

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT



ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME D'INGÉNIEUR 2iE AVEC GRADE DE
MASTER EN GÉNIE ÉLECTRIQUE ET ÉNERGÉTIQUE
SPÉCIALITÉ ÉNERGIE RENOUVELABLE

Présenté et soutenu publiquement le 25/01/2022 par

Moussa HASSAN GARBA (2017 0615)

Directeur de mémoire : Ing. Jean Francis SEMPORE, enseignant en procédés frigorifiques
à 2iE

Maître de stage : Ing. Cyrile LAPORTE, ingénieur d'études en énergie chez AD FINE

Structure d'accueil du stage : AD FINE

Jury d'évaluation du stage :

Président : Prof. Daniel YAMEGUEU NGUEWO

Membres et correcteurs : Prof. Sayon SIDIBÉ
Ing. Jean Francis SEMPORE

Promotion [2021/2022]

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

DÉDICACES

À ma famille.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ADEME	: Agence de la Transition Écologique
BT	: Basse Tension
CACS	: Composante annuelle des Alimentations Complémentaires et de Secours
CARD	: Contrat d'Accès au Réseau de Distribution
CEE	: Certificat d'Économie d'Énergie
CER	: Composante annuelle de l'Énergie Réactive
CG	: Composante annuelle de Gestion
CMDPS	: Composante Mensuelle des Dépassements de Puissance Souscrite
CO₂	: Dioxyde de Carbone
CR	: Composante de Regroupement
CS	: Composante de Soutirage
CSPE	: Contribution au Service Public d'Électricité
CTA	: Contribution Tarifaire d'Acheminement
CU	: Contrat Unique
DJU	: Degré Jour Unifié
ECA	: Évolution de la Consommation Annuelle
ECS	: Eau Chaude Sanitaire
EDF	: Électricité De France
EER	: Energy Efficiency Ratio (coefficient d'efficacité énergétique)
EN	: Norme Européenne
GEEI	: Génie Électrique, Énergétique et Industriel
GES	: Gaz à Effet de Serre
HC	: Heure Creuse
HCE	: Heure Creuse Été
HCH	: Heure Creuse Hiver
HP	: Heure Pleine
HPE	: Heure Pleine Été
HPH	: Heure Pleine Hivers
HTA	: Haute Tension catégorie A
HTVA	: Hors Taxe sur la Valeur Ajoutée
Ipé	: Indicateur de Performance Énergétique
ISO	: International Organization for Standardization
kV	: Kilo-Volt
kW	: Kilo-Watt
NAF	: Nomenclature d'Activité Française
NF	: Norme Française
PAC	: Pompe à Chaleur
PCS	: Pouvoir Calorifique Supérieur
RSI	: Retour Sur Investissement
SIREN	: Système d'Identification du Répertoire des Entreprises
SIRET	: Système d'Identification du Répertoire des Établissements
TCFE	: Taxes sur la Consommation Finale d'Électricité
TD	: Tableau Divisionnaire
TGBT	: Tableau Générale Basse Tension

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

- TICGN** : **Taxe Intérieure sur la Consommation de Gaz Naturel**
TTC : **Toutes Taxe Comprise**
TURPE : **Tarif d'Utilisation du Réseau Public d'Électricité**
UT : **Utilité**
VBA : **Visual Basic for Application**
VMC : **Ventilation Mécanique contrôlée**

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

CITATIONS

« Il vaut mieux pomper même s'il ne se passe rien que de risquer qu'il se passe quelque chose de pire en ne pompant pas »

Jacques ROUXEL

« Il vaut mieux mobiliser son intelligence sur des conneries que mobiliser sa connerie sur des choses intelligentes »

Jacques ROUXEL

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

REMERCIEMENTS

Je voudrais adresser mes remerciements les plus sincères à l'institut 2iE pour non seulement la qualité de la formation dispensée mais aussi pour la chance qu'il m'a donné d'être parmi les futurs cadres africains. Je n'aurai garde d'oublier les sens de relations humaines du département Génie Électrique, Énergétique et Industriel (GEEI), qui m'ont toujours inspiré.

Je voudrais aussi adresser mes remerciements aux nombreuses personnes qui, de près ou de loin, ont apporté leur soutien au succès de ma formation.

À ce titre je tiens à remercier :

- Mon directeur de mémoire, M. Jean Francis SEMPOPRE, pour l'honneur qu'il m'a fait d'être mon encadreur académique en m'apportant ses conseils et son soutien tout au long de mon stage ;
- AD FINE, le bureau d'études qui m'a donné la chance de réaliser mon premier stage dans la performance énergétique malgré la crise sanitaire ;
- Mon maître de stage, Cyrille LAPORTE de m'avoir permis d'assister à plusieurs cas d'étude d'audit énergétique et de m'avoir suivi dans ma mission principale.

Je tiens également à remercier tous mes amis(es) qui, au travers de leur bonne humeur, de leur sympathie ont su me remonter le moral dans les moments de doute et de découragement.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

RÉSUMÉ

Ce document est un mémoire de fin d'étude. Il présente dans un premier temps toutes les étapes de l'**audit énergétique** suivant la norme NF EN 16 274 notamment les chapitres 1 et 3 qui présentent respectivement les exigences générales et les audits spécifiques aux **procédés industriels**. Ensuite il précise tous les **aspects théoriques** pris en compte pour la réalisation d'un audit énergétique. Autrement dit il explique, pour une entreprise donnée, le périmètre organisationnel, la facturation énergétique des 3 vecteurs énergétiques, les usages énergétiques etc. qui vont in fine conduire à un bilan énergétique global. Il explique aussi, grâce à la méthode de régression linéaire, la détermination des **indicateurs de performance énergétique**. Le résultat obtenu, à partir de ces études des aspects théoriques, est une **application**, qui est un ensemble d'outils sous Excel, conçu pour la réalisation d'un audit énergétique d'une entreprise comportant jusqu'à 10 sites. Cette application comprend :

- Un fichier Excel principal qui reçoit toutes les informations, les factures énergétiques et les facteurs pertinents des sites à partir desquels on génère les sorties.
- Un seul fichier Excel périphérique est développé spécialement pour analyser les courbes d'appel de puissance appelé points 10 minutes.

Cependant, les autres fichiers élaborés ne rentrent pas dans l'application car ils sont, pour le moment, indépendants au fichier chapeau.

Dans la dernière partie, un cas d'audit énergétique d'un établissement industriel est présenté afin d'établir un lien direct avec tous les aspects, traités dans la deuxième partie et qui, ont permis de développer l'application. Le résultat de cet audit révèle un potentiel d'économie énergétique et financière annuelle respectivement de 1,2 GWh et 103 k€ ainsi qu'une réduction des émissions de CO₂ de 26 % par rapport à la quantité émise de l'année de référence (2019) soit 77 tonnes équivalents CO₂ à éviter.

Mots Clés

1 – Application

2 – Audit énergétique

3 - Bilan énergétique

4 – Indicateurs de performance énergétique

5 – Procédés industriels

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

ABSTRACT

This document is a completed end-of-study dissertation. It first presents all the stages of the **energy audit** according to NF EN 16 274, including Chapter 1 and 3, which respectively present the general requirements and audits specific to **industrial processes**. Then it specifies all the **theoretical aspects** taken into account for the conduct of an energy audit. In other words, it explains, for a given company, the organizational perimeter, the energy billing of the 3 energy vectors, the energy uses etc. that will ultimately lead to a global energy balance. It also explains, thanks to the linear regression method, the determination of energy performance indicators. The result obtained, from these studies of the theoretical aspects, is an application, which is a set of tools under Excel, designed for the realization of an energy audit of a company with up to 10 sites. comprising up to 10 sites. This application includes:

- A master Excel file that receives all the information, energy bills and relevant variable from the sites from which the outputs are generated.
- A single peripheral Excel file is developed specifically to analyze power call curves called a 10-minute points.

However, the other elaborate files do not fit into the application because they are, for the moment, independent of the master file.

In the last part, an energy audit case is presented in order to establish a direct link with all the aspects, dealt in the second part, which allowed the development of the application. The result of this audit reveals a potential annual energy and financial saving of 1.2 GWh and 103 k€ respectively, as well as a reduction in CO₂ emissions of 26% compared to the quantity emitted in the reference year (2019), i.e. 77 tons of CO₂ equivalent to be avoided

Key words:

1 – Application

2 – Energy audit

3 – Energy performance indicators

4 – Industrial processes

5 – Theoretical aspects

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

SOMMAIRE

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACES	i
LISTE DES ABRÉVIATIONS	ii
CITATIONS	iv
REMERCIEMENTS	v
RÉSUMÉ.....	vi
ABSTRACT	vii
SOMMAIRE	viii
LISTE DES TABLEAUX	xi
LISTE DES FIGURES	xii
INTRODUCTION.....	1
1 PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET	3
1.1 Présentation de la structure d'accueil	3
1.1.1 Entreprise AD FINE	3
1.1.2 Situation géographique	3
1.2 Présentation du projet.....	4
1.2.1 Contexte et problématique.....	4
1.2.2 Les objectifs et livrables attendus.....	4
1.3 Méthodologie.....	5
1.3.1 La norme de l'audit énergétique.....	5
1.3.2 Organisation d'une entreprise auditée	5
1.3.3 Facturation énergétique	6
1.3.4 Facteurs pertinents et coefficients de conversion	6
1.3.5 Usages énergétiques	6
2 ASPECTS THÉORIQUES DE L'ÉTUDE.....	8
2.1 Audit énergétique : la norme 16 247	8
2.1.1 Contact préliminaire	8
2.1.2 Réunion de démarrage.....	9
2.1.3 Collecte des données	10
2.1.4 Visite sur place	10
2.1.5 Analyse.....	11
2.1.6 Rapport de l'audit.....	12
2.1.7 Restitution de l'audit	12

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

2.2	Organisation d'une entreprise auditée	13
2.2.1	Informations générales de l'entreprise	14
2.2.2	Informations des sites	15
2.2.3	Sélection du périmètre	15
2.3	Facturation énergétique	16
2.3.1	Facture d'électricité	16
2.3.2	Facture du gaz	20
2.3.3	Facture du fioul	21
2.4	Facteurs pertinents et coefficients de conversion	21
2.4.1	Facteurs pertinents	21
2.4.2	Coefficients de conversion	21
2.5	Usages énergétiques	22
2.6	Application proposée	23
2.6.1	Le principe de l'outil central APP_ADFINE	24
2.6.2	Le principe de APP1	25
2.6.3	Conclusion	25
3	AUDIT ÉNERGÉTIQUE DE L'ENTREPRISE A	27
3.1	Présentation du projet	27
3.1.1	Présentation de l'entreprise auditée	27
3.1.2	Contexte et objectifs	27
3.1.3	Sélection du périmètre	27
3.1.4	Présentation du Site 1	28
3.1.5	Méthodologie de la réalisation de l'audit énergétique	29
3.2	Bilan énergétique	30
3.2.1	Bilan global	30
3.2.2	Facture d'électricité	30
3.2.3	Courbe de charge	33
3.3	Facteurs pertinents et indicateurs	38
3.3.1	Régression linéaire simple – Quantité de production	38
3.3.2	Régression linéaire simple – Usage Production de chaud et de froid	39
3.4	Usages électriques	40
3.4.1	Postes consommateurs d'électricité – Usages électriques	40
3.4.2	Schéma de distribution électrique	41
3.4.3	Source des données	41
3.4.4	Répartition des consommations par départ électrique	42

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

3.5	Procédés	44
3.5.1	Estimation des consommations	44
3.5.2	Propositions d'améliorations	45
3.6	Traitement d'air	45
3.6.1	Estimation des consommations	45
3.6.2	Propositions d'améliorations	45
3.7	Production de froid et de chaleur.....	46
3.7.1	Estimation des consommations	46
3.7.2	Propositions d'améliorations	46
3.8	Éclairage.....	47
3.8.1	Estimation des consommations	47
3.8.2	Propositions d'améliorations	47
3.9	Air comprimé	47
3.9.1	Estimation des consommations	47
3.9.2	Propositions d'améliorations	48
3.10	Synthèse	48
3.10.1	Récapitulatifs des consommations d'électricité	48
3.10.2	Évaluation du potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique.....	49
3.10.3	Planning de mise en œuvre.....	52
CONCLUSION GÉNÉRALE		53
BIBLIOGRAPHIE		I
ANNEXES		II
Annexe 1 : Tableau de bord		III
Annexe 2 : TURPE_5bis_plaquette_tarifaire_aout_2019		V
Annexe 3 : Subdivision des factures (électricité, gaz et Fioul)		XII
Annexe 4 : Base des données et les sorties.....		XIII
Annexe 5 : Schéma de distribution.....		XIV
Annexe 6 : Consommation par départ électrique		XVI
Annexe 7 : Hypothèse des calculs des actions d'améliorations		XX
Annexe 8 : Planification de mise en œuvre des actions		XXIV

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2-1 : Principe du tableau de bord.....	13
Tableau 2-2 : Informations générales de l'entreprise	14
Tableau 2-3 : Informations des sites	15
Tableau 2-4 : Exemple de validation de périmètre	15
Tableau 2-5 : Les différents segments d'électricité	17
Tableau 2-6 : Exemple des usages et sous usage énergétique.....	22
Tableau 2-7 : Matrice Entrées/Sorties	24
Tableau 3-1 : Synthèse des factures énergétiques de la société ENTREPRISE A France.....	27
Tableau 3-2 : Informations générale du Site 1	28
Tableau 3-3 : Bilan global de la consommation énergétique	30
Tableau 3-4 : Contrat et puissances souscrites	30
Tableau 3-5 : Définition des usages et sous-usages	40
Tableau 3-6 : Consommation par départ électrique (80% de la conso totale)	42
Tableau 3-7 : Consommation des sous usages « lignes de production » des procédés.....	44
Tableau 3-8 : Consommation des sous usages « traitement d'air » du Bâtiment.....	45
Tableau 3-9 : Consommation des sous usages « production de froid et chaleur » du Bâtiment	46
Tableau 3-10 : Consommation des sous usages « éclairage » du Bâtiment.....	47
Tableau 3-11 : Consommation du sous usage « air comprimé » de l'Utilité.....	48
Tableau 3-12 : Répartition par usage	48
Tableau 3-13 : Répartition par sous-usage	49
Tableau 3-14 : Synthèse du potentiel d'amélioration	50
Tableau 3-15 : Les gains réalisables	51

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 : Situation géographique de l'entreprise	3
Figure 1-2 : Schéma de principe d'une application	5
Figure 2-1 : Structure d'une entreprise	14
Figure 2-2 : Structure de l'application	23
Figure 3-1 : Processus global du site.....	28
Figure 3-2 : Processus de l'audit énergétique	29
Figure 3-3 : Répartition de la facturation d'électricité en 2019	31
Figure 3-4 : Évolution de la facture énergétique depuis 2015	32
Figure 3-5 : Consommation énergétique et produits conditionnés	32
Figure 3-6 : Évolution mensuelle de la consommation énergétique depuis 2015.....	33
Figure 3-7 : Courbe de charge annuelle	34
Figure 3-8 : Monotone de puissance	34
Figure 3-9 : Bilan mensuel des consommations et des puissances moyennes	35
Figure 3-10 : Puissance moyenne Semaine type Hiver.....	35
Figure 3-11 : Puissance moyenne Semaine type été	36
Figure 3-12 : Comparaison des puissances hiver, été et intersaison	37
Figure 3-13 : Régression linéaire simple de la consommation totale électrique annuelle	38
Figure 3-14 : Régression linéaire simple Production de froid et chaud	39
Figure 3-15 : Plan de comptage électrique.....	41
Figure 3-16 : Répartition par départ électrique	43
Figure 3-17 : Répartition des consommations par ligne de conditionnement et autres procédés	44
Figure 3-18 : Priorisation des actions.....	52

INTRODUCTION

La raréfaction des ressources énergétiques, la dépendance de l'importation de l'énergie et la nécessité de lutter contre le changement climatique constituent aujourd'hui un défi majeur auquel l'Union Européenne (UE) fait face [1]. Pour relever ce défi, la transition énergétique est incontournable. Elle vise, dans un premier temps, à délaisser les énergies fossiles, épuisables et émettrices des gaz à effet de serre pour intégrer les énergies renouvelables et dans un second temps à agir sur l'efficacité énergétique.

En application de la directive 2012/27/UE du 25 octobre 2012 relative à l'efficacité énergétique, la loi n°2013-619 du 16 juillet 2013 oblige les grandes entreprises à réaliser, tous les 4 ans, un audit énergétique de leurs activités. Les entreprises, soit de plus de 250 salariés, soit réalisant un chiffre d'affaires hors taxe annuel de plus de 50 millions d'euros et un total de bilan de plus de 43 millions d'euros, doivent réaliser un audit de leurs usages énergétiques.

De plus, certaines entreprises choisissent volontairement de s'engager dans la démarche de maîtrise et d'amélioration continue de leur performance énergétique en mettant en place un système de management de l'énergie (certification ISO 50001) qui permet d'être exempté de l'obligation de réaliser un audit réglementaire. Les entreprises n'ayant pas de ressources en interne pour piloter cette performance ou n'ayant pas les compétences suffisantes font appel à des responsables énergie.

Dans ces trois cas, le bureau d'étude AD FINE accompagne ses clients dans ces démarches, avec une approche opérationnelle en lien avec les objectifs exprimés et les contraintes propres à chaque entité. Les différentes étapes vont de la relève des équipements et de leur fonctionnement à la proposition de solutions d'amélioration. Cependant, le passage des étapes intermédiaires se fait d'une manière non optimisée.

Notre étude s'intègre dans le cadre de la réalisation des audits énergétiques réglementaires pour les entreprises industrielles. L'objectif principal est de développer des outils d'aide à la réalisation de l'audit énergétique en cohérence avec la norme NF EN 16247-1 et 3. Les parties de ce mémoire sont organisées de la façon suivante :

- La première partie présente la structure d'accueil et le projet ;
- La deuxième partie s'intéresse aux aspects théoriques relatifs à la réalisation d'un audit énergétique avec à la clé le développement d'une application informatique dédiée ;
- La dernière partie est la présentation de la réalisation un audit énergétique et des résultats obtenus.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

PARTIE 1

PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET
DU PROJET

1 PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET

1.1 Présentation de la structure d'accueil

1.1.1 Entreprise AD FINE

AD FINE est un bureau d'études et de conseil indépendant créé en janvier 2012 sous le statut juridique de SCOP. Il accompagne les territoires et les entreprises pour intégrer la transition énergétique et environnementale afin de développer leur attractivité et leurs performances.

Pour les entreprises, AD FINE propose une approche stratégique qui considère les activités des sites (management de l'énergie, des déchets, de l'eau, etc.) et la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie (éco-conception).

Pour les territoires, AD FINE déploie une méthodologie ancrée sur le terrain pour amener l'ensemble de ses acteurs à mutualiser et coopérer afin de réaliser des économies de ressources et financières en visant des gains environnementaux (écologie industrielle et territoriale, synergies de flux, etc.).

1.1.2 Situation géographique

AD FINE est présent sur 4 sites en France (Figure 1-1) et à l'international (Canada) ce qui lui permet une proximité géographique et de pouvoir intervenir au plus près de ses clients. Le siège se trouve à Millau mais dans le stage été effectué à Chambéry.



Figure 1-1 : Situation géographique de l'entreprise

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Par ses convictions et dans une logique d'amélioration continue, AD FINE se veut être exemplaire et en cohérence avec les prestations proposées. Le bureau d'études applique les principes du développement durable dans son fonctionnement interne. Par choix d'entreprendre autrement, AD FINE a été créé sous le statut particulier de SCOP. Dans ce cadre, chaque salarié est amené à devenir associé.

1.2 Présentation du projet

1.2.1 Contexte et problématique

La réglementation impose aux entreprises de plus de 250 salariés ou justifiant d'un chiffre d'affaires de plus de 50 millions d'euros de réaliser, de manière réglementaire, un audit énergétique. De plus certaines entreprises choisissent volontairement de s'engager dans la démarche de maîtrise et d'amélioration continue de leur performance énergétique en mettant en place une démarche de certification ISO 50 001. Les entreprises n'ayant pas de ressources en interne pour piloter cette performance ou n'ayant pas les compétences suffisantes font appel à des responsables énergie.

Dans ces trois cas, ADFINE accompagne ses clients dans ces démarches, avec une approche opérationnelle en lien avec les objectifs exprimés et les contraintes propres à chaque entité. Les différentes étapes vont de la relève des équipements et de leur fonctionnement à la proposition de solutions d'amélioration. Le passage de l'un à l'autre se fait actuellement d'une manière non optimisée.

1.2.2 Les objectifs et livrables attendus

L'objectif principal de cette étude est de fournir un ensemble d'outils sous le logiciel Excel qui vont permettre d'optimiser le temps de réalisation de l'audit. Les résultats attendus sont :

- Des tableaux récapitulatifs ;
- Des graphiques de répartitions des coûts énergétiques ;
- Des graphiques d'évolutions des coûts énergétiques ;
- Des graphiques de répartitions des consommations énergétiques ;
- Des graphiques d'évolutions des consommations énergétiques ;
- Des graphiques de profils des charges.

Un audit énergétique réglementaire d'un établissement est présenté pour expliquer, à travers des analyses types, les différents graphiques et tableaux récapitulatifs. Pour des raisons de

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

confidentialité, le nom de la société et les noms de ses établissements respectivement remplacés par ENTREPRISE A et Site (1,2,3).

1.3 Méthodologie

On définit une application comme étant une relation entre un ensemble de départ et un ensemble d'arrivée appelé respectivement dans notre étude éléments d'entrée et éléments de sortie. La Figure 1-2 suivante montre le schéma de principe d'une application :

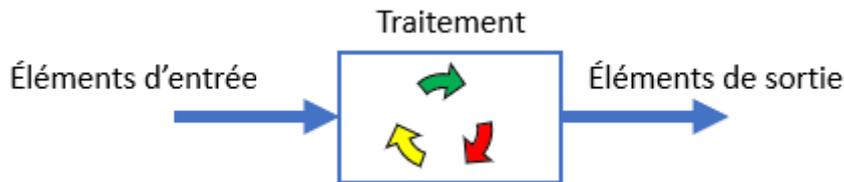


Figure 1-2 : Schéma de principe d'une application

Pour arriver à notre fin, notamment l'identification des entrées et des sorties, nous avons fait une étude théorique, dans l'ordre chronologique, de ces aspects suivants :

- La norme de l'audit énergétique ;
- L'organisation des entreprises auditées ;
- La facturation énergétique ;
- Les facteurs influents et les coefficients de conversion.
- Les usages énergétiques

En parallèle nous avons suivi plusieurs audits énergétiques, parmi lesquels nous présenterons le cas d'audit de l'ENTREPRISE A, comportant 3 sites (Site 1, Site 2, Site 3), afin de mettre tous ces aspects en exergue. L'audit présenté va concerner uniquement le Site 1.

1.3.1 La norme de l'audit énergétique

Pour mener à bien l'étude, nous avons bien suivi une méthodologie qui nous a permis d'obtenir un résultat à la fin. Les audits énergétiques réalisés devant être en cohérence avec la NF EN 16 247, une bonne partie de notre temps est consacré dans la lecture et compréhension de cette norme et aussi tous les anciens rapports d'audits réglementaires.

1.3.2 Organisation d'une entreprise audité

Les données caractéristiques d'une entreprise sont des données qui permettent de connaître l'identité de l'entreprise, la composition de ses sites et leurs activités, les énergies utilisées. Ces données seront utilisées pour savoir le contexte dans lequel l'entreprise s'engage à réaliser l'audit énergétique et définir le périmètre organisationnel.

1.3.3 Facturation énergétique

Après ce travail de lecture, il est demandé la saisie des données des factures énergétiques sous Excel à partir desquelles nous allons obtenir des graphiques et tableaux de synthèse. Cette tâche a toute son importance dans la méthodologie car elle va permettre de comprendre les composantes des factures énergétiques, notamment électricité et gaz.

1.3.4 Facteurs pertinents et coefficients de conversion

Les facteurs pertinents sont des paramètres qui ont un effet important sur la consommation de l'énergie. Généralement ce sont les données de production, le DJU (Degré Jour Unifié), etc. Pour déterminer ces facteurs nous avons utilisé la méthode de régression linéaire simple. Les coefficients de conversion sont des facteurs qui vont permettre de passer d'une unité à une autre (exemple le passage de l'énergie finale à l'énergie primaire).

1.3.5 Usages énergétiques

Les usages énergétiques sont des modes ou types d'utilisation de l'énergie consommée. Après le bilan énergétique, il est crucial de faire une répartition par usage et/ou par ligne de production, par secteur, etc. Ceci permet de déterminer les usages énergétiques significatifs qui, en général, font l'objet d'une étude approfondie. Dans ce point nous montrons la méthodologie utilisée pour réaliser toutes ces répartitions.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

PARTIE 2

ASPECTS THÉORIQUES DE L'ÉTUDE

2 ASPECTS THÉORIQUES DE L'ÉTUDE

2.1 Audit énergétique : la norme 16 247

La norme NF EN 16 247 est une norme européenne qui définit les attributs des audits énergétiques répondant à des critères de qualité. Elle précise les exigences applicables aux audits énergétiques ainsi que des obligations à remplir dans le cadre du processus d'audit énergétique. La norme NF EN 16 247 comprend 4 parties selon le secteur :

- NF EN 16 247 – 1 : Exigences générales
- NF EN 16 247 – 2 : Bâtiment
- NF EN 16 247 – 3 : Industrie (procédés)
- NF EN 16 247 – 4 : Transport

Les 3 dernières sont spécifiques aux secteurs correspondants et complètent la 16 247 – 1 qui porte sur les exigences générales des audits énergétiques. AD FINE accompagne les entreprises industrielles uniquement et par conséquent l'application ne prendra en compte que deux normes : la 16 247 – 1 et 16 247 – 3. Selon la norme, l'audit énergétique se fait en 7 étapes que sont : le contact préliminaire, la réunion de démarrage, la récolte des données, la visite sur site, l'analyse, le rapport et la réunion de clôture. L'application doit s'assurer que les 7 étapes sont respectées conformément à la norme 16 247.

Un tableau de bord permettant de visualiser la progression de la réalisation est conçu pour répondre à l'exigence de contrôler les étapes. La progression dépendra de l'accomplissement des tâches qui se trouvent dans les 7 étapes.

2.1.1 Contact préliminaire

Tout d'abord l'auditeur énergétique doit avoir une prise de contact avec l'entreprise auditée. L'objectif principal de ce point est de connaître le contexte énergétique dans lequel l'audit s'inscrit (audit réglementaire, les enjeux de l'énergie dans le budget, le pilotage de l'énergie). Cette prise de contact peut se faire de plusieurs façons (réunion à distance ou présentiel, téléphone, etc.). Le contact préliminaire va aussi permettre d'obtenir ou de connaître la disponibilité des données à récolter telles que les informations administratives, les données de production, les données énergétiques, les sites de l'entreprise auditée pour se faire une idée sur les sites et les procédés (dimensionner l'étude). La qualité de l'audit énergétique dépend du niveau de connaissance des procédés, du site, ainsi que des données et informations disponibles. Dans le cadre de l'audit réglementaire, l'audit doit couvrir 80 % des dépenses énergétiques et donc il est primordial dès cette étape de définir le périmètre de l'audit. Le contact préliminaire

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

anticipe déjà l'étape de collecte des données (2.1.3), l'auditeur énergétique soumet une liste des données et informations à collecter. L'auditeur doit formaliser sa proposition technico-commerciale (estimer le nombre de jours et d'auditeurs par jour à affecter pour réaliser l'audit, élaborer un planning, prévoir et préparer les appareils de mesures nécessaires) qui va être présentée à l'étape suivante (2.1.2).

Note 1 : pour le contact préliminaire, nous avons défini des tâches à réaliser a minima pour valider l'étape. Il s'agit de l'appropriation de :

- Informations générales de l'entreprise auditée ;
- Contexte de l'entreprise ;
- Données énergétiques annuelles (les coûts et consommations des énergies) ;
- Données de production annuelles ;

Et en fin définir :

- Les intervenants (auditeurs énergétiques) ;
- Une liste des données et informations à récolter (étape **2.1.3**) ;

2.1.2 Réunion de démarrage

L'objectif de la réunion de démarrage est d'informer l'ensemble des parties prenantes des objectifs, le périmètre et le degré d'approfondissement de l'audit énergétique, et de convenir des dispositions pratiques pour la réalisation de l'audit. À cette réunion, on identifie tous les interlocuteurs clés pour la conduite de l'audit. Pour la tenue de cette de réunion de cadrage on élabore un support de présentation.

Note 2 : sur la base des données et informations recueillies précédemment, doivent figurer dans la présentation de l'auditeur lors de la réunion :

- Le rappel du contexte de l'audit ;
- Le périmètre qui couvre 80 % du coût énergétique ;
- La méthodologie de l'audit énergétique ;
- La proposition technico-commerciale ;
- La confirmation de l'année de référence ;
- Les indicateurs de performance énergétiques à suivre s'ils existent sinon à définir ;
- Les modalités pratiques et les conditions des différentes visites.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

2.1.3 Collecte des données

À ce point la demande des données et informations a été déjà soumise plus haut (2.1.1). L'objectif va être dans un premier temps de vérifier qu'il ne manque rien, ensuite vérifier la cohérence et l'adéquation des données et en fin de définir la méthode à suivre pour obtenir les données complémentaires (par exemple, des mesures, des estimations, une modélisation, etc.).

Note 3 : selon le degré d'approfondissement, il peut y avoir plus ou moins des données. Dans notre cas nous avons énuméré celles qui sont indispensables :

- *Les factures énergétiques et les points 10 minutes ;*
- *Les plans de comptage d'énergie ;*
- *Les équipements énergétiques et leurs caractéristiques ;*
- *Le nombre d'heure de fonctionnement des équipements ;*
- *Le mode de fonctionnement des sites (2×8 ou 3×8 par exemple) ;*
- *Les DJU de chaque site sur l'année d'étude ;*
- *Les données de productions mensuelles des sites.*

Les factures énergétiques sont préanalysées avant la prochaine étape : Visite sur place.

2.1.4 Visite sur place

La visite sur place fait suite à la collecte des données dans le but de rassembler toutes les données et informations manquantes identifiées par l'analyse préalable. En général, les données supplémentaires sont celles obtenues lors des campagnes de mesurage. Il faut noter que ce n'est pas toujours évident d'avoir certaines données par mesurage, dans ce cas on s'attache à calculer par une modélisation théorique dont on précise les hypothèses ou par une estimation. Les données peuvent aussi être obtenues autrement : relevés des compteurs existants, documentation technique des équipements, entretien avec les responsables du site. Les modalités pratiques et les conditions des différentes visites ont été déjà validées lors de la réunion de démarrage (2.1.2).

Note 4 : pour la bonne conduite des campagnes de mesurage, ces points sont à préciser par l'auditeur :

- *Le responsable de la réalisation des mesurages ;*
- *La méthodologie et le niveau de précision des mesures ;*
- *La liste des points de mesures et leur position physique (le plan de comptage) ;*

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

- *Le type de capteur(s) utilisé(s) défini en fonction de sa plage de mesures, de la précision nécessaire, de la nature de la grandeur mesurée ;*
- *La durée du mesurage (ponctuelle ou enregistrée) ;*
- *La période d'intervention pour laquelle l'activité de l'entreprise est représentative ;*
- *Les contraintes d'exploitation liées aux procédés ;*
- *Les contraintes de mise en œuvre des appareils de mesure.*

Une campagne de mesurage s'effectue en 3 étapes clefs :

- La mise en place de capteurs et d'enregistreurs, les instruments de mesurage doivent être vérifiés périodiquement ;
- L'acquisition des données, enregistrement automatique des données physiques, relevés de certains paramètres ;
- La restitution des données, présentation des mesures en précisant le principe de mesurage, le niveau d'incertitude.

2.1.5 Analyse

Il s'agit bien de l'exploitation de toutes les données collectées depuis le début. À ce niveau on décrit toutes les installations énergétiques incluses dans le périmètre de l'étude. Ensuite il faut définir les indicateurs de performance énergétique (Ipé) qui vont servir de comparaison et de suivi des améliorations qui seront mises en place. Avec la collaboration de certains responsables de l'entreprise auditée, il est organisé une réunion au cours de laquelle on prédéfinit les actions d'économie d'énergie pour ensuite évaluer leur potentiel.

Note 5 : une analyse est basée sur l'observation des données visualisées sous forme des graphiques ou tableaux de synthèse. En états des lieux doivent figurer ce qui suit :

- *La répartition de la consommation et coûts de chaque vecteur énergétique ;*
- *La répartition de la consommation électrique par plage horaire ;*
- *Les évolutions de la consommation et coûts de chaque vecteur énergétique ;*
- *Les évolutions coûts unitaires de chaque vecteur énergétique ;*
- *Le tableau de synthèse regroupant les composantes d'une facture ;*
- *Le tableau de synthèse des consommations électriques par plage horaire ;*
- *Courbe de charge annuelle ;*

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

- *Monotone de puissance ;*
- *Bilan mensuel des consommations et des puissances moyennes ;*
- *Puissance moyenne Semaine type Hiver ;*
- *Puissance moyenne Semaine type été ;*
- *Les régressions linéaires ;*
- *La répartition de la consommation et coûts d'énergie par source ;*
- *La répartition de la consommation d'énergie par usage énergétique ;*
- *Le tableau de synthèse de préconisation et évaluation des gains ;*
- *Le planning de mise en œuvre des actions ;*
- *Le flux de trésorerie.*

La liste n'est pas exhaustive, cependant d'autres points peuvent s'ajouter.

2.1.6 Rapport de l'audit

À l'issue des étapes précédentes, l'auditeur doit rédiger un rapport dans lequel il présente les résultats obtenus et précise les conditions du déroulement. Dans ce rapport, doivent figurer les qualifications des intervenants et toutes autres certifications.

Note 6 : *le rapport d'audit comprend deux parties*

- *Une synthèse de l'audit ;*
- *Un rapport détaillé.*

2.1.7 Restitution de l'audit

Un support de présentation est élaboré pour la présentation du rapport d'audit.

Note 7 : *la restitution comprend :*

- *Une rédaction du support de présentation ;*
- *Une réunion de clôture.*

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Les notes 1 à 7 ont permis d'élaborer un tableau de bord (Annexe 1 : Tableau de bord) pour visualiser la progression de l'audit énergétique selon les tâches accomplies.

Tableau 2-1 : Principe du tableau de bord

Étape	Objectif	Réalisé	Progression par étape	Progression total
1- Contact préliminaire	6	6	100%	64%
2- Réunion de démarrage	7	7	100%	
3- Recueil de données	7	7	100%	
4- Travail sur place	8	6	75%	
5- Analyse	17	12	71%	
6- Rapport	2	0	0%	
7- Réunion de clôture	2	0	0%	

Le Tableau 2-1 montre le principe du tableau de bord. Les objectifs sont le nombre des points définis dans les notes (1 à 8) et les réalisés représentent les points accomplis lors d'un audit énergétique. Les progressions sont données par les formules suivantes.

$$Progression\ par\ étape = \frac{Réalisé}{Objectif} \times 100 \text{ [%]}$$

$$Progression\ totale = \frac{\sum_1^n Progression\ par\ étape}{n} \text{ [%]}$$

Avec n le nombre d'étape (n=7).

2.2 Organisation d'une entreprise auditée

Une entreprise peut être composée de plusieurs sites, sur chaque site on peut avoir plusieurs vecteurs énergétiques, facteurs d'influence et équipements. La Figure 2-1 montre comment une entreprise peut être structurée (ceci est donné à titre d'exemple). On peut voir que l'entreprise comprend 11 sites. Si on suit le site 6 nous avons 3 énergies dont l'électricité, le gaz et le fioul qui doivent être étudiées sur 5 années (la norme recommande 3 années), 2 facteurs influents et 3 équipements énergétiques qui doivent être étudiées sur l'année de référence.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

	Les sites	Catégories	Types	Années et données primaires
Entreprise	Site 1	Énergies	Électricité	Année réf
	Site 2		Gaz	Année -1
	Site 3		Fioul	Année -2
	Site 4			Année -3
	Site 5	Facteurs Influent	Données Production	Année réf
	Site 6			
	Site 7		DJU	Année réf
	Site 8	Usages	Sous-usage 1	
	Site 9			
	Site 10		Sous-usage 2	Année réf
	Site 11		Sous-usage 3	

Figure 2-1 : Structure d'une entreprise

2.2.1 Informations générales de l'entreprise

Ce sont des informations recueillies sur l'entreprise principale et ses différents sites. Elles vont permettre la mise en contexte de l'audit énergétique et éventuellement la sélection du périmètre. Le tableau suivant regroupe quelques informations demandées sur l'entreprise dans le cadre de l'audit.

Tableau 2-2 : Informations générales de l'entreprise

Informations générales	
Raison Sociale	
SIREN	
Code NAF	
Adresse	
Noms des responsables et fonctions	
Téléphone / courrier électronique	
Effectif total entreprise	
Chiffre d'affaires 2019	
Total du bilan en 2019	
Nombre des sites	
Périmètre de l'audit	
Objectifs de l'audit	

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

2.2.2 Informations des sites

Le Tableau 2-3 illustre les informations des sites que compose une entreprise auditée.

Tableau 2-3 : Informations des sites

Informations générales	
Raison Sociale	
SIREN	
Code NAF	
Adresse	
Nom du site	
SIRET	
Noms des responsables et fonctions	
Téléphone / courrier électronique	
Surface des locaux chauffés	
Activité	
Données productions (tonnes, litre, etc.)	
Données énergétiques (facture annuelle)	
Effectif du site audité	
Certification du site (ISO 14001, ISO 50001, etc.)	

La connaissance de ces données et informations permet non seulement de renseigner la première étape de l'audit (2.1.1), mais aussi de définir le périmètre de l'étude qui doit couvrir 80 % de la facture énergétique de l'entreprise.

2.2.3 Sélection du périmètre

Nous avons vu plus haut (2.1.1) que dans le cadre de l'audit réglementaire, le périmètre de l'audit doit couvrir 80 % de la dépense énergétique. Le périmètre de l'étude est à la discrétion de l'entreprise pour couvrir les 80 % en intégrant tous les éléments de la facture énergétique sur le SIREN considéré. Le tableau ci-dessous montre un exemple de validation de périmètre. Il illustre les données d'une entreprise qui possède 3 sites et 3 vecteurs énergétiques.

Tableau 2-4 : Exemple de validation de périmètre

Entreprise SIREN	Site SIRET	Activité	Électricité	Gaz	Fioul	Total	Pourcentage %
Entreprise	1	Usine de transformation	20 150 €	16 930 €	11 300 €	48 380 €	40%
	2	Usine de transformation	22 300 €	18 200 €	8 050 €	48 550 €	40%
	3	Usine de transformation	10 320 €	11 250 €	2 700 €	24 270 €	20%
	4		- €	- €	- €	- €	-
	5		- €	- €	- €	- €	-
	6		- €	- €	- €	- €	-
	7		- €	- €	- €	- €	-
	8		- €	- €	- €	- €	-
	9		- €	- €	- €	- €	-
	10		- €	- €	- €	- €	-
Total			52 770 €	46 380 €	22 050 €	121 200 €	
Pourcentage %			44%	38%	18%		

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Dans cet exemple 2 cas de figure se présentent :

- L'entreprise peut décider que l'audit soit réalisé sur les 2 premiers sites. En incluant tous les vecteurs énergétiques sur ces 2 sites, on obtient les 80 % en termes de dépenses énergétique. Le site 3 étant hors du périmètre.
- De même l'audit énergétique peut concerner les 3 sites en excluant le 3^{ème} vecteur énergétique qui est le fioul. Dans ce cas la part de l'électricité et du gaz sur tous les sites est à 82 %.

Lors de la réunion de démarrage, on décide du périmètre et on passe aux étapes suivantes : collecte des données et les visites des sites. Toutes les données et informations obtenues sont exploitées dans la 5^{ème} étape, Analyse. Les aspects théoriques suivants vont permettre de faire des analyses en fonction des points vus dans la note 5 (2.1.5).

2.3 Facturation énergétique

2.3.1 Facture d'électricité

2.3.1.1 Contrat d'électricité

Il est important de comprendre les données du contrat pour la compréhension de la facturation. Toutes les conditions de la facturation sont définies dans le contrat. Ces conditions dépendent de plusieurs aspects : le type du contrat, le type de raccordement, la puissance souscrite et l'option tarifaire.

- Type de contrat
 - Contrat Unique (CU), il regroupe la fourniture d'électricité, l'accès et l'utilisation des réseaux et est conclu entre l'entreprise et le fournisseur d'électricité (EDF par exemple)
 - Contrat d'Accès aux Réseaux publics de Distribution (CARD), il suppose en réalité deux contrats. Un premier contrat pour la fourniture d'électricité signé entre l'entreprise et le fournisseur d'électricité et un deuxième contrat d'accès aux réseaux conclu entre l'entreprise et le distributeur d'électricité (généralement ENEDIS qui est le gestionnaire de réseau d'électricité).

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

- Type de raccordement
 - Le raccordement HTA, $1 \text{ kV} < U^1 \leq 50 \text{ kV}$
 - Le raccordement BT $> 36 \text{ kVA}$, $50 \text{ V} < U \leq 1 \text{ kV}$
 - Le raccordement BT $< 36 \text{ kVA}$, $50 \text{ V} < U \leq 1 \text{ kV}$.

- Puissance souscrite
 - Si le raccordement est en HTA ou BT $> 36 \text{ kVA}$, la puissance souscrite est la puissance active mesurée en kW.
 - Pour le raccordement en BT $< 36 \text{ kVA}$, la puissance souscrite est la puissance apparente mesurée en kVA. Il n'y a pas la question de dépassement pour ce raccordement car le disjoncteur, mis en place est réglé par le distributeur, coupe l'alimentation électrique en cas de dépassement de puissance. De plus l'énergie réactive n'est pas comptabilisée et donc pas de pénalité en cas d'un mauvais facteur de puissance.

- Segment d'électricité (C5, C4, C3, C2, C1)

Le tableau ci-dessous montre les différents segments avec pour chacun le raccordement, la puissance souscrite et type de contrat correspondant. On peut voir que le segment C5 dispose d'un compteur qui ne permet pas le dépassement de la puissance souscrite. Et aussi le C1 qui diffère du C2 par le type de contrat.

Tableau 2-5 : Les différents segments d'électricité

Segment	C5	C4	C3	C2	C1
Raccordement	BT	BT	HTA	HTA	HTA
Puissance Souscrite (kVA)	[3, 36]]36, 250]	< 250	> 250	> 250
Type de contrat	CU	CU	CU	CU	CARD
Compteur	Réglé	Compteur de dépassement			

¹ U : la tension

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

- Option tarifaire
 - Option base, le prix du kWh est identique durant toute l'année et peu importe l'heure de la consommation. Cependant il change en fonction de la puissance souscrite. Le prix de l'abonnement de cette option est plus avantageux et varie en fonction de la puissance souscrite.
 - Option horo-saisonnier dont les prix dépendent des heures auxquelles l'entreprise consomme de l'électricité (creuses/pleines) et de la saison (hiver/été).

En fonction de ces points du contrat expliqués, nous verrons par la suite les liens qui existent avec les différents éléments que compose le coût de l'électricité et la consommation énergétique.

On distingue sur une facture électrique deux données principales : le coût en euro (€) et la consommation en kilowattheure (kWh). Le coût est donné en euro Toutes Taxes Comprises (€ TTC) et en euro Hors Taxe sur la Valeur Ajoutée en euro (€ HTVA). Dans l'analyse des factures, le coût qui est pris en compte en € HTVA.

2.3.1.2 Coût d'électricité

Le coût d'électricité en France est composé de 3 éléments : la fourniture, l'acheminement et les taxes et contributions.

- Fourniture est divisée en deux :
 - Le prix de l'abonnement, il est identique chaque mois et il dépend de la puissance souscrite et de l'option tarifaire choisie par l'entreprise. Plus la puissance souscrite est élevée plus le prix de l'abonnement augmente. Pour l'option tarifaire nous en avons vu plus haut deux types, l'option base et l'option Heure Creuse et Heure Pleine (HC/HP). L'abonnement en option HC/HP est plus coûteux.
 - Le prix de la consommation dépend du kWh consommé par l'entreprise. Ce prix est aussi fonction de l'option tarifaire. L'option tarifaire HC/HP permet de bénéficier d'un prix du kWh avantageux pendant les heures creuses. Cependant le prix du kWh en HP est plus élevé qu'en option base.
- Acheminement ou le TURPE (Tarif d'Utilisation du Réseau Public d'Électricité)
 - La composante annuelle de gestion (CG), fonction du type de contrat
 - La composante annuelle de comptage (CC), varie selon si le compteur appartient à l'entreprise ou pas. Le prix est plus élevé si le compteur appartient au fournisseur.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

- La composante annuelle de soutirage (CS), obtenue par une formule faisant intervenir la puissance souscrite et l'énergie active consommée
- La composante mensuelle des dépassements de puissance souscrite (CMDPS), dépend de la puissance instantanée
- La composante annuelle des alimentations complémentaires et de secours (CACS)
- La composante de regroupement (CR)
- La composante annuelle de l'énergie réactive (CER)
- Taxes et contributions
 - La Contribution au Service Public d'Électricité (CSPE)
 - La Taxes sur la Consommation Finale d'Électricité (TCFE)
 - La Contribution Tarifaire d'Acheminement (CTA)

Dans la plaquette (Annexe 2 : TURPE_5bis_plaquette_tarifaire_aout_2019) sont données toutes les formules qui permettent de calculer les composantes de ces 3 éléments. Dans la plupart des cas, elles sont déjà calculées et y figurent sur la facture.

- Divers
 - Le mécanisme de capacité, il désigne une évolution réglementaire, qui crée un surcoût pour l'ensemble des consommateurs d'électricité en France dès le 1er janvier 2017. Ce mécanisme doit assurer la sécurité d'approvisionnement électrique en France (éviter le « black-out ») en versant un revenu complémentaire aux producteurs d'électricité. Ce sont les consommateurs d'électricité qui financent le dispositif, via un surcoût prélevé sur leur facture.
 - Autres

2.3.1.3 Consommation (kWh)

Pour les tarifs Haute tension et option tarifaire HC/HP nous avons 5 classes où les prix de la consommation diffèrent en fonction de la plaque temporelle :

- Heures de Pointe (P) : 2 fois 2 heures par jour en décembre, janvier et février, tous les jours de la semaine sauf dimanches et jours fériés ;
- Heures pleines hiver (HPH) : 16 heures par jour du lundi au samedi ;
- Heures creuses Hiver (HCE) : 8 heures par jour du lundi au samedi et dimanche toute la journée ;
- Heures pleines été (HPE) : 16 heures par jour du lundi au samedi ;

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

- Heures creuses été (HCE) : 8 heures par jour du lundi au samedi et dimanche toute la journée.

NB : novembre à mars correspond à l'hiver et avril à octobre correspond à l'été.

2.3.1.4 Courbe de charge

Les gros consommateurs d'énergies, les industriels par exemple, disposent en général de compteurs dits télé relevés (points 10 minutes). Ces compteurs mesurent toutes les 10 minutes la puissance appelée et donc les consommations électriques. On dispose ainsi d'un historique de consommation assez exhaustif. Ce qui permet un suivi et une analyse plus précise du profil de consommation.

2.3.2 Facture du gaz

2.3.2.1 Coût du gaz

La facture du gaz est divisée en 3 grandes parties : l'abonnement, l'énergie, les taxes et contributions.

- Abonnement

L'abonnement de gaz naturel constitue la part fixe de la facture. Il couvre les coûts supportés par le fournisseur et les gestionnaires de réseaux qui assure l'acheminement. L'acheminement du gaz naturel passe par des réseaux de transport et de distribution pour couvrir l'ensemble du territoire.

- Énergie

L'énergie est le prix de la consommation. Ce prix est variable et dépend du kWh consommé par l'entreprise.

- Taxes et contributions
 - La Contribution Tarifaire d'Acheminement (CTA)
 - La Taxe Intérieure sur la Consommation de Gaz Naturel (TICGN)

2.3.2.2 Consommation

Le volume de gaz consommé est relevé en m³ sur le compteur. Avant d'être facturé par l'opérateur de gaz, la consommation est convertie en kWh PCS grâce à un coefficient de conversion. Sa valeur est calculée selon l'altitude de commune où est livrée le gaz. Généralement sur les factures de gaz la consommation est donnée directement en kWh PCS.

2.3.3 Facture du fioul

2.3.3.1 Coût du fioul

Contrairement aux deux vecteurs énergétiques précédents, le fioul est livré directement sur le site où il est utilisé. Sa facture énergétique est le coût lié au volume livré.

2.3.3.2 Consommation

Le volume de fioul livré est en litre et il faudrait utiliser un facteur de conversion pour le ramener en kWh PCS pour pouvoir réaliser un bilan global avec les autres vecteurs énergétiques.

Annexe 3 : Subdivision des factures (électricité, gaz et Fioul).

2.4 Facteurs pertinents et coefficients de conversion

2.4.1 Facteurs pertinents

Un Indicateur de performance énergétique (Ipé) est un ratio qui permet de comparer et de suivre la performance énergétique dans le temps des usages énergétiques auxquels elle est associée. Définir les Ipé permet aussi aux entreprises de réaliser des benchmarks entre leurs sites industriels. Il faut dans un premier temps déterminer les facteurs influents qui ont une influence sur la consommation énergétique associée aux usages. Afin de déterminer des Ipé fiables, il est important de corréliser les facteurs influents sur les consommations énergétiques du site. Des modèles mathématiques ont été créés sur la base de régression linéaire simple à partir des facteurs pertinents suivants :

- DJU Chaud ;
- DJU Froid ;
- Quantité de production en kg.

2.4.2 Coefficients de conversion

2.4.2.1 Le coefficient de conversion en énergie primaire

Pour comparer la part de chaque énergie, il convient de ramener les énergies finales en énergie primaire. L'énergie primaire est l'énergie contenue dans les ressources naturelles (comme le bois, le gaz, le pétrole, etc.) avant toute transformation. L'énergie finale est l'énergie consommée et facturée, en tenant compte des pertes lors de la production, du transport et de la transformation du combustible. Pour obtenir la consommation en énergie primaire un coefficient de conversion est utilisé. Les coefficients de transformation en énergie primaire sont donc par convention de 2,58 pour l'électricité et 1 pour toutes les autres énergies (gaz, fioul, etc.).

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

2.4.2.2 *Facteurs d'émission CO₂*

Le facteur d'émission est le coefficient qui permet de détailler le contenu des gaz à effet de serre notamment le CO₂ émis dans l'environnement par la transformation d'une énergie primaire. Ce facteur intègre l'ensemble du processus amont, de l'extraction des matières premières, le transport, jusqu'à l'utilisation finale de l'énergie par l'utilisateur. Il évolue chaque année et dépend du type d'énergie. La quantité de CO₂ équivalent, calculée à partir de la consommation électrique, rentre dans le scope 2 dans le cadre de bilan carbone.

2.5 Usages énergétiques

Nous rappelons que cette partie a pour objectif principal de faire la réparation par usage énergétique pour in fine identifier les usages énergétiques significatifs. Le tout premier travail est de définir les usages et les sous-usages énergétiques en collaboration avec un responsable de l'entreprise qui connaît bien l'usine (généralement c'est un responsable maintenance). Le Tableau 2-6 montre un exemple.

Tableau 2-6 : Exemple des usages et sous usage énergétique

Usage	Procédés	Bâtiment	Utilité
Sous usage	Ind - Tour de broyage	Bât - Traitement d'air Ateliers	UT - Air comprimé
	Ind - Production Mélange MIX	Bât - Traitement d'air Bureaux	UT - Production de froid process
	Ind - Production Sucré	Bât - Chauffage / Rafratchissement	UT - Production de chaud process
	Ind - Production Mélange Herbe	Bât - Éclairage Ateliers	UT - Production de vapeur
	Ind - Laboratoire	Bât - Éclairage Bureaux	UT - Pompage
	Ind - Stockage et logistique	Bât - Informatique	UT - Divers
	Ind - Autres	Bât - ECS	
	Ind - Local de charge	Bât - Divers	

Il y a 2 méthodes pour réaliser cette répartition :

- La première, la répartition par départ énergétique (électrique ou gaz), qui consiste grâce à un schéma de distribution d'attribuer les usages et sous usages à chaque départ énergétique jusqu'aux utilisations.
- La seconde, la répartition par lignes de production ou secteur quant à elle, consiste à attribuer les usages et les sous usages à chaque ligne ou section.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Pour estimer la consommation des équipements, il y a 2 moyens d'obtention des données :

- Données des consommations issues des compteurs installés qui sont directement et généralement enregistré par un logiciel dédié ;
- Données des consommations issues de la campagne de mesurage qui est un travail in situ effectué par les auditeurs énergétiques. Pour faire la répartition des consommations par départ électrique, on effectue des mesurages sur l'ensemble des départs électriques sauf les départs ayant déjà un compteur.

2.6 Application proposée

Rappelons que l'étape 5 (2.1.5) consiste à partir des données collectées à trouver une situation énergétique de référence de l'entreprise et en suite proposer des solutions d'amélioration de l'efficacité énergétique. Jusque-là tout ce que nous avons développé dans les aspects théoriques, nous permet juste de faire une photographie à l'instant « t » autrement dit la situation énergétique de référence de l'entreprise. À partir de ces aspects nous avons construit un ensemble d'outils sous format Excel structuré comme suit (Figure 2-2) :

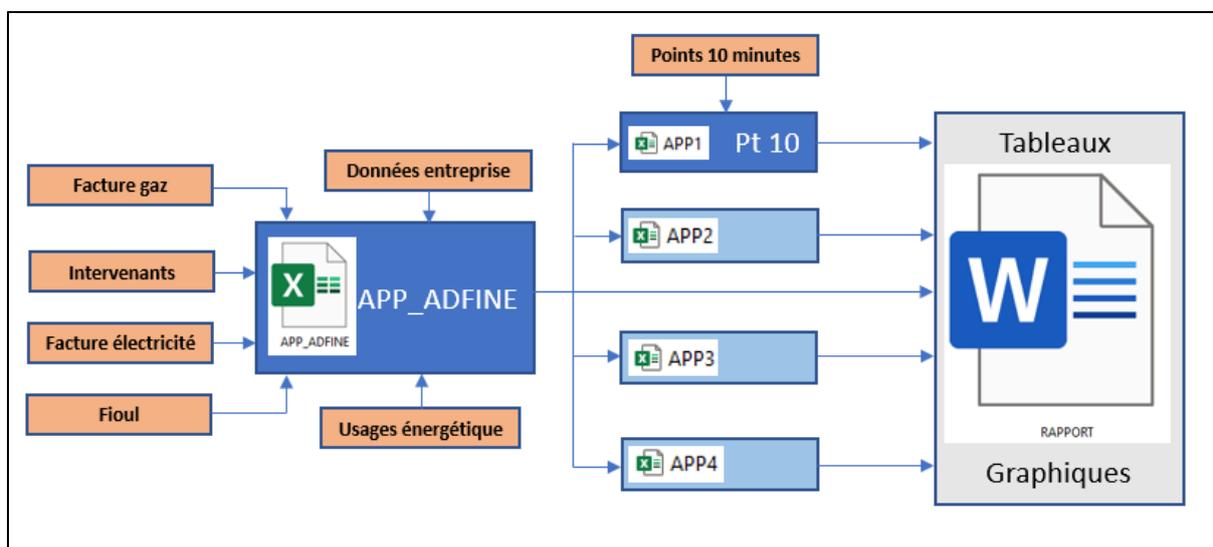


Figure 2-2 : Structure de l'application

Nous avons l'outil central APP_ADFINE qui reçoit les données d'entrées dans plusieurs bases des données conçues qui vont par la suite soit alimenter les autres tableurs soit faire sortir directement les informations (Annexe 4 : Base des données et les sorties). Cet ensemble traite un audit énergétique d'une entreprise qui comporte 10 sites, 3 vecteurs énergétiques et une étude des factures sur 5 dernières années. Ces outils ont été testés plusieurs fois dans le cadre de l'audit et présente des limites dans des rares cas. Aussi il ne prend pas en compte la partie

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

d'analyse qui consiste à évaluer le potentiel d'amélioration qui suppose la connaissance des dimensionnements des équipements énergétiques.

Dans la dernière partie du travail, nous présenterons un audit énergétique dans le but d'illustrer toutes les informations sorties de l'application et des types d'analyse qui leurs sont associées.

2.6.1 Le principe de l'outil central APP_ADFINE

Le fichier est composé de 5 onglets principaux :

- **Norme**, c'est un onglet indépendant à titre informatif pour rappeler à l'utilisateur les exigences de la norme, aucun lien avec les autres onglets ;
- **Liste**, cet onglet est réservé pour tous les paramètres mobiles qui une liste déroulante ou liste de choix. Il contient tous les coefficients de conversion de 2.4.2 ;
- **Contrôle**, c'est onglet qui permet de cocher les tâches réaliser aux différentes étapes de l'audit et illustre à travers un tableau de bord la progression du travail ;
- **Données entreprises**, ce sont des données d'entrée vues en 2.2.1 auxquelles doivent s'ajouter les intervenants (les auditeurs énergétiques).
- **Données sites**, sont aussi des données d'entrée évoquées en 2.2.2.
- **Data**, cet onglet contient que des bases de données des données des facturations énergétiques (sauf les points 10 minutes) et des facteurs pertinents vus respectivement en 2.3 et en 2.4.1 ;
- **Code**, c'est la « boîte noire » dans laquelle sont soit rappelées soit calculées les données de ces 3 points précédents ;
- **Synthèse**, ici on récupère tous les éléments de sorties qui sont générés à partir de l'onglet Code sous forme des tableaux des récapitulatifs et des graphiques. Pour éviter les répétitions de saisie, qui peuvent créer des erreurs, nous avons élaboré une matrice Entrées/Sorties (Tableau 2-7) pour identifier tous les éléments d'entrée qui vont constituer une sortie donnée.

Tableau 2-7 : Matrice Entrées/Sorties

CODE	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆
Données entreprises	X	X	X	X		
Données sites	X	X			X	X
Data	X			X		

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Il faut noter que l'outil est réalisé sous le tableur Excel et il n'intègre aucun code VBA.

Uniquement les formules basiques qui sont utilisées. Il s'agit :

- *Des formules d'extraction des données : RechercheV, RechercheH, Somme.si.ensemble, Nb.si, etc. ;*
- *Des formules des tests logiques : Et, Ou, etc. ;*
- *Etc.*

2.6.2 Le principe de APP1

C'est un fichier qui est réservé uniquement pour les analyses des courbes de charge. Il comprend 12 onglets suivants :

- 1 onglet **Data10** qui contient une base de données dans laquelle nous avons toutes les puissances appelées toutes les dix (10) minutes, c'est une année d'étude ou de référence. C'est un onglet d'entrée des données ;
- 1 onglet **DO** (Données d'origine) qui est tableau de sortie récupéré depuis APP_ADFINE dans l'onglet et qui va être une entrée ici ;
- 10 onglets clones (**Site 1, Site 2, ..., Site 10**) qui donnent tous les éléments de sorties sous formes des graphiques.

Le principe d'exploitation des données de ce fichier est basé principalement sur l'utilisation des tableaux croisés dynamiques associés aux graphiques croisés dynamiques. Ce sont des macros intégrées dans le logiciel Excel qui permettent de mieux analyser les données d'une base de données.

2.6.3 Conclusion

D'autres fichiers de calcul ont été élaborés indépendamment pour dépanner les missions en cours, sans une méthode précise de réalisation. Ces outils ont permis d'avoir des résultats de l'audit présent dans le chapitre 3. Il s'agit des différentes répartitions par usage électrique et des évaluations du potentiel d'amélioration de la performance énergétique.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

PARTIE 3

AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

3 AUDIT ÉNERGÉTIQUE DE L'ENTREPRISE A

3.1 Présentation du projet

3.1.1 Présentation de l'entreprise auditée

La société ENTREPRISE A France est composée de 4 entités. La structure est l'antenne française du groupe ENTREPRISE A qui regroupe 51 sites dans 27 pays et dont le chiffre d'affaires net 2017 est de 4,8 milliards de \$.

3.1.2 Contexte et objectifs

La société ENTREPRISE A est soumise à l'audit énergétique réglementaire compte-tenu des effectifs totaux supérieurs à 250 salariés. L'entreprise ENTREPRISE A France souhaite actualiser son audit énergétique règlementaire sur le périmètre défini en 3.1.3 sur facture. Cette demande doit s'inscrire dans l'objectif du Groupe exprimé par ENTREPRISE A. La société s'est engagée à l'échelle internationale dans une démarche éco-responsable. Les objectifs du groupe à atteindre ont été exprimés à l'horizon 2025 de la manière suivante :

- Réduction des gaz à effet de serre (GES) => - 20 %
- Réduction de la consommation d'eau => - 20 %
- Empreinte carbone des emballages => - 25 %

L'année de référence prise en compte est 2019. L'électricité est la principale source d'énergie sur le site sélectionné (Site 1). La consommation électrique du site en 2019 s'est élevée à **4 872 069 kWh** pour une facture de **397 533 €**.

3.1.3 Sélection du périmètre

L'audit énergétique doit couvrir au moins 80 % du montant des factures énergétiques de l'entreprise. Le périmètre de l'étude est à la discrétion de l'entreprise pour couvrir les 80 % en intégrant tous les éléments de la facture énergétique sur le SIREN considéré. Le tableau **ci-dessous** est la synthèse de la facture énergétique, toutes énergies confondues, carburant compris, de la société ENTREPRISE A France.

Tableau 3-1 : Synthèse des factures énergétiques de la société ENTREPRISE A France

Site	Siret	Facture énergétique 2019 (€ HTVA)	Répartition	Activité
Site 2	-	780 236 €	48 %	Épices et sucrés
Site 1	-	507 016 €	31 %	Conditionnement
Site 3	-	110 312 €	7 %	Logistique
Siège	-	232 008 €	14 %	Siège social

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Le périmètre sélectionné et l'objet de l'étude correspondent aux sites :

- Site 2
- Site 1
- Site 3

En effet, ils représentent 86 % de la facture énergétique de la société ENTREPRISE A France. Le présent rapport traite de l'ensemble du site de Site 1. Les autres sites, Site 2 et Site 3, font l'objet d'autres rapports indépendants.

Les sites de Site 2 et de Site 1 ont déjà réalisé un audit énergétique réglementaire des procédés selon la norme 16247-1 et 3 en 2016. Site 3 et Siège ne faisaient alors pas partie du périmètre.

3.1.4 Présentation du Site 1

Tableau 3-2 : Informations générale du Site 1

Raison Sociale	Site 1
SIREN	
Adresse de l'établissement audité	
SIRET	
Superficies couvertes	17 170 m ²
Effectifs	150 salariés dont 100 en production
Activité	Conditionnement et emballage
Production annuelle de référence	97 068 171 kg conditionnés (sachets et flacons)
Fonctionnement du site	3 × 8 + 1 équipe week-end

Le site de Site 1 réceptionne les produits épicés et sucrés fabriqués sur le site de Site 2. Le site conditionne les produits soit dans des flacons soit dans des sachets.

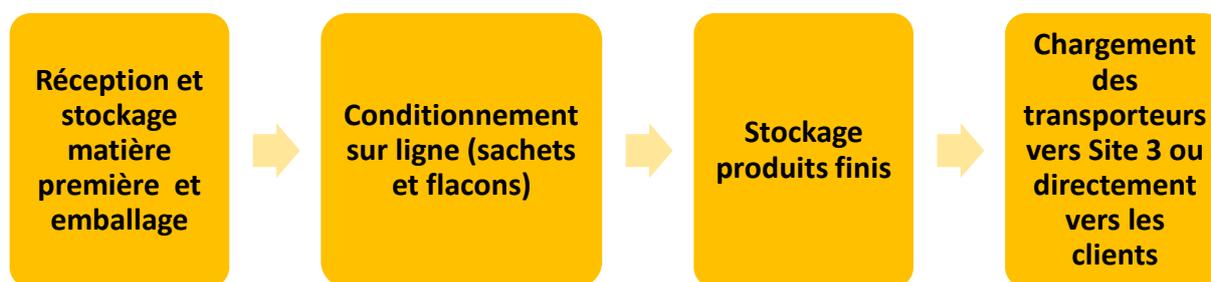


Figure 3-1 : Processus global du site

L'établissement Site 1 de ENTREPRISE A France fait partie du groupe ENTREPRISE A, composé de 51 sites à l'international et 5 sites en France. Le site est implanté sur la commune de COMMUNE. L'entreprise est implantée dans des bâtiments d'une surface totale de 17 170 m² au sol sur un terrain de 43 270m².

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

3.1.5 Méthodologie de la réalisation de l'audit énergétique

Réaliser un audit énergétique c'est établir un état des lieux des consommations et équipements énergétiques afin d'identifier les pistes d'amélioration possible. Autrement dit, il s'agit de faire des bilans énergétiques et des analyses d'une situation existante ou de référence par rapport à laquelle on souhaite s'améliorer. Cette méthode se décompose en 5 étapes :

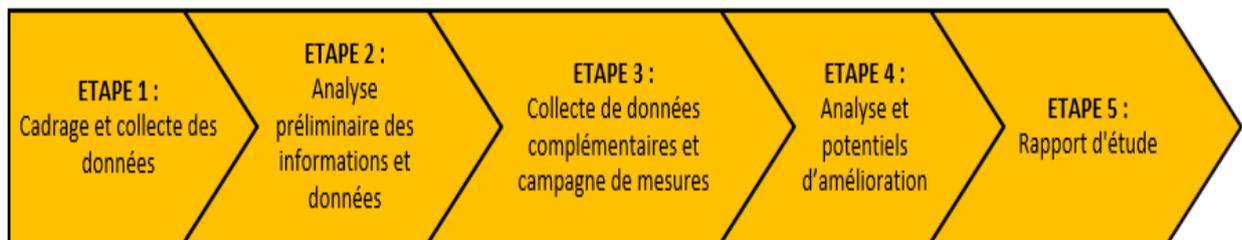


Figure 3-2 : Processus de l'audit énergétique

ETAPE 1 : Cadrage et collecte des données (sur site) :

- Identifier les interlocuteurs clefs pour la réalisation de l'audit ;
- Valider le planning d'intervention et des éventuelles contraintes techniques et/ou organisationnelles inhérentes à l'exploitation ou à la maintenance des sites à auditer ;
- Recueillir les données ;
- Réaliser une visite détaillée des sites.

ETAPE 2 : Analyse préliminaire des informations et données (travail collaboratif à distance et restitution sur site) :

- Mettre à jour les bilans réalisés ;
- Vérifier la complétude des données collectées ;
- Analyser les points essentiels.

ETAPE 3 : Collecte de données complémentaires et campagne de mesurage (sur site) :

- Rassembler toutes les données complémentaires ;
- Consolider la consommation de référence, le bilan énergétique.

ETAPE 4 : Analyse et potentiels d'amélioration (travail collaboratif à distance et restitution sur site) :

- Déterminer les usages significatifs en intégrant le potentiel d'amélioration sur l'usage.

ETAPE 5 : Rapport d'étude

- Conforme aux exigences réglementaires.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

3.2 Bilan énergétique

3.2.1 Bilan global

Le site utilise uniquement l'électricité comme source énergétique. Sa part représentée dans le tableau ci-dessous est de 100 %. L'utilisation du gaz a été complètement abandonnée en 2016 (suppression de l'abonnement).

Tableau 3-3 : Bilan global de la consommation énergétique

Année de référence : 2019								
Bilan sur 3 ans	Consommation		Part	Coût	ECA sur 1 an	Évolution du coût sur 1 an	ECA sur 2 ans	Évolution du coût sur 2 ans
	MWh _{ef}	MWh _{ep}	%	k€ HT	%	%	%	%
Électricité	4 872	12 570	100%	397,5	-2,80	-6,20	6,10	2,00

ECA : Évolution de la consommation annuelle

Analyse : Par rapport à 2018, les chiffres du Tableau 3-3 montre une baisse de la consommation et du coût respectivement de -2,8 % et -6,2 %. Une comparaison par rapport à 2017 montre une évolution de la consommation et du coût respectivement de 6,1 % et 2 %.

3.2.2 Facture d'électricité

Le site dispose d'un contrat EDF pour la fourniture d'électricité avec un raccordement en HTA. Le contrat d'acheminement comprend 5 plages de puissance souscrite. Sur les 3 dernières années (2017 à 2019), le dépassement des puissances souscrites a occasionné un surcoût de 15 821€. Ceci a conduit ENTREPRISE A à relever les puissances souscrites de 869 kW en hiver à 956 kW et de 938 kW à 1 026 kW en été comme indique le tableau suivant.

Tableau 3-4 : Contrat et puissances souscrites

Puissance (kW)	P	HPH	HCH	HPE	HCE
Avant le 17/12/2019	869	869	869	938	938
À partir du 17/12/2019	956	956	956	1026	1026

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Le graphique suivant montre la répartition des composantes du coût de l'électricité ainsi que l'évolution mensuelle de cette répartition.

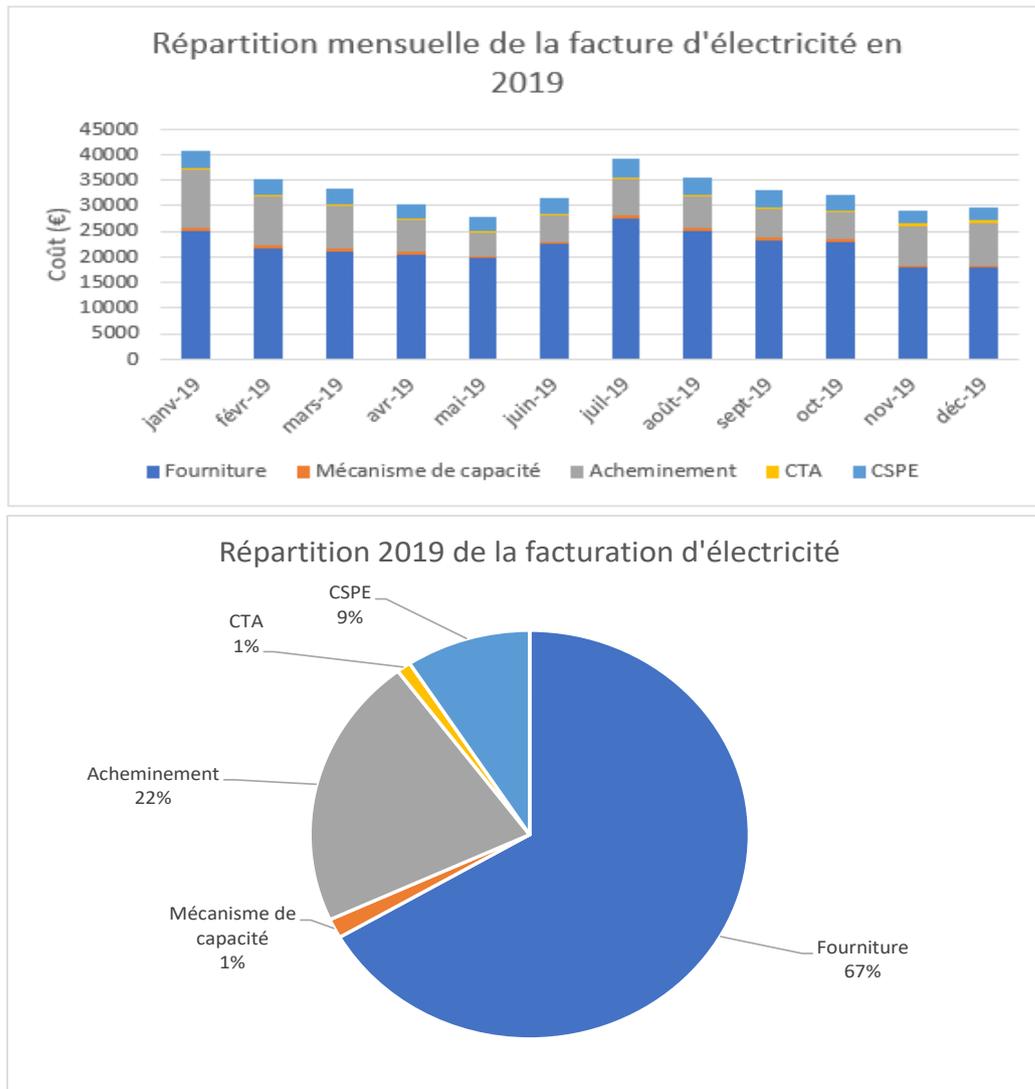


Figure 3-3 : Répartition de la facturation d'électricité en 2019

Analyse : Depuis décembre 2018, ENTREPRISE A paie un surcoût de 1,26 €/MWh dans le cadre de la mise en place du mécanisme de capacité. Par ailleurs, le site bénéficie de la réduction du taux de CSPE (Contribution au Service Public de l'Électricité) depuis janvier 2019. En 2019, le taux de CSPE était à 7,5 €/MWh. En 2015, le taux était à 19,5 €/MWh et en 2016 de 22,5 €/MWh. Cette réduction a permis d'économiser 73 081 € en 2019 par rapport au taux de 2016. La composante réactive de l'énergie est maîtrisée avec une moyenne de la tgφ de 0,234 et n'a occasionné par conséquent aucun surcoût en 2019 (surcoût si tgφ > 0,4).

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHÉ D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Le graphique Figure 3-4 présente l'évolution de la facture d'électricité et de son coût.

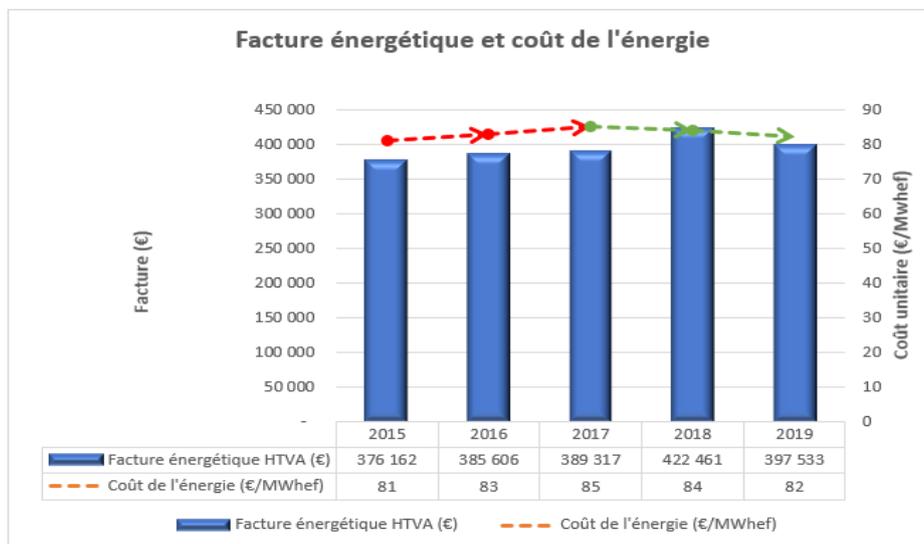


Figure 3-4 : Évolution de la facture énergétique depuis 2015

Analyse : le coût de l'électricité entre 2015 et 2019 a peu évolué passant de 81 €/MWh à 82 €/MWh. Ceci masque néanmoins une augmentation du coût de fourniture de l'électricité et de l'ajout du mécanisme de capacité compensé par la réduction du taux de CSPE.

Le graphique suivant présente l'évolution mensuelle de la consommation depuis 2015.

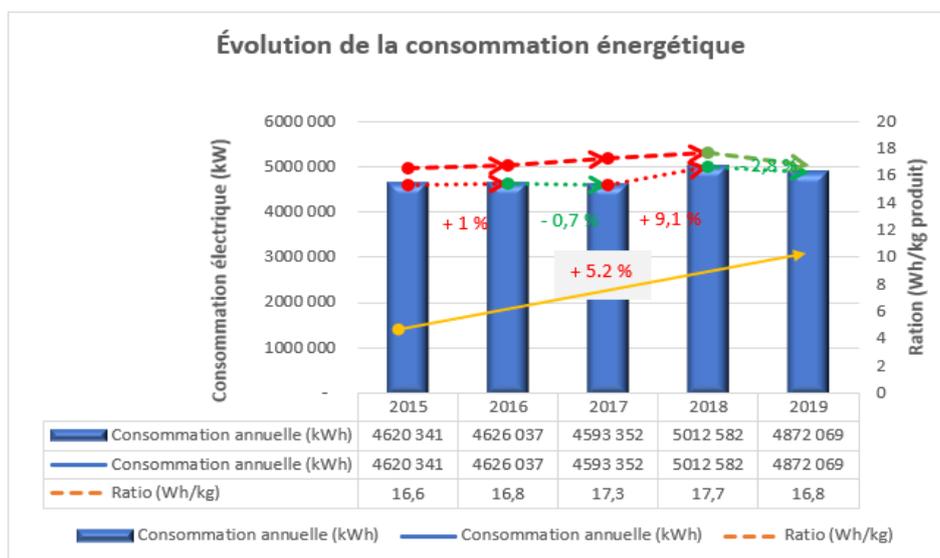


Figure 3-5 : Consommation énergétique et produits conditionnés

Analyse : On peut voir sur la Figure 3-5 que la consommation est en légère augmentation de 5,2% depuis 2015 mais en légère amélioration de 2,8 % par rapport à 2018.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

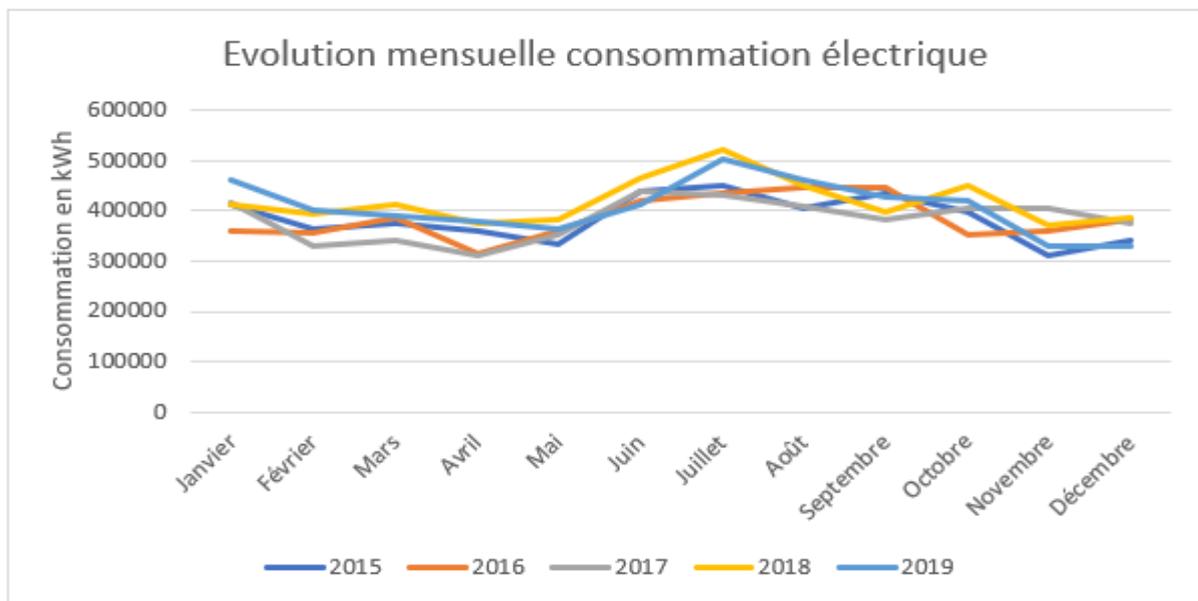


Figure 3-6 : Évolution mensuelle de la consommation énergétique depuis 2015

Analyse : la Figure 3-6 montre une constante des tendances mensuelles des consommations d'électricité. La consommation d'électricité augmente très nettement sur les mois d'été (de juin à août) du fait d'un recours important au rafraîchissement des bâtiments. La consommation est également légèrement supérieure en janvier (mois le plus froid) pour le chauffage des bâtiments.

3.2.3 Courbe de charge

3.2.3.1 Analyse de la courbe de charge

Les points 10 minutes d'appel de puissance ont été fournis pour l'année 2019. La courbe de charge (Figure 3-7), aussi appelées points 10 minutes, permet :

- De voir le caractère répétable du profil de consommation journalier / au cycle de production ;
- De calculer les consommations journalières sur la période, de différencier les jours de production des jours sans production et d'estimer le talon ;
- D'évaluer la consommation cumulée de certaines phases (donc de plusieurs équipements) ;

L'utilisation des points 10 minutes permet également de construire la monotone de puissance sur la Figure 3-8. Elle exprime le nombre d'heures auxquelles chaque puissance a été atteinte.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

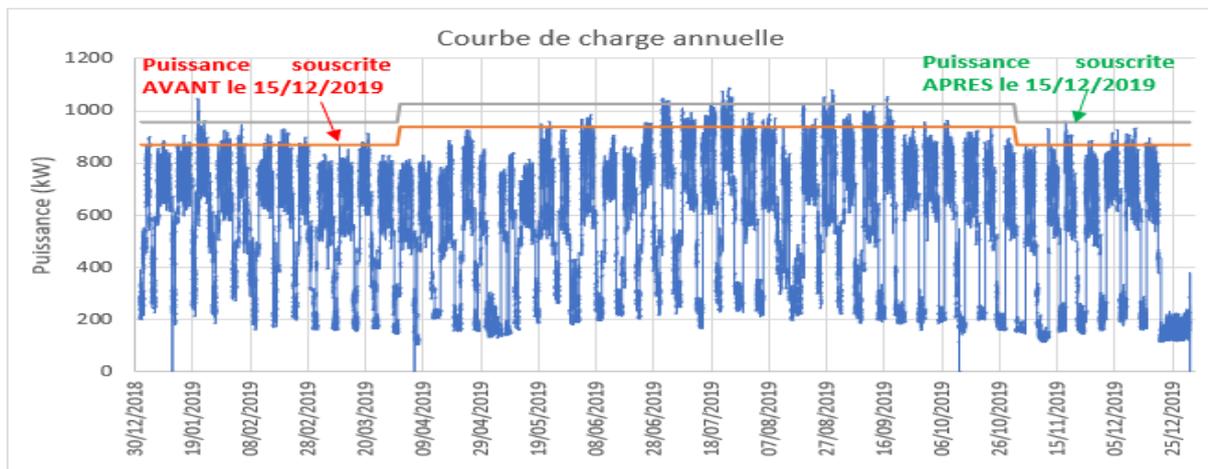


Figure 3-7 : Courbe de charge annuelle

Analyse : La courbe de charge sur la Figure 3-7 montre un profil de fonctionnement régulier :

- Un maximum de puissance appelée du lundi au vendredi de 4h à 20h entre 900 et 1 050 kW ;
- Une puissance moins importante appelée la nuit entre 500 et 700kW traduisant le fait que toutes les lignes de production ne sont pas en 3×8 ;
- Une puissance minimum le week-end entre 190 et 400kW traduisant le fait que certaines lignes fonctionnent avec des équipes week-end jusqu'à 14h le samedi et à partir de 18h le dimanche ;
- On peut aussi observer les différents dépassements des puissances souscrites.

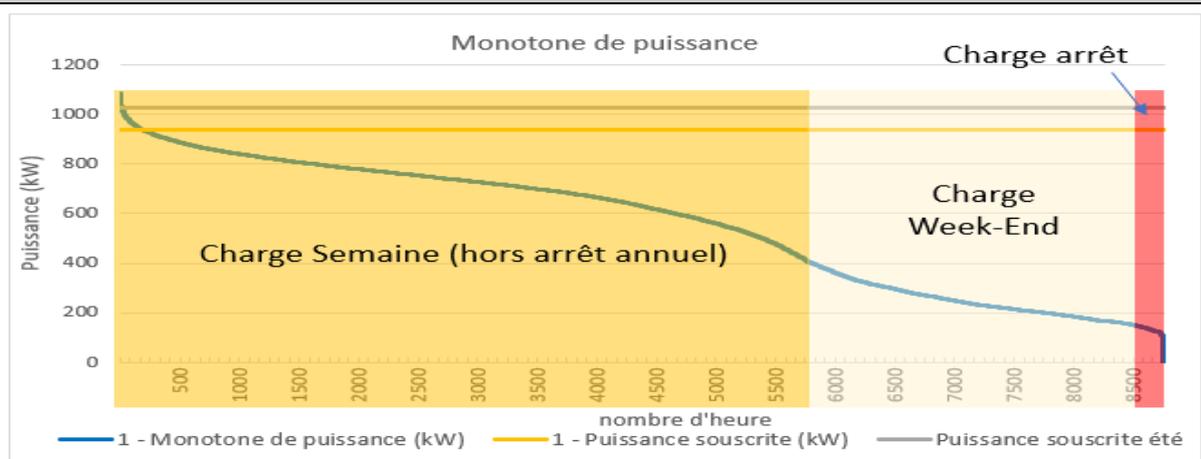


Figure 3-8 : Monotone de puissance

Analyse : la zone charge semaine se distingue sur une période de plus de 5 000 heures avec une puissance appelée comprise entre 500 et 1050 kW.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

La Figure 3-9 montre les variations mensuelles de consommation d'électricité

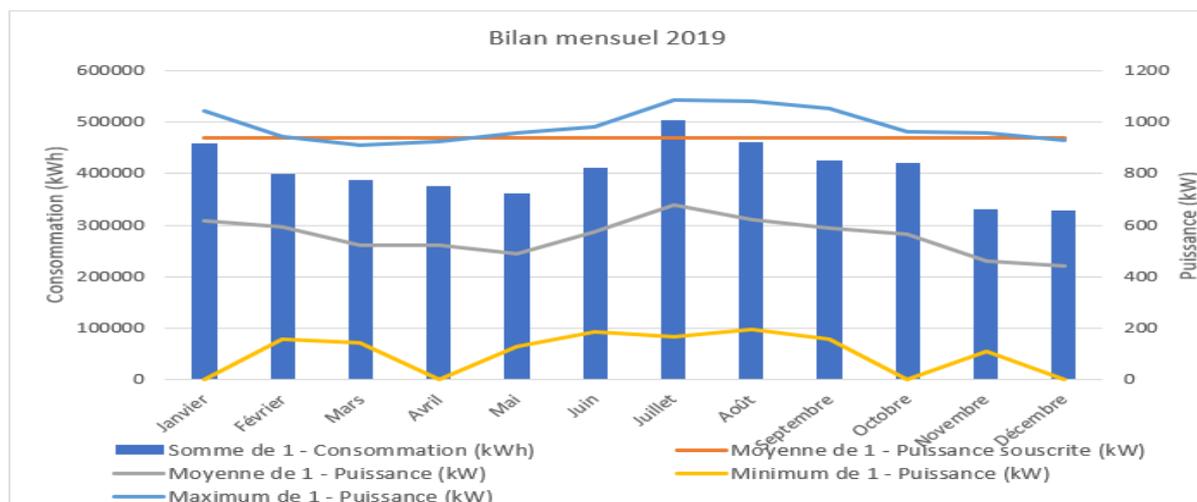


Figure 3-9 : Bilan mensuel des consommations et des puissances moyennes

Analyse : La période de juin à septembre est fortement impactée par le rafraîchissement des ateliers. L'utilisation du chauffage impacte dans une moindre mesure les mois de janvier et février. On constate que les dépassements de puissance se situent majoritairement entre juin et septembre. La faible consommation en décembre est due au 2 semaines d'arrêt de l'usine.

3.2.3.2 Analyse semaines type

La Figure 3-10 montre la puissance appelée moyenne par journée sur une période de décembre à février.

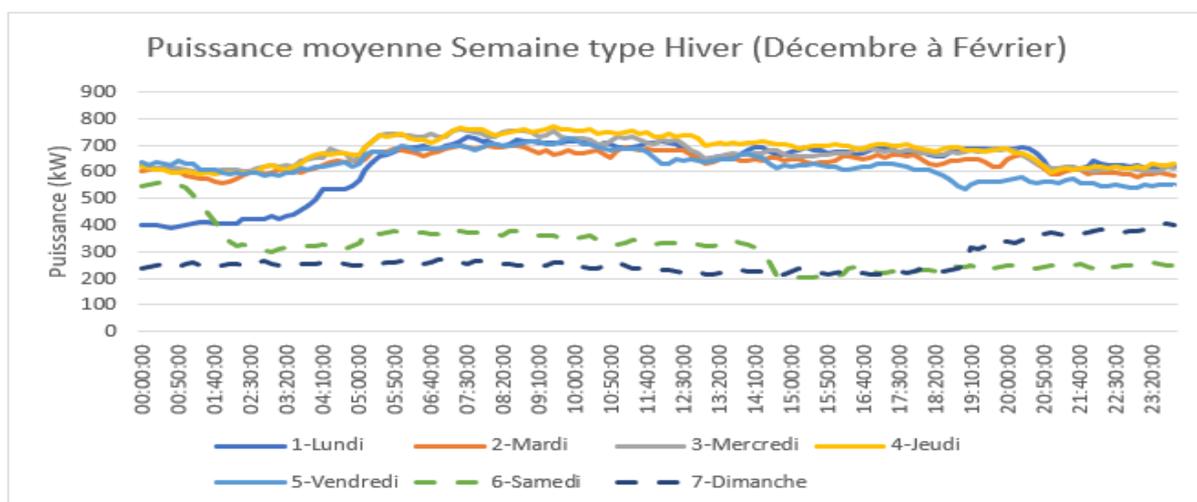


Figure 3-10 : Puissance moyenne Semaine type Hiver

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHÉ D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Analyse : On observe

- *La semaine :*
 - *La puissance appelée sur les 2 postes de journée (entre 4h et 20h) se situe entre 650 et 770 kW ;*
 - *La puissance appelée sur le poste de nuit (20h-4h) se situe autour de 600 kW ;*
 - *Toutes les lignes de production ne sont pas en fonctionnement la nuit.*
- *Le week-end :*
 - *Fonctionnement de l'équipe week-end de 4h à 14h le samedi et de de 18h à 4h le dimanche avec une puissance appelée comprise entre 300 et 400 kW.*
 - *On constate une légère variation de la puissance au cours du week-end (en dehors des heures de production) due au chauffage avec une puissance appelée de 270 kW à 4h du matin et de 210 kW à 14h.*

La Figure 3-11 montre la puissance appelée moyenne par journée sur une période de juin à septembre.

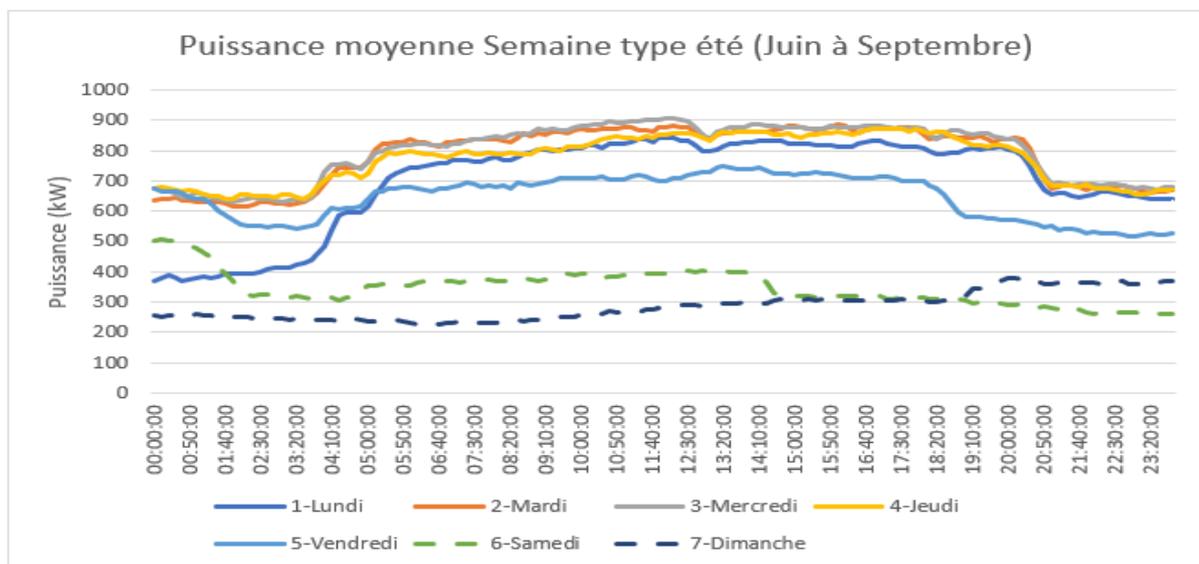


Figure 3-11 : Puissance moyenne Semaine type été

Analyse : On observe

- *La semaine :*
 - *La puissance appelée sur les 2 postes de journée (entre 4h et 20h) se situe entre 700 et 900 kW ;*
 - *La puissance appelée sur le poste de nuit (20h-4h) se situe entre 650 et 700kW ;*

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

- Toutes les lignes de production ne sont pas en fonctionnement la nuit ;
- Peu observable en hiver, on constate en été une puissance moyenne moins élevée le vendredi et dans une moindre mesure le lundi que les autres jours de la semaine.
- Le week-end :
 - Fonctionnement de l'équipe week-end de 4h à 14h le samedi et de 18h à 4h le dimanche avec une puissance appelée comprise entre 350 et 400 kW.
 - On constate une légère variation de la puissance au cours du week-end (en dehors des heures de production) due au rafraîchissement d'air des ateliers et bureaux avec une puissance appelée de 220 kW à 6h du matin et de 300 kW à 15h.

La comparaison des périodes sur la Figure 3-12 permet d'estimer l'impact du chauffage et du rafraîchissement sur la puissance appelée.

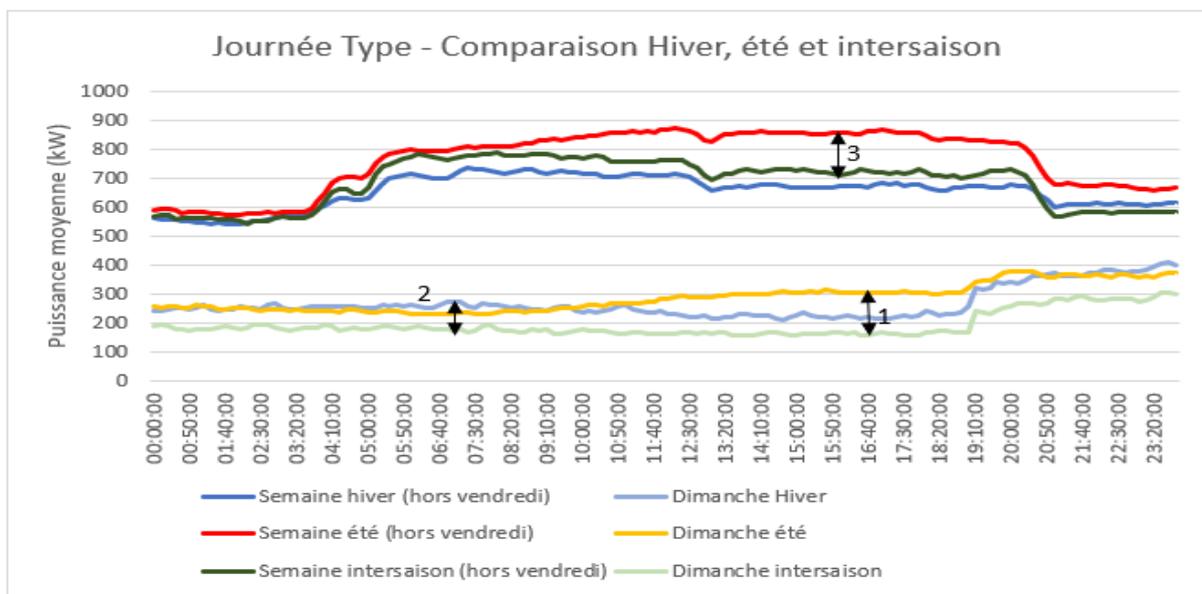


Figure 3-12 : Comparaison des puissances hiver, été et intersaison

Analyse : deux estimations

- L'impact du chauffage (2) est estimé à 74 kW
- L'impact du rafraîchissement est estimé à 120 kW le week-end hors période de production (1) et à 150 kW en semaine (3)

3.3 Facteurs pertinents et indicateurs

Il est important de corrélérer des facteurs pertinents aux consommations d'électricité afin d'identifier des Indicateurs de performance énergétique pertinents (Ipé). Des modèles mathématiques ont été créés sur la base de régression linéaire simple.

Pour connaître l'existence d'une corrélation entre deux données, on regarde le coefficient de détermination R^2 . En effet, une bonne corrélation est établie dès que le R^2 est supérieur à 0,8. Le coefficient de détermination R^2 compare les valeurs « y » estimées aux valeurs « y » réelles et varie entre 0 et 1. Un coefficient de détermination égal à 1 indique une corrélation parfaite de l'échantillon (aucune différence entre les valeurs « y » estimées et réelles). A l'inverse, un coefficient de détermination égal à 0 indique que l'équation de régression ne peut servir à prévoir une valeur « y ». Nous avons réalisé deux régressions afin d'analyser l'influence de la production des produits et du besoin en rafraîchissement et chauffage.

3.3.1 Régression linéaire simple – Quantité de production

La Figure 3-13 nous montre cette régression linéaire simple.

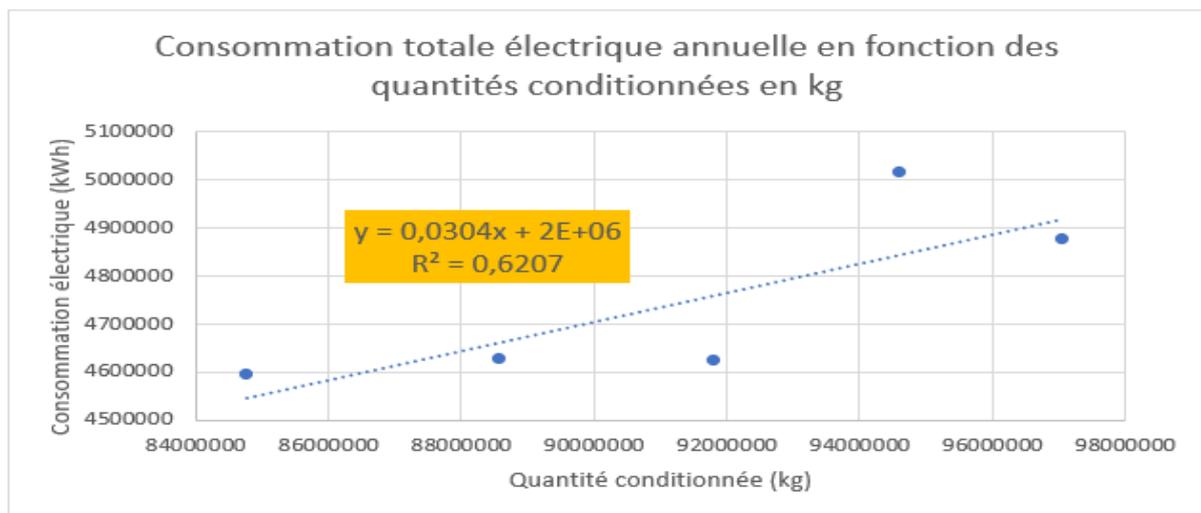


Figure 3-13 : Régression linéaire simple de la consommation totale électrique annuelle

Définition : la régression linéaire pour la consommation électrique totale annuelle donne des résultats moyens puisque le coefficient de détermination est de 0,62. En effet, les conditions climatiques ont une influence forte sur la consommation totale du site. Prise individuellement, la quantité en kilogramme de produits conditionnés n'est donc pas suffisante pour déterminer un modèle de consommation d'énergie.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

3.3.2 Régression linéaire simple – Usage Production de chaud et de froid

Disposant d'un compteur sur les pompes à chaleur réversibles 1 et 2 (nommé clim1 et clim2), les régressions linéaires ont été établies à partir des données mensuelles des compteurs. Les DJU (degré jour unifié) froid et chaud sont calculés sur une base de référence à 18°C.

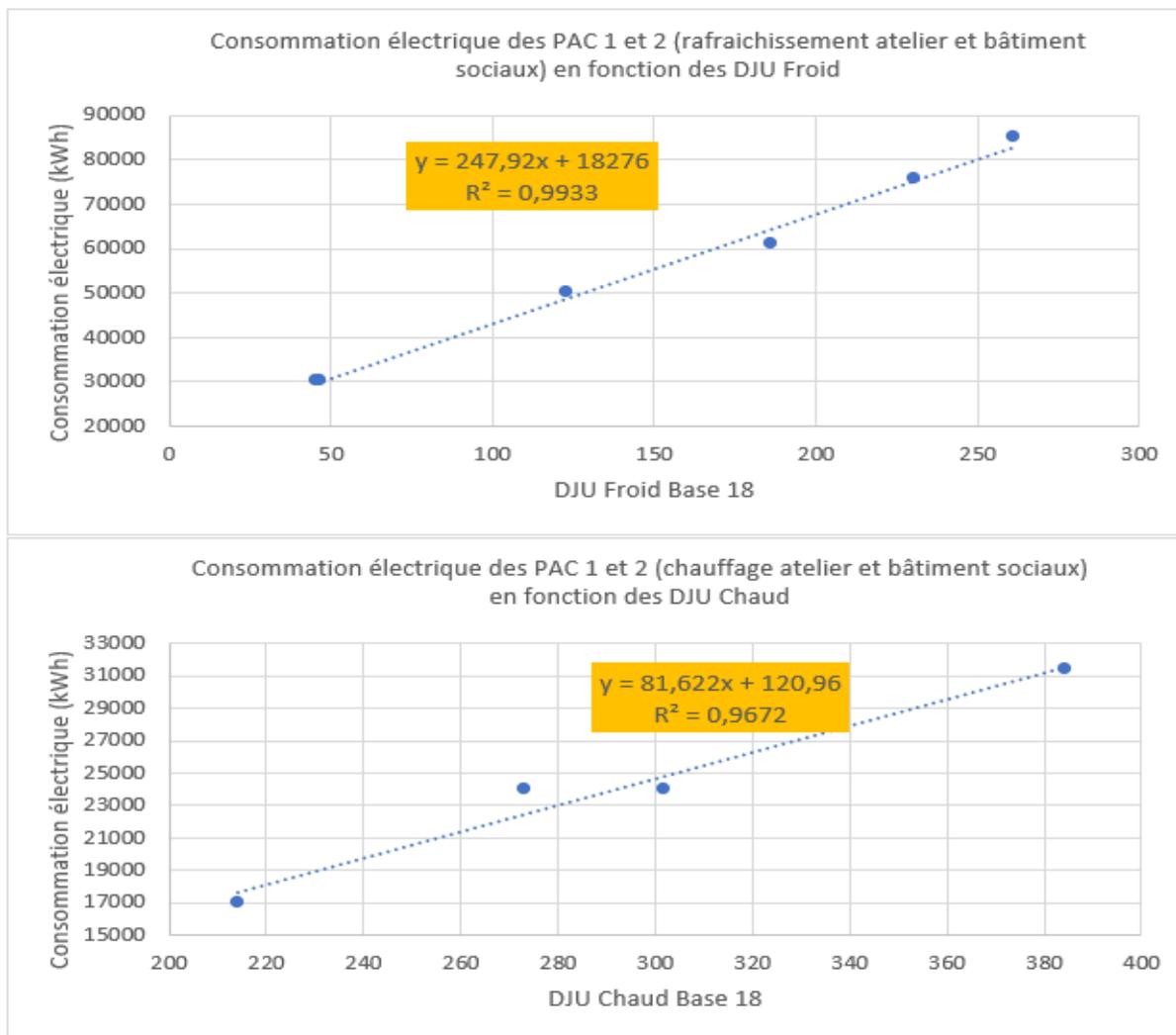


Figure 3-14 : Régression linéaire simple Production de froid et chaud

Analyse : Les deux coefficients de corrélation sont proches de 1. Il y a une bonne corrélation entre la consommation électrique des 2 pompes à chaleurs principales du site pour la production de chaleur et de froid avec les données climatiques de température extérieure. D'une part c'est tout à fait normal car les données de consommation utilisées sont récupérées par le compteur qui ne mesure que la consommation des pompes à chaleur. Le résultat aurait été différent si les régressions linéaires étaient faites avec la consommation globale du site.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

3.4 Usages électriques

3.4.1 Postes consommateurs d'électricité – Usages électriques

Les usages et sous-usages suivants ont été définis comme dans le Tableau 3-5. Ils ont été attribués à chaque départ de la distribution électrique du site (3.4.2).

Tableau 3-5 : Définition des usages et sous-usages

Usage	Sous usage	Définition
Procédés	Ind – Ligne 51	Ligne de conditionnement sachet
	Ind – Ligne 5	Ligne de conditionnement flacon
	Ind – Ligne 12	Ligne de conditionnement flacon
	Ind – Ligne 41	Ligne de conditionnement flacon
	Ind – Ligne 2	Ligne de conditionnement flacon
	Ind – Ligne 8	Ligne de conditionnement flacon
	Ind – Débacterisation	Débactérisation
	Ind – Ligne T1	Ligne de conditionnement sachet
	Ind – Ligne 7	Ligne de conditionnement flacon
	Ind – Ligne 6	Ligne de conditionnement flacon
	Ind – Ligne 9	Ligne de conditionnement flacon
	Ind – Autre lignes	Alimentation des lignes côté sachet, TD Mezzanine
	Ind – Local de charge	Charge des engins de manutention
	Ind – Autres	Magasin étiquette, portes et niveleurs de quai, centrale de nettoyage, karcher, compacteur, presse hydraulique, aspirateur
Bâtiment	Bât – Traitement d'air Ateliers	Centrale de traitement d'air atelier (CTA 1 à 4), aérothermes, extracteurs
	Bât – Traitement d'air Bureaux	VMC, Split et Pompe à chaleur bureaux administratifs et maintenance
	Bât – Chauffage	PAC 1 et 2 (ateliers et bureaux sociaux)
	Bât – Rafratchissement	PAC 1 et 2 (ateliers et bureaux sociaux)
	Bât – Éclairage Ateliers	Éclairage des ateliers et des extérieurs
	Bât – Éclairage Bureaux	Éclairage des bureaux
	Bât – ECS	Eau chaude sanitaire (ballon 500 et 1000l)
	Bât – Divers	Tableaux divisionnaires bureaux et alimentation des locaux (hors lignes de conditionnement), arrosage des espaces verts, portes automatiques, alimentation local verre
Utilité	UT - Air comprimé	Production d'air comprimé
	UT – Pompage	Coffret pompes sprinkler, poste d'assainissement extérieur

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

3.4.2 Schéma de distribution électrique

La distribution électrique est répartie sur deux TGBT comme l'indique la Figure 3-15. Il apparaît sous forme plus détaillée en Annexe 5 : Schéma de distribution, avec l'attribution des usages et sous-usages pour chaque départ électrique.

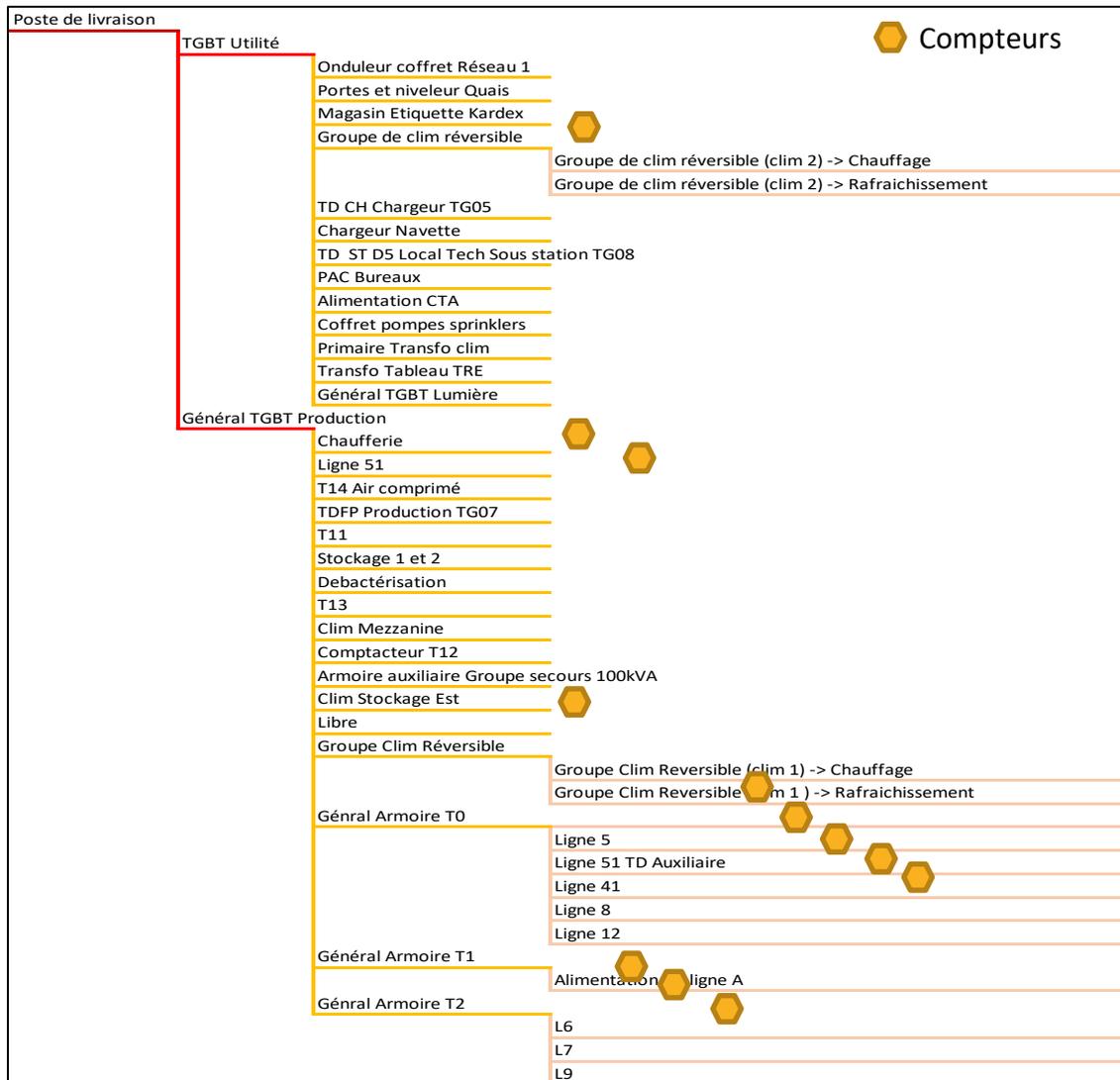


Figure 3-15 : Plan de comptage électrique

Le site est équipé de 13 compteurs d'énergie installés sur les 2 pompes à chaleurs principales, la production d'air comprimé et sur 10 lignes de conditionnement. La Figure 3-15 représente la distribution électrique simplifiée et l'emplacement des 13 compteurs d'énergie. Les données des compteurs d'énergie sont télé-relevées et historisées dans un logiciel.

3.4.3 Source des données

Dans le but de répartir la consommation d'électricité par départ électrique sur l'année 2019, plusieurs sources de données ont été utilisées :

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

- Extraction des données mensuelles des compteurs d'énergie installées (Figure 3-15)
- Mesurage de l'ensemble des départs électriques (à l'exception des départs équipés d'un compteur d'énergie) ;

Le mesurage a consisté en une mesure ponctuelle de ces départs à la pince ampèremétrique. La tension et le facteur de puissance ont été également mesurée dans le même temps. Pour certains départs électriques, les heures de fonctionnement ont été données ainsi que la puissance des éléments consommateurs. Dans ce cas, l'estimation de la consommation a été réalisée en utilisant les heures de fonctionnement.

3.4.4 Répartition des consommations par départ électrique

Tableau 3-6 : Consommation par départ électrique (80% de la conso totale)

Désignation du départ électrique	Type d'énergie	Consommation année 2019 (kWh _{ef})	Coût (€ HTVA/an)	Répartition Energie (%)	Émissions GES (Téq CO ₂)
T14 Air comprimé	Électricité	1 009 841	82 397	20,7%	60,6
Alimentation CTA	Électricité	443 427	36 181	9,1%	26,6
Ligne 51	Électricité	322 697	26 330	6,6%	19,4
Ligne 8	Électricité	284 511	23 214	5,8%	17,1
Groupe Clim réversible (Clim1)	Électricité	231 871	18 919	4,8%	13,9
Groupe Clim réversible (Clim 2)	Électricité	221 081	18 039	4,5%	13,3
L9	Électricité	201 257	16 421	4,1%	12,1
L7	Électricité	189 378	15 452	3,9%	11,4
L6	Électricité	177 415	14 476	3,6%	10,6
PAC Bureaux	Électricité	165 081	13 470	3,4%	9,9
Ligne 5	Électricité	114 629	9 353	2,4%	6,9
Ligne 12	Électricité	110 123	8 985	2,3%	6,6
Onduleur coffret Réseau 1	Électricité	104 781	8 550	2,2%	6,3
Ligne 41	Électricité	91 941	7 502	1,9%	5,5
Alimentation TD ligne A	Électricité	90 962	7 422	1,9%	5,5
TD LP Prod. PLAN	Électricité	87 279	7 122	1,8%	5,2
Pompes circulations EG	Électricité	86 263	7 039	1,8%	5,2
Total		3 932 536	320 873	80,7%	236,0

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Le Tableau 3-6 montre le 80 % de la consommation d'électricité du site a pour origine 17 départs électriques. Le détail de l'ensemble des départs électriques est Annexe 6 : Consommation par départ électrique.

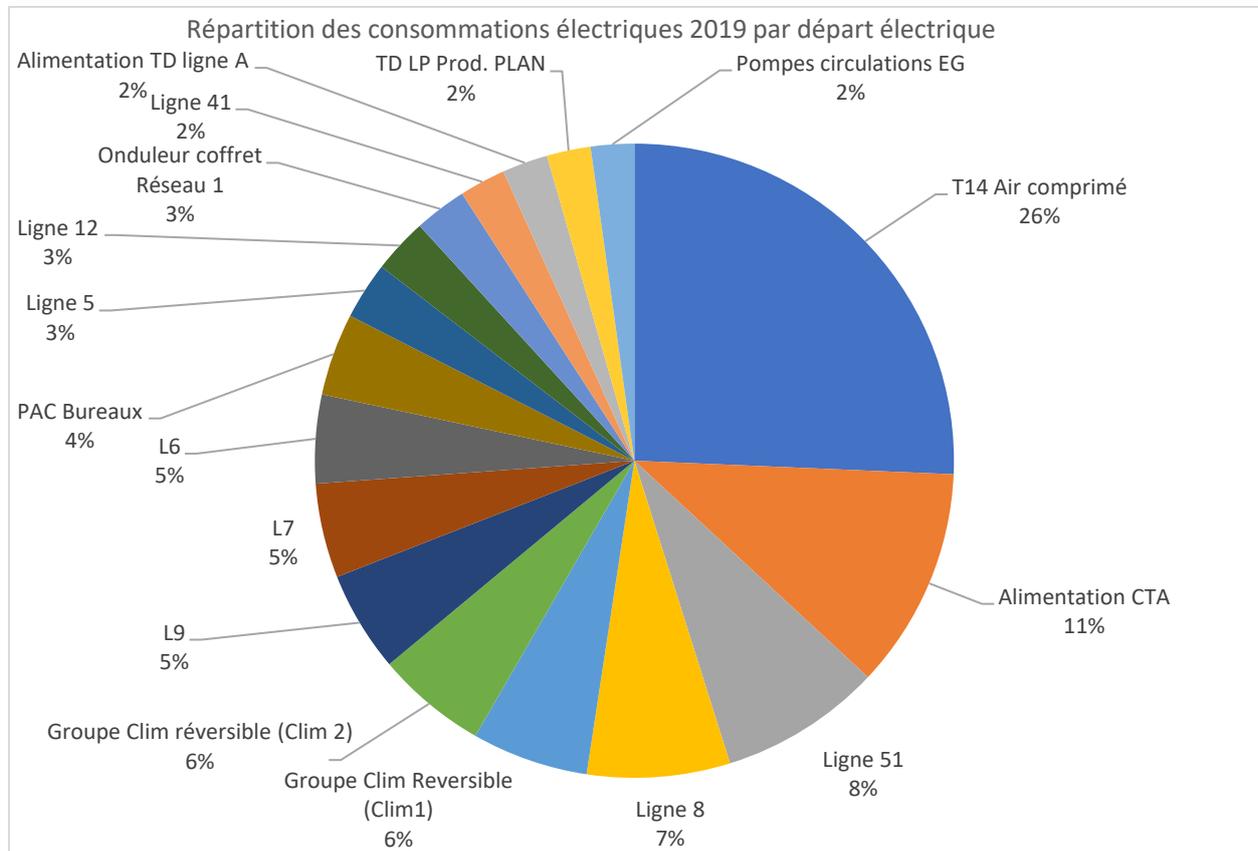


Figure 3-16 : Répartition par départ électrique

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

3.5 Procédés

3.5.1 Estimation des consommations

Les données de consommation des lignes 51, 8, 9, 6, 7, 5, 12, 41 et 1 sont issues des compteurs d'énergie installés sur le site et collectées par le logiciel Carlo Gavazzi. Les autres usages ont été calculés à partir des mesures à la pince ampèremétrique.

Tableau 3-7 : Consommation des sous usages « lignes de production » des procédés

Désignation du sous usage	Type d'énergie	Consommation année 2019 (kWh _{eff})	Coût (€ HTVA/an)	Répartition Energie (%)	Émissions GES (Téq CO ₂)
Ind - Ligne 51 (sachet)	Électricité	339 687	27 717	16,9%	20,4
Ind - Ligne 8 (flacon)	Électricité	284 511	23 214	14,1%	17,1
Ind - Ligne 9 (flacon)	Électricité	217 625	17 757	10,8%	13,1
Ind - Ligne 6 (flacon)	Électricité	194 110	15 838	9,6%	11,6
Ind - Ligne 7 (flacon)	Électricité	189 378	15 452	9,4%	11,4
Ind - Autres	Électricité	175 207	14 296	8,7%	10,5
Ind - Local de charge	Électricité	136 909	11 171	6,8%	8,2
Ind - Ligne 5 (flacon)	Électricité	114 629	9 353	5,7%	6,9
Ind - Ligne 12 (flacon)	Électricité	113 852	9 290	5,6%	6,8
Ind - Ligne 41 (flacon)	Électricité	91 941	7 502	4,6%	5,5
Ind - Ligne T1 (sachet)	Électricité	90 962	7 422	4,5%	5,5
Ind - Autres lignes	Électricité	64 462	5 260	3,2%	3,9
Ind - Débacterisation	Électricité	2 449	200	0,1%	0,1
Total		2 015 723	164 472	100,0%	120,9

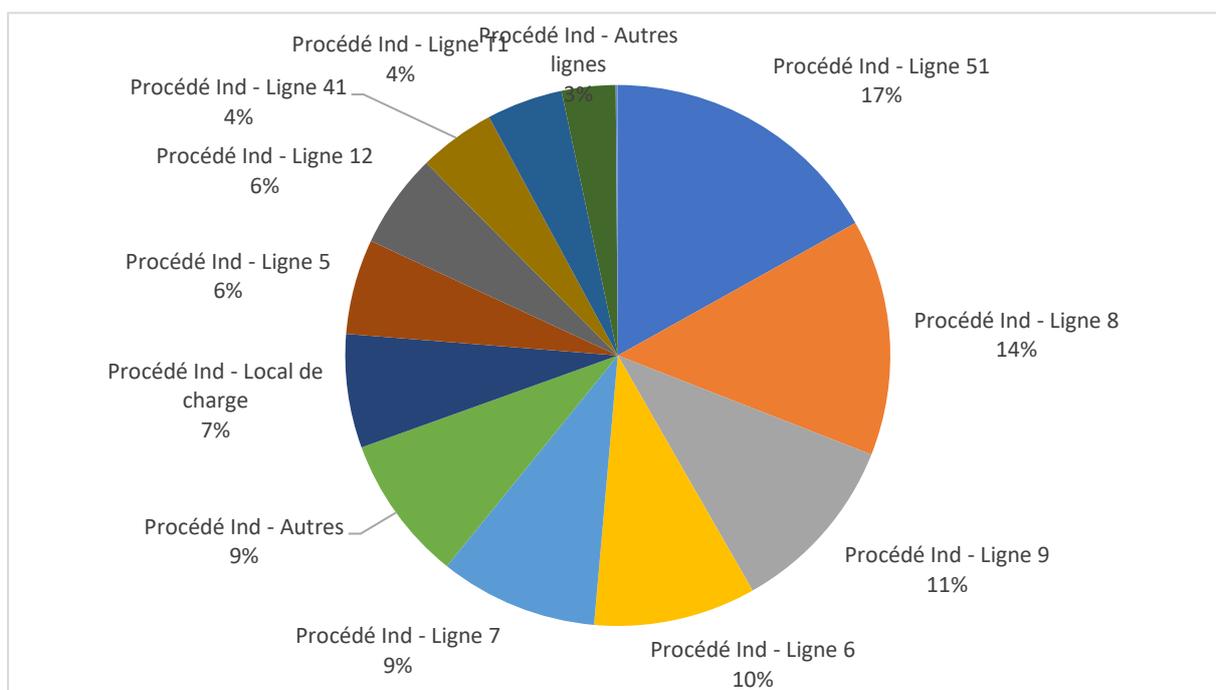


Figure 3-17 : Répartition des consommations par ligne de conditionnement et autres procédés

3.5.2 Propositions d'améliorations

Pour les procédés, les leviers majeurs d'amélioration identifiés sont les suivants :

- Réduire la consommation d'énergie des installations pendant les temps non productifs (maintenance, changement de format et nettoyage) ;
- Éliminer les consommations d'énergie résiduelle hors temps d'ouverture des lignes ;
- Mettre en place des indicateurs de performance par ligne (à intervalle de fréquence courte et longue), suivre et gérer un plan d'actions d'amélioration impliquant les conducteurs de ligne ;
- Sensibiliser le personnel aux économies d'énergie et à l'impact de chacun sur les consommations des lignes de conditionnement ;

3.6 Traitement d'air

3.6.1 Estimation des consommations

La consommation a été estimée à partir des mesures à la pince ampèremétrique et des heures de fonctionnement. Le Tableau 3-8 illustre ces estimations.

Tableau 3-8 : Consommation des sous usages « traitement d'air » du Bâtiment

Désignation de l'Usage Énergétique	Type d'énergie	Consommation année 2019	Coût	Répartition Energie	Émission GES
		kWh/ef	€ HTVA/an	%	Téq CO2
Bât - Traitement d'air Ateliers	Électricité	488429	39853	10,0%	29,3
Bât - Traitement d'air Bureaux	Électricité	175280	14302	3,6%	10,5
Total		663709	54155	13,6%	39,8

3.6.2 Propositions d'améliorations

L'action principale pour réduire les consommations liées au traitement d'air vise à adapter les consignes de fonctionnement avec l'usage des bâtiments :

- Les températures doivent être adaptées pour l'usage en période d'activité
- Les températures doivent être adaptées en période d'inactivité
- Des programmes horaires doivent être mis en place.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

- Des sondes de détection de présence peuvent être également mises en place dans certains locaux peu occupés (salle de réunion par exemple).
- La sensibilisation des utilisateurs est également primordiale pour inciter et former à réduire l'utilisation des systèmes de traitement d'air aux usages strictement nécessaires.

3.7 Production de froid et de chaleur

3.7.1 Estimation des consommations

Les données sont issues à la fois des compteurs d'énergie et des mesures réalisées à la pince ampèremétrique. Le Tableau 3-9 montre les consommations.

Tableau 3-9 : Consommation des sous usages « production de froid et chaleur » du Bâtiment

Désignation de l'Usage Énergétique	Type d'énergie	Consommation année 2019	Coût	Répartition Energie	Émissions GES
		kWh _{ef}	€ HTVA/an	%	Téq CO ₂
Bât – Rafraîchissement	Électricité	417 404	34 058	8,6%	25,0
Bât – Chauffage	Électricité	171 544	13 997	3,5%	10,3
Total		588 948	48 055	12,1%	35,3

3.7.2 Propositions d'améliorations

Les leviers les plus importants d'amélioration sur la production de froid et de chaleur sont les suivants :

- Optimiser le pilotage en cascade des pompes à chaleur 1 et 2 ;
- Mettre en place des variateurs de fréquence sur les réseaux de distribution ;
- Optimiser la programmation du chauffage et climatisation des zones de bureaux et des locaux sociaux ;
- Ajuster les températures de consigne des ateliers en période d'activité et en mode réduit hors période d'activité.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

3.8 Éclairage

3.8.1 Estimation des consommations

La consommation a été estimée à partir des mesures à la pince ampèremétrique. Pour les éclairages extérieurs, leur mise en marche a pu être forcée pendant le temps de la mesure. Les consommations sont estimées dans le Tableau 3-10.

Tableau 3-10 : Consommation des sous usages « éclairage » du Bâtiment

Désignation de l'Usage Énergétique	Type d'énergie	Consommation année 2019	Coût	Répartition Energie	Émissions GES
		kWh/ef	€ HTVA/an	%	Téq CO2
Bât - Éclairage Bureaux	Électricité	73 247	5 977	1,5%	4,4
Bât - Éclairage Ateliers	Électricité	171 663	14 007	3,5%	10,3
Total		244 910	19 983	5,0%	14,7

3.8.2 Propositions d'améliorations

L'objectif est d'accélérer le plan de transformation des éclairages en actionnant les leviers suivants :

- Réduire le nombre de points lumineux ;
- Réduire la puissance absorbée par point lumineux par la mise en place des LED ;
- Mise en place de détecteur ;
- Évaluer la possibilité de mettre des éclairages avec variation d'intensité dans l'atelier de conditionnement (présence de dôme zénithal sur chaque travée) ;
- Sensibiliser le personnel aux bonnes pratiques liées à l'utilisation des éclairages.

3.9 Air comprimé

3.9.1 Estimation des consommations

Les données de consommation des compresseurs d'air comprimé sont issues du compteur d'énergie placé sur le départ général de la production d'air comprimé. Les données ont été historisées par le logiciel Carlo Gavazzi.

Le Tableau 3-11 montre que l'air comprimé représente la consommation unitaire la plus importante du site soit 20,7% de la consommation totale.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Tableau 3-11 : Consommation du sous usage « air comprimé » de l'Utilité

Désignation de l'Usage Énergétique	Type d'énergie	Consommation année 2019	Coût	Répartition Energie	Émissions GES
		kWh _{ef}	€ HTVA/an	%	Téq CO ₂
UT - Air comprimé	Électricité	1009841	82397	20,7%	60,6

3.9.2 Propositions d'améliorations

Les améliorations s'articulent autour des leviers suivants :

- Éliminer les consommations inutiles en dehors des heures d'ouverture (semaines d'arrêt, week-end) ;
- Systématiser le traitement des fuites et éliminer les fuites process hors temps productif ;
- Profiter du remplacement du compresseur n°1 ou n°2 (datant de 2003) pour installer un compresseur équipé d'un refroidissement à eau pour le chauffage des locaux et de l'eau chaude sanitaire (température de sortie échangeur à 70°C).

3.10 Synthèse

3.10.1 Récapitulatifs des consommations d'électricité

Le Tableau 3-12 montre que l'usage procédé représente 40,1 % de la consommation totale du site. L'usage bâtiment représente 37,9 % et les utilités 20,8 % (essentiellement la production d'air comprimé). La répartition par ligne de conditionnement composant l'usage procédé est intéressante afin de déterminer les lignes les plus consommatrices.

Tableau 3-12 : Répartition par usage

Désignation d'usage	Type d'énergie	Consommation année 2019 (kWh _{ef})	Coût (€ HTVA/an)	Répartition Energie (%)	Émissions GES (Téq CO ₂)
Procédés (Ind)	Électricité	2 015 723	164 472	41,4%	120,9
Bâtiment (Bât)	Électricité	1 844 188	150 475	37,9%	110,7
Utilité (UT)	Électricité	1 012 158	82 586	20,8%	60,7
Total		2 015 723	48 72 069	397 533	100,0%

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Le Tableau 3-13 donne la répartition des tous les sous-usages des usages procédés, Bâtiment et Utilité.

Tableau 3-13 : Répartition par sous-usage

Désignation du sous usage	Type d'énergie	Consommation année 2019 (kWh _{ef})	Coût (€ HTVA/an)	Répartition Energie (%)	Émissions GES (Téq CO ₂)
UT - Air comprimé	Électricité	1009841	82397	20,7%	60,6
Bât - Traitement d'air Ateliers	Électricité	488429	39853	10,0%	29,3
Bât - Rafratchissement	Électricité	417404	34058	8,6%	25,0
Ind - Ligne 51	Électricité	339687	27717	7,0%	20,4
Bât - Divers	Électricité	325897	26591	6,7%	19,6
Ind - Ligne 8	Électricité	284511	23214	5,8%	17,1
Ind - Ligne 9	Électricité	217625	17757	4,5%	13,1
Ind - Ligne 6	Électricité	194110	15838	4,0%	11,6
Ind - Ligne 7	Électricité	189378	15452	3,9%	11,4
Bât - Traitement d'air Bureaux	Électricité	175280	14302	3,6%	10,5
Ind - Autres	Électricité	175207	14296	3,6%	10,5
Bât - Éclairage Ateliers	Électricité	171663	14007	3,5%	10,3
Bât - Chauffage	Électricité	171544	13997	3,5%	10,3
Ind - Local de charge	Électricité	136909	11171	2,8%	8,2
Ind - Ligne 5	Électricité	114629	9353	2,4%	6,9
Ind - Ligne 12	Électricité	113852	9290	2,3%	6,8
Ind - Ligne 41	Électricité	91941	7502	1,9%	5,5
Ind - Ligne T1	Électricité	90962	7422	1,9%	5,5
Bât - Éclairage Bureaux	Électricité	73247	5977	1,5%	4,4
Ind - Autres lignes	Électricité	64462	5260	1,3%	3,9
Bât - ECS	Électricité	20723	1691	0,4%	1,2
Ind - Débacterisation	Électricité	2449	200	0,1%	0,1
UT - Pompe	Électricité	2317	189	0,0%	0,1
Total		4 872 069	397 533	100,0%	292,3

3.10.2 Évaluation du potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique

Les propositions faites plus haut, font l'objet d'une évaluation du potentiel. Évaluer le potentiel, c'est calculer les gains énergétiques, financiers, environnementaux et le temps de retour sur investissement de chaque proposition.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Le Tableau 3-14 donne la synthèse des évaluations des 19 préconisations. Les hypothèses des calculs sont données en Annexe 7 : Hypothèse des calculs des actions d'améliorations.

Tableau 3-14 : Synthèse du potentiel d'amélioration

#	Type	Nom de l'action	Gain (%)	Gain (€/an)	Gain (kWh/an)	Investissement (€)	CEE (€) HT	RSI (an)
1	O	Mise en place d'un système de management de l'énergie	1,00%	3 975	48 721	20 000	16 000	1,0
2	T	Mise en place des indicateurs de performance sur le logiciel de gestion énergétique CACTUS	1,00%	3 975	48 721	22 500	5 356	4,3
3	C	Mise en veille des fardeleuses pendant les phases d'arrêt supérieur à 30min (nettoyage, changement de format ou panne)	3,24%	12 877	157820	-	-	0,0
4	C	Arrêt des convoyeurs pendant les phases d'arrêt (nettoyage, changement de format ou panne supérieur à 2h)	3,71%	14 760	180897	-	-	0,0
5	O	Éliminer le talon de consommation électrique des lignes de conditionnement par un arrêt complet des lignes hors période d'ouverture (week-end, nuit pour certaines lignes)	3,12%	12 414	152352	1 000	-	0,1
6	T	Réduire les fuites d'air comprimé et fuites process	0,62%	2 472	30295	3 000	-	1,2
7	O	Mettre en place une procédure d'arrêt complet du système de production d'air comprimé en période d'arrêt d'usine (week-end)	0,33%	1 322	16224	-	-	0,0
8	T	Mettre en place des vannes automatiques de coupure des soufflettes à l'étiquetage des lignes 6, 7, 8, 9 et 5 lorsque la ligne de conditionnement n'est pas en fonctionnement (réduction des fuites "process")	0,57%	2 248	27552	3 500	-	1,6
9	T	Récupérer la chaleur des compresseurs d'air comprimé pour préchauffer l'eau chaude sanitaire des bâtiments sociaux et la boucle d'eau de chauffage / Remplacement du compresseur n°1 CSD 122	1,39%	5 534	67827	50 000	11 160	7,0
10	T	Instrumenter les COP/EER des 2 PAC 1 et 2 et mettre en place un contrat de performance énergétique	0,97%	3 864	54354	6 000	-	1,6
11	T	Optimiser le pilotage en cascade des pompes à chaleur 1 et 2	0,38%	1 508	18480	2 000	-	1,3
12	T	Remplacer le moteur de la pompe de circulation de l'eau glacée et eau chaude par un moteur à haute efficacité IE4	0,06%	230	2818	766	138	2,7
13	T	Mettre en place un variateur de fréquence sur le moteur de la pompe de circulation de l'eau glacée et eau chaude	0,34%	1 361	16686	3 000	744	1,7

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

#	Type	Nom de l'action	Gain (%)	Gain (€/an)	Gain (kWh/an)	Investissement (€)	CEE (€) HT	RSI (an)
14	T	Optimiser le pilotage et la programmation du chauffage et climatisation des zones de bureaux et des locaux sociaux	0,86%	3 419	41900	17 200	-	5,0
15	O	Augmenter la consigne de rafraîchissement de l'atelier de 20° à 26° en semaine et adapter la consigne de température en week-end	0,29%	1 149	14085	-	-	0,0
16	O	Diminuer la consigne de chauffage de l'atelier de 22° à 19° en semaine et le réduit de week-end de 19° à 16°	0,34%	1 358	16648	-	-	0,0
17	T	Mettre en place des tourelles d'extraction d'air atelier afin d'augmenter les volumes de free-cooling ($T^{\text{ext}} < T^{\text{atelier}}$)	0,98%	3 892	47705	52 000	-	13,4
18	T	Installer une centrale photovoltaïque en autoconsommation de 200kWc sur le toit du bâtiment BUT / désamiantage de la toiture du bâtiment	5,15%	20 466	250824	260 000	47 500	10,4
19	T	Accélérer le plan d'actions de remplacement des éclairages en LED	1,66%	6 597 €	80448	46 420 €	6 742	6,0

Explication : Toutes les actions proposées, au niveau de chaque usage, sont les fruits d'une séance de brainstorming réalisée avec les responsables du site. 19 actions ont été retenues et ont fait l'objet des évaluations du potentiel d'amélioration (Tableau 3-14). On classe ces actions d'amélioration selon leur nature : organisationnelle (O), technique (T) ou comportementale (C).

En 2019, le facteur d'émission CO₂ du mix électrique français est de 0,0607 kg CO₂ équivalent par kWh électrique consommé. Cela a permis d'évaluer la quantité de CO₂ équivalent à éviter pour ces actions. La synthèse des résultats (gain réalisable) est illustrée dans le Tableau 3-15.

Tableau 3-15 : Les gains réalisables

Gain financier (€/an)	Gain énergétique (kWh/an)	Gain environnemental (Tonne CO ₂ équivalent/an)	Investissement (€)	Montant Suvention ou CEE (€) HT
103 423	1 274 358	77	487 386	87 640

3.10.3 Planning de mise en œuvre

Toutes les actions d'économie d'énergie ne peuvent pas être mises en place à la même année compte tenu du coût d'investissement global qui est très important. Un planning de mise en œuvre est proposé (Annexe 8 : Planification de mise en œuvre des actions) sur une période de 5 ans. Il est construit pour :

- Réaliser rapidement les actions simples à fort retour sur investissement ;
- Réaliser les projets pas à pas ;
- Financer les projets par les économies réalisées permettant de réduire le besoin en capital.

Ainsi nous avons priorisé les actions selon deux critères : la mise en œuvre et le retour sur investissement. La Figure 3-18 illustre les actions jugées prioritaire en haut et à droite du schéma. Ces actions ont une mise en œuvre facile avec un temps de retour relativement court. Les actions 3 et 4 sont des types d'actions qu'on qualifie de « low hanging fruits », les actions qui ne nécessitent pas un investissement important, faciles à mettre en œuvre mais apportent beaucoup dans le court terme.

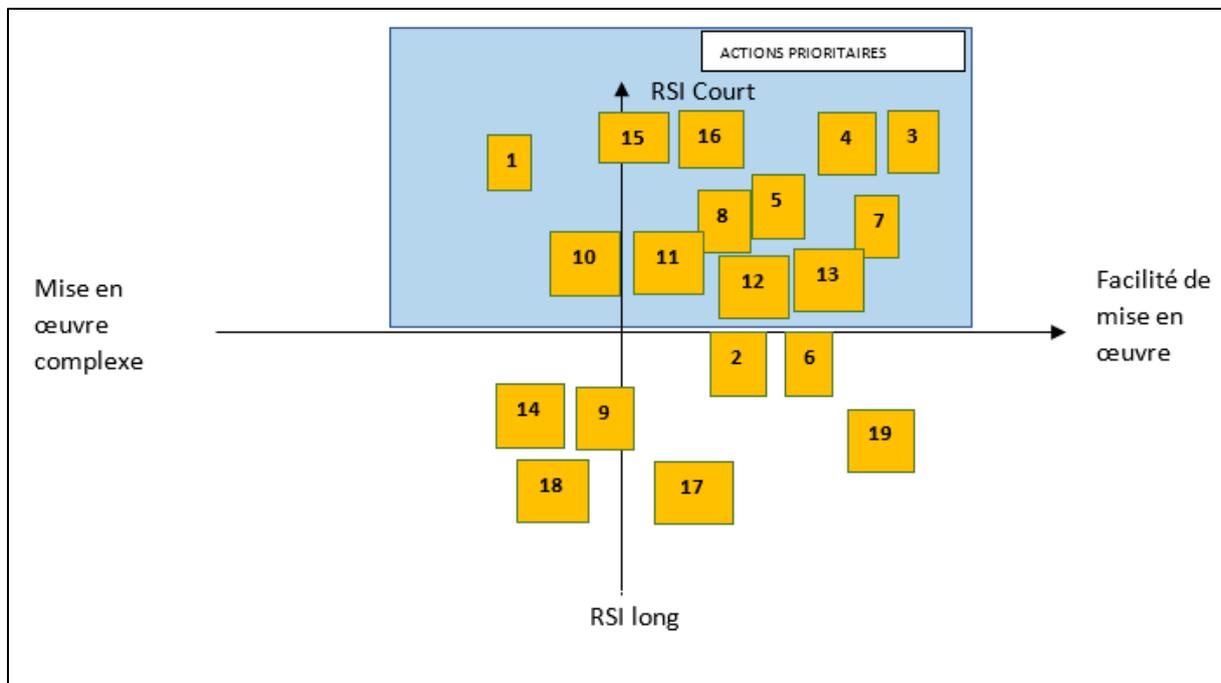


Figure 3-18 : Priorisation des actions

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les travaux présentés, dans ce mémoire, ont pour finalité une meilleure compréhension des réalisations d'audit énergétique industriel afin de développer un ensemble d'outils d'aide pour ensuite optimiser le temps mis lors d'un audit. Pendant le stage, nous avons assisté à plusieurs audits énergétiques de taille dans le but de créer une application permettant de prendre en compte tous les cas d'audit. Le résultat obtenu est un ensemble d'outils qui permet de réaliser des bilans énergétiques d'une entreprise qui peut comporter jusqu'à 10 sites, 3 vecteurs énergétiques pour une étude sur 5 dernières années. Parmi ces outils nous pouvons citer :

- APP_ADFINE pour les traitements des factures énergétiques et les régressions linéaires ;
- APP 1 pour les traitements des points 10 minutes.

Dans la même période nous avons assisté à un audit énergétique d'une entreprise qui comprend 96 sites à auditer. Nous avons mis à disposition un ensemble d'outils qui a permis de traiter toutes factures et les courbes de charge. L'électricité est la seule énergie contrôlée par l'entreprise. Il s'agit ici de :

- 8 fichiers clones et indépendants pour les traitements des factures d'électricité. Chaque fichier traite 12 sites
- 8 fichiers clones et indépendants pour les analyses des points 10 minutes. Chaque fichier aussi comprend 12 sites

Pour tester les outils nous avons réalisé un audit presque complet de la société ENTREPRISE A qui comprend 3 sites. Pour montrer tous les graphiques et tableaux générés par les outils nous avons présenté l'audit du site 1 dans la 3^{ème} partie du mémoire avec des analyses types associées.

Le résultat de l'audit révèle un potentiel d'économie énergétique et financière annuelle respectivement de 1,2 GWh et 103 k€ et induit à une réduction d'une quantité de CO₂ de 26 % par rapport à la quantité émise en 2019. Cependant, l'entreprise n'est pas en capacité de financer toutes les actions au même moment. Un planning de mise en œuvre sur 5 ans est proposé en vue de faciliter la mise en place des actions.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

En termes d'apport pour ce stage réalisé, nous ne pouvons pas mesurer la chance que nous avons eu d'avoir ces types des missions. Nous avons beaucoup appris et nous pouvons aujourd'hui mener en autonomie un audit énergétique. Notre stage s'est déroulé pendant la crise sanitaire due à la COVID 19, ce qui a eu un impact sur le stage.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages et article

- [1] « Directive 2012/27/UE du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2012 relative à l'efficacité énergétique, modifiant les directives 2009/125/CE et 2010/30/UE et abrogeant les directives 2004/8/CE et 2006/32/CE Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE », p. 56.
- [2] « Norme NF EN 16 247 – 1, exigences générales des audits énergétiques ».
- [3] « Norme NF EN 16 247 – 3, spécifiques aux procédés industriels ».
- [4] « Norme ISO 50 002, audits énergétiques - exigence et recommandations de mise en œuvre ».
- [5] « Norme ISO 50 006, Système de management de l'énergie - Mesurage de la performance énergétique à l'aide des situations énergétiques de référence (SER) et des indicateurs de performance énergétique (Ipé) - Principes généraux et lignes directrices ».
- [6] « TURPE_5bis_plaquette_tarifaire_aout_2019.pdf ». Consulté le: nov. 08, 2020. [En ligne]. Disponible sur:
https://www.enedis.fr/sites/default/files/TURPE_5bis_plaquette_tarifaire_aout_2019.pdf
- [7] COMMISSION EUROPÉENNE, Document de référence sur les meilleures techniques disponible, Efficacité Énergétique. Février 2009.
- [8] ADEME, Rapport type audit énergétique en industrie. Septembre 2015
- [9] Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne (PEEIC), Outils pour économiser l'énergie – guide et outil de vérification énergétique
- [10] GIBERT JOSEPH, le comptage de l'énergie, Amélioration de la performance énergétique dans l'industrie.

Site internet

- [11] <https://www.ecologie.gouv.fr/audit-energetique-des-grandes-entreprises>
- <https://choisir-son-fournisseur-electricite.com/contrats-electricite-card-cart/>
- [12] https://www.france-hydro-electricite.fr/wp-content/uploads/2019/09/TURPE_5bis_plaquette_tarifaire_aout_2019.pdf
- [13] <http://choisir-son-fournisseur-electricite.com/contrat-unique-electricite/>
- [14] <https://www.wattvalue.fr/classes-consommation-electricite-professionnels/>
- [15] <https://bilans-ges.ademe.fr/fr/basecarbone/donnees-consulter/liste-element/categorie/64/siGras/1>

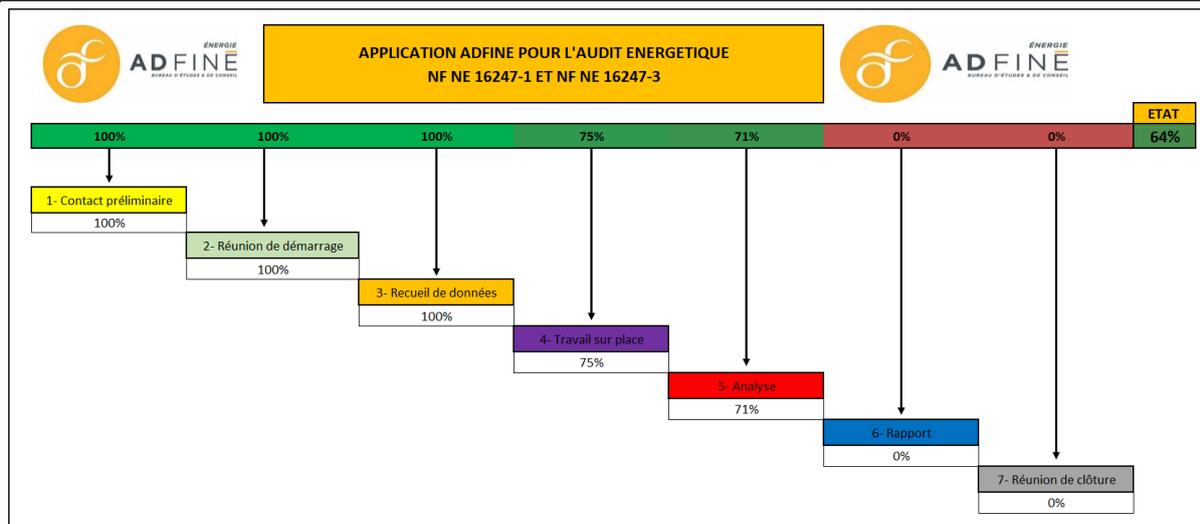
ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

ANNEXES

Annexe 1 : Tableau de bord.....	III
Annexe 2 : TURPE_5bis_plaquette_tarifaire_aout_2019	V
Annexe 3 : Subdivision des factures (électricité, gaz et Fioul)	XII
Annexe 4 : Base des données et les sorties.....	XIII
Annexe 5 : Schéma de distribution.....	XIV
Annexe 6 : Consommation par départ électrique	XVI
Annexe 7 : Hypothèse des calculs des actions d'améliorations	XX
Annexe 8 : Planification de mise en œuvre des actions	XXIV

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Annexe 1 : Tableau de bord



1- Contact préliminaire	
Informations générales de l'entreprise auditée	✓
Contexte de l'entreprise	✓
Données énergétiques annuelles (Les coûts et consommations des énergies)	✓
Données de production annuelles	✓
Dénifir les intervenants (auditeurs énergétiques)	✓
Définir une liste des données et informations à récolter	✓
2- Réunion de démarrage	
Le rappel sur le contexte de l'audit	✓
Le périmètre qui couvre 80 % du coût	✓
La méthodologie de l'audit énergétique	✓
La proposition technico-commerciale	✓
La confirmation de l'année de référence	✓
Les indicateurs de performance énergétiques à suivre s'ils existent sinon à définir	✓
Les modalités pratiques et les conditions des différentes visites	✓
3- Collecte des données	
Les factures énergétiques et les points 10 minutes	✓
Les plans de comptage d'énergie	✓
Les équipements énergétiques et leurs caractéristiques	✓
Le nombre d'heure de fonctionnement des équipements	✓
Le mode de fonctionnement des sites (2x8 ou 3x8 par exemple)	✓
Les DJU de chaque site sur l'année d'étude	✓
Les données de productions mensuelles des sites	✓
4- Visite sur place	
Le responsable de la réalisation des mesurages	✓
La méthodologie et le niveau de précision des mesures	✓
La liste des points de mesures et leur position physique (Le plan de comptage)	✓
Le type de capteur(s) utilisé(s) défini en fonction de sa plage de mesures, de la précision nécessaire, de la nature des mesures	✓
La durée du mesurage (ponctuelle ou enregistrée)	✓
La période d'intervention pour laquelle l'activité de l'entreprise est représentative	✓
Les contraintes d'exploitation liées au procédé	X
Les contraintes de mise en œuvre des appareils de mesures	X

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

5- Analyse	
La répartition de la consommation et coûts de chaque vecteur énergétique	✓
La répartition de la consommation électrique par plage horaire	X
Les évolutions de la consommation et coûts de chaque vecteur énergétique	✓
Les évolutions coûts unitaires de chaque vecteur énergétique	✓
Le tableau de synthèse regroupant les composantes d'une facture	✓
Le tableau de synthèse des consommations électriques par plage horaire	X
Courbe des charges annuelle	X
Monotone de puissance	✓
Bilan mensuel des consommations et des puissances moyennes	✓
Puissance moyenne Semaine type Hiver	✓
Puissance moyenne Semaine type été	✓
Les régressions linéaires	✓
La répartition de la consommation et coûts d'énergie par source	✓
La répartition de la consommation d'énergie par usage énergétique	✓
Le tableau de synthèse de préconisation et évaluation des gains	✓
Le planning de mise en œuvre des actions	X
Le flux de trésorerie	X
6- Rapport	
Une synthèse de l'audit	X
Un rapport détaillé	X
7- Réunion de clôture	
Une rédaction du support de présentation	X
Une réunion de clôture	X

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Annexe 2 : TURPE_5bis_plaquette_tarifaire_aout_2019

Sommaire

1 Introduction	PAGE 4	5 Tarifs des clients raccordés en BT > 36 kVA	PAGE 18
2 Les principes de tarification	PAGE 6	A. La composante annuelle de gestion (CC)	p. 18
3 Structure tarifaire	PAGE 7	B. La composante annuelle de comptage (CC)	p. 18
A. La composante annuelle de gestion (CC)	p. 7	C. La composante annuelle de soutirage (CS)	p. 19
B. La composante annuelle de comptage (CC)	p. 8	D. La composante mensuelle des dépassements de puissance souscrite (CMDPS)	p. 21
C. La composante annuelle de soutirage (CS)	p. 8	E. La composante annuelle de l'énergie réactive (CER)	p. 21
D. La composante mensuelle des dépassements de puissance souscrite (CMDPS)	p. 9	6 Tarifs des clients raccordés en BT ≤ 36 kVA	PAGE 22
E. La composante annuelle des alimentations complémentaires et de secours (CACs)	p. 10	A. La composante annuelle de gestion (CC)	p. 22
F. La composante de regroupement (CR)	p. 10	B. La composante annuelle de comptage (CC)	p. 23
G. La composante annuelle de l'énergie réactive (CER)	p. 11	C. La composante annuelle de soutirage (CS)	p. 23
H. La composante annuelle des injections (CI)	p. 11	7 Éléments complémentaires	PAGE 25
4 Tarifs des clients raccordés en HTA	PAGE 12	A. Contribution tarifaire d'acheminement (CTA)	p. 25
A. La composante annuelle de gestion (CC)	p. 12	B. Contribution au service public d'électricité (CSPE)	p. 25
B. La composante annuelle de comptage (CC)	p. 12	C. Taxes sur la consommation finale d'électricité (TCFE)	p. 25
C. La composante annuelle de soutirage (CS)	p. 13	D. TVA	p. 25
D. La composante mensuelle des dépassements de puissance souscrite (CMDPS)	p. 14	8 Glossaire	PAGE 26
E. La composante annuelle des alimentations complémentaires et de secours (CACs)	p. 15		
F. La composante de regroupement (CR)	p. 16		
G. La composante annuelle de l'énergie réactive (CER)	p. 17		

2 – TARIFS D'UTILISATION DES RÉSEAUX PUBLICS D'ÉLECTRICITÉ

TARIFS D'UTILISATION DES RÉSEAUX PUBLICS D'ÉLECTRICITÉ – 3

1 Introduction

Le Code de l'énergie donne à la Commission de régulation de l'énergie (CRE) la compétence pour fixer les tarifs d'utilisation des réseaux publics d'électricité (TURPE) des gestionnaires de réseaux.

Les tarifs dits TURPE 5 HTA-BT ont fait l'objet d'une décision tarifaire par la CRE dans une délibération du 17 novembre 2016, publiée le 28 janvier 2017 au *Journal Officiel* pour une entrée en vigueur au 1^{er} août 2017.

Le TURPE 5 HTA-BT a ensuite été modifié par la délibération du 26 octobre 2017, introduisant une nouvelle composante destinée à rémunérer les fournisseurs pour leurs activités de gestion des clients en Contrat Unique pour le compte des Gestionnaires de Réseau de Distribution, puis par la délibération du 7 juin 2018, afin notamment d'y introduire une nouvelle formule tarifaire, optionnelle, à destination des utilisateurs raccordés au réseau basse tension participant à une opération d'autoconsommation collective.

Toutefois, à la suite de demandes en annulation auprès du Conseil d'Etat, ce dernier, par une décision du 9 mars 2018 a annulé partiellement le TURPE 5 à compter du 1^{er} août 2018.

À la suite de cette décision la CRE, dans la délibération du 28 juin 2018, publiée le 29 juillet 2018 au *Journal Officiel* définit le nouveau tarif dit TURPE 5bis HTA-BT qui s'applique à partir du 1^{er} août 2018 pour une durée de 3 ans environ. Les formules tarifaires et le cadre de régulation du TURPE 5 bis restent ceux de TURPE 5.

La délibération de la CRE prévoit une diminution moyenne des tarifs au 1^{er} août 2018 de 0,21 % différenciée par segment de clients. Est également prévu un ajustement mécanique des tarifs au 1^{er} août des années à venir, basé sur l'inflation constatée, le facteur d'apurement « k » du compte de régularisation des charges et produits (CRCP) et différencié par domaine de tension HTA, BT > 36 et BT ≤ 36.

Ce document est issu de la délibération de la CRE du 25 juin 2019 et a été élaboré afin de vous en faciliter la lecture.

4 – TARIFS D'UTILISATION DES RÉSEAUX PUBLICS D'ÉLECTRICITÉ

LE CALENDRIER DU TURPE 5 BIS HTA/BT

Été 2015 – Été 2016	Consultations publiques de la CRE sur la structure, le niveau et le cadre de régulation des tarifs TURPE 5
17 novembre 2016	Délibération de la CRE portant décision relative au TURPE 5 HTA-BT.
28 janvier 2017	Publication de la délibération du 17 novembre 2016 au <i>Journal Officiel</i> .
Février 2017	Demandes en annulation de TURPE 5 auprès du Conseil d'Etat
1^{er} août 2017	Entrée en vigueur du TURPE 5 HTA-BT pour une période de quatre ans environ.
1^{er} janvier 2018	Entrée en vigueur d'une nouvelle composante pour la gestion des clients en contrat unique définie dans la délibération de la CRE du 26 octobre 2017
9 mars 2018	Décision du Conseil d'Etat d'annulation partielle du TURPE 5 à partir du 1 ^{er} août 2018
7 juin 2018	Délibération de la CRE portant décision sur la tarification de l'autoconsommation et introduisant notamment deux nouvelles options tarifaires pour les opérations d'autoconsommation collective
28 juin 2018	Délibération de la CRE portant décision relative au TURPE 5 bis HTA-BT
29 juillet 2018	Publication des délibérations du 7 juin 2018 et du 28 juin 2018 au <i>Journal Officiel</i>
1^{er} août 2018	Entrée en vigueur du TURPE 5 bis HTA-BT pour une période de 3 ans environ
1^{er} août 2019	Indexation HTA / BT : + 3,04 %

TARIFS D'UTILISATION DES RÉSEAUX PUBLICS D'ÉLECTRICITÉ – 5

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

2 Les principes de tarification

Qu'est-ce que le tarif ?

Le TURPE (Tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité) est le tarif payé par tous les utilisateurs des réseaux publics de transport et de distribution, et vise à couvrir les coûts du distributeur dès lors qu'ils correspondent à ceux d'un gestionnaire de réseau efficace. Ce tarif unique comporte trois composantes principales : le soutirage, la gestion de la clientèle et le comptage. Il reflète ainsi les coûts engagés par les gestionnaires des réseaux, et inclut une rémunération de leurs investissements.

La tarification comprend :

- d'une part, le tarif proprement dit (barèmes pour chaque option de la grille tarifaire) et ses règles d'application ;
- d'autre part, les tarifs des prestations de services qu'Enedis propose à tous les utilisateurs du réseau qui en font la demande. Ces prestations font l'objet d'un catalogue dont les prix sont publics. Il est disponible sur le site Internet d'Enedis : www.enedis.fr/prestations

Le tarif est applicable à tous les utilisateurs des réseaux, consommateurs, producteurs, gestionnaires des réseaux et fournisseurs, pour chaque point de connexion et pour chaque contrat d'accès. Ce document décrit uniquement les composantes génériques du tarif pour les utilisateurs du réseau public de distribution.

Pour les utilisateurs autoproducteurs le TURPE prévoit la mise en place d'une composante de gestion et de soutirage spécifiques décrite dans ce document.

Le TURPE obéit aux règles suivantes :

La péréquation tarifaire

Le tarif est identique sur l'ensemble du territoire national, conformément au principe d'égalité de traitement inscrit dans le Code de l'énergie.

Le principe du « timbre-poste »

Le tarif est indépendant de la distance parcourue par l'énergie entre le point d'injection et le point de soutirage (soit entre le site producteur et le site consommateur).

La tarification en fonction de la puissance souscrite et de l'énergie soutirée

Le tarif dépend du domaine de tension de raccordement, de la puissance souscrite et des flux physiques mesurés au(x) point(s) de connexion des utilisateurs du réseau.

L'horosaisonnalité

Les prix sont différenciés selon les saisons, les jours de la semaine et / ou les heures de la journée.

3 Structure tarifaire

Le TURPE 5 bis a été élaboré selon les principes généraux ayant fondé TURPE 5 et TURPE 4. En chaque point de connexion, le prix payé annuellement pour l'utilisation des réseaux publics de distribution (RPD) est la somme des composantes suivantes :

CG	Composante annuelle de gestion
+ CC	Composante annuelle de comptage
+ CS	Composante annuelle de soutirage
+ CMDPS	Composante mensuelle des dépassements de puissance souscrite
+ CACS	Composante annuelle des alimentations complémentaires et de secours
+ CR	Composante de regroupement
+ CER	Composante annuelle de l'énergie réactive
+ CI	Composante annuelle des injections
= TURPE	

Toutes les composantes du TURPE s'appliquent à chaque point de connexion. Selon les modes d'utilisation, certaines composantes peuvent être égales à zéro.

A. LA COMPOSANTE ANNUELLE DE GESTION (CG)

La composante annuelle de gestion couvre les coûts supportés par les gestionnaires des réseaux publics de distribution pour la gestion des dossiers des utilisateurs, l'accueil physique et téléphonique, la facturation et le recouvrement.

Cette composante est facturée pour chaque point de connexion sous la forme d'un terme fixe appliqué à tous les utilisateurs (producteurs, consommateurs et ELD) en fonction

de leur domaine de tension de raccordement (HTA, BT > 36 kVA, BT ≤ 36 kVA) et de leur dispositif contractuel (CARD ou contrat unique). La délibération du 26 octobre 2017 augmente le niveau de la composante de gestion des clients en contrat unique, afin de prendre en compte la contrepartie financière versée par le GRD aux fournisseurs au titre de la gestion clientèle et faisant l'objet d'une nouvelle composante tarifaire.

Le TURPE prévoit une composante de gestion spécifique aux autoproducteurs d'un montant inférieur à la somme des deux composantes de gestion qui seraient appliquées pour l'injection et le soutirage.

3 Structure tarifaire

B. LA COMPOSANTE ANNUELLE DE COMPTAGE (CC)

Pour chaque dispositif de comptage, une composante annuelle de comptage est facturée à tous les utilisateurs.

Cette composante annuelle de comptage varie selon que le dispositif de comptage est ou non propriété de l'utilisateur. Elle dépend du niveau de tension, de la puissance de soutirage souscrite et / ou de la puissance maximale d'injection.

Elle couvre les prestations suivantes :

- le contrôle du dispositif de comptage ;

- le relevé ;
 - la location et l'entretien, lorsque le dispositif de comptage est fourni par le gestionnaire de réseau public ;
 - le processus de reconstitution des flux.
- En revanche, elle ne comprend pas le coût des changements de dispositif de comptage, qui font l'objet d'une facturation spécifique dans le cadre du catalogue des prestations d'Enedis.

Les propriétaires d'un dispositif de comptage non conforme aux dispositions de l'arrêté du 4 janvier 2012 relatif aux dispositifs de comptage, raccordés soit en HTA soit en BT avec une puissance souscrite supérieure à 120 kVA, ayant refusé son remplacement, se verront facturer une composante annuelle de comptage égale à celle facturée aux utilisateurs ayant un dispositif de comptage propriété des autorités organisatrices de la distribution d'énergie (AODE).

C. LA COMPOSANTE ANNUELLE DE SOUTIRAGE (CS)

Pour l'établissement de leur composante annuelle de soutirage, les utilisateurs doivent choisir une option tarifaire ainsi qu'une puissance souscrite, ou plusieurs puissances souscrites pour les tarifs à différenciation temporelle.

Pour les points de connexion raccordés en BT > 36 kVA et dont le contrôle des dépassements de la puissance souscrite est effec-

tué sur la puissance souscrite active, celle-ci est égale à la puissance souscrite apparente multipliée par 0,93. Lorsque le contrôle des dépassements de la puissance souscrite apparente est assuré par un disjoncteur à l'interface avec le réseau public, la puissance souscrite apparente est égale à la puissance de réglage de l'équipement de surveillance qui commande le disjoncteur.

La terminologie de l'horosaisonnalité qui s'applique à certaines options tarifaires de la composante de soutirage évolue. Le TURPE actuel supprime la référence aux saisons été et hiver dans le tarif et introduit à la place la notion de saison haute et de saison basse à la place. Par défaut, la saison haute est définie comme la période d'hiver des tarifs précédents et s'étend du mois de novembre au mois de mars. La saison basse regroupe les autres mois. Toute évolution de ce calendrier sera au préalable soumise à concertation.

La délibération du 27 juin 2018 introduit une composante de soutirage optionnelle pour les opérations d'autoconsommation collectives raccordées en BT.

D. LA COMPOSANTE MENSUELLE DES DÉPASSEMENTS DE PUISSANCE SOUSCRITE (CMDPS)

La composante mensuelle des dépassements couvre le coût des dépassements de puissance appelée par l'utilisateur au-delà de sa puissance souscrite. Enedis s'efforce de répondre favorablement aux appels de

puissance qui dépasseraient la puissance souscrite, à condition qu'ils ne soient pas susceptibles d'engendrer des troubles dans l'exploitation des réseaux.

Les dépassements sont sans objet pour les points de connexion dont la puissance souscrite est contrôlée par un disjoncteur.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

3 Structure tarifaire

E. LA COMPOSANTE ANNUELLE DES ALIMENTATIONS COMPLÉMENTAIRES ET DE SECOURS (CACS)

Une alimentation de secours est une ligne maintenue sous tension et utilisée uniquement en substitution d'une ou plusieurs lignes principales indisponibles en cas de défaillance, de réparation ou de maintenance. Une alimentation complémentaire est une alimentation au même domaine de tension que l'alimentation principale, et non

nécessaire par sa capacité à l'alimentation normale du site, et qui n'est pas une alimentation de secours. La composante annuelle des alimentations complémentaires et de secours (CACS) est facturée pour tout utilisateur bénéficiant d'une alimentation complémentaire et / ou de secours.

F. LA COMPOSANTE DE GROUPEMENT (CR)

Les utilisateurs disposant de plusieurs points de connexion dans le domaine de tension HTA peuvent, s'ils le souhaitent, bénéficier du regroupement tarifaire pour le calcul des composantes des injections, de soutirage et

des dépassements, ainsi que la composante d'énergie réactive. Dans ce cas, la facturation est établie sur la base de la somme des courbes de mesure des différents points de connexion.

Les composantes de gestion et de comptage sont facturées pour chacun des points regroupés.

Ce regroupement est autorisé lorsque le réseau le permet et moyennant une redevance de regroupement fixée par le tarif. Le regroupement est réalisé sur la base de la puissance souscrite pour l'ensemble des

points regroupés. La redevance est fonction de la longueur des ouvrages des réseaux publics électriques entre chaque point de connexion et le point de connexion permettant le regroupement.

G. LA COMPOSANTE ANNUELLE DE L'ÉNERGIE RÉACTIVE (CER)

La tarification prévoit de facturer l'énergie réactive soutirée pendant les mois de novembre à mars, de 6 h à 22 h, du lundi au samedi, les jours ouvrables, pour la partie qui dépasse 40 % de l'énergie active consommée pendant la même période. Par exception, la facturation s'applique aux heures de pointe et aux heures pleines de novembre à

mars pour les tarifs à différenciation temporelle. En l'absence de dispositif de comptage permettant d'enregistrer les flux physiques d'énergie réactive, les gestionnaires des réseaux publics peuvent prévoir des modalités transparentes et non discriminatoires d'estimation de ces flux.

La facturation de l'énergie réactive s'applique aux clients raccordés en HTA et en BT > 36 kVA.

En injection :

• le client raccordé en BT > 36 kVA s'engage à ne pas absorber d'énergie réactive ;

• le client raccordé en HTA s'engage à fournir ou à absorber une quantité d'énergie réactive déterminée par le gestionnaire de réseau public.

H. LA COMPOSANTE ANNUELLE DES INJECTIONS (CI)

La composante annuelle des injections est facturée pour chaque point de connexion

en fonction de l'énergie active injectée sur le réseau public de distribution.

Pour les clients connectés en HTA et en BT, le niveau de la composante annuelle des injections est égal à zéro.

4 Tarifs des clients raccordés en HTA

N.B. : les prix sont indiqués HT.

A. LA COMPOSANTE ANNUELLE DE GESTION (CG)

Le montant de la composante annuelle de gestion (en €/an) est fonction du cadre contractuel choisi par l'utilisateur. Elle est due pour chacun des points de connexion. Depuis le 1^{er} janvier 2018 le niveau de cette composante tient également compte de la contrepartie financière versée aux fournisseurs dans le cadre de la gestion des clients en contrat uniques. Elle s'applique selon la grille suivante :

Utilisateur en CARD €/an	Utilisateur en contrat unique €/an
417,60	361,68

Pour les utilisateurs dits « autoproductions individuels sans injection » la composante annuelle de gestion est celle de la grille précédente.

Pour les utilisateurs dits « autoproductions individuels avec injection » disposant, pour un même point de connexion, d'un contrat en injection et d'un contrat en soutirage, ou d'un contrat as-sociant injection et soutirage, une unique composante de gestion de 598,44 €/an est facturée.

B. LA COMPOSANTE ANNUELLE DE COMPTAGE (CC)

Le montant de la composante de comptage est fonction du niveau de service de comptage choisi par l'utilisateur. Le montant de la composante de comptage est fonction du niveau de service de comptage choisi par l'utilisateur. Le montant de la composante de comptage est fonction du niveau de service de comptage choisi par l'utilisateur.

Fréquence minimale de transmission	Composante de comptage €/an
Mensuelle	549,60

• Dans le cas d'un comptage propriété des utilisateurs :

Fréquence minimale de transmission	Composante de comptage €/an
Mensuelle	166,20

C. LA COMPOSANTE ANNUELLE DE SOUTIRAGE (CS)

Toutes les composantes annuelles de soutirage des tarifs HTA sont désormais à 5 classes temporelles :

- pointe ;
- heure pleine saison haute (HPH) ;
- heure creuse saison haute (HCH) ;
- heure pleine saison basse (HPB) ;
- heure creuse saison basse (HCB).

La classe temporelle de pointe est soit une classe temporelle fixe (2 heures le matin et 2 heures le soir, de décembre à février inclus, hors dimanche), soit une classe temporelle dite à pointe mobile. Les heures dites de pointe mobile sont les heures de la période PPI du mécanisme de capacité, et sont déterminées par RTE la veille pour le lendemain, avec une limite de 15 jours par an.

Quatre options tarifaires sont proposées :

- courte utilisation avec pointe fixe ;
- longue utilisation avec pointe fixe ;
- courte utilisation avec pointe mobile ;
- longue utilisation avec pointe mobile.

Pour chacun de leurs points de connexion au domaine de tension HTA et pour chacune des cinq plages temporelles de l'option tarifaire choisie, les utilisateurs choisissent, par multiples de 1 kW, une puissance souscrite P_i , où i désigne la plage temporelle. Quel que soit i , les puissances souscrites doivent être telles que $P_i + 1 \geq P_i$.

En chacun de ces points de connexion, la composante annuelle de soutirage est établie selon la formule suivante :

$$CS = b_1 \cdot P_1 + \sum_{i=2}^5 b_i \cdot (P_i - P_{i-1}) + \sum_{i=1}^5 c_i \cdot E_i$$

P_i désigne la puissance souscrite pour la i ème plage temporelle, exprimée en kW, et E_i désigne l'énergie active soutirée pendant la i ème plage temporelle, exprimée en kWh.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

4 Tarifs des clients raccordés en HTA

Coefficient pondérateur de la puissance (b)

€/kw/an	Pointe	HPH	HCH	HPB	HCB
CU pointe fixe	2,61	2,34	1,98	1,80	0,94
CU pointe mobile	3,20	2,25	1,98	1,80	0,94
LU pointe fixe	16,02	15,48	13,06	8,60	1,64
LU pointe mobile	18,42	17,12	13,06	8,60	1,64

Coefficient pondérateur de l'énergie (a)

c€/kWh	Pointe	HPH	HCH	HPB	HCB
CU pointe fixe	3,06	2,88	2,07	1,92	1,16
CU pointe mobile	4,08	2,75	2,07	1,92	1,16
LU pointe fixe	2,80	2,10	1,31	0,97	0,86
LU pointe mobile	3,20	1,93	1,31	0,97	0,86

D. LA COMPOSANTE MENSUELLE DES DÉPASSEMENTS DE PUISSANCE SOUSCRITE (CMDPS)

Le montant de la CMDPS se calcule selon la formule suivante, en utilisant les paramètres Bi précédents. Deltap désigne le dépassement de puissance en kW par pas de 10 minutes.

$$CMDPS = \sum_{\text{classes du réseau}} 0,11 \cdot b_i \cdot \sqrt{\sum (\Delta P_i^2)}$$

E. LA COMPOSANTE ANNUELLE DES ALIMENTATIONS COMPLÉMENTAIRES ET DE SECOURS (CACS)

Le montant de la composante annuelle des alimentations complémentaires et de secours se calcule en fonction de la longueur des liaisons et du nombre de cellules pour les parties dédiées à l'utilisateur selon la grille suivante :

Cellules (€/cellule/an)	Liaisons (€/km/an)	
	aériennes	souterraines
3 266,04	890,94	1 336,40

• Pour un secours assuré à un domaine de tension identique sur un transformateur différent de celui de l'alimentation principale.

La CACS facture alors une autre composante correspondant à la réservation de puissance sur ce transformateur :

€/kw/an
6,38

• Pour un secours assuré à un domaine de tension inférieur à celui de l'alimentation principale.

La CACS facture alors une autre redevance, correspondant à la tarification du niveau de tension inférieur selon la grille suivante.

Domaine de tension de l'alimentation principale	Domaine de tension de l'alimentation de secours	Part puissance (€/kw/an)	Part énergie (c€/kWh)
HTB 2	HTA	8,27	1,79
HTB 1	HTA	2,88	1,79

4 Tarifs des clients raccordés en HTA

Enfin, lorsque l'alimentation de secours le permet, la composante mensuelle de dépassement de puissance souscrite pour l'alimentation de secours est établie selon la formule suivante :

$$CMDPS = \alpha \cdot \sqrt{\sum (\Delta P_i^2)}$$

où ΔP désigne le dépassement de puissance en kW par pas de 10 minutes par rapport à la puissance souscrite de la plage temporelle, et alpha est donné par le tableau ci-dessous :

Domaine de tension de l'alimentation principale	Domaine de tension de l'alimentation de secours	α (c€/kw)
HTB 2	HTA	66,40
HTB 1	HTA	23,57

F. LA COMPOSANTE DE GROUPEMENT (CR)

Formule de calcul

Pour un utilisateur ayant opté pour le regroupement de plusieurs points de connexion, le montant de la composante de regroupement se calcule pour chacun des points de connexion selon la formule suivante :

$$CR = L \cdot k \cdot P_s$$

Où :

- **L** est la plus petite longueur totale des ouvrages électriques du réseau public concerné permettant physiquement le regroupement ;
- **k** dépend du type de liaison (aérienne ou souterraine) ;
- **Ps** est la puissance souscrite pour l'ensemble des points conventionnellement regroupés.

Niveau des paramètres

Le niveau du paramètre « k » est défini comme suit, suivant le type de liaison :

k (€/kw/km/an)	
Liaisons aériennes	0,50
Liaisons souterraines	0,73

G. LA COMPOSANTE ANNUELLE DE L'ÉNERGIE RÉACTIVE (CER)

Flux de soutirage

L'énergie réactive absorbée au-delà du rapport tg entre l'énergie réactive absorbée et l'énergie active soutirée par point de connexion est facturée selon le tableau suivant :

Rapport tg	c€/kvar.h
0,4	1,94

Flux d'injection

L'énergie réactive en opposition à la consigne ainsi que l'énergie réactive hors bandeau (Tgmin Tgmax) est facturée selon le tableau suivant :

c€/kvar.h
1,94

Les valeurs des seuils Tgmin et Tgmax sont définies par le gestionnaire du réseau public de distribution.

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHES D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

5 Tarifs des clients raccordés en BT > 36 kVA

N.B. : les prix sont indiqués HT.

A. LA COMPOSANTE ANNUELLE DE GESTION (CG)

Le montant de la composante annuelle de gestion (en €/an) est fonction du cadre contractuel choisi par l'utilisateur. Elle est due pour chacun des points de connexion. Depuis le 1^{er} janvier 2018 le niveau de cette composante tient également compte de la contrepartie financière versée aux fournisseurs dans le cadre de la gestion des clients en contrat uniques. Elle s'applique selon la grille suivante :

Utilisateur en CARD €/an	Utilisateur en contrat unique €/an
208,80	180,84

Pour les utilisateurs dits « autoproductions individuelles sans injection » la composante annuelle de gestion est celle de la grille précédente.

Pour les utilisateurs dits « autoproductions individuelles avec injection » disposant, pour un même point de connexion, d'un contrat en injection et d'un contrat en soutirage, ou d'un contrat associant injection et soutirage, une unique composante de gestion d'une valeur de 299,28 €/an est facturée.

Pour les utilisateurs participant à une opération d'auto-production collective la composante annuelle de gestion dépend du cadre contractuel choisi :

Utilisateur en CARD €/an	Utilisateur en contrat unique €/an
260,28	232,20

B. LA COMPOSANTE ANNUELLE DE COMPTAGE (CC)

Dans le cas d'un comptage propriété des AODE :

Fréquence minimale de transmission	Composante de comptage €/an
Mensuelle	426,36

Dans le cas d'un comptage propriété des utilisateurs :

Fréquence minimale de transmission	Composante de comptage €/an
Mensuelle	152,16

C. LA COMPOSANTE ANNUELLE DE SOUTIRAGE (CS)

Toutes les composantes annuelles de soutirage des tarifs BT>36 sont désormais à 4 classes temporelles :

- heure pleine saison haute (HPH) ;
- heure creuse saison haute (HCH) ;
- heure pleine saison basse (HPB) ;
- heure creuse saison basse (HCB).

Deux formules tarifaires sont proposées :

- courte utilisation ;
- longue utilisation.

Pour chacun de leurs points de connexion au domaine de tension BT>36 et pour chacune des quatre plages temporelles de la formule tarifaire choisie, les utilisateurs choisissent, par multiples de 1 kW, une puissance souscrite P_i , où i désigne la plage temporelle. Quel que soit i , les puissances souscrites doivent être telles que $P_{i+1} \geq P_i$.

5 Tarifs des clients raccordés en BT > 36 kVA

En chacun de ces points de connexion, la composante annuelle de soutirage est établie selon la formule suivante :

$$CS = b_1 \cdot P_1 + \sum_{i=2}^4 b_i \cdot (P_i - P_{i-1}) + \sum_{i=1}^4 c_i \cdot E_i$$

P_i désigne la puissance souscrite pour la i ème plage temporelle, exprimée en kVA et E_i désigne l'énergie active soutirée pendant la i ème plage temporelle, exprimée en kWh.

Les autoproductions en collectif raccordés en BT>36 peuvent également s'ils le préfèrent souscrire les deux formules suivantes, permettant de facturer différemment les soutirages issus de l'opération d'autoconsommation (soutirages dits « autoproduits ») de ceux issus du réseau public de distribution (soutirages dits « alloproduits ») :

- Courte utilisation – auto-production collective
- Longue utilisation – auto-production collective

Coefficient pondérateur de la puissance (b_i)

€/kVA/an	HPH	HCH	HPB	HCB
CU	10,20	5,24	3,82	1,15
LU	18,72	11,14	9,13	3,79
CU – auto-production	8,31	8,30	6,45	4,01
LU – auto-production	20,03	15,22	11,48	8,02

Coefficient pondérateur de l'énergie (c_i)

€/kWh	HPH	HCH	HPB	HCB
CU	4,91	3,01	2,22	1,83
LU	4,27	2,87	1,93	1,78
CU – auto-production, part auto-produite	2,93	2,18	1,54	0,12
CU – auto-production, part alloproduite	5,09	3,62	3,22	0,78
LU – auto-production, part auto-produite	2,10	2,07	1,40	0,08
LU – auto-production, part alloproduite	4,76	3,46	2,37	0,12

D. LA COMPOSANTE MENSUELLE DES DÉPASSEMENTS DE PUISSANCE SOUSCRITE (CMDPS)

Sur la base de la durée de dépassement h (en heures), la CMDPS est calculée de la façon suivante :

$$CMDPS = 9,92 \times h$$

E. LA COMPOSANTE ANNUELLE DE L'ÉNERGIE RÉACTIVE (CER)

Flux de soutirage

Le montant de la composante annuelle de l'énergie réactive se calcule selon la règle suivante : l'énergie réactive absorbée au-delà du rapport tg entre l'énergie réactive absorbée et l'énergie active soutirée par point de connexion est facturée selon le tableau suivant :

Rapport tg	c€/kvar.h
0,4	2,04

Flux d'injection

L'énergie réactive absorbée est facturée selon le tableau suivant :

c€/kvar.h
2,04

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

6 Tarifs des clients raccordés en BT ≤ 36 kVA

N.B. : les prix sont indiqués HT.

La distinction par plage de puissance qui existait en Turpe 4 a disparu. Les coefficients unitaires à la puissance et à l'énergie d'une même option tarifaire ne varient donc pas selon la puissance souscrite.

A. LA COMPOSANTE ANNUELLE DE GESTION (CG)

Le montant de la composante annuelle de gestion (en €/an) est fonction du cadre contractuel choisi par l'utilisateur. Elle est due pour chacun des points de connexion. Depuis le 1^{er} janvier 2018 le niveau de cette composante tient également compte de la contrepartie financière versée aux fournisseurs dans le cadre de la gestion des clients en contrat unique. Elle s'applique selon la grille suivante :

Utilisateur en CARD* €/an	Utilisateur en contrat unique €/an
15,12	12,72

* Désigné CRAE pour les producteurs.

Pour les utilisateurs dits « autoproductions individuelles sans injection » la composante annuelle de gestion est celle de la grille précédente.

Pour les utilisateurs dits « autoproductions individuelles avec injection » disposant, pour un même point de connexion, d'un contrat en injection et d'un contrat en soutirage, ou d'un contrat associant injection et soutirage, une unique composante de gestion d'une valeur de 21,48 €/an est facturée.

Pour les utilisateurs participant à une opération d'autoproduction collective la composante annuelle de gestion dépend du cadre contractuel choisi :

Utilisateur en CARD* €/an	Utilisateur en contrat unique €/an
18,72	16,32

B. LA COMPOSANTE ANNUELLE DE COMPTAGE (CC)

Dans le cas d'un comptage propriété des AODE :

Fréquence minimale de transmission	Composante de comptage €/an
Bimestrielle avec Linky et semestrielle sinon	20,40

Dans le cas d'un comptage propriété des utilisateurs :

Fréquence minimale de transmission	Composante de comptage €/an
Semestrielle	9,60

En l'absence de dispositif de comptage, le gestionnaire de réseau peut estimer le flux d'énergie soustraite ou injectée ; dans ce cas, la composante annuelle de comptage est de 1,32 euro par an.

C. LA COMPOSANTE ANNUELLE DE SOUTIRAGE (CS)

Les trois formules tarifaires existantes sont prolongées en TURPE 5 bis :

- courte utilisation (CU) ;
- moyenne utilisation avec différenciation temporelle heures pleines / heures creuses (MU) ;
- longue utilisation (LU).

De plus, pour les utilisateurs équipés d'un compteur communicant Linky ouvert aux nouveaux services, deux formules tarifaires supplémentaires sont proposées dans lesquelles les signaux horosaisonnalisés sont renforcés avec l'introduction d'une saison haute et d'une saison basse, comme pour les domaines de tension supérieures :

- courte utilisation avec quatre classes temporelles (CU 4) ;
- moyenne utilisation avec quatre classes temporelles (MU 4).

Les quatre classes temporelles sont les suivantes :

- heure pleine saison haute (HPH) ;
- heure creuse saison haute (HCH) ;
- heure pleine saison basse (HPB) ;
- heure creuse saison basse (HCB).

6 Tarifs des clients raccordés en BT ≤ 36 kVA

En chacun des points de connexion au domaine de tension BT jusqu'à la puissance souscrite de 36 kVA incluse, la composante annuelle de soutirage est établie selon la formule suivante :

$$CS = b \cdot P + \sum_{i=1}^n c_i \cdot E_i$$

Où P désigne la puissance souscrite, exprimée en kVA. Pour les utilisateurs bénéficiant d'un branchement à puissance surveillée, elle est égale à la puissance de réglage du dispositif approprié, et E_i désigne l'énergie soustraite pendant la même plage temporelle, exprimée en kWh. Les autoproductions en collectif raccordés en BT ≤ 36 peuvent également s'ils le préfèrent souscrire les deux formules suivantes, permettant de facturer différemment les soutirages issus de l'opération d'autoconsommation (soutirages dits « autoproduits ») de ceux issus du réseau public de distribution (soutirages dits « alloproduits ») :

- Courte utilisation avec 4 classes temporelles – autoproduction collective
- Moyenne utilisation avec 4 classes temporelles – autoproduction collective

Coefficient pondérateur de la puissance (b) en €/kVA :

CU 4	4,80
CU	5,40
MU 4	6,96
MU	7,92
LU	60,60
CU 4 - Autoproduction	3,60
MU 4 - Autoproduction	6,12

Coefficient pondérateur de l'énergie (c_i) en €/kWh :

	HPH	HCH	HPB	HCB
CU 4	7,57	3,77	1,93	1,39
CU	3,77			
MU 4	5,79	3,34	1,35	1,01
MU	4,00	2,45	4,00	2,45
LU	1,43			
CU 4 - Autoproduction, Part autoproduite	2,98	2,24	0,77	0,73
CU 4 - Autoproduction, Part alloproduite	7,27	5,59	2,07	1,10
MU 4 - Autoproduction, Part autoproduite	2,75	0,51	0,37	0,02
MU 4 - Autoproduction, Part alloproduite	5,61	3,91	1,94	1,10

7 Éléments complémentaires

TAXES ET CONTRIBUTIONS

Le tarif est présenté hors taxes. Cependant, sur les factures des utilisateurs, viennent s'ajouter certaines taxes et contributions.

A. CONTRIBUTION TARIFAIRE D'ACHEMINEMENT (CTA)

- La CTA est réservée à la Caisse nationale des industries électriques et gazières (CNIEG).
- Elle est assise sur les éléments fixes du tarif (composante de comptage, de gestion, part fixe de la composante de soutirage et des alimentations complémentaires et de secours).
- Son taux est défini par arrêté ministériel.
- La CTA est facturée au client final par le fournisseur d'électricité (contrat unique) ou par le gestionnaire de réseau de distribution (contrat CARD).

B. CONTRIBUTION AU SERVICE PUBLIC D'ÉLECTRICITÉ (CSPE)

La CSPE, taxe payée depuis début 2004 par tous les consommateurs d'électricité en vue d'assurer le financement des obligations de service public des opérateurs, a évolué à la suite de la loi de finances rectificative pour 2015 (JO du 30 décembre 2015).

Ainsi au 1^{er} janvier 2016 :

- la CSPE a disparu en tant que telle et a bas-

culé sur le mécanisme de la TICFE (taxe intérieure sur la consommation finale d'électricité) ;

• l'actuelle TICFE, renommée « CSPE », s'applique dorénavant à l'ensemble des consommateurs, quelle que soit leur puissance souscrite, et n'est collectée que par les fournisseurs d'électricité.

C. TAXES SUR LA CONSOMMATION FINALE D'ÉLECTRICITÉ (TCFE)

Les TCFE comprennent une taxe communale sur la consommation finale d'électricité (TCCFE), une taxe départementale sur la consommation finale d'électricité (TDCFE) et, pour l'État, la taxe intérieure sur la consommation finale d'électricité (TICFE) intégrant, depuis le 1^{er} janvier 2016, la contribution au service public de l'électricité (CSPE).

Perçues en euros par MWh, ces trois taxes

ont assises sur les seules quantités d'électricité consommées, à l'exclusion, par conséquent, de l'acheminement.

Elles sont facturées par les fournisseurs d'électricité au consommateur final. Pour mémoire, les TCFE remplacent, depuis le 1^{er} janvier 2011, les taxes locales sur l'électricité (TLE) qui comprenaient une taxe municipale (TM) et une taxe départementale (TD).

D. TVA

La taxe sur la valeur ajoutée (TVA) est facturée au client final (contrat direct CARD) ou au fournisseur d'électricité (pour les utilisateurs en contrat unique). La TVA est assise sur l'ensemble des éléments facturés, y compris la CTA et les TCFE (dont la CSPE).

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

8 Glossaire

AODE

Autorité organisatrice de la distribution d'énergie : il s'agit soit de communes, soit d'établissements de coopération intercommunale.

La loi prévoit que les communes puissent se regrouper pour organiser ce service public. Cette intercommunalité prend le plus souvent la forme d'un syndicat, d'une communauté de communes, d'une communauté d'agglomération ou d'une communauté urbaine. La collectivité concédante assure généralement les trois missions suivantes :

- la négociation du contrat de concession avec EDF (au titre des tarifs réglementés de vente d'électricité), et Enedis (au titre de la distribution d'électricité) ;
- la signature du contrat et le contrôle concédant ;
- l'exercice de la maîtrise d'ouvrage de certains travaux de réseau dans les communes rurales, conformément aux dispositions de l'article 36 de la loi du 8 avril 1946 sur la nationalisation de l'électricité et du gaz.

CARD

Le contrat d'accès au réseau de distribution (CARD) est signé entre Enedis et le client final. Le CARD définit les responsabilités du client et du gestionnaire de réseau de distribution en matière d'accès et d'utilisation du réseau sur le point de livraison concerné.

Il précise notamment les conditions de raccordement, les modalités relatives au comptage et aux puissances souscrites ou injectées, les dispositions propres à la continuité et à la qualité de fourniture, ainsi que les tarifs.

CLASSE TEMPORELLE

• Saison haute / saison basse

Depuis le 1^{er} août 2017, le TURPE supprime la référence aux saisons été et hiver, et utilise à la place la notion de saison haute et de saison basse. La saison haute est définie comme la période comprenant les mois de décembre à février, et 61 jours à répartir en paquets durant le reste de l'année. Par défaut, la saison haute du TURPE 5 bis est définie comme la période d'hiver du TURPE 4, et s'étend du mois de novembre au mois de mars. La saison basse regroupe les autres mois. Toute évolution de ce calendrier sera au préalable soumise à concertation.

• Heures pleines – Heures creuses

Les heures pleines et creuses sont fixées localement selon la saison et la puissance souscrite de l'utilisateur.

• Heures de pointe

Elles sont applicables aux tarifs HTA ayant souscrit l'option pointe fixe, et sont fixées localement de décembre à février inclus, à raison de 2 heures le matin et de 2 heures le soir, à l'exception des dimanches.

• Heures de pointe mobiles

Elles sont applicables aux tarifs HTA ayant souscrit l'option pointe mobile. Ces heures sont déterminées nationalement par le signal PPI du mécanisme de capacité, et sont communiquées la veille pour le lendemain sur le site Internet de RTE, dans la limite de 10 à 15 jours par an et sur les plages horaires (7 h – 15 h) et (18 h – 20 h).

CONTRAT UNIQUE

Contrat regroupant la fourniture d'électricité, l'accès et l'utilisation des réseaux, conclu entre un client et un fournisseur d'électricité pour un ou des points de livraison. Conformément à l'article L. 111-92 du Code de l'énergie, la possibilité pour un fournisseur d'offrir un contrat unique à des clients est subordonnée à la signature préalable par le fournisseur d'un contrat avec le gestionnaire du réseau de distribution du territoire concerné (contrat GRD-F).

DISPOSITIF DE COMPTAGE

Le dispositif de comptage est constitué de l'ensemble des compteurs d'énergie active et / ou réactive au point de comptage considéré, des armoires, coffrets ou panneaux afférents, ainsi que, le cas échéant, des équipements complémentaires qui lui sont dédiés.

DOMAINE DE TENSION

Les domaines de tension des réseaux publics de distribution en courant alternatif sont définis par le tableau ci-dessous :

Tension	Domaine de tension
1 kV < U ≤ 50 kV	HTA
50 V < U ≤ 1 kV	BT

OUVRAGES

DE TRANSFORMATION

Les ouvrages de transformation sont les ouvrages des réseaux publics d'électricité qui sont situés à l'interface entre deux domaines de tension différents.

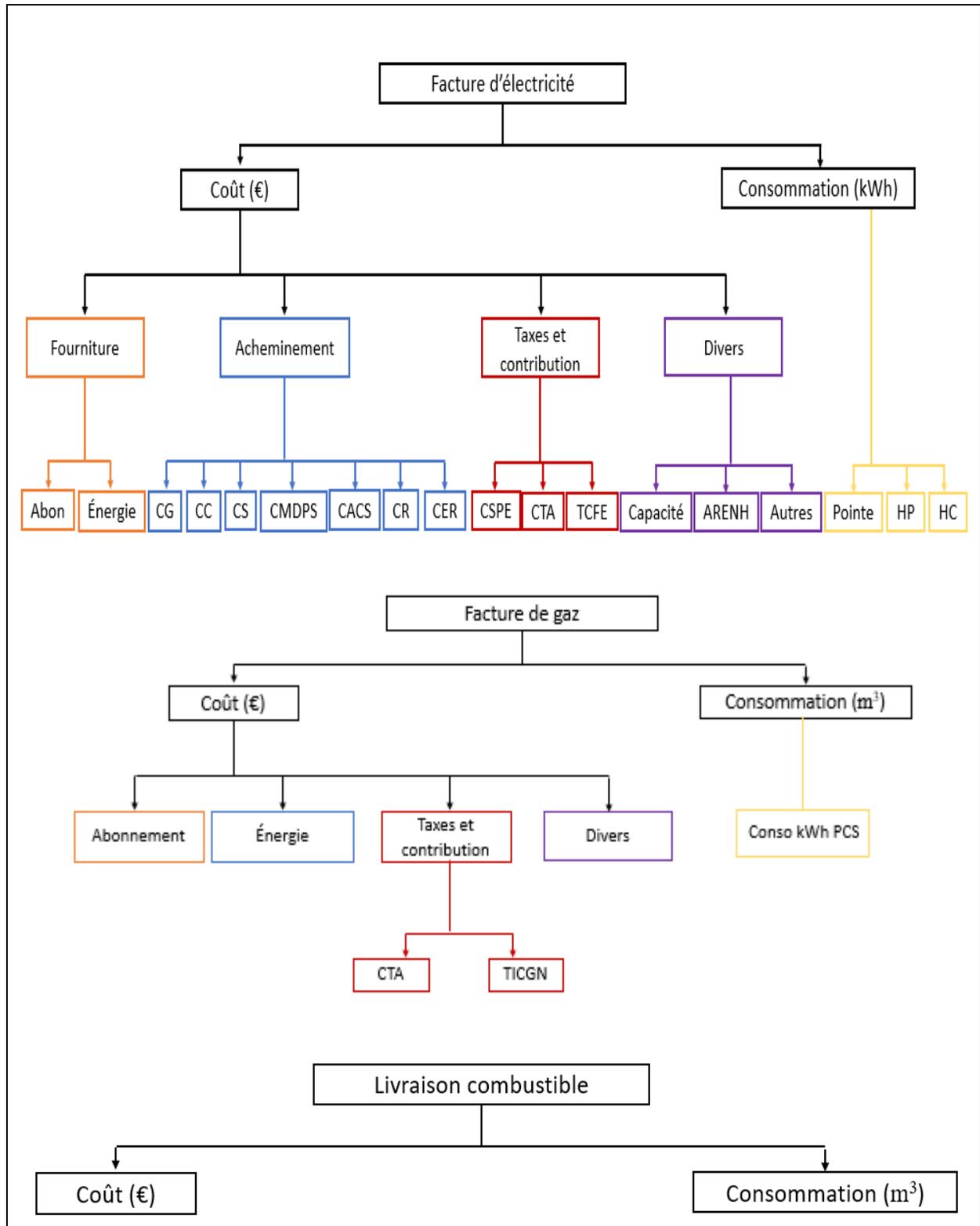
POINTS DE CONNEXION

Le ou les points de connexion d'un utilisateur au réseau public coïncident avec la limite de propriété entre les ouvrages électriques de l'utilisateur et les ouvrages électriques du réseau public. Ils correspondent généralement à l'extrémité d'un ouvrage électrique, matérialisée par un organe de coupure.

Un organe de coupure est un appareil installé sur le réseau électrique, qui permet d'interrompre le courant circulant entre les deux extrémités de cet appareil.

Plus de définitions sur le site Enedis : <http://www.enedis.fr/glossaire>

Annexe 3 : Subdivision des factures (électricité, gaz et Fioul)



ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Annexe 4 : Base de données et les sorties

Continuer jusqu'à la fin de cette bande verte		Continuer jusqu'à la fin de cette bande verte		Continuer jusqu'à la fin de cette bande verte		Continuer jusqu'à la fin de cette bande verte		Continuer jusqu'à la fin de cette bande verte	
Zapage d'ordre de comparaison ne correspond pas !!									
Code	Site	Année	Date	Site	Année	Date	Site	Année	Date
1	2021	janv.-21	HP203	P1	2021	janv.-21	HP203	P1	2021
2	2021	févr.-21	HP203	P1	2021	févr.-21	HP203	P1	2021
3	2021	mars-21	HP203	P1	2021	mars-21	HP203	P1	2021
4	2021	avr.-21	HP203	P1	2021	avr.-21	HP203	P1	2021
5	2021	mai-21	HP203	P1	2021	mai-21	HP203	P1	2021
6	2021	juin-21	HP203	P1	2021	juin-21	HP203	P1	2021
7	2021	juil.-21	HP203	P1	2021	juil.-21	HP203	P1	2021
8	2021	août-21	HP203	P1	2021	août-21	HP203	P1	2021
9	2021	sept.-21	HP203	P1	2021	sept.-21	HP203	P1	2021
10	2021	oct.-21	HP203	P1	2021	oct.-21	HP203	P1	2021
11	2021	nov.-21	HP203	P1	2021	nov.-21	HP203	P1	2021
12	2021	déc.-21	HP203	P1	2021	déc.-21	HP203	P1	2021

Électricité

1 Page de garde

2 Sommaire des données

3 Paramètres de l'audit

4 - Assésiment Métrique 1

5 - Assésiment Métrique 2

6 - Assésiment Métrique 3

7 - Assésiment Métrique 4

8 - Assésiment Métrique 5

9 - Assésiment Métrique 6

10 - Assésiment Métrique 7

11 - Assésiment Métrique 8

12 - Assésiment Métrique 9

13 - Assésiment Métrique 10

14 - Assésiment Métrique 11

15 - Assésiment Métrique 12

16 - Assésiment Métrique 13

17 - Assésiment Métrique 14

18 - Assésiment Métrique 15

19 - Assésiment Métrique 16

20 - Assésiment Métrique 17

21 - Assésiment Métrique 18

22 - Assésiment Métrique 19

23 - Assésiment Métrique 20

Gaz

1 - Fonction de la facture gaz 1

2 - Fonction de la facture gaz 2

3 - Fonction de la facture gaz 3

4 - Fonction de la facture gaz 4

5 - Fonction de la facture gaz 5

6 - Fonction de la facture gaz 6

7 - Fonction de la facture gaz 7

8 - Fonction de la facture gaz 8

9 - Fonction de la facture gaz 9

10 - Fonction de la facture gaz 10

11 - Fonction de la facture gaz 11

12 - Fonction de la facture gaz 12

13 - Fonction de la facture gaz 13

14 - Fonction de la facture gaz 14

15 - Fonction de la facture gaz 15

16 - Fonction de la facture gaz 16

17 - Fonction de la facture gaz 17

18 - Fonction de la facture gaz 18

19 - Fonction de la facture gaz 19

20 - Fonction de la facture gaz 20

Fioul

10 - Fonction de la facture Fioul 1

10 - Fonction de la facture Fioul 2

10 - Fonction de la facture Fioul 3

10 - Fonction de la facture Fioul 4

10 - Fonction de la facture Fioul 5

10 - Fonction de la facture Fioul 6

10 - Fonction de la facture Fioul 7

10 - Fonction de la facture Fioul 8

10 - Fonction de la facture Fioul 9

10 - Fonction de la facture Fioul 10

10 - Fonction de la facture Fioul 11

10 - Fonction de la facture Fioul 12

10 - Fonction de la facture Fioul 13

10 - Fonction de la facture Fioul 14

10 - Fonction de la facture Fioul 15

10 - Fonction de la facture Fioul 16

10 - Fonction de la facture Fioul 17

10 - Fonction de la facture Fioul 18

10 - Fonction de la facture Fioul 19

10 - Fonction de la facture Fioul 20

Fioul lourd

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 1

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 2

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 3

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 4

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 5

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 6

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 7

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 8

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 9

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 10

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 11

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 12

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 13

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 14

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 15

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 16

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 17

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 18

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 19

10 - Fonction de la facture Fioul lourd 20

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Annexe 5 : Schéma de distribution

Poste de livraison	Usage Audit 2020	Sous Usage Audit 2020	Usage type Ademe
TGBT Utilité	ND	ND	ND
Onduleur coffret Réseau 1	ND	ND	ND
Portes et niveau Quais	Procédé	Ind - Autres	procede_système industriel
Magasin Etiquette Kardex	Procédé	Ind - Autres	autres_système industriel
Groupe de clim réversible	Procédé	Ind - Autres	autres_système industriel
Groupe de clim réversible (clim 2) -> Chauffage	ND	ND	ND
Groupe de clim réversible (clim 2) -> Rafraichissement	Bâtiment	Bât - Chauffage	conditionnement_ambiance_ateliers_système industriel
TD CH Chargeur TG05	Bâtiment	Bât - Rafraichissement	conditionnement_ambiance_ateliers_système industriel
Chargeur Navette	Procédé	Ind - Local de charge	autres_système industriel
TD ST D5 Local Tech Sous station TG08	Procédé	Ind - Local de charge	procede_système industriel
PAC Bureaux	Bâtiment	Bât - Divers	autres_batiment
Alimentation CTA	Bâtiment	Bât - Traitement d'air Bureaux	climatisation_batiment
Coffret pompes sprinklers	Bâtiment	Bât - Traitement d'air Ateliers	conditionnement_ambiance_ateliers_système industriel
Primaire Transfo clim	Utilités	UT - Pompage	autres_batiment
Transfo Tableau TRE	Bâtiment	Bât - Traitement d'air Ateliers	conditionnement_ambiance_ateliers_système industriel
Poste assainissement extérieur	ND	ND	ND
TD LS Stockage	Utilités	UT - Pompage	pompage_système industriel
Centrale à batterie	Bâtiment	Bât - Divers	autres_batiment
Alimentation portail Est	Bâtiment	Bât - Divers	autres_batiment
TD LP Prod. PLAN	Bâtiment	Bât - Divers	autres_système industriel
TD LCH Chargeur	Bâtiment	Bât - Divers	autres_batiment
Interupteur crépusculaire	Procédé	Ind - Local de charge	autres_système industriel
Coffret éclairage Extérieur 1	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Coffret Eclairage Extérieur 4-5-6	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Coffret Eclairage Extérieur 2	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Local Postes	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Local Pompes sprinklers	Bâtiment	Bât - Divers	autres_batiment
Parafoudre	Bâtiment	Bât - Divers	autres_batiment
Eclairage parking	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Général TGBT Lumière	ND	ND	ND
TD Ligne 51	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
TD Chaîne L41	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Ligne 2 ligne plastique	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Centrale batterie	Bâtiment	Bât - Divers	autres_batiment
Ligne 12 Jazz	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Chaîne 5	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Chaîne 8	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Chaîne 6	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment

Poste de livraison	Usage Audit 2020	Sous Usage Audit 2020	Usage type Ademe
Chaîne 7	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Ligne 9	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Alimentation presse hydraulique	Procédé	Ind - Autres	autres_système industriel
Libre	ND	ND	ND
Libre	ND	ND	ND
Libre	ND	ND	ND
Coffret portes lignes 6-7-9	Procédé	Ind - Autres	autres_système industriel
Parafoudre transfo Eclairage	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
TD Nouveau bâtiment	Bâtiment	Bât - Divers	autres_batiment
TD Clim Bureaux	Bâtiment	Bât - Traitement d'air Bureaux	climatisation_batiment
TD T27	Bâtiment	Bât - Divers	autres_batiment
Travée lumière 1 et 2	ND	ND	ND
Travée lumière 1	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Travée lumière 2	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Travée lumière 3 et 4	ND	ND	ND
Travée lumière 3	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Travée lumière 4	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Travée lumière 5 et 6	ND	ND	ND
Travée lumière 5	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Travée lumière 6	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Travée lumière 7 et 8	ND	ND	ND
Travée lumière 7	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Travée lumière 8	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Travée lumière 9 et 10	ND	ND	ND
Travée lumière 9	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Travée lumière 10	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Travée lumière 11 et 12	ND	ND	ND
Travée lumière 11	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Travée lumière 12	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Travée lumière 13 et 14	ND	ND	ND
Travée lumière 13	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Travée lumière 14	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Télerupteur commande reflex ext. Passerelle	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Général éclairage mezzanine	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Eclairage sur mezzanine	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Eclairage sous mezzanine	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Eclairage extension mezzanine	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Automate Zelio	Bâtiment	Bât - Eclairage Ateliers	eclairage_batiment
Stock 1 et 2 quai expé nord	Procédé	Ind - Autres	procede_système industriel
Comptacteur T15	Procédé	Ind - Autres	autres_système industriel

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

<ul style="list-style-type: none"> TD Chargement T16 Libre T29 T28 Ventilation local transfo local assecheur Coffret GU/GP PC Karcher Compta Ingénierie TD30 Coffret Debact VMC Chambre froide
<ul style="list-style-type: none"> Général TGBT Production <ul style="list-style-type: none"> Chaudière Pompe circulation EG vers CTA Pompe circulation ECvers CTA Ballon d'eau chaude Ligne 51 T14 Air comprimé TDFP Production TG07 T11 Stockage 1 et 2 Debactérisation T13 Clim Mezzanine Comptacteur T12 Armoire auxiliaire Groupe secours 100kVA Clim Stockage Est Libre Groupe Clim Réversible <ul style="list-style-type: none"> Groupe Clim Réversible (clim 1) -> Chauffage Groupe Clim Réversible (clim 1) -> Rafraichissement Général Armoire T0 <ul style="list-style-type: none"> Karcher Machine à laver Libre Ligne 5 Ligne 12 Mectra Ligne 51 TD Auxiliaire Alim Master Nav Electric 80 Ligne 41 Libre Ligne 2 Plastique
<ul style="list-style-type: none"> Ligne 8 TD Mezzanine Kettner TD PS Libre Ligne 12
<ul style="list-style-type: none"> Général Armoire T1 Alimentation TD ligne A
<ul style="list-style-type: none"> Général Armoire T2 Centrale nettoyage L6 et L7 L6 L7 L9 Aspirateur Libre Paletiseur L9 Aligneur L6 Convoyeur palette vide Local de charge

Usage Audit 2020	Sous Usage Audit 2020	Usage type Ademe
Procédé	Ind - Autres	autres_système industriel
ND	ND	ND
Bâtiment	Bât - Divers	autres_batiment
Bâtiment	Bât - Divers	autres_batiment
Bâtiment	Bât - Traitement d'air Ateliers	ventilation_extraction_batiment
Bâtiment	Bât - Eclairage Bureaux	eclairage_batiment
Procédé	Ind - Autres	autres_système industriel
Bâtiment	Bât - Divers	autres_batiment
Procédé	Ind - Débactérisation	autres_système industriel
Bâtiment	Bât - Traitement d'air Ateliers	ventilation_extraction_système industriel
ND	ND	ND
ND	ND	ND
Bâtiment	Bât - Rafraichissement	conditionnement_ambiance_ateliers_système industriel
Bâtiment	Bât - Chauffage	conditionnement_ambiance_ateliers_système industriel
Bâtiment	Bât - ECS	production_ecs_batiment
Procédé	Ind - Ligne 51	procédé_système industriel
Utilités	UT - Air comprimé	production_air_comprime_système industriel
Procédé	Ind - Autres lignes	procédé_système industriel
Procédé	Ind - Autres	autres_système industriel
Bâtiment	Bât - Divers	autres_batiment
Procédé	Ind - Débactérisation	autres_système industriel
Procédé	Ind - Autres lignes	procédé_système industriel
Bâtiment	Bât - Rafraichissement	conditionnement_ambiance_ateliers_système industriel
Procédé	Ind - Autres	autres_système industriel
Procédé	Ind - Autres	autres_système industriel
Bâtiment	Bât - Rafraichissement	conditionnement_ambiance_ateliers_système industriel
ND	ND	ND
ND	ND	ND
Bâtiment	Bât - Chauffage	conditionnement_ambiance_ateliers_système industriel
Bâtiment	Bât - Rafraichissement	conditionnement_ambiance_ateliers_système industriel
ND	ND	ND
Procédé	Ind - Autres	autres_système industriel
ND	ND	ND
Procédé	Ind - Ligne 5	procédé_système industriel
Procédé	Ind - Ligne 12	autres_système industriel
Procédé	Ind - Ligne 51	procédé_système industriel
Procédé	Ind - Autres	autres_système industriel
Procédé	Ind - Ligne 41	procédé_système industriel
ND	ND	ND
Procédé	Ind - Ligne 2	autres_système industriel

Usage Audit 2020	Sous Usage Audit 2020	Usage type Ademe
Procédé	Ind - Ligne 8	procédé_système industriel
Procédé	Ind - Autres lignes	autres_système industriel
ND	ND	ND
Bâtiment	Bât - Divers	autres_batiment
ND	ND	ND
Procédé	Ind - Ligne 12	procédé_système industriel
ND	ND	ND
Procédé	Ind - Ligne T1	procédé_système industriel
ND	ND	ND
Procédé	Ind - Autres	autres_système industriel
Procédé	Ind - Ligne 6	procédé_système industriel
Procédé	Ind - Ligne 7	procédé_système industriel
Procédé	Ind - Ligne 9	procédé_système industriel
Procédé	Ind - Autres	autres_système industriel
ND	ND	ND
Procédé	Ind - Ligne 9	procédé_système industriel
Procédé	Ind - Ligne 6	procédé_système industriel
Procédé	Ind - Local de charge	autres_système industriel

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Annexe 6 : Consommation par départ électrique

Désignation du départ électrique	Type d'énergie	Consommation année 2019	Coût	Répartition Energie	Émissions GES
		kWh _{ef}	€ HTVA/an	%	Téq CO2
T14 Air comprimé	Électricité	1009841	82397	20,7%	60,6
Alimentation CTA	Électricité	443427	36181	9,1%	26,6
Ligne 51	Électricité	322697	26330	6,6%	19,4
Ligne 8	Électricité	284511	23214	5,8%	17,1
Groupe Clim Réversible (Clim1)	Électricité	231871	18919	4,8%	13,9
Groupe Clim réversible (Clim 2)	Électricité	221081	18039	4,5%	13,3
L9	Électricité	201257	16421	4,1%	12,1
L7	Électricité	189378	15452	3,9%	11,4
L6	Électricité	177415	14476	3,6%	10,6
PAC Bureaux	Électricité	165081	13470	3,4%	9,9
Ligne 5	Électricité	114629	9353	2,4%	6,9
Ligne 12	Électricité	110123	8985	2,3%	6,6
Onduleur coffret Réseau 1	Électricité	104781	8550	2,2%	6,3
Ligne 41	Électricité	91941	7502	1,9%	5,5
Alimentation TD ligne A	Électricité	90962	7422	1,9%	5,5
TD LP Prod. PLAN	Électricité	87279	7122	1,8%	5,2
Pompes circulations EG	Électricité	86263	7039	1,8%	5,2
TD LS Stockage	Électricité	80964	6606	1,7%	4,9
Coffret GU/GP	Électricité	73247	5977	1,5%	4,4
Compta Ingénierie TD30	Électricité	72892	5948	1,5%	4,4
Chargeur navette	Électricité	67408	5500	1,4%	4,0

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Désignation du départ électrique	Type d'énergie	Consommation année 2019	Coût	Répartition Energie	Émissions GES
		kWh _{ef}	€ HTVA/an	%	Téq CO2
TDFP Production TG07	Électricité	62964	5138	1,3%	3,8
Pompes circulations EC	Électricité	49733	4058	1,0%	3,0
Local de charge	Électricité	40621	3314	0,8%	2,4
Primaire Transfo clim	Électricité	35309	2881	0,7%	2,1
T29	Électricité	33932	2769	0,7%	2,0
Éclairage sous mezzanine	Électricité	25962	2118	0,5%	1,6
Stock 1 et 2 quai expé nord	Électricité	21164	1727	0,4%	1,3
Ligne 9	Électricité	21145	1725	0,4%	1,3
Ballon d'eau chaude	Électricité	20723	1691	0,4%	1,2
T28	Électricité	19240	1570	0,4%	1,2
TD T27	Électricité	19101	1559	0,4%	1,1
Ligne 51 TD Auxiliaire	Électricité	16990	1386	0,3%	1,0
Éclairage sur mezzanine	Électricité	16901	1379	0,3%	1,0
Aligneur L6 Convoyeur palette vide	Électricité	16696	1362	0,3%	1,0
Palettiseur L9	Électricité	16368	1336	0,3%	1,0
TD LCH Chargeur	Électricité	16092	1313	0,3%	1,0
TD CH Chargeur TG05	Électricité	12788	1043	0,3%	0,8
Compacteur T15	Électricité	12069	985	0,2%	0,7
Centrale nettoyage L6 et L7	Électricité	10902	890	0,2%	0,7
Éclairage parking	Électricité	10585	864	0,2%	0,6
TD Clim Bureaux	Électricité	10199	832	0,2%	0,6
Magasin Étiquette Kardex	Électricité	9204	751	0,2%	0,6
TD Nouveau bâtiment	Électricité	8856	723	0,2%	0,

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Désignation du départ électrique	Type d'énergie	Consommation année 2019	Coût	Répartition Energie	Émissions GES
		kWh _{ef}	€ HTVA/an	%	Téq CO2
Ventilation local transfo local assécheur	Électricité	8561	699	0,2%	0,5
Armoire auxiliaire Groupe secours 100kVA	Électricité	8157	666	0,2%	0,5
Travée lumière 11	Électricité	7627	622	0,2%	0,5
Travée lumière 12	Électricité	7627	622	0,2%	0,5
Compacteur T12	Électricité	6806	555	0,1%	0,4
TD Chaîne L41	Électricité	6212	507	0,1%	0,4
Travée lumière 5	Électricité	6102	498	0,1%	0,4
Travée lumière 6	Électricité	6102	498	0,1%	0,4
Éclairage extension mezzanine	Électricité	5924	483	0,1%	0,4
Chaîne 8	Électricité	5721	467	0,1%	0,3
Travée lumière 7	Électricité	4935	403	0,1%	0,3
Travée lumière 8	Électricité	4935	403	0,1%	0,3
Travée lumière 4	Électricité	4487	366	0,1%	0,3
Travée lumière 3	Électricité	4487	366	0,1%	0,3
Travée lumière 9	Électricité	3769	308	0,1%	0,2
Travée lumière 10	Électricité	3769	308	0,1%	0,2
Ligne 12 Mectra	Électricité	3729	304	0,1%	0,2
Coffret éclairage Extérieur 1	Électricité	3159	258	0,1%	0,2
Travée lumière 13	Électricité	3141	256	0,1%	0,2
Travée lumière 14	Électricité	3141	256	0,1%	0,2
Centrale à batterie	Électricité	3112	254	0,1%	0,2
Chaîne 7	Électricité	3036	248	0,1%	0,2

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Désignation du départ électrique	Type d'énergie	Consommation année 2019	Coût	Répartition Energie	Émissions GES
		kWh _{ef}	€ HTVA/an	%	Téq CO2
Ligne 12 Jazz	Électricité	3015	246	0,1%	0,2
Travée lumière 2	Électricité	2782	227	0,1%	0,2
Travée lumière 1	Électricité	2782	227	0,1%	0,2
Coffret Debact	Électricité	2449	200	0,1%	0,1
Coffret Éclairage Extérieur 2	Électricité	1785	146	0,0%	0,1
Poste assainissement extérieur	Électricité	1668	136	0,0%	0,1
TD Mezzanine	Électricité	1498	122	0,0%	0,1
Coffret Éclairage Extérieur 4-5-6	Électricité	1427	116	0,0%	0,1
Alim Master Nav Electric 80	Électricité	1165	95	0,0%	0,1
VMC Chambre froide	Électricité	1132	92	0,0%	0,1
T11	Électricité	719	59	0,0%	0,0
Coffret pompes sprinklers	Électricité	649	53	0,0%	0,0
Ligne 2 ligne plastique	Électricité	534	44	0,0%	0,0
TD ST D5 Local Tech Sous station TG08	Électricité	521	42	0,0%	0,0
TD Ligne 51	Électricité	413	34	0,0%	0,0
Portes et niveleur Quais	Électricité	240	20	0,0%	0,0
Total		4871908	397520	100,0%	292,3

Annexe 7 : Hypothèse des calculs des actions d'améliorations

Principe de calcul :

Gain énergétique (%)

Le gain énergétique donnée en pourcentage est soit estimé sur la base de retour d'expérience soit calculé en fonction de la réduction énergétique engendrée par une action. La formule utilisée est la suivante :

$$Gain(\%) = \frac{Consommation\ avant - consommation\ après}{Consommation\ avant} \times 100 \quad (1)$$

Gain financier annuel (€/an)

Il est calculé par la formule suivante :

$$Gain\ financier\ (€/an) = Gain\ (\%) \times coût\ énergétique\ global\ d'avant \quad (2)$$

Gain énergétique annuel (kWh/an)

Il est calculé par la formule suivante :

$$Gain\ financier\ (€/an) = Gain\ (\%) \times consommation\ énergétique\ global\ d'avant \quad (3)$$

Investissement (€)

Il est estimé sur la base de l'étude du marché et de retour d'expérience.

Montant subvention ou CEE (€)

Le certificat d'économie d'énergie est un dispositif qui subventionne certaines actions d'économie d'énergie en France. Ces fiches sont disponibles sur le site de l'ADEME et sont évolutives.

Retour sur investissement RSI (an)

Il détermine le nombre d'année après lequel une action est rentable. Il est calculé de la façon suivante :

$$RSI\ (an) = \frac{Investissement\ (€) - Subvention\ (€)}{Gain\ financier\ annuel\ (\frac{€}{an})} \quad (4)$$

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Calcul des gains des actions :

Action 1 : Mise en place d'un système de management de l'énergie

Il est évident que la mise en place d'un système de management de l'énergie accroît les chances de mettre en œuvre les actions proposées dans le cadre de l'audit réglementaire. De manière conservative, **1% de gain** est escompté par la mise en place d'un système de management de l'énergie.

Le coût d'investissement est estimé à **20 000 €**

Une subvention CEE de **16 000 €**

**Action 2 : Mise en place des indicateurs de performance sur le logiciel de gestion
énergétique CACTUS**

Le fait de mesurer et de piloter des indicateurs conduira nécessairement à détecter des anomalies et à initier des actions sans investissement de réduction des consommations. **1% de gain** est escompté.

Le coût d'investissement est estimé à **22 500 €**

Une subvention CEE de **5 356 €**

**Action 3 : Mise en veille des fardeleuses pendant les phases d'arrêt supérieur à 30min
(nettoyage, changement de format ou panne)**

Le calcul a été réalisé uniquement sur les lignes 5,12,41,6,7,8,9,1,51 et 2. La puissance absorbée par les fardeleuses a été estimée à partir des courbes de charges. Il a été estimé que :

- La mise en veille permettrait de diminuer de **50%** la puissance électrique absorbée par la fardeleuse ;
- **50%** des heures de non productivité ferait l'objet d'une mise en veille par l'opérateur de ligne ;
- **Aucun investissement et aucune subvention pour cette action.**

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

Ligne	Puissance absorbée fardeleuse (kW) à 180°	Puissance absorbée en veille (kW) à 100°	Temps d'ouverture ligne 2019 (h)	Temps théorique de production 2019 (h)	Temps non productif théorique (h)	Temps objectif de mise en veille des fardeleuses (sup à 30min)	Gain (kWh)	Gain (€)
Ligne 5	20	10	3893	1898	1995	997,5	9975	814
Ligne 12	30	15	2195	647	1548	774	11610	947
Ligne 41	16	8	4479	2296	2183	1091,5	8732	712
Ligne 6	24	12	5080	2500	2580	1290	15480	1263
Ligne 7	24	12	4032	1502	2530	1265	15180	1239
Ligne 8	32	16	4598	2660	1938	969	15504	1265
Ligne 9	50	25	4872	2660	2212	1106	27650	2256
Ligne 1	17	8,5	2450	1452	998	499	4241,5	346
Ligne 51	60	30	4017	1824	2193	1096,5	32895	2684
Ligne 2	30	15	3824	1617	2207	1103,5	16552,5	1351
Total	303	151,5	39440	19056	20384	10192	157820	12877

Action 4 : Arrêt des convoyeurs pendant les phases d'arrêt (nettoyage, changement de format ou panne supérieur à 2h)

Le calcul a été réalisé uniquement sur les lignes 5,12,41,6,7,8,9,1,51 et 2. La puissance absorbée par les convoyeurs a été estimée à 50% de leur puissance nominale. Il a été estimé que **80%** des heures de non productivité ferait l'objet d'une mise à l'arrêt par l'opérateur de ligne. **Aucun investissement et aucune subvention pour cette action.**

Ligne	Nbr de moto-convoyeur	Puissance totale installée (kW)	Puissance absorbée (kW) en fonctionnement	Temps d'ouverture ligne 2019 (h)	Temps théorique de production 2019 (h)	Temps non productif théorique (h)	Temps objectif de mise à l'arrêt des convoyeurs	Gain (kWh)	Gain (€)
Ligne 5	15	16,5	8,25	3893	1898	1995	1596	13167	1 074 €
Ligne 12	16	17,6	8,8	2195	647	1548	1238	10898	889 €
Ligne 41	11	12,1	6,05	4479	2296	2183	1746	10566	862 €
Ligne 6	23	25,3	12,65	5080	2500	2580	2064	26110	2 130 €
Ligne 7	23	25,3	12,65	4032	1502	2530	2024	25604	2 089 €
Ligne 8	24	26,4	13,2	4598	2660	1938	1550	20465	1 670 €
Ligne 9	20	22	11	4872	2660	2212	1770	19466	1 588 €
Ligne 1	12	13,2	6,6	2450	1452	998	798	5269	430 €
Ligne 51	28	30,8	15,4	4017	1824	2193	1754	27018	2 204 €
Ligne 2	23	25,3	12,65	3824	1617	2207	1766	22335	1 822 €
Total	195	214,5	107,25	39440	19056	20384	16307	180897	14 760 €

Action 5 : Éliminer le talon de consommation électrique des lignes de conditionnement par un arrêt complet des lignes hors période d'ouverture (week-end, nuit pour certaines lignes)

Le calcul des économies a été réalisé uniquement sur les lignes de conditionnement 1, 51, 41, 12, 9, 8, 7, 6, 5 possédants un compteur électrique remontant sur le logiciel Carlo Gavazzi. Les talons de consommation ont été estimées à partir des courbes de charge de ces lignes.

(Pas des infos)

Action 6 : Réduire les fuites d'air comprimé et fuites process

Après traitement des fuites, il est pris en hypothèse une réduction de la consommation électrique de **3%**.

Le coût d'investissement est estimé à **3 000 €**

Une subvention CEE de **0 €**.

Action 7 : Mise en place une procédure d'arrêt complet du système de production d'air comprimé en période d'arrêt d'usine (week-end)

(Pas des infos)

Action 8 : Mise en place des vannes automatiques de coupure des soufflettes à l'étiquetage des lignes 6, 7, 8, 9 et 5 lorsque la ligne de conditionnement n'est pas en fonctionnent (réduction des fuites "process")

Le coût d'investissement est estimé à **3 500 €**. Une subvention CEE de **0 €**. La consommation spécifique est 102 Wh/m³. Le débit de fuite est de 24m³/h à 3bar selon la fiche technique des soufflettes installées.

Ligne	Quantité	Débit de fuite (m ³ /h) @ 3bar	Temps d'ouverture ligne 2019 (h)	Temps théorique de production 2019 (h)	Temps non productif théorique (h)	Gain (kWh)	Gain (€)
6	1	24	5080	2500	2580	6316	515 €
7	1	24	4032	1502	2530	6193	505 €
8	1	24	4598	2660	1938	4744	387 €
9	1	24	4872	2660	2212	5415	442 €
5	1	24	3893	1898	1995	4884	398 €
Total	5	120	22475	11220	11255	27552	2 248 €

**ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR
DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES :
CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT**

Annexe 8 : Planification de mise en œuvre des actions

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Gain (€)	Investissement (€)	Montant Subvention ou CEE (€)
1						3 975 €	20 000 €	16 000 €
2						3 975 €	22 500 €	5 356 €
3						12 877 €	- €	- €
4						14 760 €	- €	- €
5						12 414 €	1 000 €	- €
6						2 472 €	3 000 €	- €
7						1 322 €	- €	- €
8						2 248 €	3 500 €	- €
9						5 534 €	50 000 €	11 160 €
10						3 864 €	6 000 €	- €
11						1 508 €	2 000 €	- €
12						230 €	766 €	138 €
13						1 361 €	3 000 €	744 €
14						3 419 €	17 200 €	- €
15						1 149 €	- €	- €
16						1 358 €	- €	- €
17						3 892 €	52 000 €	- €
18						20 466 €	260 000 €	47 500 €
19						6 597 €	46 420 €	6 742 €

	Investissement net									
	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7	Année 8	Année 9	Année 10
Mise en place d'un système de management de l'énergie		4 000								
Mise en place des indicateurs de performance sur le logiciel de gestion énergétique CACTUS			17 144							
Mise en veille des fardeluses pendant les phases d'arrêt supérieur à 30min (nettoyage, changement de format ou panne)	0									
Arrêt des convoyeurs pendant les phases d'arrêt (nettoyage, changement de format ou panne supérieur à 2h)	0									
Éliminer le talon de consommation électrique des lignes de conditionnement par un arrêt complet des lignes hors période d'ouverture (week-end, nuit pour certaines)	1 000									
Réduire les fuites d'air comprimé et fuites process		3 000								
Mettre en place une procédure d'arrêt complet du système de production d'air comprimé en période d'arrêt d'usine (week-end)	0									
Mettre en place des vannes automatiques de coupure des soufflettes à l'étiquetage des lignes 6, 7, 8, 9 et 5 lorsque la ligne de conditionnement n'est pas en fonctionnement (réduction des fuites "process")			3 500							
Récupérer la chaleur des compresseurs d'air comprimé pour préchauffer l'eau chaude sanitaire des bâtiments sociaux et la boucle d'eau de chauffage / Remplacement du compresseur n°1 CSD 122				38 840						
Instrumenter les COP/EER des 2 PAC 1 et 2 et mettre en place un contrat de performance énergétique		6 000								
Optimiser le pilotage en cascade des pompes à chaleur 1 et 2		2 000								
Remplacer le moteur de la pompe de circulation de l'eau glacée et eau chaude par un moteur à haute efficacité IE4			628							
Mettre en place un variateur de fréquence sur le moteur de la pompe de circulation de l'eau glacée et eau chaude			2 256							
Optimiser le pilotage et la programmation du chauffage et climatisation des zones de bureaux et des locaux sociaux				17 200						
Augmenter la consigne de rafraîchissement de l'atelier de 20° à 26° en semaine et adapter la consigne de température en week-end	0									
Diminuer la consigne de chauffage de l'atelier de 22° à 19° en semaine et le réduit de week-end de 19° à 16°	0									
Mettre en place des tourelles d'extraction d'air atelier afin d'augmenter les volumes de free-cooling (T° ext < T° atelier)		52 000								
Installer une centrale photovoltaïque en autoconsommation de 200kWc sur le toit du bâtiment BUT / désamiantage de la toiture du bâtiment			212 500							
Accélérer le plan d'action de remplacement des éclairages en LED		39 678								
Total investissement	1 000 €	106 678 €	236 028 €	56 040 €	- €					

ACCOMPAGNEMENT DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES DANS LEUR DÉMARCHE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES : CAS D'UN AUDIT RÉGLEMENTAIRE D'UN ÉTABLISSEMENT

	Gains									
	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7	Année 8	Année 9	Année 10
Mise en place d'un système de management de l'énergie		3 975 €	3 975 €	3 975 €	3 975 €	3 975 €	3 975 €	3 975 €	3 975 €	3 975 €
Mise en place des indicateurs de performance sur le logiciel de gestion énergétique CACTUS			3 975 €	3 975 €	3 975 €	3 975 €	3 975 €	3 975 €	3 975 €	3 975 €
Mise en veille des fardeluses pendant les phases d'arrêt supérieur à 30min (nettoyage, changement de format ou panne)	12 877 €	12 877 €	12 877 €	12 877 €	12 877 €	12 877 €	12 877 €	12 877 €	12 877 €	12 877 €
Arrêt des convoyeurs pendant les phases d'arrêt (nettoyage, changement de format ou panne supérieur à 2h)	14 760 €	14 760 €	14 760 €	14 760 €	14 760 €	14 760 €	14 760 €	14 760 €	14 760 €	14 760 €
Éliminer le talon de consommation électrique des lignes de conditionnement par un arrêt complet des lignes hors période d'ouverture (week-end, nuit pour certaines)	12 414 €	12 414 €	12 414 €	12 414 €	12 414 €	12 414 €	12 414 €	12 414 €	12 414 €	12 414 €
Réduire les fuites d'air comprimé et fuites process		2 472 €	2 472 €	2 472 €	2 472 €	2 472 €	2 472 €	2 472 €	2 472 €	2 472 €
Mettre en place une procédure d'arrêt complet du système de production d'air comprimé en période d'arrêt d'usine (week-end)	1 322 €	1 322 €	1 322 €	1 322 €	1 322 €	1 322 €	1 322 €	1 322 €	1 322 €	1 322 €
Mettre en place des vannes automatiques de coupure des souffettes à l'étiquetage des lignes 6, 7, 8, 9 et 5 lorsque la ligne de conditionnement n'est pas en fonctionnement (réduction des fuites "process")			2 248 €	2 248 €	2 248 €	2 248 €	2 248 €	2 248 €	2 248 €	2 248 €
Récupérer la chaleur des compresseurs d'air comprimé pour préchauffer l'eau chaude sanitaire des bâtiments sociaux et la boucle d'eau de chauffage / Remplacement du compresseur n°1 CSD 122				5 534 €	5 534 €	5 534 €	5 534 €	5 534 €	5 534 €	5 534 €
Instrumenter les COP/EER des 2 PAC 1 et 2 et mettre en place un contrat de performance énergétique		3 864 €	3 864 €	3 864 €	3 864 €	3 864 €	3 864 €	3 864 €	3 864 €	3 864 €
Optimiser le pilotage en cascade des pompes à chaleur 1 et 2		1 508 €	1 508 €	1 508 €	1 508 €	1 508 €	1 508 €	1 508 €	1 508 €	1 508 €
Remplacer le moteur de la pompe de circulation de l'eau glacée et eau chaude par un moteur à haute efficacité IE4			230 €	230 €	230 €	230 €	230 €	230 €	230 €	230 €
Mettre en place un variateur de fréquence sur le moteur de la pompe de circulation de l'eau glacée et eau chaude			1 361 €	1 361 €	1 361 €	1 361 €	1 361 €	1 361 €	1 361 €	1 361 €
Optimiser le pilotage et la programmation du chauffage et climatisation des zones de bureaux et des locaux sociaux				3 419 €	3 419 €	3 419 €	3 419 €	3 419 €	3 419 €	3 419 €
Augmenter la consigne de rafraîchissement de l'atelier de 20° à 26° en semaine et adapter la consigne de température en week-end	1 149 €	1 149 €	1 149 €	1 149 €	1 149 €	1 149 €	1 149 €	1 149 €	1 149 €	1 149 €
Diminuer la consigne de chauffage de l'atelier de 22° à 19° en semaine et le réduit de week-end de 19° à 16°	1 358 €	1 358 €	1 358 €	1 358 €	1 358 €	1 358 €	1 358 €	1 358 €	1 358 €	1 358 €
Mettre en place des tourelles d'extraction d'air atelier afin d'augmenter les volumes de free-cooling (T° ext<T°atelier)		3 892 €	3 892 €	3 892 €	3 892 €	3 892 €	3 892 €	3 892 €	3 892 €	3 892 €
Installer une centrale photovoltaïque en autoconsommation de 200kWc sur le toit du bâtiment BUT / désamiantage de la toiture du bâtiment			20 466 €	20 466 €	20 466 €	20 466 €	20 466 €	20 466 €	20 466 €	20 466 €
Accélérer le plan d'action de remplacement des éclairages en LED		6 597 €	6 597 €	6 597 €	6 597 €	6 597 €	6 597 €	6 597 €	6 597 €	6 597 €
Gain annuel (€)	43 881 €	66 189 €	94 470 €	103 423 €	103 423 €	103 423 €	103 423 €	103 423 €	103 423 €	103 423 €
Flux de trésorerie net annuel projet d'économie d'énergie (€)	42 881 €	40 488 €	- 141 558 €	47 383 €	103 423 €	103 423 €	103 423 €	103 423 €	103 423 €	103 423 €
flux de trésorerie net cumulé projet d'économie d'énergie (€)	42 881 €	2 393 €	- 139 165 €	- 91 782 €	11 641 €	115 064 €	218 488 €	321 911 €	425 334 €	528 757 €

