

Gestion des ressources électriques chez Fablab Coh@bit

RAPPORT DE STAGE
Camille VIARGUES - Sidonie DELMOULY

BUT Hygiène, Sécurité et Environnement
Année 2022-2023

Tuteur professionnel : M. BONNEMAISON
Enseignant référent : M. ALLIGAND

Gestion des ressources électriques chez Fablab Coh@bit

RAPPORT DE STAGE
Camille VIARGUES - Sidonie DELMOULY

BUT Hygiène, Sécurité et Environnement
Année 2022-2023

Tuteur professionnel : M. BONNEMAISON
Enseignant référent : M. ALLIGAND

Remerciements

Nous tenons à remercier notre Tuteur M. BONNEMAISON pour nous avoir accompagné tout au long de notre projet. Il a pu nous fournir les éléments essentiels à la bonne réalisation de notre projet ainsi que le matériel adapté pour nos analyses. De plus, il nous a fait part de ses connaissances et de son expérience afin de nous permettre d'avancer avec le moins d'obstacles et contraintes possibles. Nous remercions enfin son accueil et son suivi qui a favorisé notre intégration au sein de l'entreprise Fablab.

Aussi, il est indispensable d'adresser des remerciements envers M. ALLIGAND, notre tuteur de stage qui nous a permis d'aborder, avancer, conduire et organiser notre mission en nous donnant les informations de méthodologies clés. Aussi, il a pu nous fournir des éléments de corrections hebdomadaires qui nous ont fait évoluer durant notre projet. Son soutien et sa présence pour tout questionnement ou problèmes que nous avons pu rencontrer nous a été bénéfique.

Nous souhaitons finir par remercier Mme PIERRE qui, sans elle, ce stage n'aurait pas été possible. En effet, c'est grâce à son aide que nous avons pu intégrer l'équipe de Fablab pour une durée de 2 semaines.

Résumé et 5 mots-clés

Les activités du Fablab font appel à l'utilisation de nombreuses machines de fabrication numérique dont la demande en énergie peut varier entre chacune d'entre elles. Toutes sont mises à disposition d'un large public afin de lui garantir une liberté de création et d'invention par l'utilisation de procédés **technologiques**. Le public privilégie alors ce mode de création face à l'achat essentiel habituel sans forcément connaître l'impact sur l'**environnement** de leur invention. Cette mise à disposition, assez libre, installe donc un temps d'utilisation non fixé pour chaque machine ce qui impacte la **consommation** électrique de tout le Fablab. Chaque machine va consommer une quantité d'**électricité** durant une période de temps qui peut changer selon le type d'activité effectué sur la machine. Il est alors nécessaire de mettre en place une étude de consommation d'énergie pour chaque machine pour déterminer par la suite leur impact sur l'environnement. C'est alors, par l'utilisation d'appareil de mesure tel que le « Voltcraft Energy 4000 », que nous calculerons l'énergie émise des activités technologiques. Cette approche, combinée à des observations du type d'activité manuelle réalisée durant une période de temps, nous amènera vers des interprétations propres à chaque appareil.

Cependant, ces résultats ne seront que des données afin de compléter les valeurs énergétiques relevées pour l'éclairage et l'informatique de tout le bâtiment. La consommation électrique relève donc de plusieurs facteurs qu'il faudra prendre en compte pour notre objectif de gestion. Dans la continuité de notre mission de gestion, nous favorisons la **sensibilisation** du public au sein du Fablab afin d'agir directement sur l'attitude d'utilisation des appareils.

Environnement - Consommation - Sensibilisation – Électricité - Technologie

Abstract and 5 Keywords

Fablab's activities involve the use of many digital machines whose energy consumption can change between them. All are adapted to a wide audience in order to guarantee the freedom of creation and invention through the use of **technological** processes. The public prefers this mode of creation over the usual essential purchase without necessarily knowing the environmental impact of their invention. This release, quite free, therefore installs a time of use not fixed for each machine which impacts the power **consumption** of all Fablab. Each machine will consume an amount of electricity over a period of time that may change depending on the type of activity performed on the machine. It is then necessary to set up an energy consumption study for each machine to determine subsequently their impact on the **environment**. It is then, through the use of measuring devices such as the «Voltcraft Energy 4000», that we calculate the energy emitted from technological activities. This approach, combined with observations of the type of manual activity performed over a period of time, will lead us to interpretations specific to each device.

However, these results will only be data in order to complete the energy values recorded for lighting and computing of the entire building. **Electricity** consumption is therefore one of several factors that must be considered for our management objective. As a continuation of our management mission, we promote public **awareness** within the Fablab in order to act directly on the attitude on using the devices.

Environment – Consumption – Awareness – Electricity - Technology

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
I. Contexte de la mission	3
A. Présentation de la structure d'accueil	3
1. L'organigramme de l'équipe	3
2. Les missions	4
B. Cadre juridique	4
C. Analyse de la demande	7
II. Le déroulement de la mission	9
A. Les méthodologies	9
1. Grandeurs physiques relatives à la consommation l'électrique et les appareils de mesure	9
2. La démarche pour déterminer la consommation électrique	11
3. La démarche pour mettre en place une campagne de prévention	13
4. L'organisation	13
B. Résultats et analyses.....	17
1. Présentation des résultats.....	17
2. Solutions envisagées	23
CONCLUSION	28
TABLE DES ILLUSTRATIONS	29
BIBLIOGRAPHIE	30
ANNEXES	32

INTRODUCTION

Au sein de notre deuxième année de BUT Hygiène, Sécurité et Environnement, nous avons un stage obligatoire d'une durée de deux semaines dans le cadre des EMP (Etude en Milieu Professionnel). Ce projet a pour objectif de nous préparer à agir comme de vrais professionnels en entreprise et de nous plonger dans une situation de travail concrète. Cette première expérience nous permettra d'avoir une première approche dans le monde professionnel et à mieux appréhender notre stage que nous aurons durant le semestre 4 de notre formation pour une durée de 10 semaines. Parmi une multitude de missions qui nous ont été proposées, notre choix s'est porté en priorité sur l'entreprise Fablab Coh@bit.

Effectivement, cette association est un espace collaboratif de fabrication numérique qui met à disposition une variété de machines. Son fonctionnement est simple, les personnes qui souhaitent développer des projets technologiques innovants peuvent s'inscrire afin d'être formés et d'utiliser librement l'ensemble des appareils mis à disposition. La philosophie de l'entreprise repose sur un mode de fonctionnement bien précis : le « Do It Yourself » poussant les consommateurs vers un mode de vie "éco-responsable". Ce mode de fonctionnement n'est pas nouveau puisqu'aujourd'hui nous pouvons recenser près de 3000 Fablabs dans le monde et 380 en France. Le marché ne cesse d'augmenter car les Fablabs qui étaient jusque-là réservés au monde de l'industrie, se développent peu à peu en rendant le site accessible au grand public.

À propos de notre projet professionnel, celui-ci se trouve dans la continuité du mouvement de l'entreprise puisqu'il suit une démarche environnementale. En effet, nous avons pour mission de mesurer l'empreinte écologique de l'entreprise en faisant l'inventaire des appareils électriques pour déterminer la consommation énergétique générale de l'entreprise. Nous savons que la consommation énergétique joue sur les émissions mondiales de CO₂ et donc sur l'impact de l'Homme sur la planète. Notre étude s'est donc principalement portée sur les ressources électriques du Fablab et leurs conséquences environnementales. L'objectif final est de pouvoir mettre en place une campagne de prévention pour sensibiliser les utilisateurs au coût et à l'empreinte environnementale que demande leur travail. Afin de mener à bien notre projet, nous avons été accompagnés de M. BONNEMAISON qui est notre tuteur de stage et Fab Manager de l'entreprise. Sa présence nous a permis de mieux comprendre le fonctionnement des machines spécifiques de fabrication et de conception ainsi que l'utilisation des appareils de mesure. De plus, il a pu affiner notre travail en nous guidant chaque semaine sur l'avancée et en nous montrant

explicitement ses attentes.

Le lien entre ce stage et notre formation repose principalement sur l'aspect environnemental que nous avons étudié tout au long de notre formation. Pour ce faire, nous avons utilisé les normes concernant le management environnemental : ISO 14 001 et ISO 50 001. Nous pouvons également mettre en application nos connaissances techniques et scientifiques que l'on a acquises grâce aux matières telles que : la physique et les mathématiques. Enfin, les cours de communications nous ont aidé à finaliser notre travail en mettant en place une opération de prévention au sein de l'entreprise.

Afin de répondre aux attentes, nous nous sommes fixés des objectifs précis à atteindre en instaurant un rétro planning. De plus, nous avons sollicité notre tuteur enseignant ainsi que le service technique de l'IUT pour répondre à nos interrogations.

Enfin, notre rapport se décompose en différentes parties. En premier plan, nous allons vous présenter en détail l'entreprise, les membres présents ainsi que son cadre juridique. En second plan, nous expliquerons et reformulerons la demande afin de mettre en relief de façon explicite nos différentes missions. Les mesures seront décrites et exploitées dans un troisième temps. Enfin, nous finirons par aborder notre action de prévention afin de sensibiliser le public de l'entreprise.

I. Contexte de la mission

A. Présentation de la structure d'accueil

L'entreprise Fablab Cohabit est un établissement public présent sur le site de l'IUT de Bordeaux sur le campus de Gradignan. Son objectif étant de mettre la technologie à la portée de tous. En effet, l'entreprise est composée d'une diversité de machines de fabrication numériques (passant de la découpe laser à la machine 3D) qu'elle met à la disposition de ses utilisateurs. Désormais, il existe près de 3000 Fablabs dans le monde et plus de 150 projets collaboratifs sont en cours. Son fonctionnement est simple, il suffit de s'inscrire. Chaque usager pourra par la suite être formé et utiliser les appareils de fabrication numérique librement sous réservation. Sa philosophie étant de sensibiliser les utilisateurs sur des énergies alternatives et non polluantes, élargir les compétences et aller jusqu'à développer l'entrepreneuriat. Bien qu'ils reçoivent une majorité de particuliers et d'étudiants, la structure a travaillé avec plusieurs entreprises telles que : la Mairie de Talence, Fondation Orange, la Mission Locale de Bordeaux, les laboratoires de recherche de l'Université de Bordeaux, Solvay, l'INRAE, l'entrepreneuriat...

Concernant le nombre de salariés, le site Fablab de Gradignan est composé d'une petite équipe : deux salariés principaux (le reste étant des bénévoles et stagiaires).

1. L'organigramme de l'équipe

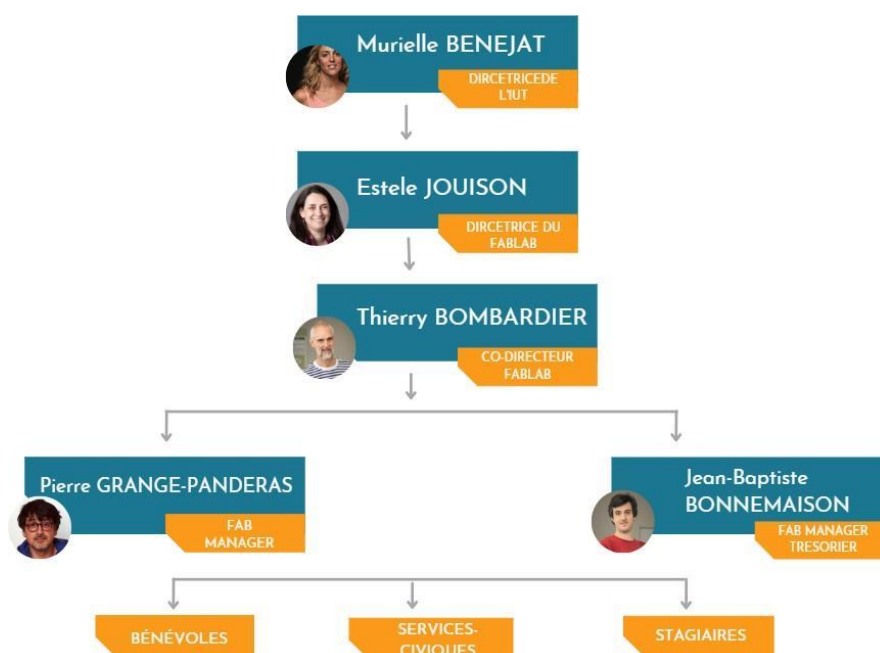


Figure 1 : Organigramme de l'entreprise

2. Les missions

Les missions du Fablab sont très diverses. Effectivement, l'entreprise propose des formations afin de pouvoir utiliser des machines de fabrication numérique (voir tableau). De plus, elle permet d'accompagner les personnes sur l'élaboration de cahier des charges et pour la conception de certains prototypes. De nombreux appareils et outils (des perceuses, des visseuses...) sont mis à disposition des utilisateurs. Néanmoins, il faut prendre en compte le fait que l'entreprise n'a pas la vocation de produire en grande quantité mais privilégie la création et l'artisanat. De plus, son objectif est le prototypage, la production et le partage de connaissance.

B. Cadre juridique

Concernant le cadre juridique, l'entreprise Fablab Cohabit, fiscalement reconnue sous le nom de Creative House, est une association de type loi 1901. D'après l'article 1 de la loi 1901, une association est définie comme : "la convention par laquelle deux ou plusieurs personnes mettent en commun, d'une façon permanente, leurs connaissances ou leurs activités dans un but autre que de partager des bénéfices. Elle est régie, quant à sa validité, par les principes généraux du droit applicables aux contrats et obligations". Effectivement, cette association est rattachée à l'IUT de Bordeaux et est à but non lucratif.

Néanmoins, afin de maintenir l'activité de celle-ci, il est important de respecter des étapes fondamentales. Premièrement, l'association doit être déclarée en préfecture afin de pouvoir officialiser son ouverture dans le journal. Ici la préfecture concernée est celle de Gradignan et la lettre de création de l'association doit contenir des informations précises telles que : le nombre, l'adresse, l'objet, l'état civil des personnes et une demande d'insertion au journal. Après la déclaration, l'association est inscrite au répertoire des associations et dispose du numéro d'immatriculation RNA. Désormais, elle devient une personne morale pouvant accueillir des salariés, des bénévoles, des financements...

Pour ce qui est de l'organisation de l'association, elle est dirigée par différents membres occupant des fonctions bien précises. Dans notre cas, nous avons un président, un trésorier et un secrétaire.

Quant au financement, celui-ci est un peu particulier. En effet, le Fablab réussit à fonctionner grâce à des cotisations des membres, des dons à chaque nouvel adhérent lors de l'inscription, des subventions, la prestation, vente de matériaux et d'outils ainsi que des fondations.

Par ailleurs, le Fablab est rattaché à l'Université de Bordeaux qui depuis le 3 octobre 2022 met en

place un plan de sobriété énergétique. Son objectif étant de réduire la consommation énergétique tout en maintenant les activités déjà présentes sur le site. Par conséquent, le président de l'université exige certaines mesures à mettre en place dans le Fablab comme :

- Suppression des eaux chaudes sanitaires hors douche
- Retrait des chauffages électriques d'appoint au profit d'une régulation collective
- Réorganisation des réfrigérateurs domestiques
- Réduction du chauffage la nuit, le week-end (dès vendredi midi) et lors des congés universitaires
- Planification des horaires de chauffage en fonction des outils de réservation de salles
- Température de consigne à 19°C
- Démarrage du chauffage au retour des congés de la Toussaint (le 7 novembre)
- Arrêt des climatisations de confort
- Création de « réduits de chauffage » lors des congés universitaires ou le week-end
- En lien direct avec RTE, une série d'actions pour consommer régulièrement et au meilleur moment et mettre en œuvre des moyens de sauvegarde en cas de coupure.

Le plan de sobriété énergétique est une des stratégies clés de l'Accord de Paris sur le climat 2015. Cet accord vise à limiter la hausse de la température mondiale à moins de 2 degrés Celsius et réduire les émissions de gaz à effet de serre à zéro d'ici 2050. Pour ce faire, il est nécessaire de développer les technologies économes en énergie ainsi que d'encourager l'utilisation de sources d'énergies renouvelables. Cette stratégie vise alors à réduire la consommation énergétique en vue de lutter contre le changement climatique, qui est une des préoccupations principales de l'Accord de Paris.

Concernant notre étude, nous allons nous appuyer sur un cadre normatif précis. Effectivement, les normes que nous allons utiliser sont : l'ISO 14 001 et l'ISO 50 001. La première étant une aide pour mener à bien une campagne de prévention. Dans notre cas, nous avons choisi de mener notre campagne en s'appuyant sur des affiches explicites. D'après la norme ISO 14 001, ces affiches doivent respecter des critères importants tels que :

- L'affiche doit être transparente, c'est-à-dire que l'organisme doit être ouvert sur l'origine des informations rapportées
- L'affiche doit être appropriée, de sorte que les informations répondent aux besoins des parties intéressées pertinentes, en permettant leur participation

- Elle doit être de bonne foi et n'induit pas en erreur les personnes qui s'appuient sur les informations rapportées
- Son contenu doit être factuelle, exacte et fiable
- Elle ne doit pas exclure les informations pertinentes
- Sa compréhension est indispensable pour les parties intéressées

D'autre part, la norme ISO 50 001 nous permet de mettre du sens dans nos mesures. Effectivement son rôle est d'accompagner les entreprises dans leur réduction dans leur consommation énergétique en participant à la diminution de celle-ci. Les exigences demandées sont :

- Mettre en place une politique d'utilisation efficace de l'énergie
- Mettre en œuvre des objectifs
- Mettre à disposition des données pour comprendre les problèmes consommation énergétique
- Mesurer les résultats
- Prendre des décisions et mettre en place des solutions
- Examiner l'efficacité de la politique
- L'amélioration en continue du management

C. Analyse de la demande

Malgré ce que l'on pourrait croire, fabriquer soit même son produit ne veut pas forcément dire que l'empreinte environnementale sera moins conséquente. En effet, la fabrication de certains prototypes peut être soumise à des contraintes plus élevées (le coût, le temps, la consommation énergétique) que lorsque le produit est industrialisé. Une entreprise produisant à la chaîne en grande quantité n'aura pas les mêmes exigences d'un particulier qui conçoit son projet sur une imprimante 3D pendant qui fonctionne pendant plusieurs heures.

Par conséquent, l'entreprise Fablab Cohabit nous a accueilli au sein de leur structure pendant une durée de deux semaines pour répondre à une mission bien précise dont la problématique est :

Quelle est la consommation électrique de l'entreprise et quelles mesures pouvons-nous mettre en place pour la réduire ?

Après avoir fait l'inventaire des différents appareils électriques et d'en déterminer leur consommation, nous pourrons démontrer l'impact économique et l'impact environnemental concernant leur utilisation. D'une part, nous mettrons en évidence le coût global pour alimenter l'association et pour concevoir un produit. En effet, cela permettra de savoir s'il est plus rentable de créer son produit à l'atelier ou bien de l'acheter en magasin.

D'autre part, cette étude nous servira à avoir un regard critique sur la consommation et de déterminer l'impact possible sur l'environnement. L'empreinte écologique est alors essentielle car elle constitue un véritable enjeu. L'évolution technologique connue de nos jours, reste un poids pour l'environnement. Les appareils électriques sont d'importants consommateurs d'électricité et leur surexploitation peut rapidement devenir néfaste pour l'environnement. En effet, une importante consommation énergétique entraîne une augmentation des émissions de gaz à effets de serre. D'après le Commissariat général au développement durable, ce constat est validé et reconnaît bien le fait qu'il existe un lien réel entre les deux. Le sujet de gestion électrique au sein du Fablab devient alors essentiel dû à la grande quantité d'appareils technologiques utilisés.

Pour illustrer et utiliser nos résultats, nous allons nous appuyer sur la norme ISO 50 001 qui permet d'accompagner les entreprises à utiliser efficacement leur énergie en leur fournissant une ligne directrice de conduite.

En tant que futur préventeur HSE, notre rôle sera également de sensibiliser et d'enseigner le public et les différents membres de l'entreprise des conséquences possibles suite à l'utilisation

excessive de certains appareils. Afin de montrer aux utilisateurs l'impact environnemental et l'impact économique de leur création, nous utiliserons des moyens compétents et ludiques pour atteindre un large public. Notre but étant alors de mettre en place une campagne de prévention efficace.

Tout d'abord, nous souhaitons intégrer la dimension environnementale dans la formation des appareils numériques en abordant la consommation et le coût d'utilisation. Savoir utiliser ces technologies, c'est primordialement réduire au maximum leur consommation tout en les utilisant efficacement. Aussi, il est pertinent de mettre à disposition des affiches à proximité de chaque système technologique pour estimer le coût de la création d'un projet. Le choix d'animer une campagne de prévention à l'aide d'affiches est un choix stratégique. Effectivement, il nous semble plus pertinent que la mise en place de sondage où peu de personnes prennent le temps d'y répondre ou l'impression de flyers qui se perdent facilement. L'affiche reste en permanence à la vue de tous et même les personnes pas intéressées par le sujet sont amenées à les observer.

Prévenir c'est éviter la surconsommation et les dépenses inutiles. Par conséquent, nous allons nous appuyer sur la norme ISO 14 001 relative à l'élaboration, la mise en œuvre, la mise à jour et l'évaluation d'un système de management environnemental. Cette norme illustre les consignes claires à respecter pour une prévention efficace.

D'autre part, avec le réchauffement climatique et les événements sociaux politiques récents, le sujet de la sobriété énergétique fait débat. Depuis octobre 2022, le gouvernement a mis en place "un plan de sobriété énergétique" dont l'objectif premier est de baisser de 10% notre consommation d'ici 2024. En effet, le coût de consommation pour les entreprises est réglementé et augmente avec les années. En décembre 2022, le tarif du KWh était de 0.1440 € en Heures Pleines pour les entreprises professionnelles et cela risque d'évoluer. Une étude de consommation énergétique est alors la base pour favoriser un changement dans le fonctionnement de notre entreprise et ainsi réduire le coût énergétique de tout le bâtiment.

II. Le déroulement de la mission

A. Les méthodologies

1. Grandeurs physiques relatives à la consommation l'électrique et les appareils de mesure

Afin de mieux comprendre notre étude, il est essentiel de connaître et de différencier les grandeurs physiques relatives à la consommation électrique. Effectivement, il existe plusieurs grandeurs physiques utilisées pour mesurer la consommation électrique et des systèmes électriques.

Premièrement, nous allons introduire la notion d'énergie. L'énergie est ce qui permet la transformation et la création d'un travail d'un système matériel. Cette notion est assimilée aux notions de force et de durée. C'est un agent de production essentiel dans toutes les structures. Il existe plusieurs types d'énergie telle que l'énergie thermique, mécanique, chimique mais celle qui nous intéresse ici est l'énergie électrique. Exprimée en kilowattheure ou en joule, il s'agit de la quantité d'énergie électrique consommée par un appareil ou par une installation électrique sur une période de temps soit dans notre cas, 1 heure. Par ailleurs, cette énergie est transférée grâce à l'électricité et va être source de fonctionnement pour tous les appareils électroniques présents dans le Fablab.

Ensuite, nous avons l'intensité électrique exprimée en Ampère. Il s'agit de la quantité de courant électrique qui circule dans un circuit électrique. Elle est mesurée généralement à l'aide d'un ampèremètre et définit la quantité d'électricité qui passe par un point dans un circuit par unité de temps.

Aussi, il est important de connaître la tension électrique. Exprimée en Volt, elle correspond à la différence de potentiel électrique entre deux points d'un circuit électrique. Elle indique la force électromotrice qui pousse l'électricité à circuler dans un circuit.

Enfin, pour mesurer toutes ces grandeurs physiques, il existe différents types d'appareils de mesure électrique tels que les multimètres, les pinces ampèremétriques, les wattmètres, les analyseurs de puissance et plus particulièrement dans notre cas le « Voltcraft Energy Logger 4000 ». Sa fonction est de relever et enregistrer des données de consommation afin de compter les coûts en énergie des machines. La mémoire de l'appareil enregistre la consommation électrique durant un délai maximum de 6 mois. Durant notre étude, nous l'avons utilisé sur plusieurs machines comme la fraiseuse, la découpe laser et les machines 3D afin de déterminer précisément

les informations de consommations de chacune d'entre elles. Nous avons réalisé nos mesures sur un temps plus court d'environ 2h durant lequel nous avons relevé les variations d'opérations faites sur la machine afin de comprendre en profondeur les variations de consommations électriques.



Figure 2 : Représentation du VoltCraft Energy Logger 4000

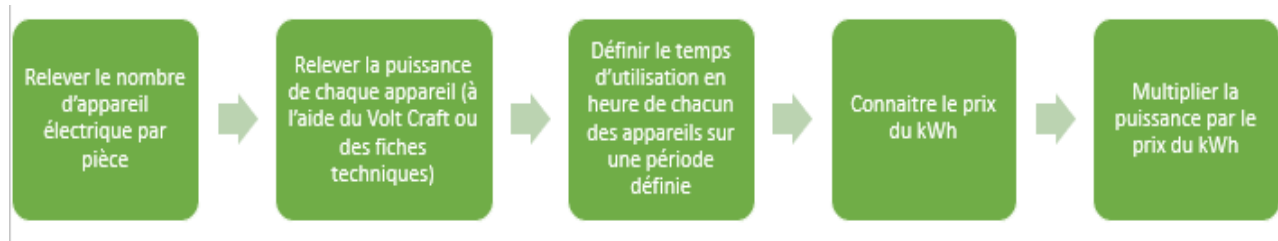


Figure 3 : Schéma du montage du VoltCraft

Pour une plus grande efficacité, nous avons rassemblé nos valeurs au sein d'un tableau énumérant les différentes machines les plus utilisées et leur consommation. Ce tableau pourra ainsi servir de référence pour les utilisateurs du Fablab pour toute type d'utilisation. Chaque analyse de données énergétiques collectée dans le tableau présente alors les tendances de la demande énergétique de chaque appareil. Ce rassemblement de données donne alors à chaque utilisateur la chance de trouver les opportunités d'optimisation de la consommation lors de leurs travaux.

2. La démarche pour déterminer la consommation électrique

Voici les étapes que nous allons suivre pour mener à bien notre étude :



Notre démarche commence tout d'abord par l'identification des différents appareils électriques et systèmes dont on souhaite mesurer la consommation électrique. Après les avoir identifiés, notre objectif étant de trouver la puissance électrique nominale des appareils. Cette information est facilement identifiable grâce aux étiquettes présentes sur les appareils ou sur les fiches de données des constructeurs. Pour les autres où nous n'avons aucune information, nous avons procédé à des mesures à l'aide de VoltCraft. Chacune de ces mesures seront faites sur un intervalle de temps de 1h, en ce qui concerne la découpe laser, nous observerons en parallèle l'activité de l'opérateur. Les gestes et outils utilisés par chaque opérateur vont impacter la consommation de l'appareil technologique utilisé pour le projet réalisé. Ainsi, les variations de consommation pourront être exploitées selon les interventions de l'opérateur observées. Par la suite, nous analyserons les valeurs relevées par le Voltcraft avec l'outil Excel. Les tableaux de données enregistrées par le Voltcraft nous permettront d'établir des graphiques représentant l'évolution de la consommation de l'appareil technologique étudié en fonction du temps. En effet, il est donc indispensable de déterminer la durée d'utilisation pendant laquelle l'appareil est mis en marche.

Pour une majorité, nous avons estimé l'utilisation lorsque nous étions sur le site et en fonction des horaires d'ouverture du Fablab. Pour d'autres, nous avons réussi à avoir des données plus précises grâce au cahier de réservation mis à disposition pour certaines machines à savoir : la découpe laser, la Charly robot et l'ensemble des imprimantes 3D. Afin d'être le plus précis possible, nous avons déterminé l'utilisation des différents appareils présents sur le cahier sur une durée de 3 mois. Par conséquent, l'ensemble de ces mesures obtenues sur trois mois nous permettra d'établir un rapport pour ensuite estimer la consommation moyenne sur un mois d'utilisation.

Enfin, la consommation électrique sera déterminée en multipliant la puissance électrique

nominale par la durée d'utilisation en heures.

La formule est la suivante :

$$\text{Consommation électrique (kWh)} = [\text{Puissance électrique nominale (W)} \times \text{Temps d'utilisation (h)} \times \text{Jour de jour de fonctionnement (j)}] / 1000$$

Néanmoins, il est important de ne pas négliger le fait que la consommation électrique peut varier en fonction de l'utilisation de l'appareil, de la température ambiante, de l'âge de l'appareil, de la fréquence d'utilisation, etc. Il est donc important de répéter cette mesure à différents moments pour obtenir une moyenne plus précise.

Exemple d'appareils technologiques :

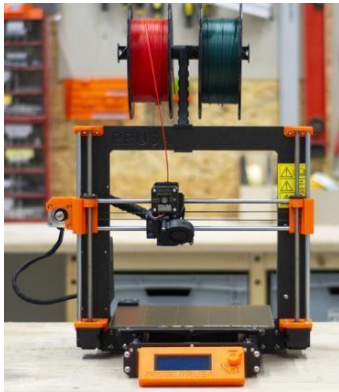


Figure 4 : Imprimante 3D original Prusa i3 MK3



Figure 6 : Imprimante 3D Creality CR-10V3



Figure 5 : Découpe laser Speedy 300

3. La démarche pour mettre en place une campagne de prévention

Après avoir obtenu des résultats précis concernant la consommation des différents appareils électriques présents au Fablab, nous pensons qu'il est important de sensibiliser les membres de l'association sur l'utilisation de celles-ci.

Par conséquent, nous allons procéder en différentes étapes :



Effectivement, avant de commencer à créer des affiches, il est primordial de définir les objectifs de la campagne. Dans notre cas, le but est de sensibiliser les membres du Fablab à l'importance de la gestion électrique et la promotion des pratiques durables.

Par la suite, le contenu des affiches est un paramètre à ne pas négliger. Par conséquent, nous allons nous aider de la norme ISO 14 001. Dans celle-ci, nous avons des exigences à respecter comme : la clarté des affiches, être visibles et facile à comprendre.

Enfin, après avoir imprimé les affiches, nous devons déterminer leur emplacement. Nous concernant, nous avons choisi de les afficher dans le hall d'entrée, dans la pièce 1 à proximité des imprimantes 3D et dans la pièce 6 à côté de la découpe laser.

A propos du hall d'entrée, il est considéré comme un accueil pour les membres de l'association et pour les personnes extérieures venant au Fablab. Par conséquent, cela nous permet de sensibiliser tous types de profils et le plus de personnes possibles.

Enfin, pour mesurer l'efficacité de la campagne, nous pourrions organiser des enquêtes auprès des employés pour évaluer leur compréhension de la gestion électrique et leurs comportements.

4. L'organisation

Afin de mener à bien notre mission, nous avons mis en place une organisation bien spécifique. Effectivement, nous avons premièrement identifié les différents postes de consommations d'énergie que nous avons par la suite regroupé en fonction de leur emplacement dans l'entreprise. Aussi, il est important pour nous de différencier les appareils électriques. D'une part, ceux dont on pourra déterminer précisément la consommation électrique grâce au temps

d'utilisation présent dans les cahiers de réservation et ceux dont nous devons estimer le temps d'utilisation.

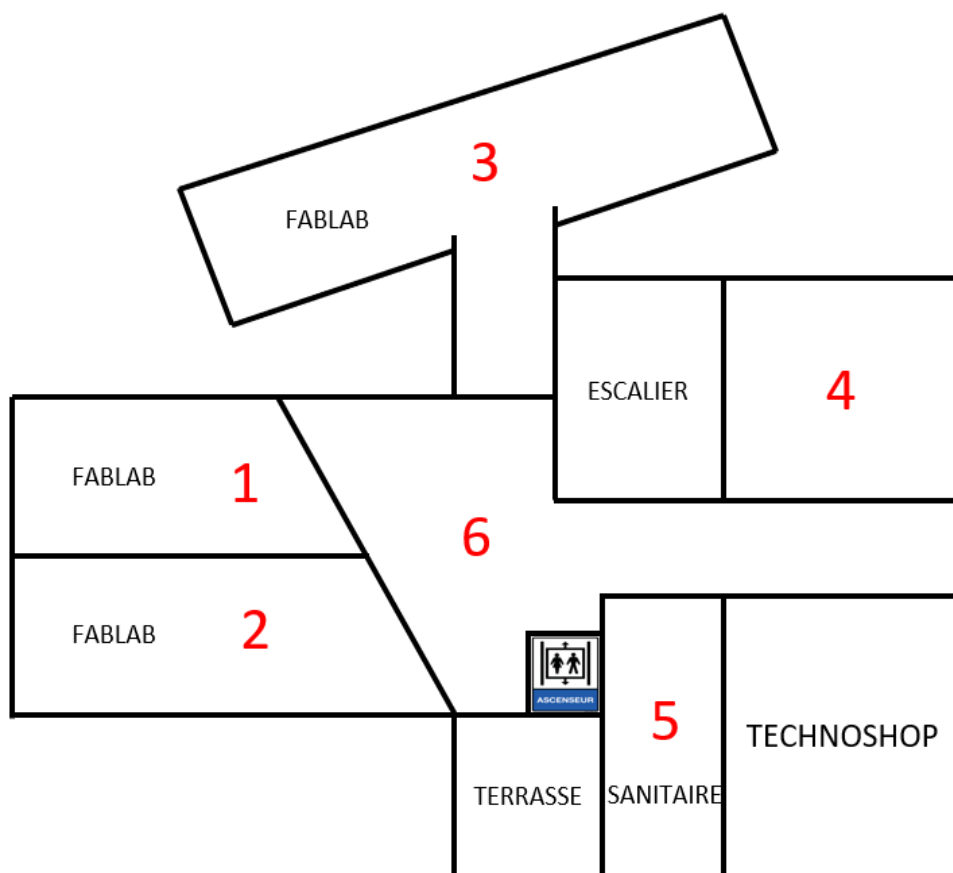


Figure 7 : Plan de l'entreprise

Tableau recensant les appareils électriques dont nous allons pouvoir déterminer plus précisément le taux d'utilisation :

	Nom de l'objet	Marque	Puissance
Pièce 5	Imprimante 3D	Creality CR-10 V3	350 W
		Creality Archimède	350 W
		Creality Curiosity	230 W
		Creality Sherlock	350 W
		Original Prusa i3 MK3	110 W
Pièce 2	Fraiseuse	Charly Robot 2U	600 W
	Découpe laser	Speedy 300 laser	500 W

Tableau 1 : Appareils électriques dont le taux d'utilisation est connu

Tableau recensant les appareils électriques dont nous allons devoir déterminer approximativement les durées d'utilisation :

	Nom de l'objet	Marque	Puissance
Pièce 1	Ordinateur avec tour	Optiplex 9020	290 W
	Ordinateurs avec tour intégrée à l'écran	Optiplex 9020 AIO series	180 W
	Leds plafonniers	-	48 W
	Téléphone fixe	Mitel	Classe 2
Pièce 2	Ordinateur avec tour	Optiplex 9020	290 W
	Ordinateurs avec tour intégrée à l'écran	Optiplex 9030 AIO series	180 W
	Leds plafonniers	-	48 W
Pièce 3	Ordinateurs avec tour intégrée à l'écran	Optiplex 9030 AIO series	180 W
	Ecran TFT Interactif	WACOM Cintiq 21 UX	80 W
	Machine à coudre	Brother_InnovisF480	55 W
	Téléphone fixe	-	10-15 W
	Chauffeurs électriques indépendants	-	1200 W
Pièce 4	Led Plafonnier	-	48 W
	Machine à découper	Dashboard Clay Printer 3	-
	Ordinateurs avec tour intégrée à l'écran	Optiplex 9030 AIO series	19 W
	Ordinateur avec tour	Optiplex 9020	290 W
Pièce 5	Led Plafonnier	-	48 W
	Sèche Main	-	800 W
Pièce 6	Réfrigérateur	California KS91r	50 W
	Led Plafonnier	-	48 W
	Ascenseur	-	
	Micro-Onde	Proline CB2S23	800-1200 W
	Cafetière	Philips Senseo	1750 W
	Box Internet	TP-Link	24 W

Tableau 2 : Appareils électriques dont le temps d'utilisation est à estimer

Comme dit précédemment, nous avons utilisé le cahier de réservation pour déterminer les durées d'utilisation pour certains appareils. Pour ceux dont nous n'avions pas de données précises, nous les avons interprétés suite à notre présence tous les mardis au Fablab et suite aux échanges que nous avons eu avec les membres concernés de l'association.

D'autre part, il est nécessaire pour nous de connaître le fournisseur d'électricité de l'Université de Bordeaux afin de pouvoir définir le prix du kilowattheure. Par conséquent, nous nous sommes rapprochés auprès du service technique affilié à l'IUT de Bordeaux pour répondre à nos interrogations et nous fournir une facture d'électricité.

Après avoir déterminé l'ensemble des tâches que nous devons accomplir, nous avons décidé de mettre en place un rétroplanning permettant de nous projeter dans notre travail. De plus, son objectif est de pouvoir nous situer sur l'avancement ainsi que de mettre en relief les tâches demandant davantage d'effort à fournir.

Enfin, le rapport hebdomadaire que nous devons fournir à notre tuteur enseignant nous permet également de pouvoir s'organiser et d'améliorer l'avancement de notre travail.

B. Résultats et analyses

1. Présentation des résultats

Dans un premier temps, avant d'aborder les résultats, il est important de mettre en relief quelques détails. En effet, au cours de notre stage nous avons dû à plusieurs reprises établir des estimations pour certaines données. Premièrement, nous avons choisi de définir la consommation sur une durée de 16 jours sur un mois parce que nous avons pris en compte le fait que le Fablab était ouvert seulement du mardi au vendredi (soit 4 jours par semaine). L'ensemble des résultats que vous trouverez ci-dessous sont une estimation générale sur un mois au sein du Fablab.

Voici le tableau présentant l'ensemble de nos résultats :

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1xi33ZWP-qVFbG2QrhmNS29u2MNgjoshSX3-eLve4G_Q/edit?usp=sharing

Il est important de noter que la consommation électrique totale du bâtiment est la somme de la consommation de toutes ses pièces. Dans notre cas, la consommation totale du bâtiment s'élève à environ 3424 kWh pour un mois.

Grâce à notre étude, nous avons obtenu divers résultats nous permettant de nous faire une première idée sur la consommation électrique du Fablab.

Premièrement, nous pouvons tout d'abord constater que la consommation entre les pièces n'est pas identique. Effectivement, nos résultats nous permettent de mettre en relief les pièces les plus utilisées :

Pièce 1 > Pièce 6 > Pièce 2 > Pièce 3 > Pièce 5 > Pièce 4

Comme nous pouvons le constater, la **pièce 1** est de loin celle qui consomme le plus d'énergie, avec une consommation de 1766 kWh. En effet, cette pièce contient 12 ordinateurs, 5 imprimantes 3D et 8 LED plafonniers. Les ordinateurs et les imprimantes sont des équipements énergivores, et leur nombre élevé permet d'expliquer en grande partie la consommation d'énergie importante de la pièce 1. Les LED plafonniers sont, quant à eux, plus économes en énergie et contribuent moins à la consommation d'énergie globale de la pièce.

Deuxièmement, la **pièce 6** est la seconde plus consommatrice en termes d'énergie en consommant 826 kWh. Les appareils électriques présents dans cette pièce sont des appareils que l'on retrouve facilement dans les entreprises ou dans les habitations en général. Dans notre cas, ces appareils

sont utilisés de manière irrégulière ou ponctuelle. Par conséquent, bien que la puissance électrique de ces appareils soit élevée, leur utilisation est relativement faible. Aussi, la présence d'un ascenseur pourrait donner l'impression que nous avons une consommation élevée. Néanmoins, cet ascenseur est seulement utilisé pour les handicapés ou les livreurs. Ainsi, la consommation électrique de celui-ci est relativement faible. Par ailleurs, la pièce est équipée d'un éclairage automatique à l'aide de 8 LED plafonniers. En revanche, la pièce 6 est le hall d'entrée principal ce qui inflige le passage régulier des différents membres de l'association. Par conséquent, nous avons pu mettre en relief le fait que les lumières étaient finalement constamment allumées au cours de la journée.

Quant à elle, la **pièce 2** a une consommation qui s'élève à 581 kWh et se retrouve au milieu du classement en termes de consommation d'énergie. Le contenu de cette pièce comprend : 9 LED plafonniers, 2 ordinateurs, une découpe laser et une fraiseuse. Nous pouvons constater que la fraiseuse et la découpe laser sont des équipements de production qui peuvent consommer beaucoup d'énergie en particulier lorsqu'ils sont en fonctionnement. Par ailleurs, les LED plafonniers sont également en grand nombre et représentent aussi une consommation élevée puisqu'elles sont allumées plus souvent que les appareils de production. N'ayant pas d'informations concernant la découpe laser, nous avons choisi de déterminer sa consommation à l'aide du VoltCraft présenté en amont.

Nous avons obtenu un graphique avec la représentation de deux courbes de consommation. Celle en bleu représente la consommation actuelle et celle en rouge la consommation apparente.

Ces deux courbes traduisent la consommation générale de l'appareil découpe laser fonctionnant sur une durée de 33 minutes pour un projet de construction de pièces disposés à soutenir des caméras.

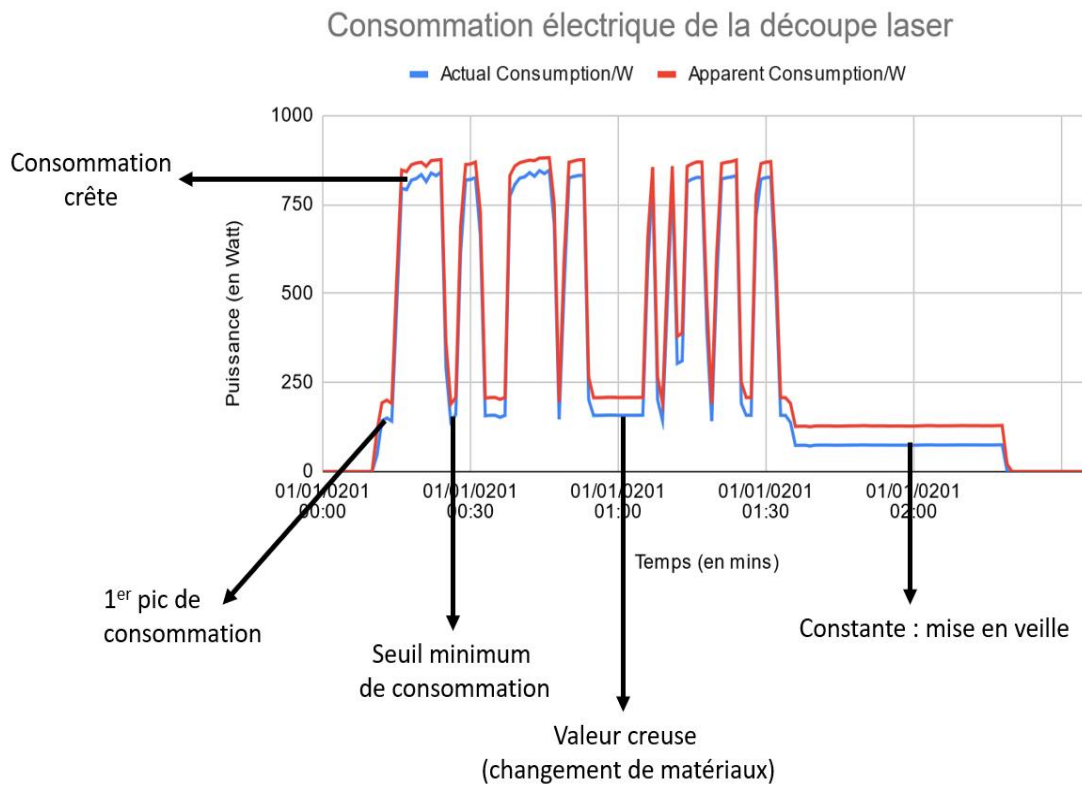


Figure 8 : Graphique de la consommation électrique de la découpe laser

La consommation actuelle, représente la quantité d'électricité circulant dans l'appareil électronique à un temps donné. Celle-ci ne tient compte que de la consommation réelle et peut varier en fonction de la charge de travail de la découpe laser.

$$\text{Consommation Actuelle} = \text{Tension (V)} \times \text{Intensité (A)}$$

La consommation apparente, elle, est la puissance totale consommée par l'appareil. Elle regroupe à la fois la puissance active utilisée pour effectuer la découpe et la puissance réactive qui maintient le champ électrique de la découpe laser. Elle prend en compte les changements de stocks et matériaux durant la découpe et peut ainsi différer de la consommation actuelle.

$$\text{Consommation Apparente} = \text{Tension (V)} \times \text{Intensité (A)} \times \text{Cos Phi (facteur de puissance)}$$

Ces deux mesures sont certes différentes mais se complètent et sont utiles pour gérer la consommation d'énergie électrique de la découpe laser.

Cependant, nous avons réalisé une moyenne à l'aide des données de la consommation actuelle uniquement afin d'observer les variations de consommation selon le type de travail réalisé par la machine.

Nous pouvons observer des variations assez redondantes sur ce graphique.

Premièrement, lors de l'allumage à 10h20 de la découpe laser, on observe un premier pic de puissance. Ensuite, lors du début de la découpe à 10h24 on obtient un second pic beaucoup plus important dont la crête est d'environ 950 Watt. Enfin, ce même pic se voit décroître à 10h34 pour la fin de la découpe. La consommation électrique ne devient tout de même pas nulle et consomme entre les étapes de la découpe une puissance d'environ 210 Watt.

On aperçoit lors de la deuxième partie de la découpe que ces mêmes pics reviennent avec la même consommation crête de 950 Watt et un minimum de 210 Watt. Les espaces obtenus entre ces pics peuvent s'expliquer par la latence et l'attente entre les différentes pièces à découper.

En effet, les étudiants chargés du projet n'avaient pas ouvert auparavant certains fichiers et maquettes numériques indispensables à la réalisation de la découpe. De plus, à chaque fin de découpe les étudiants devaient manipuler et enlever les morceaux restants du matériel sur lequel avait été faite la découpe laser. Ces manipulations expliquent donc l'espacement entre chaque pic de consommation électrique.

Enfin, nous pouvons apercevoir une courbe linéaire à une valeur constante de consommation d'environ 100 Watt. Cette phase s'explique du fait de la mise en veille de la découpe laser. Après avoir terminé l'ensemble de leur découpe, les étudiants ont laissé la machine en veille le temps de ranger leurs affaires et récolter les pièces qu'ils avaient produites. La mise en veille précédente doit être comprise dans notre consommation car beaucoup pensent que lorsqu'un appareil est en veille il ne consomme pas et cet aspect doit être connu de tous pour éviter les consommations inutiles.

La **pièce 3** avec une consommation de seulement 120 kWh, est la pièce de production la moins énergivore du bâtiment. Cette pièce contient 6 ordinateurs, un écran TFT, une machine à coudre, un téléphone fixe, et deux chauffages indépendants. Il est possible que les chauffages indépendants n'aient pas été utilisés pendant la période de mesure, ce qui explique la faible consommation d'énergie.

La **pièce 5** est celle des sanitaires. Nous avons pu constater que comme la pièce 6, elle est équipée d'un éclairage automatique à l'aide de 9 LED plafonniers. Ne consommant que de manière peu excessive (117 kWh), la consommation d'énergie de cette pièce est probablement due aux LED et à l'utilisation fréquente du sèche-main.

Enfin, nous avons décidé de négliger totalement la **pièce 4**. Nous avons remarqué tout au long de notre stage qu'elle avait été quasiment inoccupée. Les appareils électriques sont pour la plupart débranchés ou rarement utilisés pour les projets comme par exemple : la machine à coudre.

En résumé, la consommation d'énergie de chaque pièce de l'association peut être expliquée par les équipements électroniques qu'elle contient. Nous avons remarqué que les pièces qui ont des équipements énergivores, comme la pièce 1 et 2, ont une consommation d'énergie plus élevée que les pièces qui n'ont que des équipements électroniques de bureautique moins énergivores comme la pièce 3.

De plus, il est important de ne pas négliger le fait que certaines pièces consomment peu grâce à une faible utilisation de certains appareils et non de par les données de l'appareil en général.

Concernant le coût, nous avons pu le déterminer à l'aide d'une facture d'électricité. Rattachée à l'IUT de Bordeaux, l'électricité du Fablab est également fournie par Engie. Le prix du kWh s'élève à 0,06836 euros hors taxe. Nous avons pu estimer le prix de l'électricité sur un mois de consommation qui est de 255,85 euros avec les 20 % de TVA. Comme nous pouvons le constater, le prix est relativement élevé. Aussi, il est important de prendre en compte qu'il faut ajouter à cette estimation le prix de l'utilisation de l'eau et du chauffage pour les périodes hivernales qui n'est pas à négliger.

Cette étude nous permet de relier la consommation électrique en kWh sur une durée d'un mois avec la notion « d'émission de carbone ». En effet, nous pouvons désormais simuler l'empreinte CO₂ de l'entreprise à l'aide d'une calculatrice qui simule l'émission de gaz à effet de serre. Nous avons eu comme résultat : 4.66 tonnes de CO₂ soit environ 30 tonnes par an. Cependant, il est important de noter que ce chiffre peut varier suivant divers facteurs tels que : les mails, les transports des employés, la superficie, le nombre exact d'occupants du site...

Dans notre simulation, nous avons seulement pris en compte le nombre de postes et la consommation énergétique globale que nous avons déterminé en amont (3424 kWh). En effet, nous n'avons pas d'informations précises sur l'émission carbone des autres appareils spécifiques que nous savons très consommateurs. Par conséquent, ce chiffre n'est qu'une approximation et est évidemment plus élevé selon notre connaissance sur la consommation énergétique. De plus, il est nécessaire de rajouter à cette valeur : la production, le transport, la durabilité des appareils numériques. Ces facteurs feront donc varier notre donnée finale d'émission. Ainsi, il est nécessaire de ne pas négliger cet impact carbone sur l'environnement. En effet, cela peut avoir diverses

conséquences comme :

- Une utilisation des ressources naturelles tels que les énergies non renouvelables qu'il est nécessaire de protéger
- Une pollution de l'atmosphère et des eaux : l'extraction des matériaux nécessaire à la production de matériaux technologiques
- Un changement climatique

En somme, les entreprises doivent prendre en compte l'enjeu environnemental dans leur stratégie d'entreprise notamment dû aux conséquences significatives de leurs activités. Ils doivent mettre en place des pratiques durables pour réduire leur empreinte carbone.

2. Solutions envisagées

En tant qu'étudiantes HSE stagiaires au sein du Fablab, il est important de prendre en compte les résultats de la consommation d'énergie de chaque pièce pour optimiser l'utilisation de l'énergie et réduire les coûts. Par conséquent, nous avons imaginé plusieurs solutions qui pourraient être envisagées pour diminuer la consommation.

Comme nous l'avons évoqué en amont, nous avons remarqué que les lumières étaient utilisées de manière excessive. Même si les LED plafonniers sont des éléments peu consommateurs en énergie, leur utilisation excessive peut entraîner une augmentation du coût de la facture d'électricité et diminuer leur durée de vie. Par conséquent, nous avons pensé à plusieurs solutions pour réduire la consommation d'électricité de celles-ci. Premièrement, il serait judicieux d'installer des variateurs d'intensité. Leur présence permettrait de régler l'intensité de la lumière selon les besoins. De plus, nous avons trouvé que le détecteur de mouvement présent pour allumer la lumière des sanitaires n'était pas indispensable. En effet, les sanitaires se trouvent à proximité de passage régulier ce qui provoque l'allumage systématique. Par conséquent, il serait intéressant de réduire le temps du détecteur de mouvement pour allumer la lumière ou même de le supprimer complètement.

Aussi, comme nous avons pu le démontrer grâce au graphique de la consommation de la découpe laser, les appareils consomment même en étant en veille. Par conséquent, il s'agirait d'éteindre les équipements non utilisés et de ne pas les laisser en veille après chaque utilisation.

Enfin, il faudrait privilégier les équipements neufs, économes en énergie, dotés d'étiquette énergétique. Les équipements les plus récents et les plus efficaces sur le plan énergétique pourraient selon nous éviter une surconsommation électrique. La nouveauté de ces appareils évite également la surchauffe des équipements électroniques et évite ainsi de consommer plus d'énergie pour fonctionner. Il s'agit de s'assurer de la bonne ventilation des appareils et de les placer dans des endroits où la température n'est pas trop élevée afin d'éviter les surchauffes.

Par ailleurs, il est nécessaire de sensibiliser les membres du Fablab sur les pratiques énergétiques responsables. Pour ce faire, nous avons choisi de mettre en place une campagne de prévention à l'aide d'affiches. L'emplacement de ces affiches est essentiel et joue un rôle clé dans notre campagne.

Premièrement, nous avons choisi de mettre une affiche concernant l'utilisation de la lumière dans le hall d'entrée, soit la pièce 6. En effet, c'est dans cette pièce que nous avons remarqué une

utilisation excessive de celle-ci. De plus, il y a énormément de passage dans cette pièce ce qui permettrait de sensibiliser une cible plus large.

Deuxièmement, nous avons choisi de mettre une affiche à proximité de la découpe laser dans la pièce 2 pour soulever le problème que nous avons évoqué : la consommation continue, même avec le mode veille activé. Effectivement, de nombreux utilisateurs sont persuadés que la mise en veille est similaire au fait d'éteindre un appareil alors que la consommation persiste lors de la mise en veille.

Enfin, nous avons remarqué que les imprimantes 3D faisaient partie des appareils électroniques les plus utilisés du Fablab grâce au carnet de réservation. Par conséquent, nous pensions qu'il était important de ne pas les négliger.

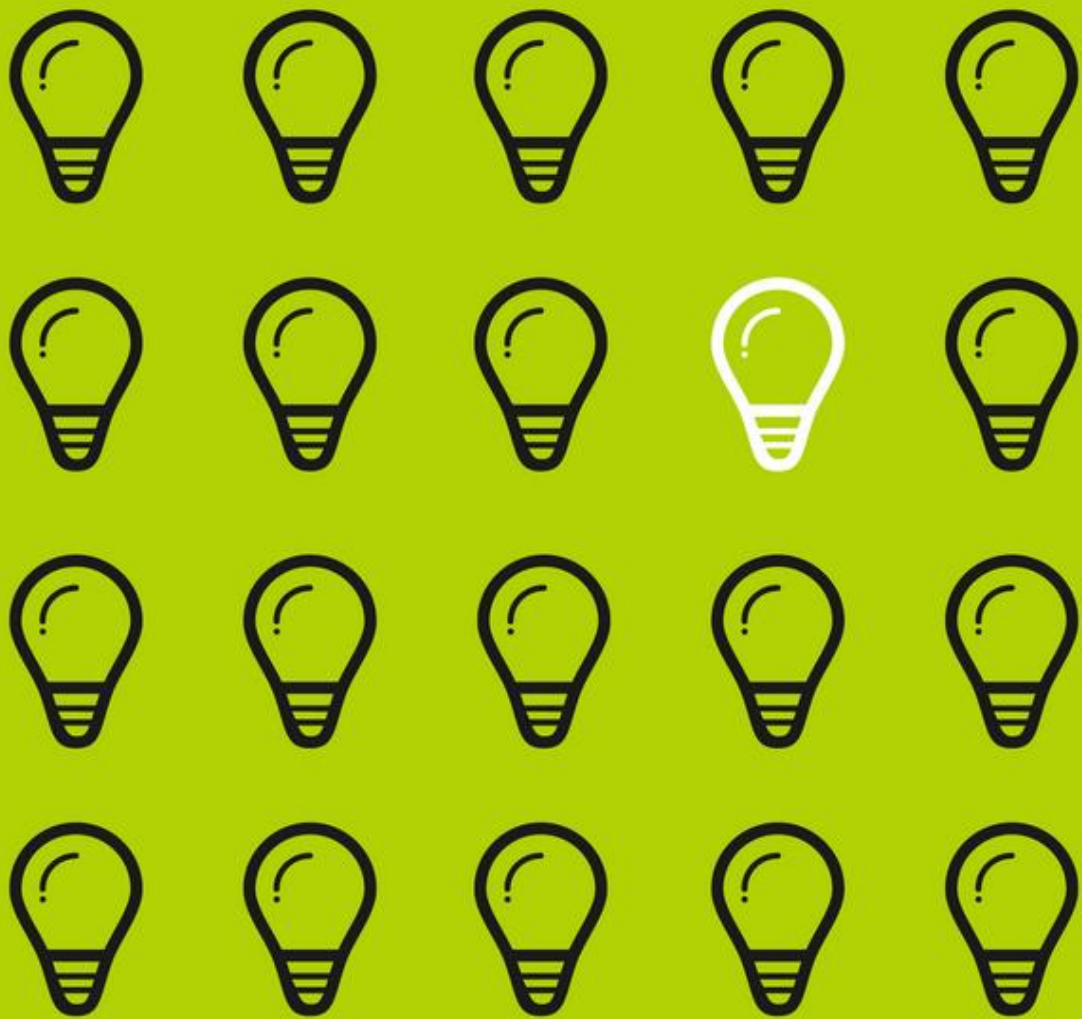
En combinant plusieurs de ces solutions, il est possible de réduire significativement la consommation électrique d'un bâtiment. Cependant, il est important de noter que la mise en place de ces solutions peut nécessiter un investissement initial important. Cet investissement peut cependant être rapidement rentabilisé grâce aux économies d'énergie réalisées sur le long terme.

**DONNER DE LA FORME À
VOS IDÉES, SANS NUIRE À
NOTRE PLANÈTE**



COH  BIT

Figure 9 : Affiche de prévention pour les imprimantes 3D



**FAITES BRILLER VOTRE
CONSCIENCE, ÉTEIGNEZ LES
LUMIÈRES**

Figure 10 : Affiche de prévention pour réduire l'utilisation de la lumière



Figure 11 : Affiche de prévention pour le mode veille des appareils électriques

CONCLUSION

La gestion des ressources électrique est un enjeu important d'autant plus aujourd'hui où l'électricité est essentielle à notre fonctionnement. Elle fait donc partie des ressources terrestres à maîtriser et cela est possible à travers plusieurs actions.

Au cours de notre mission au sein du Fablab, entreprise grandement composée d'appareils numériques, nous avons pu voir l'importance de cette gestion électrique. Les coûts, le rendement énergétique et l'émission des gaz à effet de serre sont des données que nous avons dues analyser et prendre en compte afin de trouver de multiples solutions pour répondre à cet enjeu.

Premièrement, choisir une optimisation de la production d'énergie dans l'entreprise. Trouver des moyens d'optimiser la production d'énergie

Ensuite, prévoir la durabilité, par le biais d'achats de machines respectueuses de l'environnement et avec une durée de vie importante pour favoriser le rendement de chaque appareil électronique. Fournir un matériel et des outils adaptés évitant ainsi les émissions de gaz à effet de serre trop important.

Aussi, encourager l'efficacité énergétique par le biais de sensibilisations. Convaincre les utilisateurs sur l'importance des coûts de leur consommation électrique limiterait l'impact de chaque projet.

Le Fablab reste un établissement avec beaucoup d'enjeux et notamment celui de la gestion électrique. Par conséquent, il est important de s'adapter aux problèmes d'aujourd'hui tel que le changement climatique. Son respect de l'environnement doit donc évoluer de la même façon que leur innovation technologique jusqu'ici avant-gardiste.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

<i>Figure 1 : Organigramme de l'entreprise</i>	3
<i>Figure 2 : Représentation du VoltCraft Energy Logger 4000</i>	10
<i>Figure 3 : Schéma du montage du VoltCraft</i>	10
<i>Figure 4 : Imprimante 3D original Prusa i3 MK3</i>	12
<i>Figure 5 : Découpe laser Speedy 300</i>	12
<i>Figure 6 : Imprimante 3D Creality CR- 10V3</i>	12
<i>Figure 7 : Plan de l'entreprise</i>	14
<i>Figure 8 : Graphique de la consommation électrique de la découpe laser</i>	19
<i>Figure 9 : Affiche de prévention pour les imprimantes 3D</i>	25
<i>Figure 10 : Affiche de prévention pour réduire l'utilisation de la lumière</i>	26
<i>Figure 11 : Affiche de prévention pour le mode veille des appareils électriques</i>	27
<i>Figure 12 : Voltcarft Logger 4000</i>	33
<i>Figure 13 : Environnement de travail</i>	33
<i>Figure 14 : Découpe laser en fonctionnement 2</i>	33
<i>Figure 15 : Pièces de constructions</i>	33
<i>Figure 16 : Découpe laser en fonctionnement</i>	33
<i>Figure 17 : Facture d'électricité de l'IUT de Bordeaux</i>	33
<i>Tableau 1 : Appareils électriques dont le taux d'utilisation est connu</i>	14
<i>Tableau 2 : Appareils électriques dont le temps d'utilisation est à estimer</i>	15
<i>Tableau 4 : Rétroplanning des 2 semaines de stage</i>	32

BIBLIOGRAPHIE

INFORMATION	SITE	LIEN
Fonctionnement de l'entreprise	Fablab Cohabit	https://www.iut.u-bordeaux.fr/cohabit/
ISO 14 001	Cobaz	https://cobaz.afnor.org/
ISO 50 001	Cobaz	https://cobaz.afnor.org/
Informations sur les grandeurs physiques	Cours de l'Université de Bordeaux - Professeur Agrégé de Physique M. DUMAS	/
Voltcraft		file:///C:/Users/emman/Downloads/mode%20utilisation%20voltcraft.pdf
Les Fablabs dans le monde	Fablab en KIT	https://fablab.studio/archives/dans-le-monde/#%3A~%3Atext%3DCar%20si%20les%20FabLabs%20sont%2C1700%20FabLabs%20dans%20le%20monde
Plan de sobriété énergétique de l'Université de Bordeaux	Université de Bordeaux	https://www.u-bordeaux.fr/actualites/plan-sobriete-energetique
Plan de sobriété énergétique	Site du gouvernement	https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/dp-plan_sobriete.pdf
Association de type loi 1901	Site du gouvernement	https://www.associations.gouv.fr/liberte-associative.html
Émission de CO2 liée à la consommation d'énergie	Site du Gouvernement de la république française	https://www.notre-environnement.gouv.fr/actualites/breves/article/emissions-de-co2-quel-a-ete-l-impact-de-notre-consommation-d-energie-en-2021#%3A~%3Atext%3D%C3%89missions%20de%20CO2%20%3A%20quel%2Cconsommation%20d%27%C3%A9nergie%20en%202021%20%3F%26text%3DLes%20%C3%A9missions%20de%20CO2%2C7%2C7%20%25%20en%202021
Accord de Paris	Site du Gouvernement pour l'économie	https://www.economie.gouv.fr/laccord-de-paris
Calcul émission carbone	ADEME	https://ecotree.green/entreprises/bilan-carbone-entreprise

Formule de la consommation électrique en kWh	Engie	https://particuliers.engie.fr/electricite/conseils-electricite/conseils-tarifs-electricite/comment-calculer-consommation-electrique.html
Formule de la consommation actuelle	Capitole énergie	https://www.capitole-energie.com/puissance-apparente-definition-et-formule-de-calcul/
Formule de la consommation apparente	Energie plus	https://energieplus-lesite.be/theories/reseau-electrique9/puissance-active-et-puissance-reactive/
Impact des émissions carbone sur l'environnement	Climat Selectra	https://climate.selectra.com/fr/empreinte-carbone
Fiche Données Fonctionnement Voltcraft logger 400	Conrad Electronic	https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjnwaDboYP-AhXNU6QEhfVWAYwQFnoECAwQAQ&url=https%3A%2F%2Fasset.conrad.com%2Fmedia10%2Fadd%2F160267%2Fc1%2F-%2Fgl%2F000125449ML02%2Fmanual-125449-voltcraft-energy-logger-4000-fr-meric-spotreby-el-energie-s-funkci-dataloggeru.pdf&usg=AOvVaw2QKscmB4m_envprwSdzozR

ANNEXES

nov-08	<ul style="list-style-type: none"> - Prise en main de la plateforme de Coh@bit Fablab - Plan de l'entreprise - Inventaire du matériel électrique et de leur puissance - Recherche bibliographique - Mise en place de la méthodologie
nov-22	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place du rétroplanning - Analyse de la demande - Recontacter le service technique - Définir l'utilisation en heure des appareils - Mettre en place un tableau récapitulatif par pièce - Commencer rédaction du rapport
nov-29	<ul style="list-style-type: none"> - Définir l'utilisation en heure des appareils restants - Recherche Norme ISO 14001 et ISO 5001 - S'informer sur les appareils de mesure - Commencer les mesures - Connaître le prix du kWh - Analyser les factures d'électricité - Consulter M. DUMAS pour valider notre méthodologie de mesure - Rédaction rapport
déc-06	<ul style="list-style-type: none"> - Continuer les mesures - Commencer les calculs sur les appareils connus - Débuter les interprétations - Consulter M. DUMAS pour valider notre démarche - Finition du pré-rapport pour envoyer à M. ALLIGAND et M. BONNEMAISON
déc-13	<ul style="list-style-type: none"> - Continuer les mesures - Commencer les calculs sur les appareils connus - Interpréter - Rédaction rapport
janv-10	<ul style="list-style-type: none"> - Finaliser nos calculs et nos interprétations - Rédaction rapport
janv-17	<ul style="list-style-type: none"> - Interpréter nos résultats - Réfléchir à des solutions pour réduire impact - Réflexion sur la campagne de prévention : affiche, sondage ? - Rédaction rapport
févr-21	<ul style="list-style-type: none"> - On sélectionne les solutions pertinentes, à moindre coûts et possibles - Commence la création d'affiche de prévention - Rédaction rapport
mars-07	<ul style="list-style-type: none"> - Continuer les affiches - Rédaction du rapport
mars-14	<ul style="list-style-type: none"> - Finir les affiches - Rédaction du rapport
mars-21	<ul style="list-style-type: none"> - Rapport fini - Création du diaporama pour la soutenance - Envoyer le rapport à notre tuteur professionnel pour qu'il valide avant la présentation orale et à notre M. ALLIGAND
mars-28	<ul style="list-style-type: none"> - Présentation de la soutenance en amont à notre tuteur professionnel - Corriger les éléments à modifier

Tableau 3 : Rétroplanning des 2 semaines de stage



Figure 15 : Pièces de constructions



Figure 16 : Découpe laser en fonctionnement

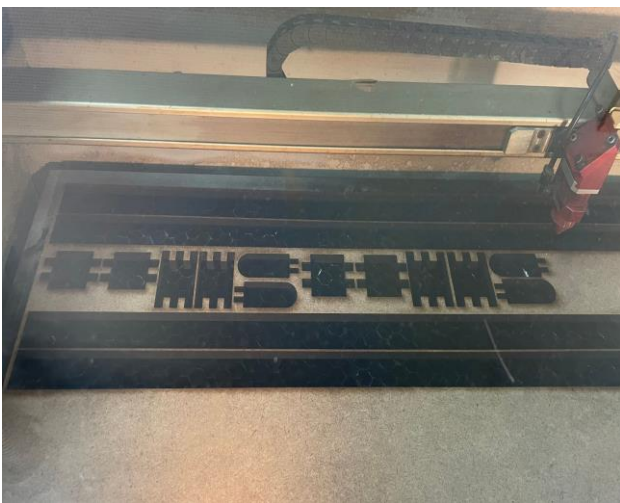


Figure 14 : Découpe laser en fonctionnement 2

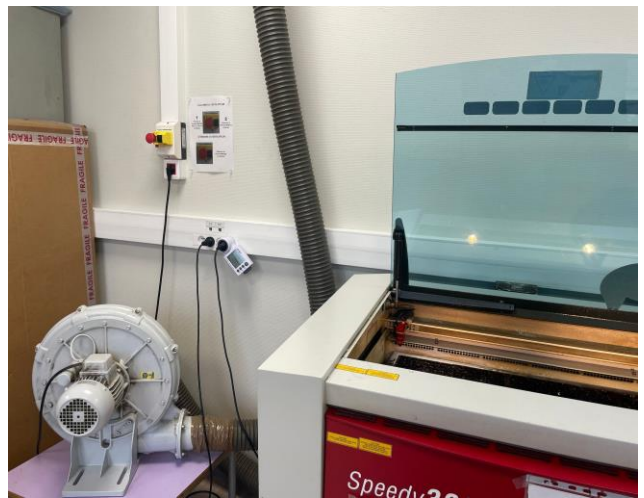


Figure 13 : Environnement de travail



Figure 12 : Voltcraft Logger 4000



Direction
Entreprises & Collectivités

Facture unique multisite



N° 220007609750 - 07 février 2023

Fiche info conso (résiliation) 020039240731

IUT BORDEAUX
Regroupement : CCC_UNIVERSITE DE BORDEAUX

Votre contrat

Votre référence client :
300 002 237 001

Titulaire du contrat :
UNIVERSITE DE BORDEAUX

Date d'échéance : 31/12/2022

Votre offre : offre de marché

Abonnement : Tarif HTA à 5 plages
temporelles à pointe fixe - Longue utilisation, -
Segment C2

Référence compte : SDEEG33-0596

Votre point de livraison

FDL/PRM :
30001610279395

Désignation du site :
IUT BORDEAUX

Adresse de livraison :
15 RUE NAUDET
33170 GRADIGNAN

Type de compteur :
Compteur SAPHIR

Suivez vos consommations

Vous pouvez retrouver le détail de
vos consommations et puissances affichées,
programmer vos alertes et comparer avec
l'année N-1 sur votre Espace Client **Bill-e**
ec.engie.fr

Département : 63000 24/24

0811 01 02 11**

Prix d'appel :
Service 0,06 € / min + prix appel

Détail de votre facture

	Période de consommation	Cons. en kWh	Prix unitaire (€/kWh)	Montant HT (€)	Taux de TVA
Electricité					6 329,47
Consommation Pointe	du 01/12/22 au 31/12/22	18 501	0,06836	1 264,73	20,0%
Consommation HP Saison Haute	du 01/12/22 au 31/12/22	53 946	0,06836	3 687,75	20,0%
Consommation HC Saison Haute	du 01/12/22 au 31/12/22	35 719	0,03873	1 383,40	20,0%
Contribution cee	du 01/12/22 au 31/12/22	108 166	0,00418	452,13	20,0%
Evolution averse	du 01/12/22 au 31/12/22	108 166	-0,03345	-3 618,15	20,0%
Obligation Capacité Pointe	du 01/12/22 au 31/12/22	18 501	0,01656	306,35	20,0%
Obligation Capacité HP Saison Haute	du 01/12/22 au 31/12/22	53 946	0,01656	893,26	20,0%
Acheminement électricité					3 039,13
Composante de comptage	du 01/12/22 au 31/12/22			27,11	20,0%
Composante de soutirage	du 01/12/22 au 31/12/22			869,58	20,0%
Composante de gestion	du 01/12/22 au 31/12/22			52,88	20,0%
Consommation Pointe	du 01/12/22 au 31/12/22	18 501	0,02780	514,33	20,0%
Consommation HP Saison Haute	du 01/12/22 au 31/12/22	53 946	0,02110	1 138,28	20,0%
Consommation HC Saison Haute	du 01/12/22 au 31/12/22	35 719	0,01450	517,93	20,0%
Vos services et autres prestations					0,00
Espace Client				Gratuit	
Taxes et Contributions					137,72
Contribution tarifaire d'acheminement (928,61 € x 0,2193)				203,84	20,0%
Contrib. service public élec.	du 01/12/22 au 31/12/22	108 166	0,00050	54,88	20,0%
Total HTVA				7 726,32 €	
Total TVA 20,0 %				1 545,26 €	
Total TTC				9 271,58 €	

Consommation d'énergie

Période	Nombre de compteur	Date de la lecture	Arrière compteur	Date de la lecture	Arrière compteur	Différence	Energie (kWh)		Puissance (kVA)	Puissance (kW)	
HPSH	058	01/12	2672130	31/12	2726076	R	53946	53 946	Hp	450	339
HCSH	058	01/12	1452912	31/12	1488631	R	35719	35 719	HPSH	450	347
HPSB	088	01/12	2881698	31/12	2881698	R	0	0	HCSH	450	148
HCSB	088	01/12	1413258	31/12	1413258	R	0	0	HPSB	450	0
Hp	088	01/12	472841	31/12	491342	R	18501	18 501	HCSB	450	0

Figure 17 : Facture d'électricité de l'IUT de Bordeaux