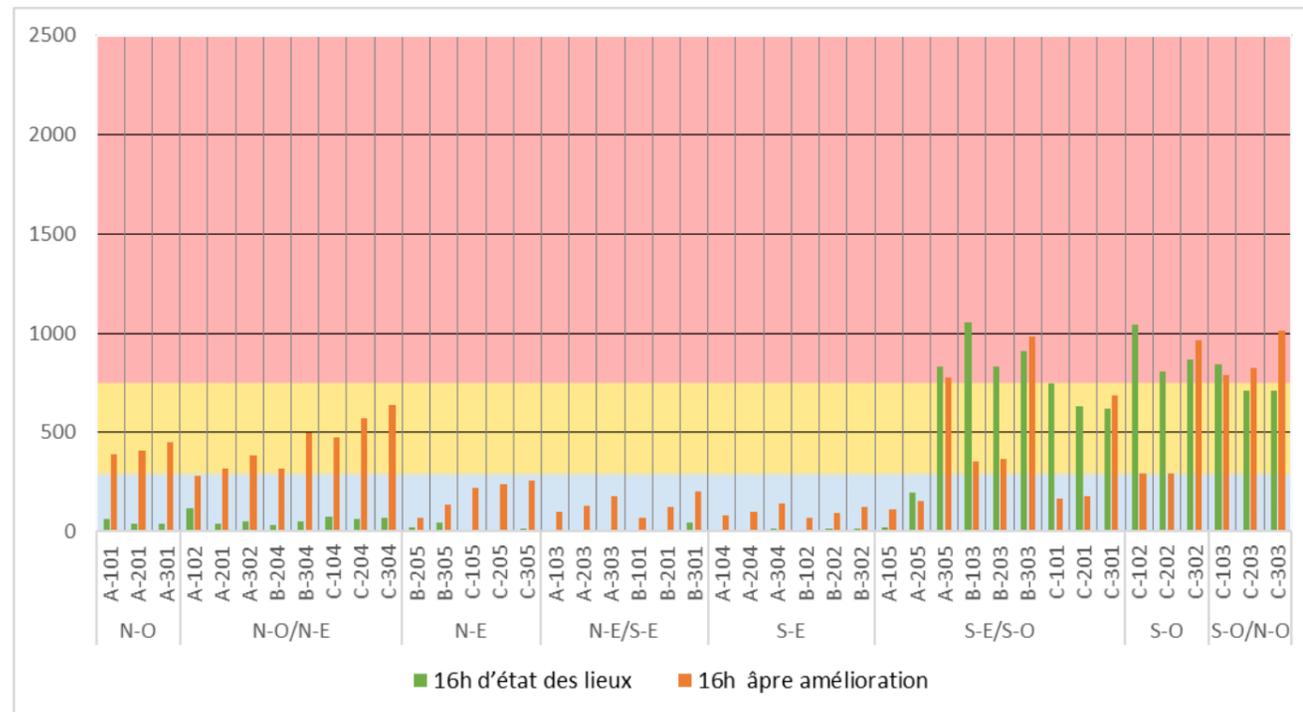
Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration : par la suite nous avons comparé les résultats de simulations avant et après l'amélioration pour voir si cette intervention a été positive et répond à notre hypothèse d'intervention. On a fait la comparaison dans l'indicateur "orientation " pour voir tous les ateliers à la fois



Graph 44 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration au printemps à 09h



Graph 45 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration au printemps à 13h



Graph 46 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration au printemps à 16h

Au printemps à 09 heures

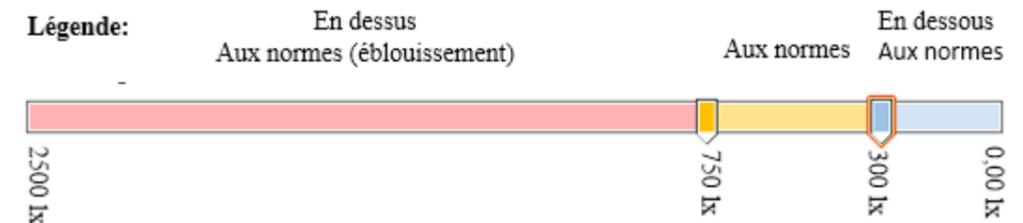
D'après l'histogramme on remarque une amélioration au niveau des ateliers qui étaient dans l'ombre. Cette amélioration augmente jusqu' à atteindre les normes ou légèrement en -dessous des normes. Quant aux ateliers qui étaient éblouis, l'éblouissement a disparu totalement sauf dans certains ateliers où ils sont atténués.

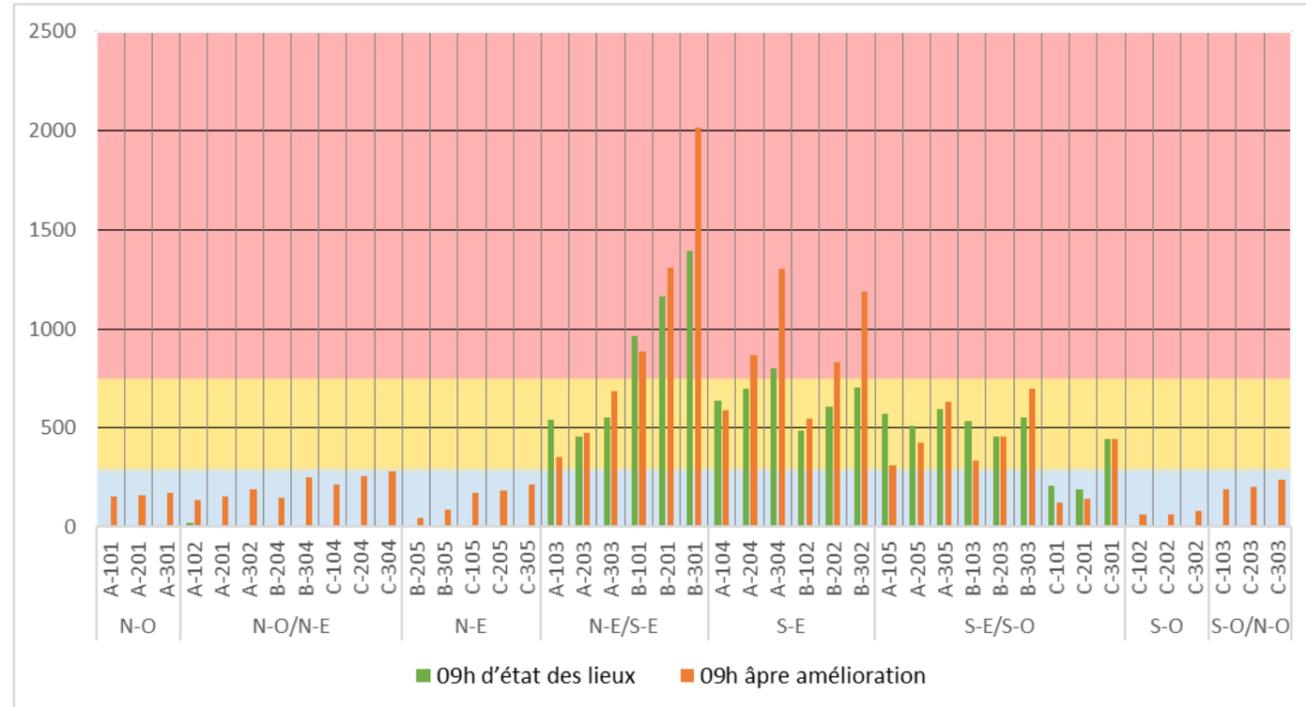
Au printemps à 13 heures

Dans les ateliers qui étaient sombres on remarque une amélioration celle-ci dans certains ateliers. Elle est arrivée à la norme et dans d'autres elle est légèrement inférieure à la norme. Dans les ateliers où il y a éblouissement on observe la disparition totale de celle-ci mais le taux d'éclairage naturel a diminué au nord légèrement inférieure à la norme.

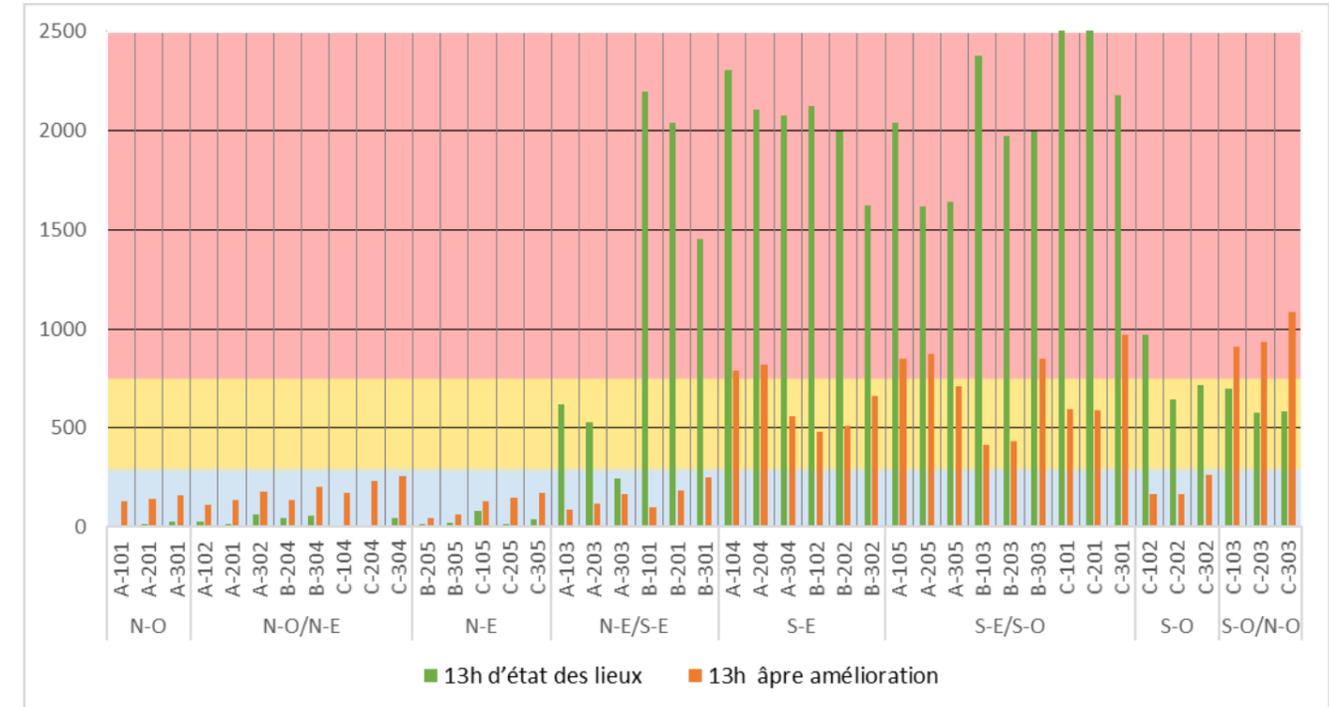
Au printemps à 16 heures

Dans les ateliers qui étaient dans l'ombre leur état d'éclairage c'est amélioré jusqu' à atteindre les normes ou légèrement inférieure aux normes. Dans les ateliers éblouis le niveau d'éblouissement a diminué jusqu'aux normes dans certains ateliers.

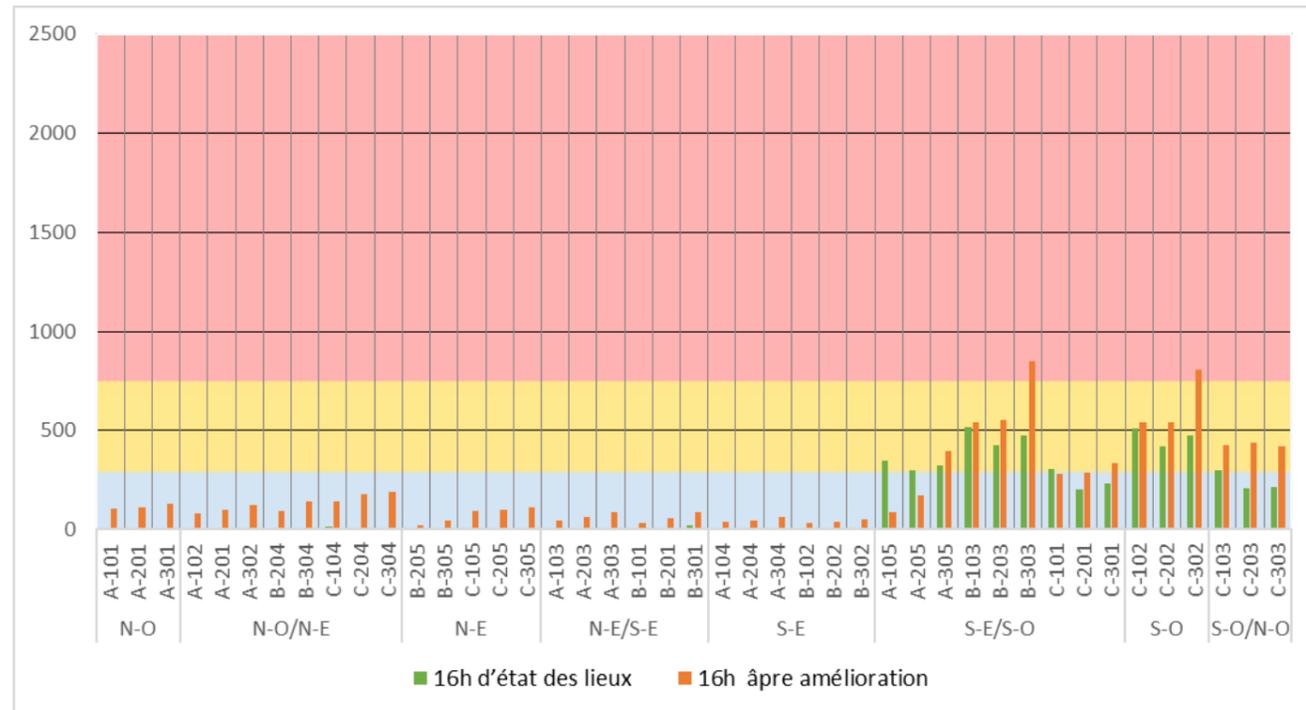




Graphe 47 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration en hiver à 09h



Graphe 48 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration en hiver à 13h



Graphe 49 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration en hiver à 16h

En hiver à 09 heures

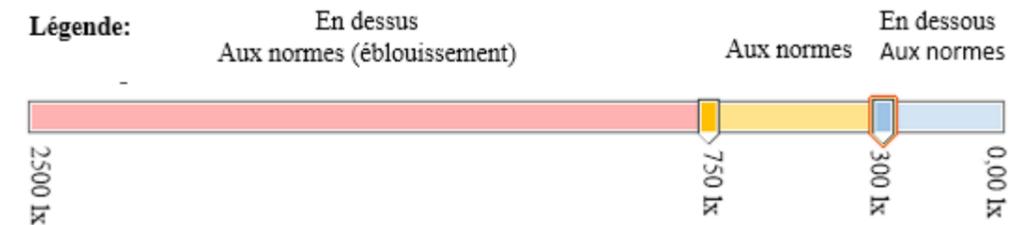
Dans les ateliers qui étaient sombres le temps d'éclairage naturel a augmenté sans atteindre les normes. Dans les ateliers éblouissants, l'éblouissement a disparu sauf dans certains ateliers. On remarque que certains qui étaient dans les normes, sont éblouissants légèrement ou inférieurs aux normes.

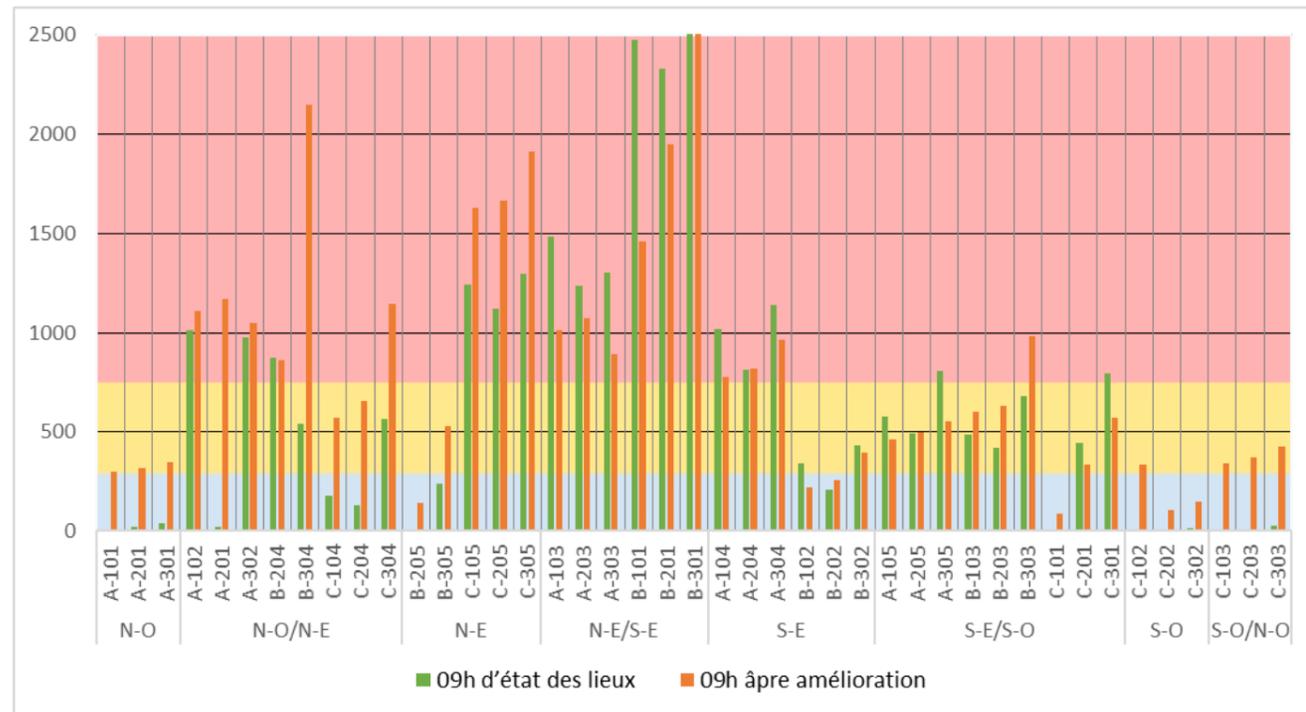
En hiver à 13 heures :

Dans les ateliers qui étaient sombres le taux d'éclairage naturel a augmenté sans atteindre les normes. Dans les ateliers éblouissants, l'éblouissement a disparu sauf dans certains ateliers. On remarque que certains ateliers qui étaient dans les normes sont éblouissants légèrement ou inférieurs aux normes.

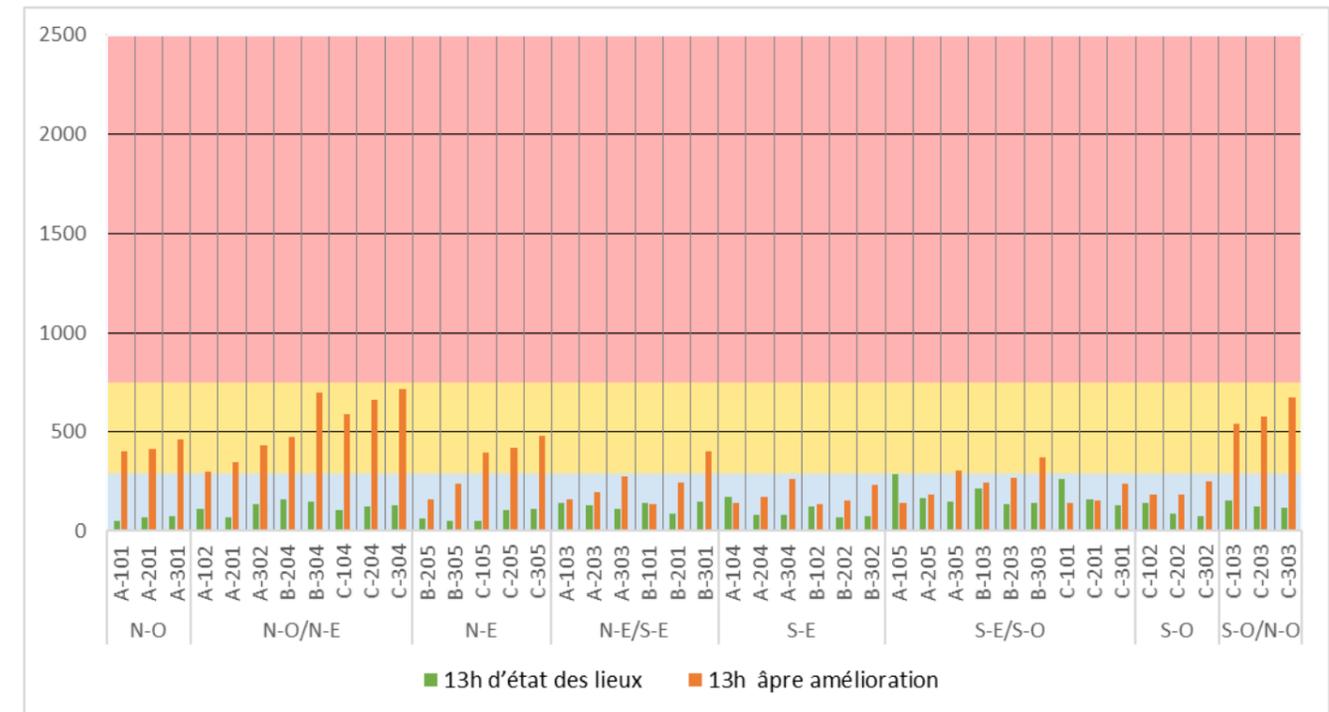
En hiver à 16 heures :

Dans les ateliers qui étaient sombres, le taux d'éclairage a augmenté. Dans les ateliers éblouissants, l'éblouissement a disparu.

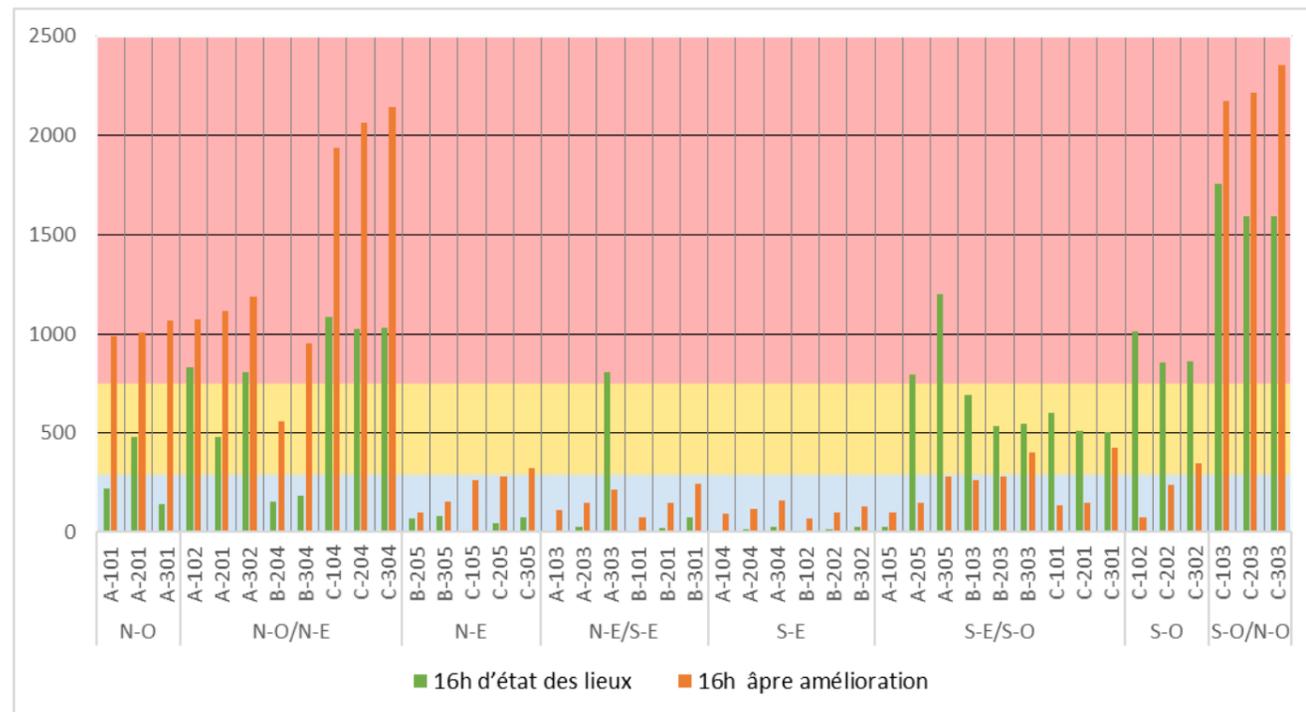




Graphe 50 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration en été à 09h



Graphe 51 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration en été à 09h



Graphe 52 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration en été à 09h

En été à 09 heures

Dans tous les ateliers sombres le niveau d'éclairage naturel a augmenté jusqu'à atteindre les normes sauf dans certains ateliers où le taux d'éclairage est légèrement inférieur aux normes.

Dans les ateliers éblouis le niveau d'éblouissement a augmenté (orienté N.E), alors que dans d'autres ateliers le taux d'éblouissement a diminué jusqu'à atteindre les normes ou supérieurs aux normes.

En été à 13 heures

Dans tous les ateliers sombres avant l'amélioration ont atteint les normes où le taux d'éclairage est légèrement inférieur aux normes.

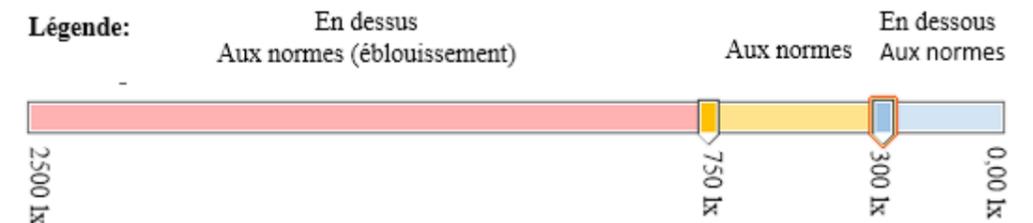
On remarque que dans certains ateliers le niveau d'éclairage a diminué.

En été à 16 heures

Dans les ateliers sombres, le niveau d'éclairage a augmenté après l'amélioration sans atteindre les normes sauf certains ateliers.

Dans les ateliers éblouis, le niveau d'éblouissement a été augmenté dans certains ateliers et diminué dans d'autres.

On remarque qu'il y a des ateliers dans les normes qui sont inférieures ou supérieures aux normes après l'amélioration.



CONCLUSION

D'après l'amélioration de l'éclairage dans tous les ateliers qui avaient un problème selon les normes, dans certains d'entre eux à un temps précis (l'été à 16 heures) cette amélioration a créé un problème : l'éblouissement

Remarque : le niveau d'éclairage a été amélioré dans les ateliers sombres

CONCLUSION GÉNÉRALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

La finalité de notre recherche et de contribuer au mieux à l'architecture des salles pédagogiques de la matière projet que ce soit dès l'étape de conception architecturale avec l'intégration des nouveaux paramètres après la recherche ou lors de la phase d'aménagement où les occupants étudiants et enseignants de cet atelier répondraient mieux à leurs exigences.

Après avoir étudié durant cinq années, nous avons remarqué que l'éclairage dans les ateliers ne répondait pas aux besoins des occupants (étudiants et enseignants)

Ce que nous a poussé à choisir ce thème suite à l'analyse d'état des lieux, nous avons rencontré des problèmes d'éclairage naturel pour lesquels nous avons proposé des solutions afin d'y remédier. Nous avons enregistré beaucoup de résultats positifs néanmoins il subsiste quelques-uns négatifs qui pourraient éventuellement faire l'objet de notre étude.

La limites de notre recherche ont été la complexité et la subjectivité qui caractérisent le paramètre de confort et également l'observation exigeait une certaine expérience avec l'application de la technique afin d'en tirer le maximum de résultats.

Sur le plan technique, bien que nous ayons choisi un logiciel de simulation numérique faible, il demeure néanmoins une relative marge d'erreurs à ne pas négliger. De plus la simulation ne permet pas de reproduire des conditions totalement réelles comme les questions qui ont des justifications. Cela est dû au caractère variable de l'éclairage naturel.

Cette recherche nous a permis de fixer des paramètres à prendre en considération lors de la conception de la salle pédagogique ou atelier. Cela pourrait constituer un appui considérable pour les architectes

Ce travail a été pour nous l'occasion de nous intéresser au confort visuel et aux problèmes d'actualité. Il serait intéressant dans le futur d'effectuer des recherches sur les méthodologies d'enseignement de la matière projet ou sur l'intégration de la technologie dans la formation de l'architecte.

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

BENHARKAT , S. (/2005-2006). IMPACT DE L' ECLAIRAGE NATUREL ZENITHAL SUR LE CONFORT VISUEL DANS LES SALLES DE CLASSE CAS D' ETUDE :BLOC DES LETTRES DE L' UNIVERSITE MENTOURI CONSTANTINE. Mémoire de magister, U N I V E R S I T E M E N T O U R I . C O N S T A N T I N E.

DIRAHOUI, M. (2015). Caractérisation de la qualité de l'environnement lumineux à l'intérieur des ateliers d'architecture à l'EPAU. Mémoire de magister, EPAU.

Givoni, B. (1978). L'homme, l'architecture et le climat. Éditions le moniteur, Paris.

Magri, S. (2006). Rapport entre éclairage naturel et confort thermique dans les milieux à climat chaud et aride, proposition d'une typologie de dispositifs architecturaux. Mémoire de magister, EPAU.

Parpairi K (2002). The luminance differences index: a new indicator of user preferences in daylight spaces. Lighting Research and Technology

Paule, B. (2003). Éclairagisme, éléments de base. École polytechnique fédérale de Lausanne, Suisse

Reiter, S., De Herde, A. (2004). L'éclairage naturel des bâtiments. Presses universitaires de Louvain.

Scartezzini, J-L. (1991). *L'éclairage naturel dans le bâtiment*.

© CSTB - janvier 2005 1/8 Référentiel technique de certification "Bâtiments Tertiaires - Démarche HQE®"

Google Earth Pro

https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/blida_alg%C3%A9rie_2503769

<http://www.afe-eclairage.fr/>

<https://fr.wikipedia.org>

Doc pdf guide bio-tech L'éclairage naturel http://mallette-pedagogique-bp.programmepacte.fr/sites/default/files/fichier_pdf/4_guide_bio_tech_l_eclairage_naturel1.pdf

Doc pdf par Commission universitaire pour la santé et la sécurité au travail romande <http://www.cusstr.ch/repository/41.pdf>

https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/blida_alg%C3%A9rie_2503769

Microsoft® Encarta® 2007. © 1993-2006 Microsoft Corporation. Tous droits réservés

Revue Systèmes Solaire - oct. /nov. 1986).

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Coefficient de transmission lumineuse des vitres	13
Tableau 2 L'Éclairage.....	13
Tableau 3 Comparaison entre les différentes normes relatives à l'éclairage	23
Tableau 4 Propriétés des principaux logiciels informatiques étudiés et leurs applications.....	32

LISTE DES FIGURES

Figure 1 le rayonnement solaire.....	5
Figure 2 repartition du spectre solaire	6
Figure 3 L'éclairage sur trois différentes latitudes	7
Figure 4 Schéma représentant la course du soleil en hiver et en été.....	8
Figure 5 L'incidence de la lumière naturelle selon la position du soleil Source: Reiter, De Herde, 2004	8
Figure 6 Luminance.....	11
Figure 7 source lumineuse de haute luminance	11
Figure 8 la transmission lumineuse	12
Figure 9 Représentation schématisée de l'ambiance lumineuse	15
Figure 10 Champ visuel humain.....	16
Figure 11 Disposition d'écrans de visualisation dans un local éclairé par la lumière du jour. (Source http://www-energie.arch.ucl.ac.be) A partir DIRAHOUI, M. (2015). Caractérisation de la qualité de l'environnement lumineux à l'intérieur des ateliers d'architecture à l'EPAU. Mémoire de magister, EPAU.	20
Figure 12 différents cas de répartition d'éclairage (source : http://www.gif-lumiere.com/lanterneaux/role.php)..	21
Figure 13 Le niveau minimum d'éclairage dans les espaces.....	22
Figure 14	22
Figure 15 Valeurs de l'éclairage requises pour un éclairage nominal dans les locaux	23
Figure 16 l' institut d'architecture , à l'université Saad Dahleb.....	25
Figure 17 Les salles d'atelier de l'institut d'architecture	26
Figure 18 façade 02 de l'institut d'architecture blida le 07/12/2017.....	30
Figure 19 façade 01 de l'institut d'architecture blida le 07/12/2017	30
Figure 20 façade 04 de l'institut d'architecture blida le 07/12/2017.....	31
Figure 21 façade 03 de l'institut d'architecture blida le 07/12/2017	31
Figure 22 interface de 3ds max design.....	33
Figure 23 interface AUTOCAD ARCHITECTURE 2017	33
Figure 24 étape 1 -modélisation la 3D AutoCAD architecture 2017	34
Figure 25 étape 2 –modélisation la 3D AutoCAD architecture 2017	34
Figure 26 étape 3 -modélisation la 3D AutoCAD architecture 2017	34
Figure 27 étape 4 -modélisation la 3D AutoCAD architecture 2017	34
Figure 28 étape 1 -Géo référencement Arc GIS for AutoCAD 350	34
Figure 29 étape 2-Géo référencement Arc GIS for AutoCAD 350	34
Figure 30 étape 3 -Géo référencement Arc GIS for AutoCAD 350	35
Figure 31 étape 4-Géo référencement Arc GIS for AutoCAD 350	35
Figure 32 étape 1 -Importer la 3d 3ds Max Design 2015	35
Figure 33 étape 2 -Importer la 3d 3ds Max Design 2015	35

LISTE DES PLANS

Plan 1 Plan de masse : l' institut d'architecture	28
Plan 2 Plan de RDC : l' institut d'architecture.....	29
Plan 3 Plan du 1er étage : l'institut d'architecture.....	29
Plan 4 Plan du 2eme étage : l' institut d'architecture	30

LISTE DES GRAPHES

Graphe 1 Ciel nuageux, soleil et jours de précipitations.....	27
Graphe 2 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages au printemps crée par Excel	41
Graphe 3 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages en Hiver crée par Excel	41
Graphe 4 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages en Été créé par Excel.....	41
Graphe 5 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages au printemps créé par Excel	42
Graphe 6 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages en Hiver créé par Excel	42
Graphe 7 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages en Été créé par Excel.....	42
Graphe 8 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages an printemps crée par Excel	43
Graphe 9 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages en Hiver crée par Excel	43
Graphe 10 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages en Été créé par Excel.....	43
Graphe 11 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon le nombre de façades au printemps créé par Excel.....	44
Graphe 12 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon le nombre de façades en Hiver créé par Excel	44
Graphe 13 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon le nombre de façades en Été créé par Excel	44
Graphe 14 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon le nombre de façades au printemps créé par Excel.....	45
Graphe 15 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon le nombre de façades en Hiver créé par Excel	45
Graphe 16 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon le nombre de façades en Été créé par Excel	45
Graphe 17 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon le nombre de façades au printemps créé par Excel.....	46
Graphe 18 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon le nombre de façades en Hiver créé par Excel	46
Graphe 19 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon le nombre de façades en Été créé par Excel	46
Graphe 20 : Comparaison des taux d'éclairage naturel selon l'orientation au printemps créé par Excel.....	47
Graphe 21 : Comparaison des taux d'éclairage naturel selon l'orientation en Hiver créé par Excel.....	47
Graphe 22 Comparaison des taux d'éclairage naturel selon l'orientation en Été créé par Excel.....	47
Graphe 23 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages au printemps créé par Excel ..	52
Graphe 24 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages en hiver créé par Excel.....	52
Graphe 25 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon les étages en été créé par Excel.....	52
Graphe 26 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages au printemps créé par Excel ..	53
Graphe 27 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages en hiver créé par Excel.....	53
Graphe 28 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon les étages en été créé par Excel.....	53
Graphe 29 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages au printemps créé par Excel ..	54
Graphe 30 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages en hiver créé par Excel.....	54
Graphe 31 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon les étages en été créé par Excel.....	54
Graphe 32 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon le nombre de façades au printemps créé par Excel.....	55
Graphe 33 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon le nombre de façades en hiver créé par Excel	55
Graphe 34 Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc A selon le nombre de façades en été créé par Excel	55
Graphe 35 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon le nombre de façades au printemps créé par Excel.....	56
Graphe 36 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon le nombre de façades en hiver créé par Excel	56
Graphe 37 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc B selon le nombre de façades en été créé par Excel	56

ANNEXES

Graphe 38 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon le nombre de façades au printemps créé par Excel	57
Graphe 39 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon le nombre de façades en hiver créé par Excel	57
Graphe 40 : Comparaison des taux d'éclairage naturel dans le bloc C selon le nombre de façades en été créé par Excel	57
Graphe 41 : Comparaison des taux d'éclairage naturel : orientation au printemps	58
Graphe 42 : Comparaison des taux d'éclairage naturel : orientation en hiver.....	58
Graphe 43 : Comparaison des taux d'éclairage naturel : orientation en été	58
Graphe 44 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration au printemps à 09h.....	59
Graphe 45 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration au printemps à 13h.....	59
Graphe 46 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration au printemps à 16h.....	59
Graphe 47 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration en hiver à 09h	60
Graphe 48 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration en hiver à 13h	60
Graphe 49 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration en hiver à 09h	60
Graphe 50 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration en été à 09h	61
Graphe 51 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration en été à 09h	61
Graphe 52 : Comparaison du taux d'éclairage naturel avant et après l'amélioration en été à 09h	61