

BACHELOR UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE
GÉNIE ÉLECTRIQUE ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

Rénovation énergétique : Luminaires de l'IUT

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE DE L'INDRE
SEMESTRE 3

Romain JEANNE, Corentin DA SILVA, Sidney VELEDA, Roman COUET,
Karlens BERNARD, Redwan BENMANSOUR

20 février 2024

© 2024. This work is openly licensed via CC BY-NC-SA 4.0.



Table des matières

Avant-Propos	5
Introduction	6
Objectif	6
Matériel utilisé	7
1 Procédures d'étude et d'installation	8
1.1 Procédure de mesure des pièces	8
1.1.1 Outils	8
1.1.2 Mesure des dimensions de la pièce	8
1.1.3 Mesure des éclairages	8
1.2 Procédure d'étude photométrique	10
1.2.1 Création de l'espace	10
1.2.2 Simulation	10
1.3 Procédure de sécurité	11
1.3.1 Équipement de protection individuelle :	11
1.3.2 Mesures de sécurité	11
1.4 Procédure d'installation des dalles lumineuses	12
1.4.1 Préparation de la zone de travail	12
1.4.2 Installation des éclairages	12
1.4.3 Nettoyage et rangement	13
1.5 Procédure d'installation du détecteur de mouvements et de luminosité	14
1.5.1 Identification	14
1.5.2 Installation	14
1.5.3 Nettoyage et rangement	15
2 Installation des nouveaux systèmes d'éclairage	16
2.1 Bureau du chef de Département GEII	16
2.1.1 Étude préliminaire	16
2.1.2 Étude photométrique	16
2.1.3 Schémas de câblage : va-et-vient	18
2.1.4 Résultats	18
2.2 Bureau de la responsable des relations entreprises	20
2.2.1 Étude préliminaire	20

2.2.2	Étude photométrique	21
2.2.3	Schémas de câblage : va-et-vient	22
2.2.4	Résultats	22
2.3	Salle du personnel 215	23
2.3.1	Étude préliminaire	23
2.3.2	Étude photométrique	24
2.3.3	Schémas de câblage : détecteur de mouvements et de luminosité . .	25
2.3.4	Résultats	27
2.4	Salle 103	28
2.4.1	Étude préliminaire	28
2.4.2	Étude photométrique	29
2.4.3	Schémas de câblage : double interrupteur	30
2.4.4	Résultats	31
2.5	Salle 104	33
2.5.1	Étude préliminaire	33
2.5.2	Étude photométrique	34
2.5.3	Schémas de câblage : double interrupteur	35
2.5.4	Résultats	36
	Bilan	38

Avant-Propos

Dans le contexte géopolitique actuel, les universités enregistrent une hausse massive de leur facture d'énergie (notamment liée au chauffage). Afin de réduire leur consommation, un plan de sobriété énergétique est mis en place, indispensable dans une démarche ouverte vers le développement durable. Celui-ci est décliné en 3 axes :

- La production d'énergies renouvelables
- L'isolation et la rationalisation de l'ouverture des espaces
- La rénovation des équipements peu énergiquement efficaces

Nous nous intéressons aujourd'hui à la rénovation, et plus précisément à la rénovation des éclairages de l'IUT de l'Indre. "*Flécher la modernisation des installations d'éclairage, soit environ 20 % de ses consommations d'électricité, s'avère une des opérations les plus rentables, à très court terme, et durablement.*" (ADEME 2020). En effet, les éclairages actuels sont dotés d'une efficacité énergétique bien meilleure que ceux que l'on trouve dans la majorité des anciens bâtiments.



FIGURE 2 – Efficacité énergétique des éclairages au cours des années (ADEME 2020)

Notre mission est donc d'assurer l'installation de nouveaux éclairages ainsi que de capteurs de présence et de luminosité. Nous devons également nous assurer du respect des normes sur l'éclairage des bureaux, afin de favoriser les conditions de travail et la santé du personnel et des étudiants. Voici quelques exemples de prescriptions issus des applications traitées par la norme :

Type de zone ou d'activité	E_m	UGR	U_o	Exigences spécifiques
Réceptions ou accueils	300 lux	22	0.60	
Zones de travail ou bureau	500 lux	19	0.60	300 zone environnante
Sanitaires	200 lux	25	0.40	
Contrôle des couleurs	1000 lux	16	0.70	Indice couleurs min : 90

TABLE 1 – Exemples d'application de la norme NF EN 12464-1 - Éclairage intérieur des lieux de travail (ADEME 2020)

Cette situation d'apprentissage évaluée (SAÉ) sera l'opportunité pour nous d'exercer nos compétences d'installation et de vérification, dans l'optique de valoriser notre formation par la démarche portfolio.

Introduction

Objectif

L'objectif de ce projet est de réaliser la rénovation des éclairages dans les salles de l'IUT de l'Indre - Site de Châteauroux en réduisant significativement la consommation de l'énergie, dans le cadre du module **Smart Building**. L'opération devra être composée :

- De la fourniture et l'installation des panneaux montés sur des supports adaptés,
- De liaisons électriques depuis ces panneaux vers l'armoire électrique, puis la fourniture et l'installation d'un système intelligent en intégrant des capteurs de mouvement.

Les enjeux de notre projet s'articulent autour de plusieurs facteurs tels que les **économies d'énergie**, l'utilisation de technologies liées à la santé et les compétences liées à la conception technique des bâtiments.

- L'un des principaux enjeux des projets de rénovation est souvent lié à l'efficacité énergétique. L'optimisation des éclairages permettra l'utilisation de technologies plus économes en énergie pour réduire la consommation globale et les coûts associés.
- L'amélioration de l'éclairage doit également viser à améliorer le confort visuel des utilisateurs. Cela peut inclure la réduction de l'éblouissement, l'optimisation de la distribution de la lumière et la création d'une atmosphère agréable.
- Étant donné que notre projet est lié au Smart Building, les nouveaux éclairages peuvent être intégrés à des systèmes intelligents. Cela pourrait inclure par exemple des capteurs de mouvement.

L'établissement est situé au 2, Avenue François Mitterrand à Châteauroux, classé comme Établissement de deuxième catégorie recevant du Public et ayant une activité de type R (enseignement).



FIGURE 3 – IUT de l'Indre - Site de Châteauroux

Notre outil principal de modélisation sera le logiciel **DiaLUX**, spécialisé dans la simulation et la conception d'éclairages, offre une plateforme puissante pour visualiser et concevoir des projets lumineux. En se concentrant sur l'optimisation de l'éclairage des salles de l'IUT de l'Indre dans le contexte du module **Smart Building**, DiaLUX permettra une modélisation détaillée des installations lumineuses et également des respectives parties du bâtiment.

Matériel utilisé

Description du produit

Nous effectuerons le changement respectif de l'éclairage précédemment utilisé dans le bâtiment de l'IUT, qui appartient à la marque Philips TBS 133/M2, à une technologie de panneau lumineux de la marque Ledvance avec la référence PL COMP 600 V 33W 840 avec la référence à plusieurs avantages, sont-elles :

Avantages du produit

- Faible scintillement grâce à un ballast électronique spécial
- Économies d'énergie grâce à l'efficacité du système allant jusqu'à 110 lm/W
- External driver with an optional 3-pole through-wiring feature

Zones d'application

- Remplacement direct des luminaires avec lampes fluorescentes
- Bureaux, salles de conférence
- Zones d'accueil, couloirs, ascenseurs
- Convient aux systèmes encastrés avec une grille de dimensions 600 x 600 mm

Caractéristiques du produit

- Cadre en aluminium extrudé
- Diffuseur en polystyrène
- Durée de vie (L80 / B10) : jusqu'à 50 000 h (à 25 ° C)

Technique / Accessoires

- Accessoires pour plusieurs options de montage disponibles
- Câble de sécurité pour luminaire fourni
- Supports de sécurité préinstallés
- Ballast externe inclus
- Convient pour une utilisation avec une boîte de conversion d'urgence séparée

1 Procédures d'étude et d'installation

1.1 Procédure de mesure des pièces

1.1.1 Outils

Mètre déroulant :

- Dérouler le mètre
- Positionner le mètre contre la distance à mesurer
- Relever la valeur de la distance

Télémètre FLUKE 424D :

- Allumer le télémètre : bouton mesure
- Faire afficher le laser : bouton mesure
- Poser le télémètre sur la base de la distance à mesurer
- S'assurer que le laser soit visible et stable de l'autre côté de la distance à mesurer
- Mesurer la distance : bouton mesure
- Relever la dernière distance affichée le plus en bas sur l'écran
- Eteindre le télémètre une fois les mesures terminées : maintenir bouton Clear/Off

Luxmètre Colorimètre KONICA MINOLTA CL-200A :

- Dévisser le cache du capteur du luxmètre en faisant attention à ne pas le toucher
- Allumer le luxmètre : bouton latéral 0 $\Rightarrow$ 1
- Appuyer sur la touche mode jusqu'à obtenir les valeurs suivantes Ev x y
- Positionner le capteur à 1m du sol sous la source à mesurer
- Relever la valeur de la source sur Ev
- Éteindre le luxmètre une fois les mesures terminées : bouton latéral 1 $\Rightarrow$ 0
- Visser le cache du capteur du luxmètre

1.1.2 Mesure des dimensions de la pièce

- Relever les longueurs des murs et de la hauteur sous plafond à l'aide du télémètre
- Relever la position des éclairages au plafond à l'aide du télémètre : distance jusqu'au mur
- Relever la position et la taille des fenêtres et portes à l'aide du mètre
- Relever la position et la taille des meubles et obstacles volumineux à l'aide du mètre
- Réaliser un croquis papier de la pièce et écrire les cotes

1.1.3 Mesure des éclairages

- Relever la valeur des éclairages à l'aide du luxmètre avant la pose des dalles
- Relever la valeur des éclairages à l'aide du luxmètre après la pose des dalles
- Relever la valeur moyenne de l'éclairage naturel près des fenêtres à l'aide du luxmètre

- Réaliser un second croquis et écrire les valeurs des éclairages
- Relever les couleurs des murs, portes et meubles et obstacles volumineux

1.2 Procédure d'étude photométrique

1.2.1 Création de l'espace

- Ouvrir DIALux
- Créer un nouveau projet
- Créer une nouvelle pièce
- Rentrer les mesures de la pièce
- Ajouter portes et fenêtres
- Ajouter les luminaires
- Ajouter l'éclairage extérieur, choisir l'heure
- Définir la couleur des murs, sols et portes
- Ajouter les meubles

1.2.2 Simulation

- Édition/Démarrer le calcul
- Édition/Configurer les éditions
- Sélectionner Projet/Pièce :
 - Liste des luminaires
 - Luminaires (Plan d'implantation)
- Sélectionner Projet/Luminaire :
 - Fiche technique luminaire
- Sélectionner Projet/Pièce/Scènes d'éclairage/Décor lumineux :
 - Résumé
 - Résultat des calculs
 - Aperçu 3D
 - Rendu fausses couleurs
- Fichier/Aperçu
- Imprimer/Microsoft PDF/Enregistrer sous

1.3 Procédure de sécurité

1.3.1 Équipement de protection individuelle :

- **Gants isolants a doublé isolation (1000V)** : Les gants isolants sont faits de caoutchouc ou d'un autre matériau isolant et sont utilisés pour protéger les mains d'un travailleur contre les chocs électriques. Ces gants doivent être testés et certifiés périodiquement.
- **Casques isolants** : Les casques isolants sont utilisés pour protéger la tête du travailleur contre les chocs électriques. Ils sont équipés d'une visière contre les rayons ultraviolets, les projections et les arcs électriques et autres impacts. Ils sont faits de matériaux isolants et doivent être testés et certifiés périodiquement.
- **Sous-gants** : permettant l'hygiène entre les usagers. Outre l'utilisation d'équipements de protection individuelle et collective, il existe d'autres précautions importantes à prendre dans les environnements à risque électrique, telles que :
- **Protection individuelle** : Il ne faut pas porter d'accessoires tels que des montres ou des bijoux. Il faut aussi être couvert sur les bras pour être isolé au minimum contre le passage du courant.

1.3.2 Mesures de sécurité

1. **Coupez l'alimentation électrique** : Avant de commencer le remplacement, assurez-vous que l'alimentation électrique pour la lumière de la salle où se déroulent les travaux d'ordre électriques dans le tableau électrique est coupée pour éviter tout risque électrique.
2. **Laissez refroidir les ampoules** : Si les ampoules que vous remplacez ont été allumées récemment, laissez-les refroidir avant de les manipuler.
3. **Utilisez des équipements de protection individuelle (EPI)** : Portez des gants isolants et des lunettes de sécurité pour vous protéger contre d'éventuelles brisures de verre ou autres accidents.
4. **Vérification de la tension résiduelle** : Réalisez une procédure de Vérification d'Absence de Tension (V.A.T.) pour vérifier si la tension résiduelle est présente après avoir coupé l'alimentation. Cela ajoute une couche de sécurité supplémentaire pour s'assurer qu'aucune tension n'est présente avant de commencer le remplacement. La procédure s'effectue de la façon suivante :
 - Vérification du bon fonctionnement du V.A.T en utilisant la fonction autotest ;
 - Mesure de référence terre de toutes les bornes du composant ;
 - Mesure de chaque phase et le Neutre ;
 - Vérification immédiate du bon fonctionnement du V.A.T en utilisant la fonction autotest.
5. **Vérification des connexions électriques** : Avant de remettre l'alimentation électrique, assurez-vous que toutes les connexions électriques sont correctes et sécurisées.

1.4 Procédure d'installation des dalles lumineuses

1.4.1 Préparation de la zone de travail

- Préparer la zone de travail en décalant les meubles nécessaires
- Protéger le lieu et les différents meubles pour ne pas salir (bâcher)
- Installer l'échaffaudage et s'assurer qu'il soit stable
- Organiser le matériel et vérifier le fonctionnement des appareils
- Allumer les lumières de la salle de travaux
- Sectionner le circuit électrique de la salle depuis l'armoire électrique

1.4.2 Installation des éclairages

- Couper deux fils électriques pour la nouvelle dalle et dénuder les extrémités (rouge : phase, bleu : neutre)
- Insérer une extrémité de chaque fil dans l'alimentation de la dalle et l'autre dans un domino compatible au diamètre des fils électriques de la salle
- Remettre le cache du boîtier d'alimentation
- Installer le filain aux deux extrémités de la dalle
- Enlever délicatement une plaque de sous plafond pour accéder à l'installation électrique
- Installer temporairement une dalle d'éclairage dans le sous plafond afin de l'éclairer
- Repérer le système de câblage électrique (Eclairage unique, va et vient...)
- Détacher les chaînes de protection
- Descendre la dalle lumineuse à changer au niveau de l'échaffaudage
- Retirer la grille en saillie de la dalle, couper le fil en plastique (si présent) et retirer le fil de terre
- Retirer les néons de la dalle
- Retirer le cache de protection de l'alimentation de la dalle
- Effectuer la VAT
- Couper les fils électriques d'alimentations (pas trop courts afin de pouvoir dénuder)
- Dénuder les fils électriques d'alimentation de la salle
- Raccorder ces mêmes fils électriques aux dominos de la nouvelle dalle
- Installer la nouvelle dalle à l'emplacement de l'ancienne
- Détacher une extrémité du filain et le faire passer dans un maillon de la chaîne puis la rattacher (de manière à pouvoir le rattacher et qu'il puisse retenir la dalle en cas de chute de celle-ci)
- Retirer la dalle d'éclairage du sous plafond et descendre de l'échaffaudage
- Rallumer le disjoncteur de la salle et vérifier le fonctionnement de l'éclairage
- Remonter afin de remettre en place la plaque de sous plafond

1.4.3 Nettoyage et rangement

- Nettoyer le sol, l'échafaudage et les outils
- Regrouper les outils et les ranger dans leur lieu respectif
- Regrouper les déchets et les disposer dans un lieu approprié (atelier)
- Retirer les bâches
- Remettre les meubles et fournitures en place

1.5 Procédure d'installation du détecteur de mouvements et de luminosité

1.5.1 Identification

- Identifier le point d'installation du capteur :
 - Capable de détecter la luminosité actuelle
 - Vision d'ensemble sur la pièce
 - Au-dessus des zones assises
- Identifier le câblage au niveau des va-et-vient
- Sectionner le circuit électrique de la salle depuis l'armoire électrique
- Ouvrir la boîte de dérivation et identifier le câblage actuel

1.5.2 Installation

- Préparer la zone de travail en décalant les meubles nécessaires
- Protéger le lieu et les différents meubles pour ne pas salir (bâcher)
- Installer l'échafaudage et s'assurer qu'il soit stable
- Organiser le matériel et vérifier le fonctionnement des appareils
- Allumer les lumières de la salle de travaux
- Récupérer la plaque sur laquelle il faut installer le capteur
- Découper un trou circulaire de la taille adaptée au modèle du capteur
- Sectionner le circuit électrique de la salle depuis l'armoire électrique
- Décrocher les enjoliveurs de chaque interrupteur de la pièce
- Dévisser les interrupteurs
- Identifier l'interrupteur maître (reçoit la phase)
- Effectuer la VAT sur cet interrupteur
- Ouvrir la boîte de dérivation
- Effectuer la VAT sur la boîte de dérivation
- Identifier le contact en sortie des interrupteurs (esclave) alimentant les éclairages
- Relier ce contact à un des contacts NO du capteur
- Relier le second contact NO du capteur au contact L du capteur (déjà relié sur certains modèles)
- Relier le contact L du capteur à la phase alimentant l'ancien interrupteur maître
- Relier le contact N au neutre de la boîte de dérivation
- Possibilité d'ajouter un poussoir pour forcer l'éclairage entre le contact S du capteur et la phase du système d'éclairage
- Calibrer la luminosité ainsi que la sensibilité de détection
- Retirer la dalle d'éclairage du sous plafond et descendre de l'échafaudage
- Rallumer le disjoncteur de la salle et vérifier le fonctionnement de l'éclairage
- Remonter afin de remettre en place la plaque de faux plafond

1.5.3 Nettoyage et rangement

- Nettoyer le sol, l'échafaudage et les outils
- Regrouper les outils et les ranger dans leur lieu respectif
- Regrouper les déchets et les disposer dans un lieu approprié (atelier)
- Retirer les bâches
- Remettre les meubles et fournitures en place

2 Installation des nouveaux systèmes d'éclairage

2.1 Bureau du chef de Département GEII

2.1.1 Étude préliminaire

Introduction :

- Nom de la salle : Salle 109 – Bureau du Chef du Département GEII
- Emplacement : Premier étage, zone A&B 4E
- Orientation : Nord

Inventaire des Éclairages :

- Marque et modèle des éclairages existants : TBS 133/M2
- Nombre d'éclairages présents (2 au total)

Configuration Électrique Actuelle :

- Nombre d'interrupteurs : Deux interrupteurs au total
- Répartition des interrupteurs :
 1. Un interrupteur double allumage pour les lumières en va-et-vient

2.1.2 Étude photométrique

L'étude photométrique sous DIALux nous offre la possibilité de conduire une analyse théorique de l'intensité lumineuse en lux du bureau, en prenant en compte les caractéristiques de la pièce telles que ses dimensions, son orientation par rapport au soleil, la réflexion des murs et objets et le nombre de luminaires installés. Ensuite, il est nécessaire d'ajouter à la bibliothèque les luminaires existants dans la pièce, tels que les néons TBS 133/M2 18W X4, ainsi que ceux que nous envisageons d'installer, à savoir les LED PANEL COMPACT 600UGR<19 33W 840 U19.

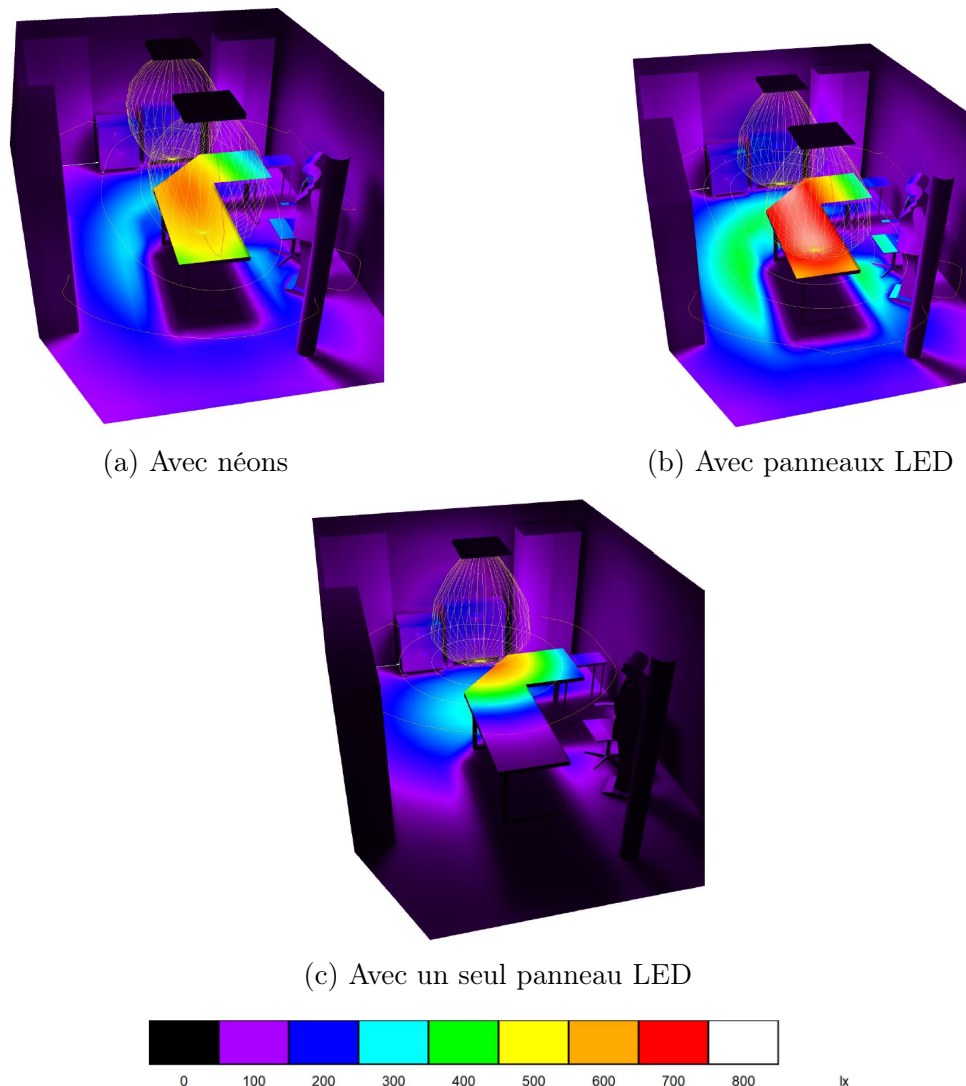


FIGURE 4 – Bureau de la responsable des relations entreprises - Rendu en fausses couleurs

Figure (a) : L'étude sur DIALux réalisée avec les deux luminaires néon de référence TBS 133/M2 18W X4 démontre le respect des normes d'intensité lumineuse. Cependant, il est opportun de considérer le remplacement de cette technologie par des luminaires à LED plus économes en énergie, afin d'optimiser la consommation. En effet, ces luminaires néon consomment 72W chacun, ce qui nous fait une consommation dans la salle de 144W.

Figure (b) : La simulation réalisée avec les panneaux LED PANEL COMPACT 600UGR<19 33W 840 U19 a permis de constater une réduction significative de la consommation d'énergie, passant de 122W à 66W (33W chacun). Cependant, il est important de noter qu'il y a eu une forte augmentation de l'intensité lumineuse dans la pièce, dépassant les normes établies de 500 lux sur le bureau et 300 lux autour du bureau.

Figure (c) : En retirant l'un des deux luminaires LED de la pièce, les normes d'intensité lumineuse sont désormais respectées, mais pour une seule partie de la pièce. Le choix d'en installer deux est donc celui le plus logique.

2.1.3 Schémas de câblage : va-et-vient

Afin de réaliser les travaux de rénovation, il est indispensable de repérer au préalable la stratégie de câblage de la salle et son type d'allumage. Le bureau du chef de Département GEII possède un interrupteur à chaque entrée. Il est possible d'allumer ou d'éteindre la lumière à partir de chaque interrupteur. Cela signifie que ce bureau possède un allumage en va-et-vient.

De plus, nous avons repéré l'armoire électrique où se trouve le disjoncteur permettant le sectionnement du circuit d'éclairage uniquement afin de pouvoir toujours utiliser les prises électriques durant les travaux.

- Le disjoncteur responsable de l'alimentation de circuit est un disjoncteur de 10A.
- Le disjoncteur différentiel assurant la protection des personnes est un disjoncteur 40A d'une sensibilité de 30mA.

Le schéma de câblage de la salle est donc le suivant :

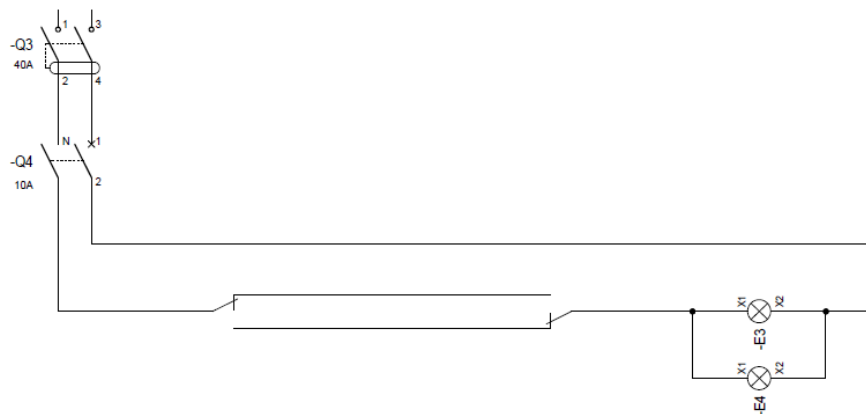


FIGURE 5 – Bureau du chef de Département de GEII - Schéma électrique

2.1.4 Résultats

Mesures avec les néons TBS 133/M2 18W X4

Avant d'installer un nouvel éclairage, nous avons préalablement effectué une étude photométrique dans le bureau en utilisant les luminaires existants. L'objectif de cette étude est de déterminer si le niveau d'éclairement de ce bureau est conforme aux normes, qui requièrent une luminosité de 500 lux à une hauteur de 1 mètre par rapport au sol. Pour ce faire, nous avons utilisé un Luxmètre Colorimètre KONICA MINOLTA CL-200A que nous avons positionné à 1 mètre du sol à différents emplacements de la pièce, notamment sous le luminaire, entre les deux luminaires où le bureau est situé, à l'emplacement de la chaise de bureau, et devant la fenêtre.

Les mesures révèlent les niveaux d'intensité lumineuse suivants dans la pièce :

Lieu de mesure	Intensité lumineuse	Unité
Sous le luminaire	600	[lx]
Sur le bureau	370	[lx]
Sur la chaise de bureau	250	[lx]
A côté de la fenêtre	229	[lx]

TABLE 2 – Tableau des relevés avec luminaires néons

Le constat est donc que les luminaires néon de référence TBS 133/M2 18W X4 ne parviennent pas à atteindre les normes d'intensité lumineuse en raison d'une intensité lumineuse jugée insuffisante. Nous allons donc les remplacer par des luminaires LED PANEL COMPACT 600UGR<19 33W 840 U19.

Mesures avec le luminaire LED PANEL COMPACT 600UGR<19 33W 840 U19

Après l'installation des deux luminaires LED PANEL COMPACT 600UGR<19 33W 840 U19 dans le bureau, nous avons procédé à de nouveaux tests photométriques aux mêmes emplacements que lors de la première évaluation.

Lieu de mesure	Intensité lumineuse	Unité
Sous le luminaire	1000	[lx]
Sur le bureau	820	[lx]
Sur la chaise de bureau	620	[lx]
A côté de la fenêtre	386	[lx]

TABLE 3 – Tableau des relevés avec luminaires LED

2.2 Bureau de la responsable des relations entreprises

2.2.1 Étude préliminaire

Introduction :

- Nom de la salle : Salle 109 - Bureau de la responsable des relations entreprises
- Emplacement : Premier étage, zone A&B 4E
- Orientation : Nord

Inventaire des Éclairages :

- Marque et modèle des éclairages existants : TBS 133/M2
- Nombre d'éclairages présents (2 au total)

Configuration Électrique Actuelle :

- Nombre d'interrupteurs : Un interrupteur au total
- Répartition des interrupteurs :
 1. Un interrupteur double allumage pour les lumières

2.2.2 Étude photométrique

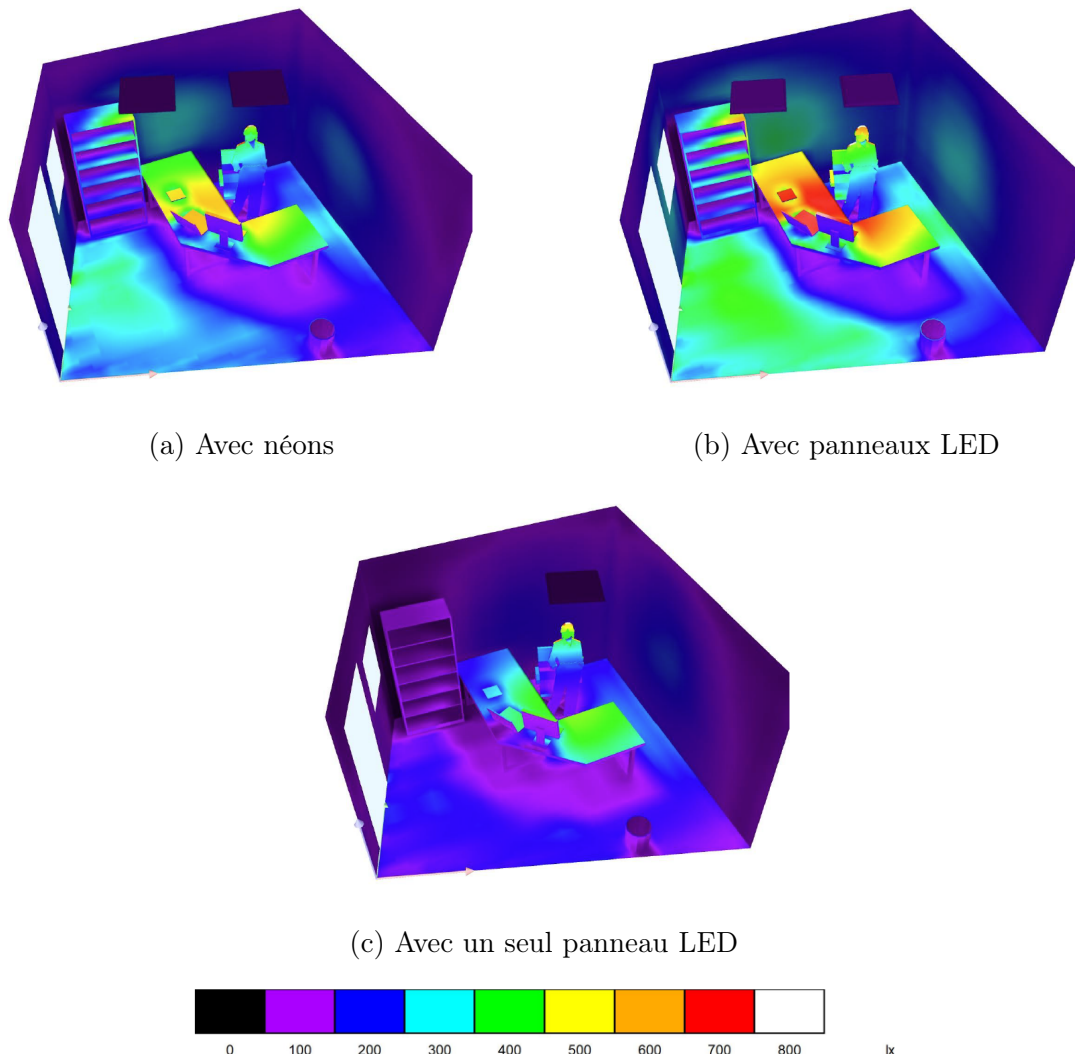


FIGURE 6 – Bureau de la responsable des relations entreprises - Rendu en fausses couleurs

Figure (a) : Le constat est donc que les luminaires néon de référence TBS 133/M2 18W X4 parviennent à atteindre les normes d'intensité lumineuse. Cependant, sachant que ces luminaires consomment 72W chacun, nous allons les remplacer par des luminaires LED PANEL COMPACT 600UGR<19 33W 840 U19.

Figure (b) : Ces panneaux LED consomment maintenant 2X moins que les anciens éclairages (33W contre 72W), cependant, nous remarquons qu'ils dépassent fortement les intensités lumineuses. Nous allons donc réduire le nombre de panneaux dans la pièce.

Figure (c) : Nous observons que ces panneaux respectent les normes d'intensité lumineuse pour un bureau (500 lux sur le bureau, 300 lux aux alentours).

2.2.3 Schémas de câblage : va-et-vient

Le bureau de la responsable des relations entreprises possède un interrupteur à chaque entrée. Il est possible d'allumer ou d'éteindre la lumière à partir de chaque interrupteur. Cela signifie que ce bureau possède un allumage en va-et-vient.

De plus, nous avons repéré l'armoire électrique où se trouve le disjoncteur permettant le sectionnement du circuit d'éclairage uniquement afin de pouvoir toujours utiliser les prises électriques durant les travaux.

- Le disjoncteur responsable de l'alimentation de circuit est un disjoncteur de 10A.
- Le disjoncteur différentiel assurant la protection des personnes est un disjoncteur 40A d'une sensibilité de 30mA.

Le schéma de câblage de la salle est donc le suivant :

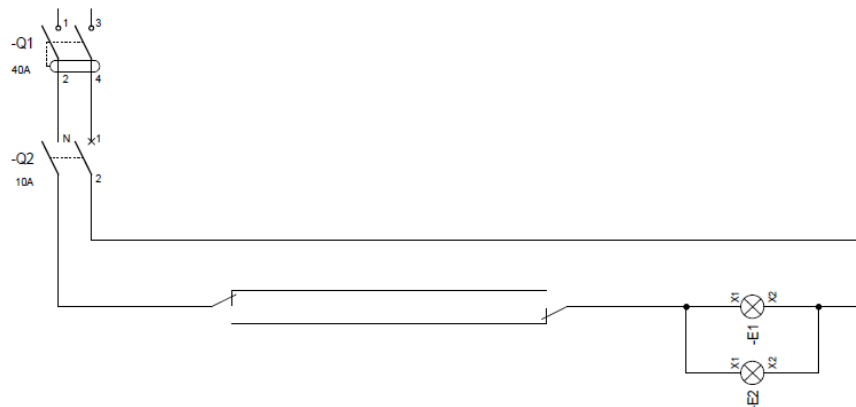


FIGURE 7 – Bureau de la responsable des relations entreprises - Schéma électrique

2.2.4 Résultats

L'étude photométrique de la salle sera effectuée à l'aide du luxmètre. Un premier relevé sera réalisé sur les deux zones de la pièce correspondant aux zones situées en dessous des 2 luminaires néons. Un autre test sera effectué une fois que les luminaires LED seront installés aux mêmes emplacements que lors du premier test, permettant ainsi la comparaison des valeurs et la certification que l'installation est conforme aux normes.

On se place à 1m du sol pour le luminaire de gauche, et sur le bureau pour le luminaire de droite. Les mesures révèlent les niveaux d'intensité lumineuse suivants dans la pièce :

Mesures avec les néons TBS 133/M2 18W X4

Lieu de mesure	Intensité lumineuse	Unité
Luminaire de gauche	700	[lx]
Luminaire de droite	580	[lx]

TABLE 4 – Tableau des relevés avec luminaires néons

Mesures avec les néons LED PANEL COMPACT 600UGR<19 33W 840 U19

Une fois l'installation réalisée, nous effectuons les nouveaux relevés :

Lieu de mesure	Intensité lumineuse	Unité
Luminaire de gauche	920	[lx]
Luminaire de droite	720	[lx]

TABLE 5 – Tableau des relevés avec luminaires LED

Une fois les mesures effectuées dans des conditions de luminosité élevée et avec les fenêtres ouvertes, nous constatons une intensité lumineuse très élevée sur les tables, atteignant plus de 400 lux dans toute la pièce avec les luminaires néons, et 650 lux dans toute la pièce avec les luminaires LED. Ceci est attribuable à l'exposition de la pièce qui possède une grande surface vitrée. Dans cette perspective, l'installation d'un capteur de présence réagissant en fonction du niveau de luminosité pourrait s'avérer bénéfique où l'éclairage artificiel peut devenir superflu lorsque la pièce est déjà bien éclairée par la lumière naturelle du soleil.

2.3 Salle du personnel 215

2.3.1 Étude préliminaire

Introduction :

- Nom de la salle : Salle 215 – Salle des Enseignants
- Emplacement : Premier étage, zone C 4D, au bout du couloir
- Orientation : Nord-Ouest

Inventaire des Éclairages :

- Marque et modèle des éclairages existants : TBS 133/M2
- Nombre d'éclairages présents (3 au total)

Configuration Électrique Actuelle :

- Nombre d'interrupteurs : Deux interrupteurs au total
- Répartition des interrupteurs :
 1. Un double interrupteur pour les lumières au-dessus du tableau d'étude et trois des six éclairages
 2. Un simple interrupteur d'allumage pour les trois autres éclairages

2.3.2 Étude photométrique

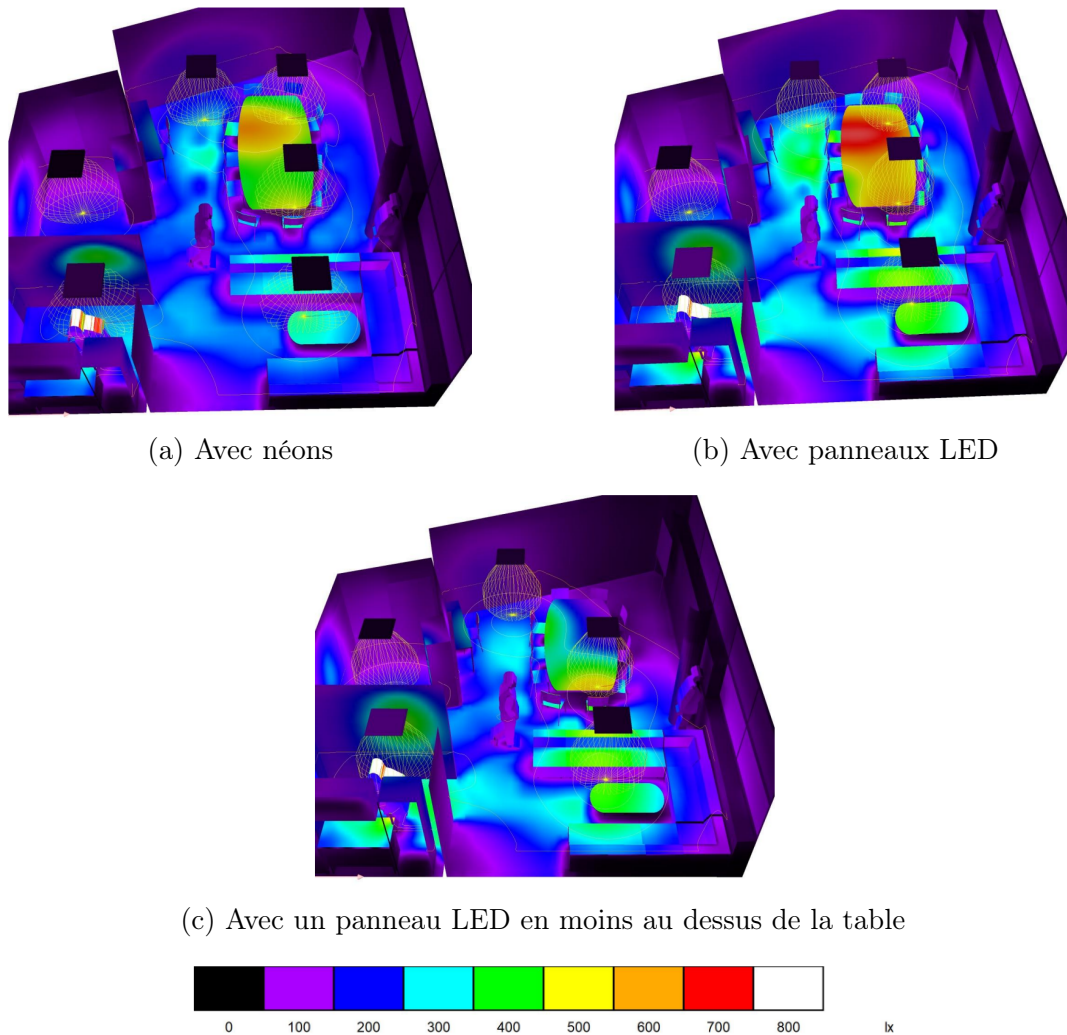


FIGURE 8 – Salle du personnel 215 - Rendu en fausses couleur

Figure (a) : L'étude sur DIALux réalisée avec les six luminaires néon de référence TBS 133/M2 18W X4 démontre le respect des normes d'intensité lumineuse de 500 lux sur le bureau et 300 lux autour. Cependant, il est opportun de considérer le remplacement de cette technologie par des luminaires à LED plus économes en énergie, afin d'optimiser la consommation. En effet, ces luminaires néon consomment 72W chacun, ce qui nous fait une consommation dans la salle de 360W.

Figure (b) : La simulation réalisée sur DIALux avec les six panneaux LED PANEL COMPACT 600UGR<19 33W 840 U19 a permis de constater une réduction significative de la consommation d'énergie, passant de 360W à 198W dans la salle. Cependant, il est important de noter qu'il y a eu une forte augmentation de l'intensité lumineuse dans la pièce, dépassant les normes établies de 500 lux sur la table et 300 lux autour. En effet, on est à plus de 700 lux sur la table et 400 autour.

Figure (c) : En retirant l'un des six luminaires LED de la pièce (au-dessus du bureau), les normes d'intensité lumineuse sont désormais respectées, sauf pour la partie

du bureau qui était éclairée par l'ancien luminaire. Le choix d'en installer six est donc le plus logique, à moins que l'on change la disposition des luminaires dans le cas où l'on garde 5 LED.

2.3.3 Schémas de câblage : détecteur de mouvements et de luminosité

La salle 215 du personnel de l'IUT possède deux interrupteurs, un à l'entrée de la cuisine et un à l'entrée de la deuxième porte. Il est possible d'allumer ou d'éteindre la lumière à partir de chaque interrupteur. Cela signifie que cette salle possède un allumage en va-et-vient.

De plus, nous avons repéré l'armoire électrique où se trouve le disjoncteur permettant le sectionnement du circuit d'éclairage uniquement afin de pouvoir toujours utiliser les prises électriques durant les travaux.

- Le disjoncteur responsable de l'alimentation de circuit est un disjoncteur de 10A.
- Le disjoncteur différentiel assurant la protection des personnes est un disjoncteur 40A d'une sensibilité de 30mA

Le schéma de câblage de la salle est donc le suivant :

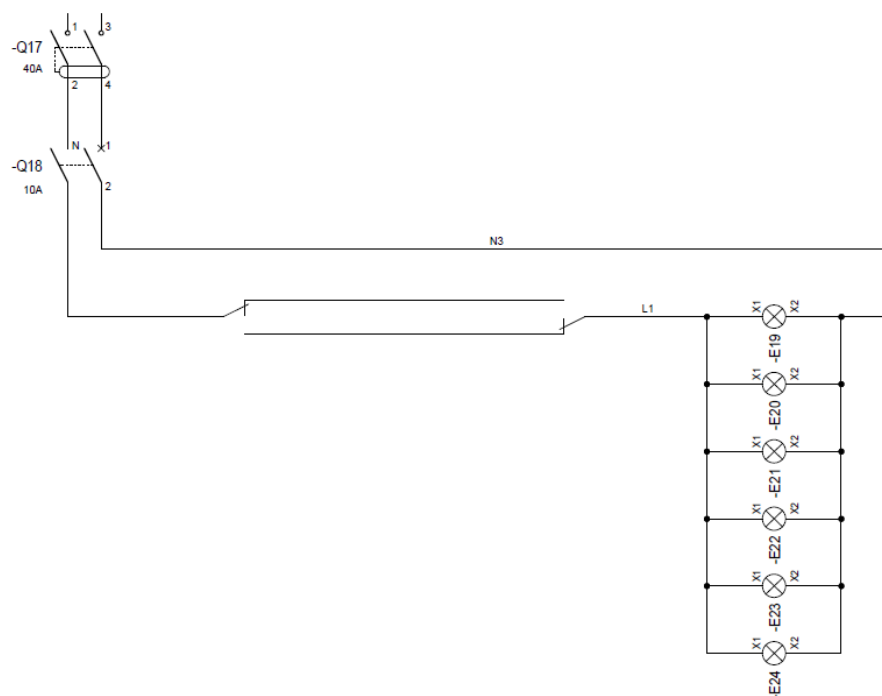


FIGURE 9 – Salle 215 - Schéma Électrique

Nous avons décidé d'installer un capteur de mouvement et de luminosité afin de limiter les oublis d'extinction des interrupteurs. Cela permettra de détecter l'intensité lumineuse actuelle dans la salle afin d'allumer ou non les luminaires. De plus, il permettra

également de détecter les mouvements des personnes se trouvant dans la salle pour assurer l'éclairage en présence de personnes.

Désormais, les deux interrupteurs sont condamnés afin de ne pas endommager le capteur.

Dans ce nouveau circuit, les interrupteurs sont donc remplacés par le capteur. En présence d'une personne ou en fonction du niveau d'intensité lumineuse, le contact NO se ferme afin d'allumer les lumières.

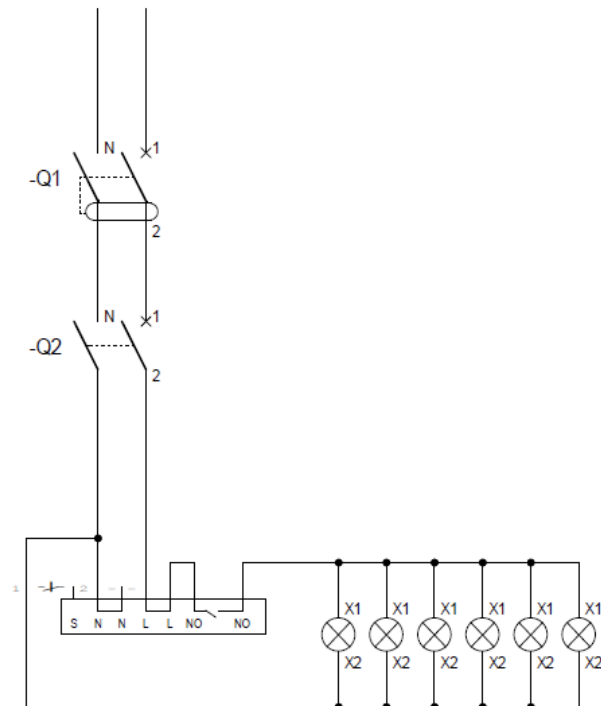


FIGURE 10 – Schéma de câblage du détecteur de mouvement et de luminosité

2.3.4 Résultats



FIGURE 11 – Petite pièce grise



FIGURE 12 – Cuisine



FIGURE 13 – Salle à manger et salon

Mesures avec les néons TBS 133/M2 18W X4

L'étude photométrique de la salle sera effectuée à l'aide du luxmètre. Un premier relevé sera réalisé sur les 6 zones de la pièce correspondant aux zones situées en dessous des 6 luminaires néons : dans la cuisine, au dessus des canapés, près du pilier, entre la table et le bureau, en haut à droite de la table et dans la petite pièce grise. Un autre test

sera effectué une fois que les luminaires LED seront installés aux mêmes emplacements que lors du premier test, permettant ainsi la comparaison des valeurs et la certification que l'installation est conforme aux normes.

On se place à 1m du sol, sauf pour le luminaire en haut à droite de la table où l'on se place sur la table. Les mesures révèlent les niveaux d'intensité lumineuse suivants dans la pièce :

Lieu de mesure	Intensité lumineuse	Unité
Cuisine	630	[lx]
Au dessus des canapés	900	[lx]
Près du pilier	560	[lx]
Entre la table et le bureau	575	[lx]
En haut à droite de la table	800	[lx]
Petite pièce grise	406	[lx]

TABLE 6 – Tableau des relevés avec luminaires néons

Mesures avec les néons LED PANEL COMPACT 600UGR<19 33W 840 U19

Une fois l'installation réalisée, nous effectuons les nouveaux relevés :

Lieu de mesure	Intensité lumineuse	Unité
Cuisine	830	[lx]
Au dessus des canapés	1500	[lx]
Près du pilier	900	[lx]
Entre la table et le bureau	650	[lx]
En haut à droite de la table	900	[lx]
Petite pièce grise	850	[lx]

TABLE 7 – Tableau des relevés avec luminaires LED

Une fois les mesures effectuées dans des conditions de luminosité élevée et avec les fenêtres ouvertes, nous constatons une intensité lumineuse très élevée sur les tables, atteignant plus de 400 lux dans toute la pièce avec les luminaires néons, et 650 lux dans toute la pièce avec les luminaires LED. Ceci est attribuable à l'exposition de la pièce qui possède une grande surface vitrée. Dans cette perspective, l'installation d'un capteur de présence réagissant en fonction du niveau de luminosité pourrait s'avérer bénéfique où l'éclairage artificiel peut devenir superflu lorsque la pièce est déjà bien éclairée par la lumière naturelle du soleil.

2.4 Salle 103

2.4.1 Étude préliminaire

Introduction :

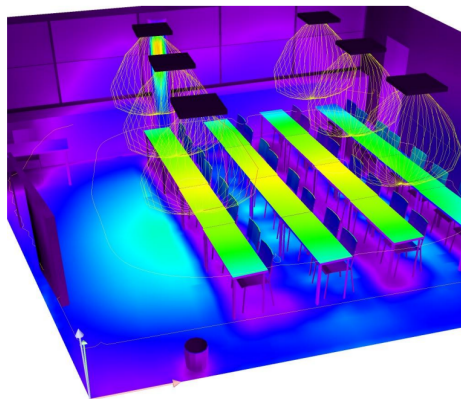
- Nom de la salle : Salle 103 du Département GEA
- Emplacement : Premier étage, zone C 4F, au bout du couloir du Département GEA (Gestion des Entreprises et Administration)
- Orientation : Sud

Inventaire des Éclairages :

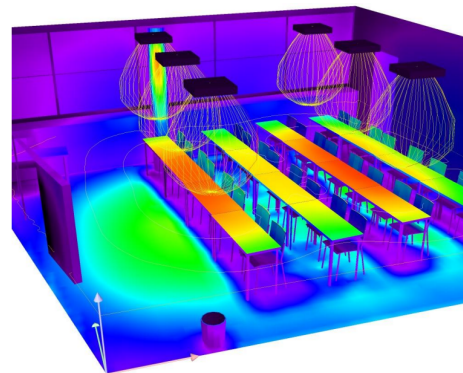
- Marque et modèle des éclairages existants : TBS 133/M2
- Nombre d'éclairages présents (6 au total)

Configuration Électrique Actuelle :

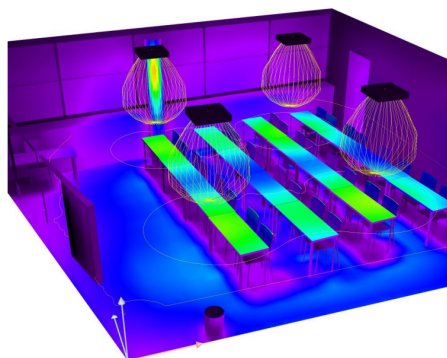
- Nombre d'interrupteurs : Deux interrupteurs au total
- Répartition des interrupteurs :
 1. Un double interrupteur pour les lumières au-dessus du tableau d'étude et trois des six éclairages
 2. Un simple interrupteur d'allumage pour les trois autres éclairages

2.4.2 Étude photométrique

(a) Avec néons



(b) Avec panneaux LED



(c) Avec deux panneaux LED en moins au milieu de la salle

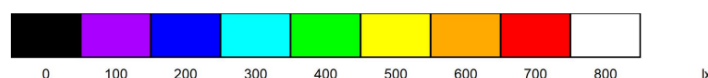


FIGURE 14 – Salle 103 GEA - Rendu en fausses couleur

Figure (a) : L'étude sur DIALux réalisée avec les six luminaires néon de référence TBS 133/M2 18W X4 démontre le respect des normes d'intensité lumineuse de 500 lux

sur le bureau et 300 lux autour. Cependant, il est opportun de considérer le remplacement de cette technologie par des luminaires à LED plus économes en énergie, afin d'optimiser la consommation. En effet, ces luminaires néon consomment 72W chacun, ce qui nous fait une consommation dans la salle de 360W.

Figure (b) : La simulation réalisée sur DIALux avec les six panneaux LED PANEL COMPACT 600UGR<19 33W 840 U19 a permis de constater une réduction significative de la consommation d'énergie, passant de 360W à 198W dans la salle. Cependant, il est important de noter qu'il y a eu une augmentation de l'intensité lumineuse dans la pièce, mais ne dépassant pas de beaucoup les normes établies de 500 lux sur la table et 300 lux autour. En effet, on est à 600 lux sur les tables placées en dessous des LED, et entre 300 et 400 lux autour.

Figure (c) : Le dernier test a été effectué sans les deux panneaux à LED du centre. Les tables situées sur les côtés gauche et droit de la pièce présentent une intensité lumineuse conforme aux normes. Cependant, les tables au centre affichent une intensité lumineuse de 200 lux, ce qui est considérablement bas. En conséquence, le choix d'opter pour 6 luminaires LED est la décision la plus judicieuse afin d'assurer une répartition équilibrée de l'éclairage dans la pièce tout en respectant les normes d'intensité lumineuse.

2.4.3 Schémas de câblage : double interrupteur

La Salle 103 de l'IUT possède deux interrupteurs, un interrupteur simple, un interrupteur double. L'interrupteur simple est responsable de l'allumage des luminaires du tableau. L'interrupteur double est responsable de l'allumage des six dalles lumineuses de la salle. Un interrupteur permet l'alimentation des luminaires 1, 5 et 3 tant dit que le deuxième est responsable des luminaires 3, 2 et 6.

De plus, nous avons repéré l'armoire électrique où se trouvent les disjoncteurs permettant le sectionnement du circuit d'éclairage uniquement afin de pouvoir toujours utiliser les prises électriques durant les travaux.

- Un premier disjoncteur de 10A permet de sectionner le circuit électrique de l'interrupteur simple.
- Un deuxième disjoncteur de 10A permet le sectionnement du circuit de l'interrupteur double.
- Le disjoncteur différentiel assurant la protection des personnes est un disjoncteur 40A d'une sensibilité de 30mA.

Le schéma de câblage de la salle est donc le suivant :

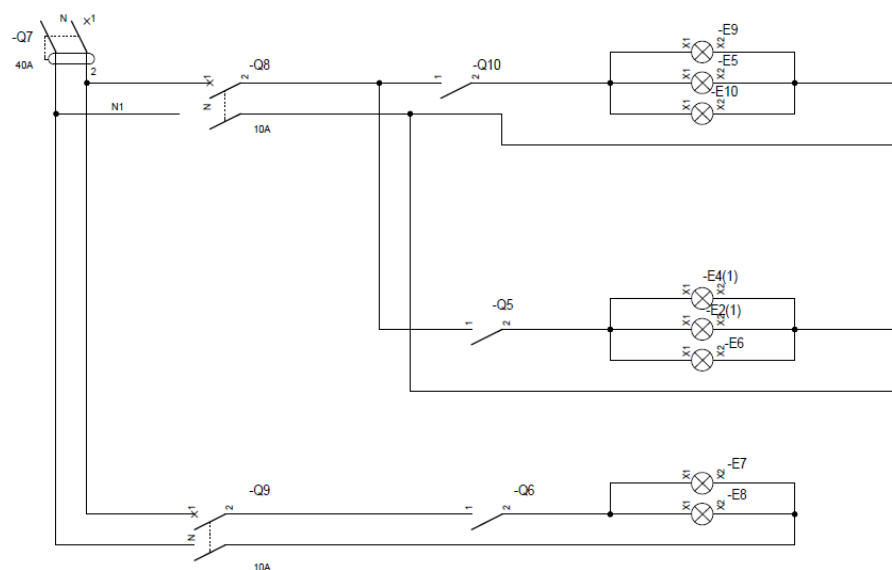


FIGURE 15 – Salle 103 - Schéma Électrique

2.4.4 Résultats



FIGURE 16 – Coin droit de la salle 103



FIGURE 17 – Coin gauche de la salle 103



FIGURE 18 – Coin droit de la salle 103

Mesures avec les néons TBS 133/M2 18W X4

L'étude photométrique de la salle sera effectuée à l'aide du luxmètre. Un premier relevé sera réalisé sur 6 zones de la pièce en se positionnant devant le tableau : au fond à droite, au fond au centre, au fond à gauche, devant à droite, devant, au centre et devant à gauche de la pièce, avec les luminaires néons. Un autre test sera effectué une fois que les luminaires LED seront installés aux mêmes emplacements que lors du premier test, permettant ainsi la comparaison des valeurs et la certification que l'installation est conforme aux normes.

Les mesures révèlent les niveaux d'intensité lumineuse suivants dans la pièce :

Lieu de mesure	Intensité lumineuse	Unité
Au fond à gauche	439	[lx]
Au fond au centre	410	[lx]
Au fond à droite	328	[lx]
Devant à gauche	305	[lx]
Devant au centre	354	[lx]
Devant à droite	320	[lx]

TABLE 8 – Tableau des relevés avec luminaires néons

Ces relevées permettent de constater que la luminosité sur les tables est en dessous des normes de 500lux donc il est intéressant de changer par une technologie LED pour augmenter l'intensité lumineuse de la pièce et réduire la consommation énergétique des luminaires.

Mesures avec les néons LED PANEL COMPACT 600UGR<19 33W 840 U19

Une fois l'installation réalisée, nous effectuons les nouveaux relevés :

Lieu de mesure	Intensité lumineuse	Unité
Au fond à gauche	864	[lx]
Au fond au centre	1004	[lx]
Au fond à droite	981	[lx]
Devant à gauche	975	[lx]
Devant, au centre	951	[lx]
Devant à droite	820	[lx]

TABLE 9 – Tableau des relevés avec luminaires LED

Une fois les mesures effectuées dans des conditions de luminosité élevée, avec les fenêtres ouvertes sous un ensoleillement direct, nous constatons une intensité lumineuse très élevée sur les tables, atteignant environ 1000 lux dans toute la pièce. Ceci est attribuable à l'exposition de la pièce qui fait face au sud et possède une grande surface vitrée. Dans cette perspective, l'installation d'un capteur de présence réagissant en fonction du niveau de luminosité pourrait s'avérer bénéfique où l'éclairage artificiel peut devenir superflu lorsque la pièce est déjà bien éclairée par la lumière naturelle du soleil.

2.5 Salle 104

2.5.1 Étude préliminaire

Introduction :

- Nom de la salle : Salle 104 du Département GEA
- Emplacement : Premier étage, zone C 4F, au bout du couloir du Département GEA (Gestion des Entreprises et Administration)
- Orientation : Sud-Ouest

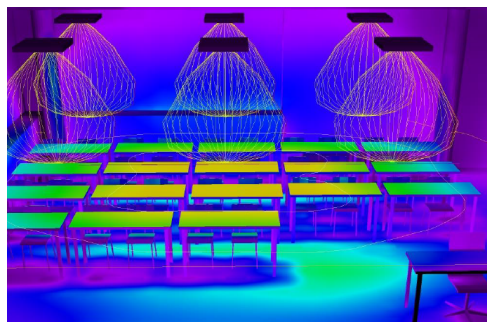
Inventaire des Éclairages :

- Marque et modèle des éclairages existants : TBS 133/M2
- Nombre d'éclairages présents (3 au total)

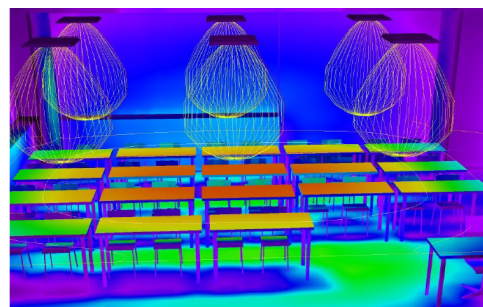
Configuration Électrique Actuelle :

- Nombre d'interrupteurs : Deux interrupteurs au total
- Répartition des interrupteurs :
 1. Un interrupteur de double allumage pour les lumières au-dessus du tableau d'étude et trois des six éclairages
 2. Un interrupteur de simple allumage pour les trois autres éclairages

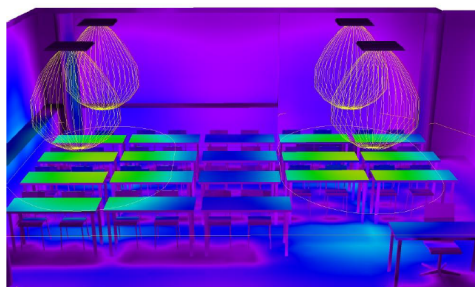
2.5.2 Étude photométrique



(a) Avec néons



(b) Avec panneaux LED



(c) Avec deux panneaux LED en moins au-dessus des tables



FIGURE 19 – Salle 104 département GEA - Rendu en fausses couleurs

Figure (a) : La simulation montre que les luminaires utilisant la technologie néon de référence TBS 133/M2 18W X4 parviennent à respecter les normes d'intensité lumineuse avec un éclairage de 500 lux sur les tables. Cependant, ces luminaires à néon consomment au total 366W. Nous envisageons de les remplacer par des luminaires LED PANEL COMPACT 600UGR<19 33W 840 U19 avec de réduire la consommation énergétique de la pièce. En effet, ces luminaires néon consomment 72W chacun, ce qui nous fait une consommation dans la salle de 360W.

Figure (b) : Les résultats avec le changement par 6 panneaux LED permettent de dire que l'intensité lumineuse sur les tables est entre 500 et 700 lux, ce qui fait dépasser la norme pour les tables au centre de la pièce, néanmoins la consommation globale de cette installation est de 198W avec la technologie LED PANEL COMPACT 600UGR<19 33W 840 U19 ce qui est une réduction de la consommation d'énergie importante.

Figure (c) : Le dernier test a été effectué sans les deux panneaux à LED du centre. Les tables situées sur les côtés gauche et droit de la pièce présentent une intensité lumineuse conforme aux normes. Cependant, les tables au centre affichent une intensité lumineuse de 200 lux, ce qui est considérablement bas. En conséquence, le choix d'opter pour 6 luminaires LED est la décision la plus judicieuse afin d'assurer une répartition équilibrée de l'éclairage dans la pièce tout en respectant les normes d'intensité lumineuse.

2.5.3 Schémas de câblage : double interrupteur

La Salle 104 de l'IUT possède deux interrupteurs, un interrupteur simple, un interrupteur double. L'interrupteur simple est responsable de l'allumage des luminaires du tableau. L'interrupteur double est responsable de l'allumage des six dalles lumineuses de la salle. Un interrupteur permet l'alimentation des luminaires 1, 2 et 3 tant dit que le deuxième est responsable des luminaires 4, 5 et 6.

De plus, nous avons repéré l'armoire électrique où se trouvent les disjoncteurs permettant le sectionnement du circuit d'éclairage uniquement afin de pouvoir toujours utiliser les prises électriques durant les travaux.

- Un premier disjoncteur de 10A permet de sectionner le circuit électrique de l'interrupteur simple.
- Un deuxième disjoncteur de 10A permet le sectionnement du circuit de l'interrupteur double.
- Le disjoncteur différentiel assurant la protection des personnes est un disjoncteur 40A d'une sensibilité de 30mA.

Le schéma de câblage de la salle est donc le suivant :

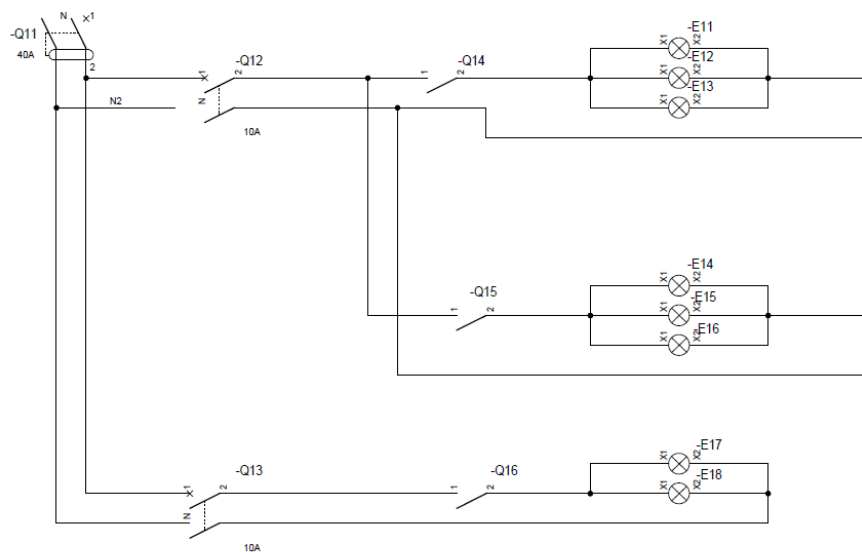


FIGURE 20 – Salle 104 - Schéma Électrique

2.5.4 Résultats



FIGURE 21 – Salle 104

Mesures avec les néons TBS 133/M2 18W X4

L'étude photométrique de la salle sera effectuée à l'aide du luxmètre. Un premier relevé sera réalisé sur 6 zones de la pièce en se positionnant devant le tableau : au fond à droite, au fond au centre, au fond à gauche, devant à droite, devant, au centre et devant à gauche de la pièce, avec les luminaires néons. Un autre test sera effectué une fois que les luminaires LED seront installés aux mêmes emplacements que lors du premier test, permettant ainsi la comparaison des valeurs et la certification que l'installation est conforme aux normes.

Les mesures révèlent les niveaux d'intensité lumineuse suivants dans la pièce :

Lieu de mesure	Intensité lumineuse	Unité
Au fond à gauche	296	[lx]
Au fond au centre	372	[lx]
Au fond à droite	340	[lx]
Devant à gauche	450	[lx]
Devant au centre	345	[lx]
Devant à droite	367	[lx]

TABLE 10 – Tableau des relevés avec luminaires néons

Ces relevées permettent de constater que la luminosité sur les tables est en dessous des normes de 500lux donc il est intéressant de changer par une technologie LED pour augmenter l'intensité lumineuse de la pièce et réduire la consommation énergétique des luminaires.

Mesures avec les néons LED PANEL COMPACT 600UGR<19 33W 840 U19

Une fois l'installation réalisée, nous effectuons les nouveaux relevés :

Lieu de mesure	Intensité lumineuse	Unité
Au fond à gauche	977	[lx]
Au fond au centre	980	[lx]
Au fond à droite	980	[lx]
Devant à gauche	963	[lx]
Devant, au centre	977	[lx]
Devant à droite	954	[lx]

TABLE 11 – Tableau des relevés avec luminaires LED

Une fois les mesures effectuées dans des conditions de luminosité élevée, avec les fenêtres ouvertes sous un ensoleillement direct, nous constatons une intensité lumineuse très élevée sur les tables, atteignant environ 1000 lux dans toute la pièce. Ceci est attribuable à l'exposition de la pièce qui fait face au sud et possède une grande surface vitrée. Dans cette perspective, l'installation d'un capteur de présence réagissant en fonction du niveau de luminosité pourrait s'avérer bénéfique où l'éclairage artificiel peut devenir superflu lorsque la pièce est déjà bien éclairée par la lumière naturelle du soleil.

Bilan

Dans un contexte où la réduction de la consommation énergétique est cruciale, chaque action compte. Ainsi, il est impératif d'évaluer attentivement les impacts des modifications apportées à notre infrastructure. Dans cette optique, l'analyse de la différence de consommation des luminaires révèle des résultats significatifs. Dans le cas présent, la **différence de consommation** d'un luminaire prend la valeur suivante :

$$\Delta P = 33W - 4 \times 18W = -39W \quad (1)$$

Cela veut dire que pour un changement de luminaire, nous réduisons la consommation de 39W, ce qui correspond à une **diminution de 54%** de la consommation. Nous avons changé un total de 22 luminaires. La puissance récupérée est alors de $22 \times (-\Delta P) = 858W$. De plus, nous ne prenons pas en compte l'utilisation des détecteurs de présence. On peut estimer la réduction totale de consommation à **1kW**, pour des travaux effectués sur deux bureaux et trois salles. Pour un établissement universitaire entier de l'ampleur du campus de La Source, la réduction de consommation serait colossale.



FIGURE 22 – Campus d'Orléans La Source - Vue aérienne

Calculons maintenant l'**amortissement** du prix des travaux. Prenons un prix d'environ 30€ par panneau LED. Pour un prix du kWh en tarif Bleu le 1^{er} février 2024 de 25,16€, on obtient le nombre d'heures suivant avant d'atteindre un amortissement complet de l'équipement.

$$\begin{aligned} 30\text{€} \times 22 &= 1kW \times 25.16\text{€} \cdot kWh^{-1} \times n_{heures} \\ n_{heures} &= 30 \times 22 / 25.16 = 26h \end{aligned} \quad (2)$$

L'investissement est amorti au bout de **26h d'utilisation équivalente**. Le changement des luminaires est donc très profitable et facilement amortissable. Cela est d'autant plus vrai lorsque les équipements sont anciens et que la surface des bâtiments rénovables est élevée. La majorité des bâtiments **publics** sont dans cette situation, il est donc très important de prioriser la rénovation des luminaires comme action de diminution de la consommation énergétique des bâtiments publics.

Bibliographie

- [Ade20] ADEME. *Guide Ademe Rénovation de l'éclairage des bâtiments tertiaires*. Rapp. tech. 2020. URL : <https://www.syndicat-eclairage.com/wp-content/uploads/2020/09/SyndEclairage-Renover-eclairage-tertiaire-Guide-Ademe.pdf>.
- [Uni22] UNIVERSITÉ D'ORLÉANS. *Projet plan de sobriété énergétique*. Rapp. tech. 2022. URL : <https://www.univ-orleans.fr/upload/public/2023-01/Plan%20de%20sobri%C3%A9t%C3%A9%20%C3%A9nerg%C3%A9tique%20vot%C3%A9%20au%20CA%20du%2009.12.22.pdf>.