

RAPPORT D'AUDIT ENERGETIQUE SECTEUR INDUSTRIE

Nom du site



PHOTO DU SITE INDUSTRIEL AUDITE

[Page de garde propre à chaque auditeur énergétique]

Réalisé par : *[Mentionnez ici le, les noms des auditeurs]*

Ce modèle de rapport d'audit énergétique du secteur industrie a été élaboré par la **Direction Générale de l'Energie**, en collaboration avec le projet « Développement du marché et promotion de l'emploi dans le secteur des énergies renouvelables et l'efficacité énergétique en Côte d'Ivoire » (ProFERE II), cofinancé par l'Union européenne et la République fédérale d'Allemagne, et est destiné à la passation de contrats de prestation de services pour la réalisation d'audits énergétiques dans le secteur industriel. Il vise à :

- a. Harmoniser et uniformiser les contenus des rapports d'audits énergétiques du secteur industrie en Côte d'Ivoire pour toutes les parties prenantes (Entreprises et autorités de régulation) selon les cahiers de charges préalablement définis ;
- b. Faciliter la compréhension mutuelle de façon méthodologique en ce qui concerne les tâches réalisées, les livrables et attentes entre le contractant et la partie contractante au sortir de l'audit énergétique ;
- c. Assurer une mise en œuvre conforme aux normes internationales (**EN 16247-2, EN 16247-3 et ISO 50002**).

Les passages en italique orange servent uniquement d'orientation pour le remplissage et doivent être supprimés avant la finalisation du document. Ils sont conçus pour guider les auteurs dans la rédaction du rapport d'audit énergétique. Ce modèle contient des Exemples de texte, adaptable selon les besoins spécifiques du projet.

- Les chiffres présents dans les tableaux sont indiqués à titre d'exemple et devront être supprimés.
- Les sommes de consommations énergétiques ne peuvent se faire qu'en MWh_{ep} : le coefficient de conversion utilisé pour l'électricité est :

$$1MWh_{ef} = 2.58 * 1MWh_{ep}$$

- S'il est besoin de changer d'unité prière l'indiquer et utiliser la conversion adéquate.
- Utilisation des tableaux Excel intégrés :
 - > Clic droit sur le tableau -> Objet feuille de calcul -> Ouvrir

Les tableaux/graphes présents dans le même classeur Excel sont créés ainsi pour automatiser certains calculs. Cependant, pour des besoins de lisibilité, ils ne sont pas forcément présents sur les mêmes pages dans Word : il ne faut pas oublier de les réactualiser dans Word si des données ont été modifiées dans Excel.

➤ Exigences de la norme EN 16247-1 relatif à la rédaction de rapport (5.6.1)

5.6.1 Généralités

Lors de l'établissement du rapport d'audit énergétique, l'auditeur énergétique doit:

- a. S'assurer que les exigences applicables à l'audit énergétique convenues avec l'organisme ont été satisfaites;
- b. Vérifier la qualité du rapport avant soumission à l'organisme;
- c. Résumer les mesures pertinentes faites pendant l'audit énergétique, en faisant des observations sur:
 - a. La cohérence et la qualité des données ;
 - b. La justification des mesures et la manière dont elles étayent l'analyse;
 - c. Les difficultés rencontrées lors du recueil des données et du travail sur place.
- d. Indiquer si les résultats de l'analyse sont issus de calculs, de simulations ou d'estimations;
- e. Résumer les analyses en détaillant les hypothèses;
- f. Indiquer les limites de précision dans l'estimation des économies et des coûts;

- g. *Rendre compte de la hiérarchisation des opportunités d'amélioration de l'efficacité énergétique.*

➤ *Exigences de la norme ISO 50002 relatif à la rédaction de rapport*

5.8.1 Généralités

Conformément à l'article 5.2, l'auditeur doit se mettre d'accord sur un calendrier de rapport.

Lors de la communication des résultats de l'audit énergétique, l'auditeur doit :

- a. *S'assurer que les exigences d'audit énergétique convenues avec l'organisation ont été respectées, y compris les méthodes et les formats de rapport convenus ;*
- b. *Identifier les mesures pertinentes effectuées lors de l'audit énergétique, y compris les détails suivants :*
 - a. *Fréquence, cohérence, exactitude, répétabilité et représentativité des données ;*
 - b. *Justification des mesures et comment elles contribuent à l'analyse ;*
 - c. *Difficultés rencontrées dans la collecte de données, la visite du site et l'analyse ;*
 - d. *L'incertitude de la mesure et de l'échantillonnage et les effets sur les données déclarées ;*
- c. *Indiquer si les bases de l'analyse sont des calculs, des simulations ou des estimations ;*
- d. *Résumer les analyses détaillant les estimations, les hypothèses et les incertitudes ;*
- e. *Le cas échéant, indiquer les limites d'exactitude pour les économies et les coûts ;*
- f. *Fournir une liste hiérarchisée d'opportunités d'amélioration de la performance énergétique;*
- g. *Suggérer des recommandations pour la mise en œuvre des opportunités.*
- h. *REMARQUE* : *Selon le niveau de détail convenu pour l'audit énergétique, cela peut inclure la faisabilité de la mise en œuvre, les étapes d'action, etc.*

SOMMAIRE

Instructions pour le remplissage : Cette table de matière ci-après constitue un modèle que vous pouvez modifier. Des instructions sont données dans les contenus du rapport sur les parties figées et celle qui sont modifiables ou optionnelles.

1.	SYNTHÈSE	7
1.1.	Liste des Sigles utilisés dans le rapport	Erreur ! Signet non défini.
1.2.	Résumé de l'utilisation et de la consommation d'énergie	7
1.3.	Systèmes consommateurs d'énergie ou usage énergétique	10
1.4.	Conclusion sur le potentiel d'économie d'énergie	10
1.5.	Synthèses des résultats obtenus	11
1.6.	Hiérarchisation des opportunités d'amélioration de l'efficacité énergétique	12
1.7.	Proposition de Programme de mise en œuvre	13
2.	CONTEXTE	15
2.1.	INFORMATIONS GÉNÉRALES	15
2.2.	OBJET DE L'AUDIT	17
2.3.	CLAUSES DE CONFIDENTIALITÉ	17
2.4.	NORMES ET RÈGLEMENTS APPLIQUÉS	19
2.5.	PÉRIMÈTRE DE L'AUDIT	19
2.6.	CALENDRIER DE RÉALISATION DE L'AUDIT	20
3.	DESCRIPTION DU SITE, DE L'ENVELOPPE DU/DES BÂTIMENTS ET DU PLAN DE MESURAGE	20
3.1.	DESCRIPTION DE L'USAGE DU SITE, DE L'ENVELOPPE DU/DES BÂTIMENTS	20
3.2.	MÉTHODOLOGIE CHOISIE POUR LA MISSION	24
3.3.	PLAN DE MESURAGE	24
4.	RÉSULTATS DE L'ANALYSE DU SITE	28
4.1.	ANALYSE DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE GLOBALE	28
4.1.1.	PROFIL ÉNERGÉTIQUE DU SITE	30
4.1.2.	ANALYSE DE LA FACTURATION	34
4.1.3.	ANALYSE DES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES	36
4.2.	ANALYSE DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DES USAGES	46
4.2.1.	UTILITÉS	47
4.2.1.1.	AIR COMPRIMÉ	47
4.2.1.2.	VIDE	49
4.2.1.3.	STATIONS DE POMPAGE	50
4.2.1.4.	INSTALLATIONS DE REFROIDISSEMENT	51
4.2.1.4.1.	GROUPES FRIGORIFIQUES	51
4.2.1.4.2.	RÉFRIGÉRANTS ATMOSPHÉRIQUES ET AUTRES	53
4.2.1.5.	CHAUFFERIE – PRODUCTION DE CHALEUR	54
4.2.1.6.	RÉSEAUX DE VAPEUR	56
4.2.1.7.	RÉSEAUX DE FLUIDES CALOPORTEURS	57
4.2.1.8.	ÉLECTRICITÉ	58
4.2.1.8.1.	LIVRAISON D'ÉNERGIE, TRANSFORMATION	58
4.2.1.8.2.	CENTRALE D'AUTOPRODUCTION ÉLECTRIQUE	59
4.2.1.8.3.	STATIONS D'ALIMENTATION SANS COUPURE (ONDULEUR, GROUPES TOURNANTS, ETC.)	61
4.2.1.8.4.	RÉSEAUX DE DISTRIBUTION BASSE-TENSION	62
4.2.1.9.	VENTILATION	63
4.2.1.10.	MOTEURS	64

4.2.2.	PROCÉDÉS	66
4.2.2.1.	FOURS	66
4.2.2.2.	SÉCHEURS	68
4.2.2.3.	COMPRESSEURS (PROCÉDÉS)	69
4.2.2.4.	POMPES (PROCÉDÉS)	70
4.2.2.5.	VENTILATION INDUSTRIELLE	71
4.2.2.6.	CONDITIONNEMENT D’AIR INDUSTRIEL	72
4.2.2.7.	MOTEURS (PROCÉDÉS)	73
4.2.2.8.	AUTRES GROS ÉQUIPEMENTS CONSOMMATEURS	74
4.2.3.	CONDITIONNEMENT D’AMBIANCE DES LOCAUX	76
4.2.3.1.	CHAUFFAGE ET/OU CLIMATISATION DES BÂTIMENTS ET ATELIERS	76
4.2.3.2.	ÉCLAIRAGE	77
4.2.3.3.	VENTILATION	78
4.2.4.	BILAN ÉNERGÉTIQUE PAR ZONE	80
4.2.4.1.	ZONE 1	80
4.2.5.	BILAN ÉNERGÉTIQUE GLOBAL	82
5.	ACTIONS D’AMÉLIORATIONS DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE	80
5.1.	PRÉCONISATIONS D’AMÉLIORATION DE L’EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU SITE	80
5.2.	FICHES DESCRIPTIVES DES PRÉCONISATIONS	84
5.3.	PROPOSITION DE PROGRAMME DE MISE EN ŒUVRE	85
5.4.	INDICATEURS À SUIVRE	89
6.	ANALYSE FINANCIÈRE DES ACTIONS D’AMÉLIORATIONS	91
7.	CONCLUSION	92

Liste des Sigles utilisés dans le rapport

- **TEP** : Tonne équivalent pétrole : Unité de mesure de l'énergie utilisée pour établir des bilans énergétiques et pour comparer les énergies entre elles
- **Nm³** : Normaux mètre Cube (unité de débit qui permet de comparer des mesures effectuées dans des conditions différentes et réelles, ramenées aux conditions normatives absolues de 0 degré Celsius et 1 bar.
- **bar** : Unité de pression. 1 bar = 100 000 Pa (Pascal)
- **kW** : kiloWatt (unité de la puissance active)
- **kW_f** : kiloWatt froid (Puissance frigorifique)
- **kWh** : kilowattheure
- **Wh** : Wattheure
- **FCFA** : Le franc CFA (Communauté financière en Afrique)
- **MW** : Mégawatt (puissance active)
- **MWh** : Mégawattheure
- **MWh_{ef}** : Mégawattheure effectif (électricité)
- **MWh_f** : Mégawattheure froid
- **MWh_{ep}** : Mégawattheure équivalent pétrole : (**1MWh** (électricité) = 0,086 Tep (coefficient d'énergie primaire))
- **TRB** : Temps de Rendement (ou Rentabilité) Brut (exprimé en année)
- **HT** : Hors Taxe
- **ATEX** : ATmosphère Explosive
- **UES** : Usage énergétique significatif
- **IPé** : Indicateur de Performance énergétique
- **TGBT** : Tableau Général Basse Tension
- **kVAR** : kiloVolt-Ampère Réactive (unité de la puissance réactive)
- **DJU** : Degrés-Jours Unifiés
- **DJ** : Degrés-Jours
- **ISO** : International Organization for Standardization (Organisation internationale de normalisation qui établit des normes mondiales)
- **GPL** : Gaz de Pétrole Liquéfié
- **FOD** : Fioul Domestique
- **FOL** : Fioul Lourd
- **kVA** : kiloVolt-Ampère (unité de la puissance apparente) ;
- **kVARh** : kiloVolt-Ampère Réactive heure
- **SMé** : Système de Management de l'énergie
- **PCS** : Pouvoir Calorifique Supérieur (kJ /kg)
- **CHV** : Combustible Haute Viscosité
- **TRI** : Taux de Rendement Interne
- **VAN** : Valeur Actualisée nette

1. Synthèse

Instructions pour le remplissage : Présenter sous format texte :

- *Résumé de l'utilisation et la consommation d'énergie,*
- *Systèmes consommateurs d'énergie ou usage énergétique,*
- *Conclure sur le potentiel d'économie d'énergie, pourcentage potentiel de réduction, valeur monétaire de la potentielle économie.*

Exemple de texte (Introduction de la synthèse):

L'audit énergétique a permis d'identifier plusieurs opportunités d'amélioration de la performance énergétique du *[nom du site, du système énergétique ou de l'installation]*. La mise en œuvre des mesures d'économie d'énergie proposées améliorera le rendement énergétique global et par ricochet, permettra de réduire substantiellement l'émission des gaz à effet serre du *[nom du site, du système énergétique ou de l'installation]*. Par ailleurs, cette étude dresse la liste et les caractéristiques des équipements électromécaniques majeurs en exploitation. Ce document explique, de manière conceptuelle, l'ensemble des interventions envisagées.

1.1. Résumé de l'utilisation et de la consommation d'énergie

Instructions pour le remplissage : Décrire les principales sources énergétiques d'alimentation du périmètre de l'audit : pour l'électricité donner la synthèse de l'abonnement (distributeur, réseau, tarif, puissance souscrite etc.), pour les combustibles, donner le nom de la source, le chaîne d'approvisionnement etc.

Pour chaque source d'énergie, donner la consommation et les dépenses annuelle dans les unités spécifiques et dans les unités équivalentes en précisant l'année de référence retenue, données les indicateurs de performance énergétique de la situation de référence, par exemple le prime moyen du kWh, et tout autre consommation spécifique pertinente.

Exemple de texte :

- **Sources d'énergie**

Sur le site de *[nom du site]*, il existe *xxx (nombres)* sources d'énergie (*électrique, thermique, etc ..*) à savoir :

- *[Source 1]*
- *[Source 2]*
- *Etc ...*

Pour la source Électricité CIE par Exemple renseigné ce tableau ci-après :

CONTRAT D'ABONNEMENT D'ENERGIE	
Fournisseur d'Énergie électrique	COMPAGNIE IVOIRIENNE D'ELECTRICITE
Types de tarif	xxx
Puissance transformateur(kVA)	xxx
Type de comptage	xxx
Code d'activité	xxx
Type de facture	xxx
Puissance souscrite (kW)	xxx

- **Évolution des consommations énergétiques**

Le tableau ci-dessous résume l'évolution des consommations par source d'énergie sur les 3 dernières années.

Tableau XXX: Tableau récapitulatif des consommations de l'usine

Electricité			
	xxx (Année 1)	xxx (Année 2)	xxx (Année 3)
Consommation(kWh)	xxx	xxx	xxx
Montant de la facture (F CFA)	xxx	xxx	xxx
Prix moyen du kWh (F CFA/kWh)	xxx	xxx	xxx
Source 2			
Consommation (Unité)			
Montant de la facture (F CFA)			
Prix moyen de l'unité de mesure (F CFA/Unité)			
Source 3 et Plus			

1.2. Systèmes consommateurs d'énergie ou usage énergétique

Instructions pour le remplissage : Donner une brève description des principaux usages énergétique du périmètre de l'audit avec à la clé les puissances électriques installée par usage en mettant l'accent sur les usages énergétiques significatifs.

Fournir un résumé des performances ou rendements énergétiques moyens de la situation de référence par type d'équipement, et un bref aperçu des technologies.

Exemple de texte :

Sur le site, on distingue principalement deux types d'énergie à savoir l'énergie électrique et l'énergie thermique. Les principaux usages pour l'énergie électrique sont :

- Les forces motrices (Moteurs, Pompes, Ventilateur, etc.)
- Les compresseurs d'air

Au niveau du bâtiment administratif, les principaux usages sont :

- La climatisation
- L'éclairage
- Les systèmes informatiques

1.3. Conclusion sur le potentiel d'économie d'énergie

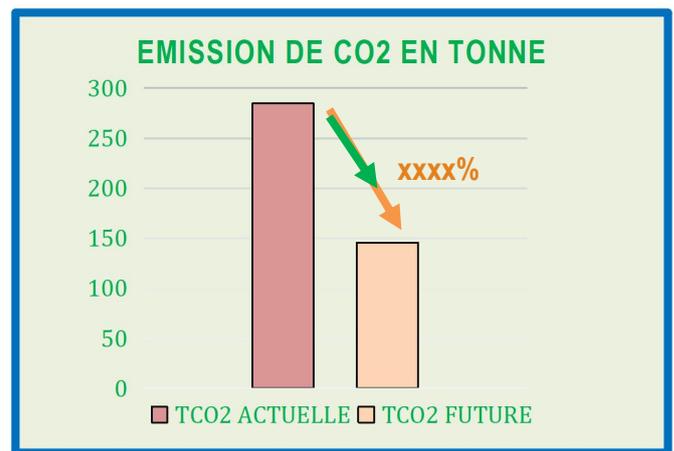
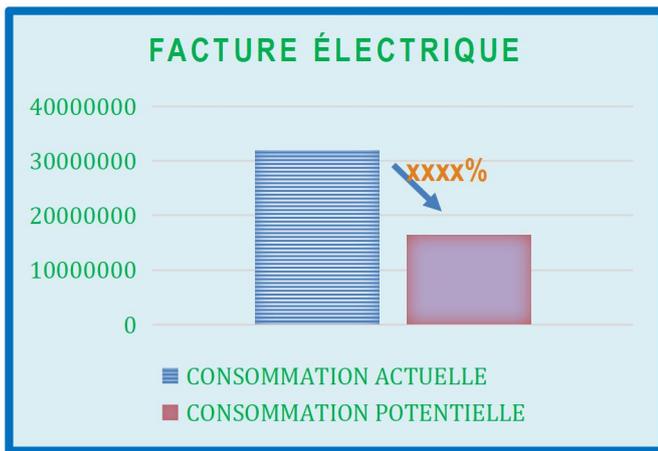
Instructions pour le remplissage : Utiliser l'exemple proposé ci-dessous en remplaçant les parties en orange ou simplement reformuler le chapitre suivant en restant dans l'esprit du contexte.

Exemple de texte :

Au terme de l'évaluation sommaires des opportunités d'amélioration de la performance énergétique du *[nom du site, du système énergétique ou de l'installation]*, le potentiel d'économie d'énergie est estimé à *XXXXXX kWh/an*, soit une réduction de l'équivalent de plus *XXXXXX %* des consommations d'énergie de l'année *20 XX*. La valeur monétaire correspondante est évaluée à plus de *XXXXXX millions de FCFA/an*.

Cette étude fait donc état des différentes opportunités en efficacité énergétique et en énergie renouvelable qui sont envisageables pour le *[nom du site, du système énergétique ou de l'installation]*.

Exemples de graphes :



1.4. Synthèses des résultats obtenus

Instructions pour le remplissage : Présenter sous format de tableau ou graphe, y compris un texte descriptif des conclusions :

- Synthèse des résultats obtenus
- Hiérarchisation des opportunités d'amélioration de l'efficacité énergétique
- Proposition de programme de mise en œuvre.

NB : Pour remplir ce tableau ci-après qui a une source Excel, double cliquer sur lui pour ouvrir sa source et remplir. Une fois le remplissage fini, n'oubliez pas de réajuster le tableau en termes de mise en forme pour qu'il tienne sur la feuille.

Exemples de graphes :

N°	Intitulé	Catégorie de l'action proposée : (Comportementale, Technique, Organisationnelle)	Priorité	Gain énergétique			Réduction d'émissions de CO ₂ (kgCO ₂ e/an)	Gain financier (kF CFA HT) et relatif	Coût de mise en œuvre (kF CFA HT) et relatif	TRB (années) et relatif	Facilité de mise en œuvre : (facile, moyen, difficile)	Conformité aspect réglementaire/sé- curité	Correction dysfonction- nements
				Electrique (MWh)	Combustibles (unité)	Total (MWh _{ep})							
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		

→ Le relatif (« faible », « moyen », « important ») est le niveau d'importance de la valeur considérée, par rapport à des plafonds préétablis par l'auditeur et propres à chaque structure. La détermination de ces plafonds doit apparaître clairement dans le rapport.

1.6. Proposition de Programme de mise en œuvre

NB : Pour remplir ce tableau ci-après qui a une source Excel, double cliquer sur lui pour ouvrir sa source et remplir. Une fois le remplissage fini, n'oubliez pas de réajuster le tableau en termes de mise en forme pour qu'il tienne sur la feuille

Numéro du plan d'actions d'amélioration de l'efficacité énergétique retenu :						1
Numéro de l'action	Investissement financier (k€ CFA HT)	Gain énergétique			Gain financier associé (k€ CFA HT/an)	TRB (années)
		Electrique (MWh/an)	Combustibles (unité/an)	Total (MWh _{ep} /an)		
1	0,0			0,5	3,8	0,0
2	1,5			2	15,0	0,1
3	30,0			5,8	43,5	0,7
4	15,0			2,5	18,8	0,8
5	2,3			1,2	9,0	0,3
6	5,4			0,8	6,0	0,9
8	20,0			2,5	18,8	1,1
9	30,0			8	60,0	0,5
10	0,0			0,6	4,5	0,0
11	0,0			0,4	3,0	0,0
12	5,0			1,3	9,8	0,5
Total	109,2	0,0		25,6	192,0	1,1
Aides/subventions applicables					Montant (k€ HT)	
Total					0,0	

Analyse du plan d'actions retenu :

→ *Reprendre le commentaire du corps du rapport concernant le programme de mise en œuvre*

2. Contexte

2.1. Informations générales

- **Entreprise contractante**

Raison sociale	
Adresse	
Téléphone	
Courrier électronique	
Numéro d'agrément d'auditeur	
Nom et Prénoms de l'Expert Efficacité énergétique bâtiment	
Numéro de certificat de l'Expert	
Nom et Prénoms du technicien Spécialisé en efficacité énergétique bâtiment	
Numéro de certificat du Technicien	
Nom et Prénoms autres personnes	
Actionnariat de l'organisme auditeur (s'il y a lieu)	
Filiale(s) de l'organisme auditeur (s'il y a lieu)	
L'organisme auditeur a-t-il des objectifs ou des engagements commerciaux touchant aux produits et processus en contradiction avec l'audit énergétique ? Auquel cas tout conflit d'intérêts doit être signalé de manière transparente.	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
	Si oui, lesquels :
L'auditeur déclare sur l'honneur agir en toute objectivité :	

- **Entreprise Commanditaire**

Raison sociale	
Adresse	
Téléphone	
Télécopie	
Courrier électronique	
Activité	
Production annuelle (quantité)	
Chiffre d'affaires (k fcfa HT)	
Résultat net (k fcfa HT)	
Excédent brut d'exploitation (k fcfa HT)	
INTERLOCUTEUR(S)	
Nom(s)	
Fonction(s)	
Téléphone(s)	
Courrier(s) électronique(s)	
DONNÉES GÉNÉRALES SUR LE SITE	
Effectif entreprise	
Effectif établissement	
Surface des locaux (m ²)	
Spécificités du site (ex : ATEX)	
Autres données générales	
DONNÉES SUR LES RYTHMES DE TAVAIL	
Fermetures annuelles/congés/autres	
Activités saisonnières	
Nombre de jours/semaine	<input type="checkbox"/> 7/7 <input type="checkbox"/> 6/7 <input type="checkbox"/> 5/7 <input type="checkbox"/> 4/7
Nombre d'heures/jour	

Rythme de travail	<input type="checkbox"/> 3x8	<input type="checkbox"/> 2x8	<input type="checkbox"/> 1x8
Horaires de fonctionnement			
DONNÉES SUR LA PRODUCTION			
PRODUIT 1			
Produits traités			
Production horaire (t/h)			
Production hebdomadaire (t/semaine)			
Production saisonnière éventuelle			
PRODUIT 2			
Produits traités			
Production horaire (t/h)			
Production hebdomadaire (t/semaine)			
Production saisonnière éventuelle			
CONTRAINTES REGLEMENTAIRES			
S'agit-il d'une installation classée ?	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON	
Si oui, quelles sont les contraintes figurant dans l'arrêté d'installation classée ?			
Si non, existe-t-il des contraintes réglementaires ?	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON	
Si oui, lesquelles ?			

2.2. Objet de l'audit

Faire référence aux résultats de la réunion de cadrage entre l'entreprise contractante et l'entreprise commanditaire. Faire ressortir les besoins et attentes spécifiques du client concernant l'audit.

2.3. Clauses de confidentialité

Exemple de texte :

En tant qu'auditeur, nous nous engageons à préserver la confidentialité de toutes les informations obtenues au cours de l'audit. Nous comprenons que la confiance et la confidentialité sont essentielles dans notre rôle, et nous avons la responsabilité d'assurer que toutes les données et informations partagées par notre client demeurent sécurisées et ne soient accessibles qu'aux parties autorisées.

Voici les principes qui régissent notre approche en matière de confidentialité :

1. Accès restreint

Les informations et documents obtenus durant l'audit ne seront accessibles qu'aux membres de l'équipe d'audit et aux parties impliquées directement dans le processus d'évaluation. Nous nous engageons à limiter cet accès aux seules personnes ayant un besoin légitime d'en disposer pour mener à bien leur mission.

2. Utilisation exclusive des informations

Les informations recueillies durant l'audit sont utilisées uniquement aux fins de l'examen en cours. Nous nous interdisons d'utiliser ces informations à des fins personnelles ou pour tout autre projet externe.

3. Protection des données

Nous mettons en place toutes les mesures nécessaires pour protéger les informations sensibles contre la perte, l'accès non autorisé, la divulgation accidentelle ou toute autre menace. Cela inclut des protocoles de sécurité informatiques, des procédures d'archivage sécurisées et des pratiques de conservation de la confidentialité.

4. Communication avec le client

Toute information susceptible d'être communiquée à des tiers, qu'elle soit obligatoire ou contractuelle, sera partagée uniquement avec l'accord préalable du client, sauf en cas d'obligation légale.

5. Obligations légales

Nous nous conformons aux lois et réglementations en vigueur concernant la protection de la confidentialité et de la vie privée dans le cadre de notre travail d'audit. Si une obligation légale nécessite la divulgation d'informations confidentielles, nous informerons le client dans les plus brefs délais, sauf restriction contraire.

6. Respect des délais de conservation

Nous nous engageons à conserver les informations confidentielles pendant une durée limitée et uniquement le temps nécessaire pour respecter nos obligations légales ou contractuelles. Passé ce délai, les documents seront détruits de manière sécurisée pour garantir la confidentialité continue.

En signant cette déclaration de confidentialité, nous nous engageons à respecter ces principes, renforçant ainsi la confiance dans notre rôle d'auditeur et assurant à nos clients que leur information reste protégée à tout moment.

Nom et signature de l'auditeur : *L'auditeur doit inscrire ici son nom et signer à la suite*

Date : *Mettre la date du jour de signature de la clause de confidentialité*

2.4. Normes et règlements appliqués

Listing des référentiels pertinents à consulter afin de réaliser une étude conforme aux normes en vigueur :

- Norme **NF EN 16 247-1** : 2012 sur les exigences générales des audits énergétiques ;
- Norme **NF EN 16 247-2** : 2014 si les bâtiments du site sont inclus dans le périmètre ;
- Norme **NF EN 16 247-3** : 2014 sur les procédés industriels ;
- Norme **NF EN 16 247-4** : 2014 si des moyens de transport sont inclus dans le périmètre ;
- Norme **NF EN 16 247-5** : 2015 sur les compétences de l'auditeur énergétique ;
- Norme **ISO 50002** : 2014 Exigences sur les Audits Énergétiques
- Autre(s) norme(s) applicable(s) à l'établissement.

Réglementation :

- [**Arrêté interministériel N°156 /MMPE/MCLU/MT/MINEDDTE/MCI du 23 Avril 2024**](#)
- [**Décret n° 2016 du 03 novembre 2016 fixant les modalités, conditions et obligations de la mise en œuvre de la maîtrise d'énergie**](#)

2.5. Périmètre de l'audit

*Description du contenu de la mission. Défini à partir des besoins, attentes et contraintes de l'industriel
Ex : totalité du site ou pas, systèmes consommateurs d'énergie, installation de chauffage, bâtiments, etc. (procédés, usages et équipements visés). Spécifier aussi le degré d'approfondissement de l'étude.*

2.6. Calendrier de réalisation de l'audit

Le rapport d'audit doit permettre de retracer complètement la chronologie du déroulement de l'étude : le calendrier de la prestation établi lors du contact préliminaire doit donc être inclus dans le rapport dans ce paragraphe.

Exemple de graphe :

Activités/ Tâches	Date		DEMARRAGE EFFECTIF
	Début	Fin	
Réunion de démarrage	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
Collecte des données (Inventaire des équipements)	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
Campagne de mesure	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
Analyses énergétiques et élaboration plans d'actions	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
Rapport audit	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
Présentation des résultats de l'audit	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX

3. Description du site, de l'enveloppe du/des Bâtiments et du plan de mesurage

3.1. Description de l'usage du site, de l'enveloppe du/des Bâtiments

Description détaillée du site (décrire les éléments du site et leur usage). Rajouter la description de l'enveloppe du ou des bâtiments se trouvant sur le site

a) Vue générale du site

→ Schéma synoptique, plan des installations (numéroter sur le plan chaque équipement recensé ensuite, et identifier les appareils de mesure existants sur le site).

LISTE DES PRINCIPAUX ÉQUIPEMENTS CONSOMMATEURS D'ÉNERGIE						
N°	Usage	Équipement	Puissance	Quantité	Puissance totale	IPé correspondant (si déjà défini)
1	UES1 ¹					
2						
3						
4						
5						
6	UES2					
7						
8						
9						
10	UES3					
11						
12						
13						
14						
15	UES4					
16						
17						
18						
19						
20						

LISTE DES APPAREILS DE COMPTAGE/ MESURE EXISTANTS					
N°	Compteur / sous compteur	Usage	Précision	Système de supervision ou d'acquisition	Fréquence d'acquisition
1					
2					
3					

¹ UES1 : Usage énergétique significatif

→ Joindre en annexe du rapport le schéma des installations sur lesquelles les appareils de comptage/mesure mentionnés précédemment ont été positionnés avec les numéros correspondant au tableau ci-dessus.

→ Si le site exploite des moyens de transport, et de manutention des matériaux et des produits, l'auditeur relèvera les caractéristiques du parc, la planification et le registre de la maintenance, les consommations d'énergie, les données concernant les chaînes de manutention, les ponts roulants, les auxiliaires, etc. Le transport du personnel sur le site doit aussi être passé en revue (à l'exception du plan de circulation de l'entreprise).

NB : Pour remplir ce tableau ci-après qui a une source Excel, double cliquer sur lui pour ouvrir sa source et remplir. Une fois le remplissage fini, n'oubliez pas de réajuster le tableau en termes de mise en forme pour qu'il tienne sur la feuille

PARC DE VEHICULES (si inclus dans le périmètre)						
Véhicule n°	Type de véhicule	Energie (E, D, G, EL)	Date de 1ère mise en circulation	Consommation	Kilométrage année de référence	Kilométrage total

Analyse globale des installations sur le site :

LISTE DES DOCUMENTS REMIS

Analyse et commentaires sur les données recueillies :

b) Zonage du site

→ Si l'audit ne s'intéresse pas à l'ensemble du site, mais seulement à certains postes particuliers (ex : audit air comprimé uniquement), détailler dans ce paragraphe les différentes zones du site considérées dans le périmètre de l'audit et leur(s) fonction(s) :

Exemple de texte :

Zone n°	Fonction(s)
1	Production de vapeur
2	Production de froid
3	Atelier cuisson et séchage des produits

→ Joindre au rapport une cartographie des différentes zones sur un plan du site.

3.2. Méthodologie choisie pour la mission

Se référer à l'annexe1 pour définir la méthodologie utilisée pour l'audit énergétique. Il convient de clairement la décrire dans ce paragraphe

3.3. Plan de mesurage

Des informations relatives au recueil de données ;

Liste des appareils utilisés ;

Comment est-ce que les appareils de mesures ont été mise en place.

Exemple

2 Chauvin Arnoux 8335et 8336	1 Power meter DENT Elite PRO XC	1 Camera thermographique FLIR E8	1 Multimètre TOTAL TMT 46003	1 Volt craft UM 5/1
				
$\pm(0,5 \% + 200 \text{ mV})$ $\pm(0,5 \% + 2 \text{ mA})$	Better than 1% (<0.2% typical) for V, A, kW, kVAR, kVA,)	$\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ou $\pm 2 \%$ de la mesure pour la température ambiante $10 \text{ }^\circ\text{C}$ à $35 \text{ }^\circ\text{C}$	Courant alternatif (3%+5) Tension CA $0\sim 600\text{V}\pm(0,5\% +3)$	Anémomètre: $\pm 3\%$ Humidité : $\pm 3,5 \%$ RF Luxmètre : 0 - 20000 lux, résolution 0,1, 1 10 lux Sonore précision : 3,5 dB Température 0.1°C

Exemple de plan de mesurage

USAGE OU EQUIPEMENT ENERGETIQUE	EMPLACEMENT	OBJECTIFS	DUREE	INTERVALLE ACQUISITION	APPAREIL DE MESURE
Disjoncteur Général	salle (TGBT1)	consommation totale du site et les paramètres électriques	7jours	15 Min	Analyseur de réseau
Disjoncteur D1	Armoire électrique	consommation énergétique ou usage	24 h	1min	Analyseur de réseau
Disjoncteur D4	Armoire électrique	consommation énergétique ou usage	24 h	1min	Analyseur de réseau
Disjoncteur D5	Armoire électrique	consommation énergétique ou usage	24 h	1min	Analyseur de réseau
Disjoncteur D6	Armoire électrique	Etat d'échauffement	2h		Caméra thermographique

Restitution de la campagne de mesures

→ Joindre en annexe du rapport le schéma des installations avec l'emplacement des mesures effectuées, et le certificat d'étalonnage en cours de validité de chaque appareil de mesure. La restitution complète de la campagne de mesures se fera dans le tableau ci après.

Tableau synthèse de la Campagne de mesures

NB : Pour remplir ce tableau ci-après qui a une source Excel, double cliquer sur lui pour ouvrir sa source et remplir. Une fois le remplissage fini, n'oubliez pas de réajuster le tableau en termes de mise en forme pour qu'il tienne sur la feuille

Mesure n°	Date de la mesure	Position physique de la mesure	Durée de la mesure : ponctuelle ou enregistrée	Temps de scrutation de la mesure	Période d'intervention si activité spécifique du site au moment de la mesure	Responsable de la mesure	Contrainte d'exploitation liée au procédé	Contrainte de mise en œuvre des appareils de mesure

NB : Pour remplir ce tableau ci-après qui a une source Excel, double cliquer sur lui pour ouvrir sa source et remplir. Une fois le remplissage fini, n'oubliez pas de réajuster le tableau en termes de mise en forme pour qu'il tienne sur la feuille

Mesure n°	Principe de la mesure	Appareil de mesure utilisé	Date de dernier étalonnage de l'appareil	Niveau d'incertitude	Précision

→ Si des calculs ont été effectués avec les résultats de la campagne de mesure, ils doivent être détaillés dans le rapport, ainsi que les hypothèses de calcul et les courbes significatives obtenues à la suite de ce tableau.

Analyse de la campagne de mesures menée et des résultats obtenus :

→ L'auditeur énergétique fera des commentaires sur la justification des mesures et la manière dont elles étaient analysées. La date des mesures sur site doit également être notifiée dans le rapport.

4. Résultats de l'analyse du site

4.1. Analyse de la consommation énergétique globale

Données énergétiques

→ Les données sont répertoriées dans le tableau ci-après à remplir là ou applicable.

Désignation	Année 3	Année 2	Année 1
ÉLECTRICITÉ			
Fournisseur(s)			
Tarifcation			
Puissance souscrite (kW)			
Consommation annuelle (kWh)			
Consommation d'énergie réactive (kVAR)			
Facture annuelle (kF CFA HT/an)			
Autres énergies de réseaux :			
Nature			
Fournisseurs			
Consommation			
Puissances souscrites			
Facture annuelle (KFCFA HT/an)			
COMBUSTIBLES			
Précisez : <input type="checkbox"/> Gaz (type) : <input type="checkbox"/> Fioul (type) : <input type="checkbox"/> Autres :			
Fournisseur(s)			
Tarifcation (Fcf)			
Consommation annuelle (tonne/m ³)			
Facture annuelle (kFCFA HT/an)			
Besoins énergétiques couverts par le(s) combustible(s) (procédés, eau chaude et niveaux de température, etc.)			
EAU			
Précisez : <input type="checkbox"/> Eau de ville : <input type="checkbox"/> Eau de forage :			
Consommation annuelle (m ³ /an)			
Facture annuelle (kFCFA HT/an)			

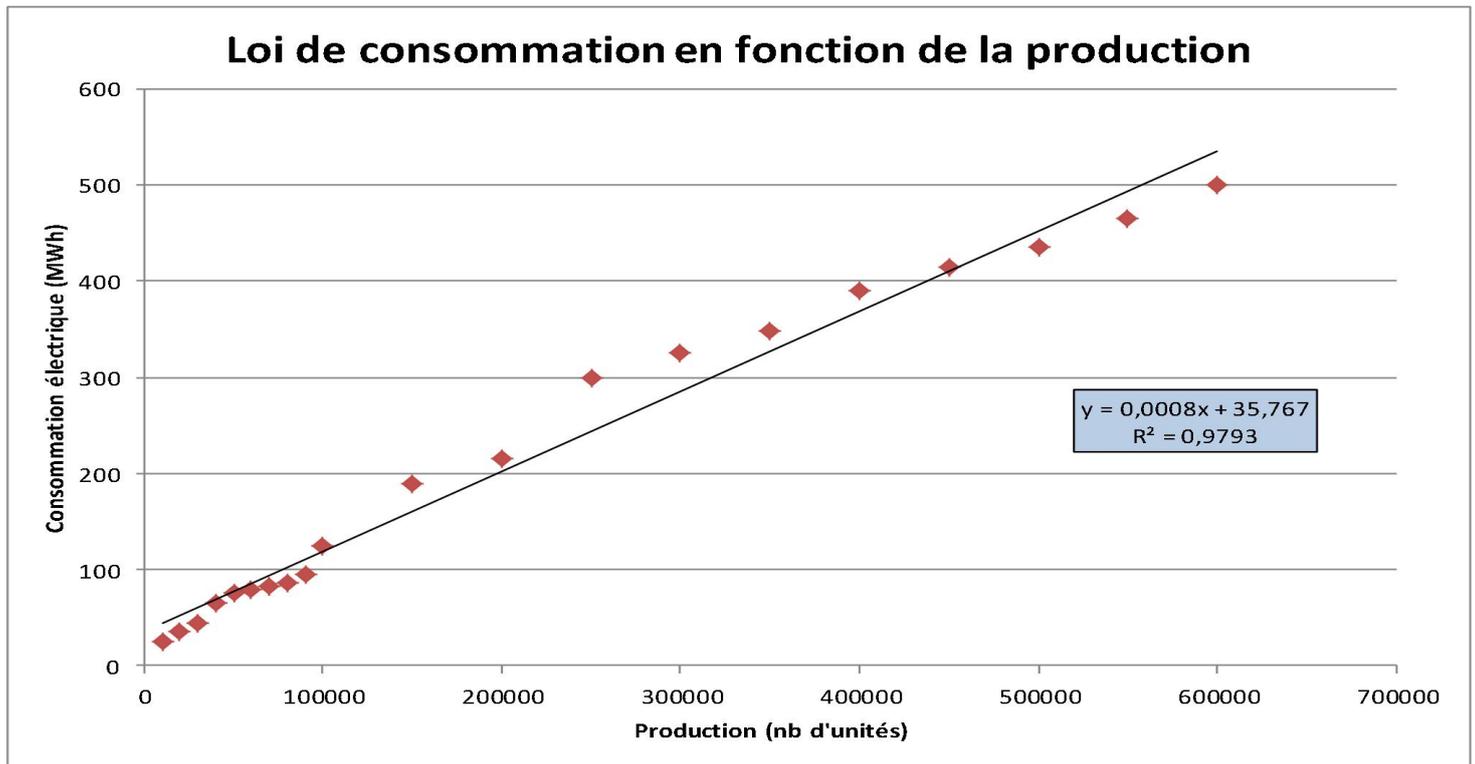
Traitement des eaux brutes			
Traitement des effluents : <input type="checkbox"/> Interne : <input type="checkbox"/> Externe :			
Suivant quelle filière : <input type="checkbox"/> Physico-chimique : <input type="checkbox"/> Biologique : <input type="checkbox"/> Lagunage : → Coût de traitement des effluents (y compris redevances) (FCFA HT/m ³) :			
Besoins couverts par l'utilisation de l'eau (procédés, machines frigorifiques, nettoyages, etc.)			

Analyse des données énergétiques de l'établissement :

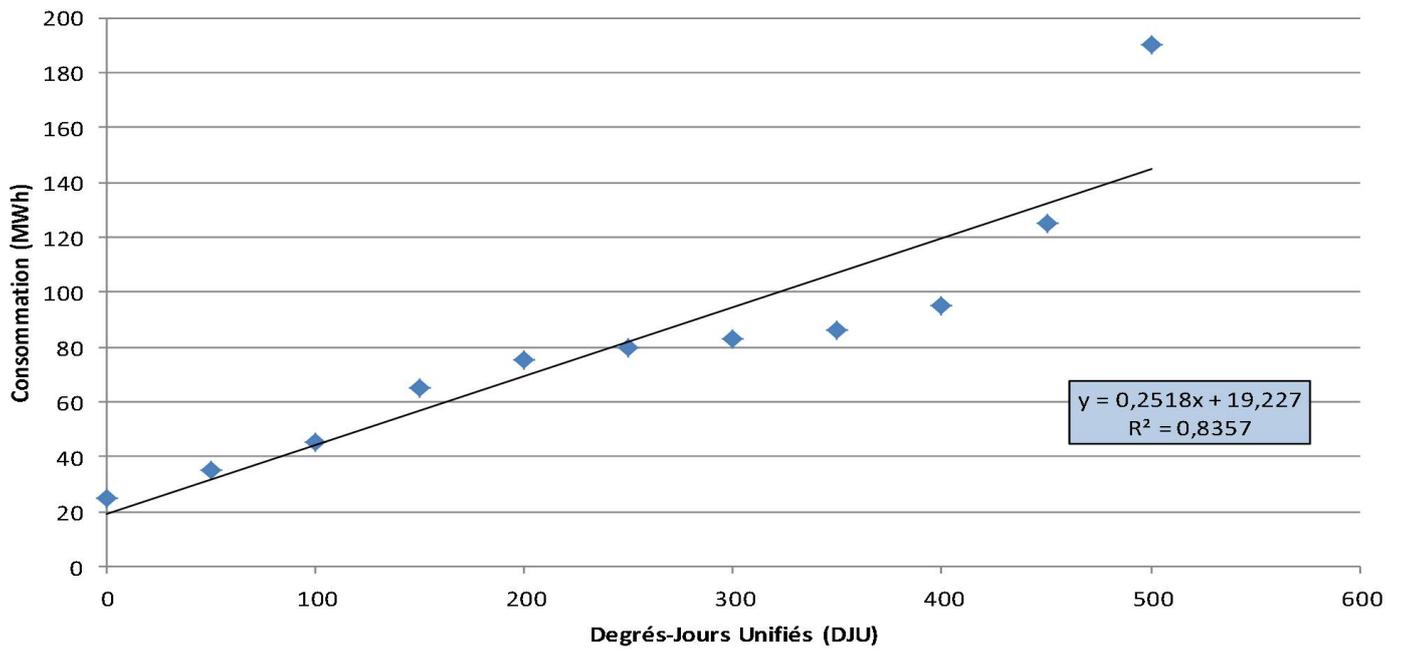
→ Vérifier entre autres les contrats de fourniture d'énergie et la cohérence avec les besoins macroscopiques du site.

4.1.1. Profil énergétique du site

→ Il faut déterminer les facteurs d'ajustement qui influent sur la consommation énergétique, et donc trouver les modèles qui montrent la corrélation entre la conso et les facteurs d'ajustement (par exemple, conso/production, conso/DJU, etc.).



Corrélation entre la consommation et la température



→ Commentaires sur l'adéquation du modèle au profil énergétique réel :

Maîtrise de l'énergie sur le site

→ Il s'agit dans ce paragraphe d'évaluer la maturité du client à propos de l'efficacité énergétique :

- Y a-t-il un référent énergie sur le site ?
- Existe-t-il un système de comptabilité suivi de l'énergie consommée sur le site ?
- Certification ISO 50 001 ?
- Des indicateurs ont-ils été définis pour améliorer la performance énergétique du site ?
- Quelles sont les actions mises en place pour la sensibilisation du personnel ?
- Y a-t-il une prise de conscience du responsable du site à propos de l'importance de maîtriser ses consommations d'énergie ?
- Les achats d'énergie sont-ils optimisés (donner une première évaluation globale, ce sera confirmé dans la partie analyse) ?

4.1.2. Analyse de la facturation

→ Analyser la facturation de l'Électricité comme cela est le plus courant en s'appuyant sur l'exemple ci-dessous d'une usine. Si vous disposez de la facturation des autres sources vous pouvez l'adapter sur ce modèle.

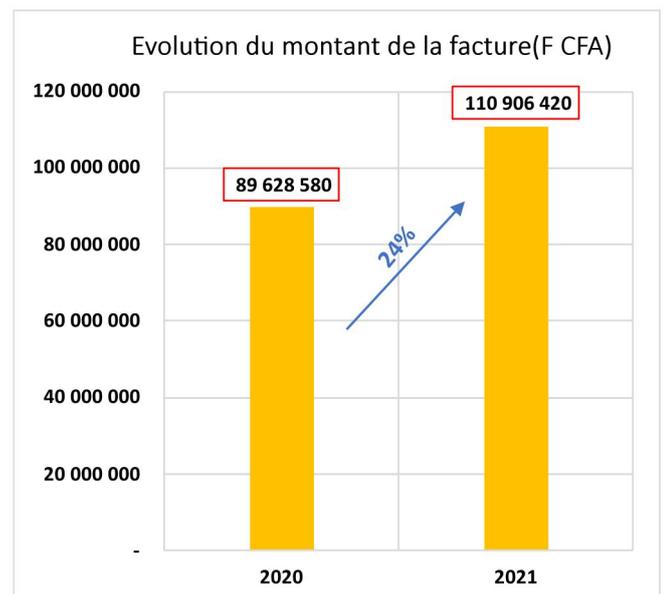
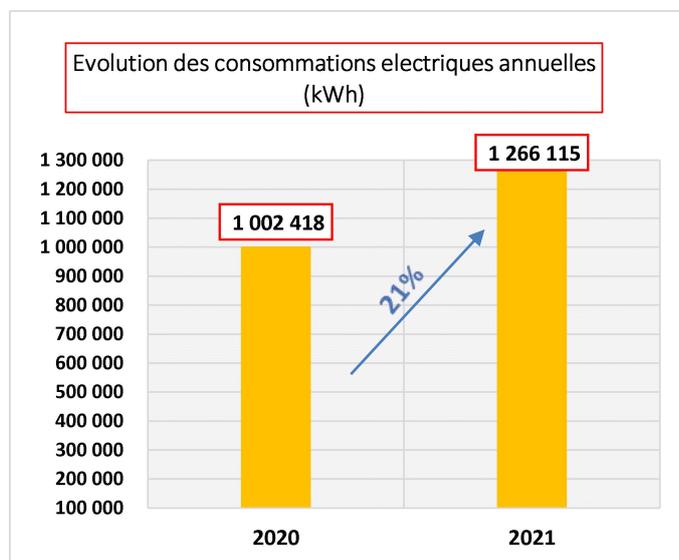
Exemple

- Description de la facturation

Tableau xxx : description de la facturation

CONTRAT D'ABONNEMENT D'ÉNERGIE	
Fournisseur d'énergie électrique	Compagnie Ivoirienne d'Électricité (CIE)
Types de Tarif	Tarif général utilisation
Types d'abonnement	Haute tension
Puissance souscrite HTA (kW)	600
Consommation annuelle facturée (kWh)	1 266 115
Facture annuelle globale (F CFA HT/an)	87 639 830
Production annuelle sur l'année de référence	161 T
Effectif entreprise	350
Certification du site	ISO 9001/14001

- Évolutions des factures d'électricité des trois (03) dernières années *(Dans cet exemple sur les 3 années seulement 2 années étaient disponible)*



On observe que sur les deux dernières années les consommations énergétiques sur abonnement figure 4: évolutions des consommations électriques(kwh) figure 3: évolutions du montant de la facture

années avec une diminution de 24% de 2020 à 2021.

On constate donc que les consommations du site sur l'abonnement CIE ont une tendance haussière sur les deux dernières années.

• **Diagnostic de la facturation**

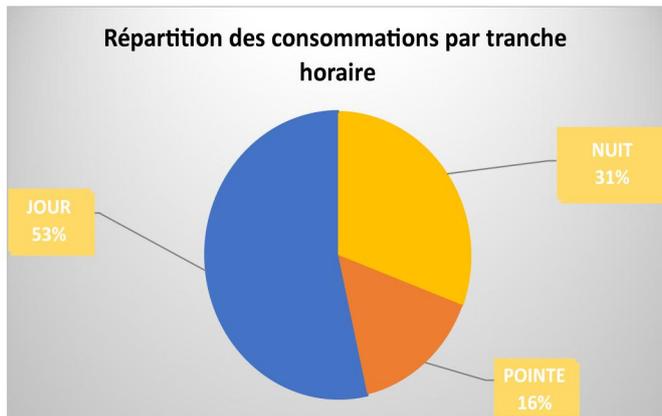


figure 7: répartition des consommations par tranche horaire 2020

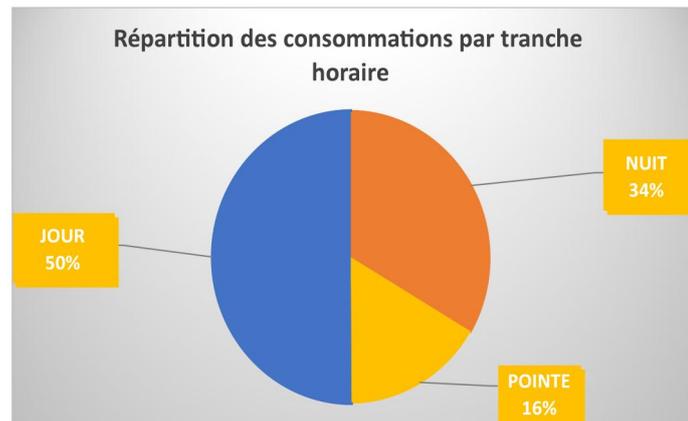


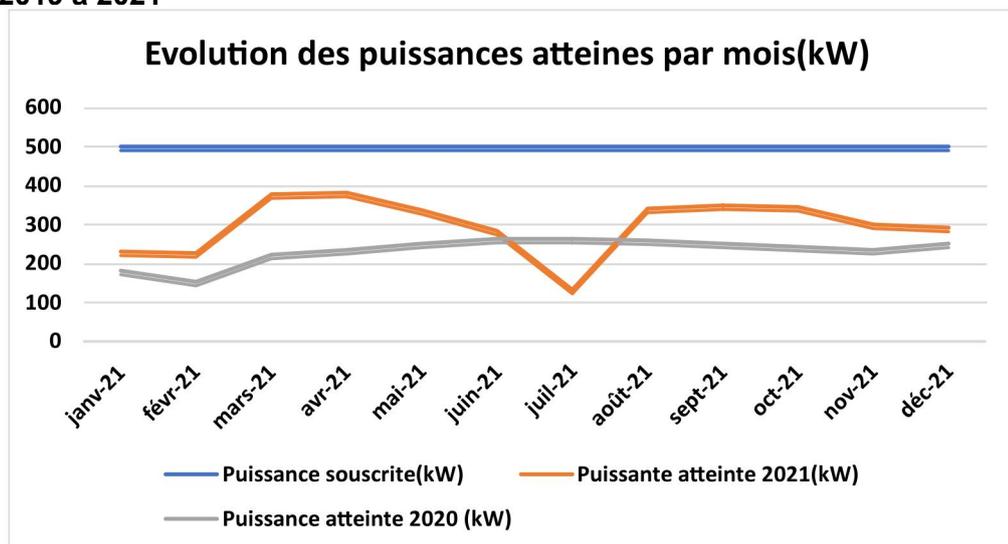
figure 6: répartition des consommations par tranche horaire 2021

Les diagrammes ci-dessus représentent les consommations du site de xxxxx par tranches horaires sur les dernières années. De façon fidèle au régime de fonctionnement du site la plus grande partie des consommations se fait en journée(7h30-19h30) avec respectivement 53% et 50% de la part des consommations sur les années 2020 et 2021.

La deuxième tranche de consommation la plus élevée est celle de la nuit (00h-7h30) avec respectivement 31% et 34% en termes de proportion dans la consommation totale sur les dernières années.

On observe des consommations assez élevées (16% en moyenne de la consommation totale) en pointe (19h30-23h) qui est la tranche horaire la plus couteuse et donc celle pendant laquelle il faut minimiser les consommations.

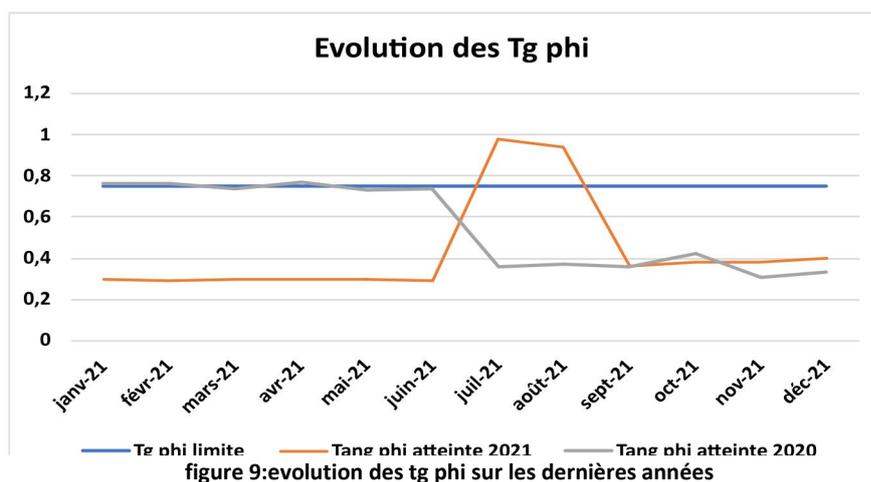
• **Évolutions de la puissance atteinte(PA) par rapport à la puissance souscrite(PS) de 2019 à 2021**



Le graphique nous indique que les puissances atteintes au cours des 2 dernières années, on a des puissances atteintes qui sont largement en dessous de la puissance souscrite.

Ainsi sur les deux dernières années la puissance maximale atteinte est de **400 kW** pour une puissance souscrite de **500 kW**.

- **Évolutions de Tg phi des trois (03) dernières années**



On constate que les valeurs tg phi sur les 2 dernières années sont très proches de la valeur limite qui est 0,75 pouvant engendrer des pénalités pour mauvais facteur de puissance. Cette valeur a même été franchie à trois reprises en 2020 et à deux reprises en 2021 (très grosses valeurs) occasionnant donc des pénalités sur la facturation. Il est donc indispensable de chercher à corriger ce mauvais facteur de puissance global.

4.1.3. Analyse des consommations énergétiques

A/ Bilan énergétique global et évolution de la consommation

NB : Pour remplir ce tableau ci-après qui a une source Excel, double cliquer sur lui pour ouvrir sa source et remplir. Une fois le remplissage fini, n'oubliez pas de réajuster le tableau en termes de mise en forme pour qu'il tienne sur la feuille

Période de référence :	XXXX							
Energie	Consom- mation annuelle d'énergie sur XXXX (Mwh _{ep})	Coût sur XXXX (k CFA HT)	Consom- mation annuelle d'énergie sur XXXX - 1 (Mwh _{ep})	Coût sur XXXX - 1 (k CFA HT)	Consom- mation annuelle d'énergie sur XXXX - 2 (Mwh _{ep})	Coût sur XXXX - 2 (k CFA HT)	Consom- mation annuelle d'énergie sur XXXX - 3 (Mwh _{ep})	Coût sur XXXX - 3 (k CFA HT)
Total électricité	645	4837,5	600	4200	585	3802,5	550	3300
Combustibles								
Gaz naturel	180	1350	175	1225	170	1105	150	900
GPL	95	712,5	100	700	125	812,5	130	780
FOD	24	180	35	245	36	234	40	240
Charbon	2	15	3	21	3	19,5	3	18
Bois	63	472,5	65	455	60	390	58	348
Autre :								
Total combustibles	364	2730	378	2646	394	2561	381	2286
Total énergie	1009	7567,5	978	6846	979	6363,5	931	5586

Ce tableau récapitule l'historique sur 3 ans.

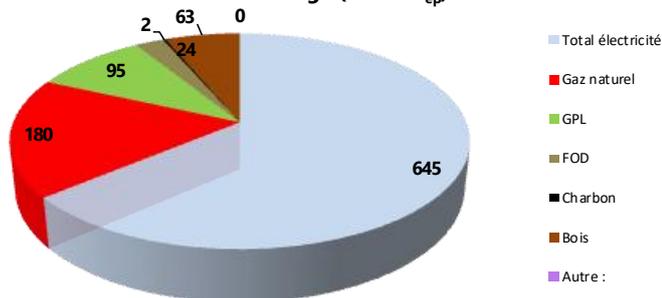
XXXX représente la période de référence à renseigner.

Il est sur la même feuille Excel que le tableau de la page suivante : une fois qu'on a rempli les valeurs dans celui-là, l'autre calcule les évolutions en % et trace les graphes en fonction, mais il faudra recoller le nouveau tableau dans la page suivante.

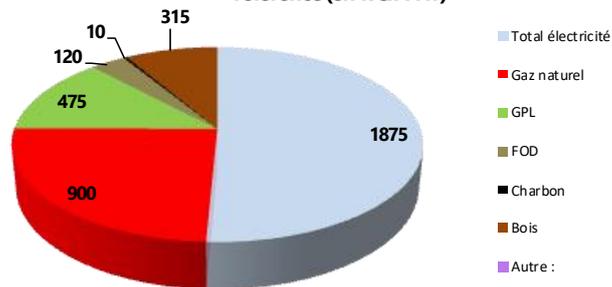
NB : Pour remplir ce tableau ci-après qui a une source Excel, double cliquer sur lui pour ouvrir sa source et remplir. Une fois le remplissage fini, n'oubliez pas de réajuster le tableau en termes de mise en forme pour qu'il tienne sur la feuille

Période de référence :		XXXX								
Bilan énergétique global	Consommation annuelle d'énergie sur	Consommation annuelle d'énergie sur	% de la conso totale	Coût (k CFA HT)	Evolution de la consommation sur 1 an en %	Evolution du coût sur 1 an en %	Evolution de la consommation sur 2 ans en %	Evolution du coût sur 2 ans en %	Evolution de la consommation sur 3 ans en %	Evolution du coût sur 3 ans en %
	XXXX (Mwh _{ep})	XXXX (Mwh _{ep})								
Total électricité	250	645	64%	1875	8%	15%	10%	27%	17%	47%
Combustibles										
Gaz naturel	180	180	18%	900	3%	10%	6%	22%	20%	50%
GPL	95	95	9%	475	-5%	2%	-24%	-12%	-27%	-9%
FOD	24	24	2%	120	-31%	-27%	-33%	-23%	-40%	-25%
Charbon	2	2	0%	10	-33%	-29%	-33%	-23%	-33%	-17%
Bois	63	63	6%	315	-3%	4%	5%	21%	9%	36%
Autre :		0	0%		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Total combustibles		364	36%	1820	-4%	3%	-8%	7%	-4%	19%
Total énergie		1009	100%	3695	3%	11%	3%	19%	8%	35%

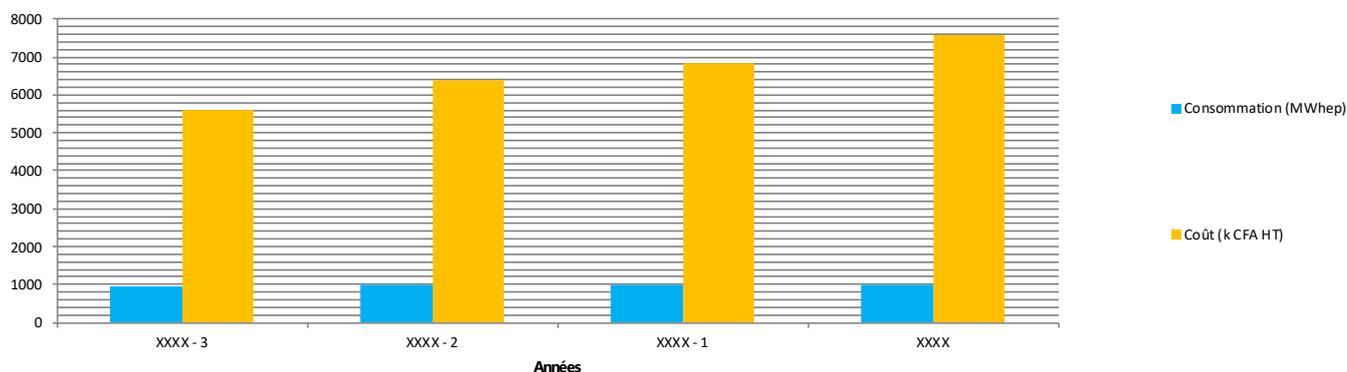
Répartition de la consommation énergétique de référence par type d'énergie (en MWh_{ep})



Bilan de la consommation énergétique globale sur l'année de référence (en k CFA HT)



Evolution temporelle brute



B/ Analyse de la consommation énergétique

B.1 / Consommation annuelle de référence

NB : Pour remplir ce tableau ci-après qui a une source Excel, double cliquer sur lui pour ouvrir sa source et remplir. Une fois le remplissage fini, n'oubliez pas de réajuster le tableau en termes de mise en forme pour qu'il tienne sur la feuille

Période de référence :				
Électricité	Consommation (en MWh _{ef})	Consommation (en MWh _{ep})	Coût unitaire (F CFA HT/MWh _{ef})	Coût global (F CFA HT)
Total électricité		0		0
Dont auto-produite		0		0
Consommation globale pour usages thermiques		0		0
Consommation globale pour usages électriques		0		0

➤ Si présence d'une auto-production électrique :

Puissance électrique disponible (en MW)	Energie annuelle auto-consommée (en MWh _{ef})	Energie annuelle vendue (en MWh _{ef})	Energie primaire	Consommation d'énergie primaire (en MWh _{ep})
Coût de l'énergie auto-produite (kF CFA HT) →				

➤ Si le site a passé un contrat d'effacement de consommation :

Auprès de quel fournisseur :	
Puissance effaçable (en kW) :	
Fréquence possible de l'effacement :	<i>ex : 2h par semaine</i>
Sur quel(s) équipement(s)/usage(s) :	

NB : Pour remplir ce tableau ci-après qui a une source Excel, double cliquer sur lui pour ouvrir sa source et remplir. Une fois le remplissage fini, n'oubliez pas de réajuster le tableau en termes de mise en forme pour qu'il tienne sur la feuille

Utilités entrantes	Quantité	Unité	Quantité d'énergie (en MWh _{ep})	Coût unitaire (F CFA HT/unité)	Coût global (F CFA HT)
Eau		m ³			0
Vapeur		t			0
Chaleur		MWh			0
Froid		MWh _f			0
Air comprimé		Nm ³			0
Autre(s) :		[préciser unité]			0

B.2/ Répartition détaillée des consommations globales du site par usages

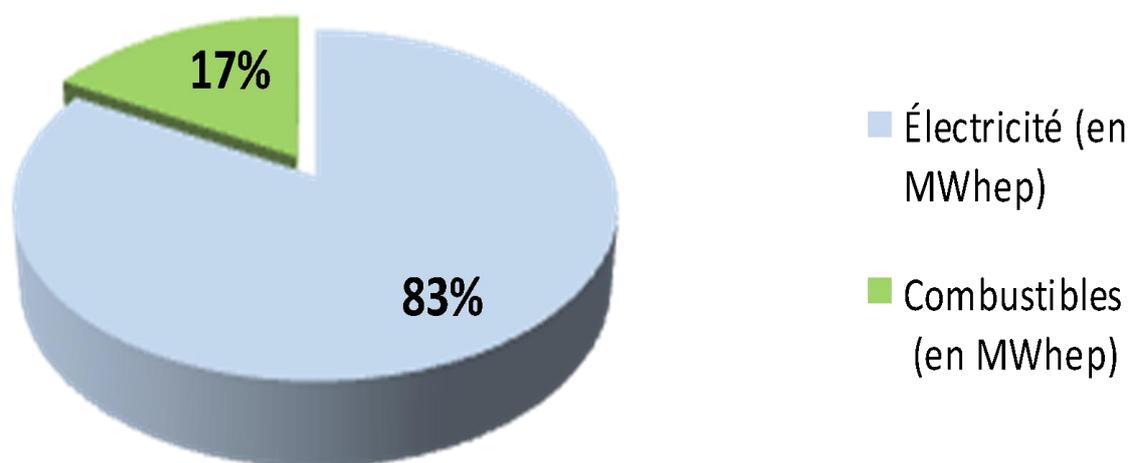
NB : Pour remplir ce tableau ci-après qui a une source Excel, double cliquer sur lui pour ouvrir sa source et remplir. Une fois le remplissage fini, n'oubliez pas de réajuster le tableau en termes de mise en forme pour qu'il tienne sur la feuille

Usages généraux	Électricité (en MWh _{ef})	Électricité (en MWh _{ep})	% de la conso électrique totale	Combustibles (unité)	Combustibles (en MWh _{ep})	% de la conso de combustibles totale	Total énergie (en MWh _{ep})	Coût (F CFA HT)	% du coût total
Usages thermiques									
Chaufferie		0	0%	6166 MWh _{ef}	6166	88%	6166	46 245	30%
Chaleur		0	0%			0%	0		0%
Chauffage des locaux	53	136,74	0%			0%	136,74	398	0%
Autre :	447	1153,26	3%			0%	1153,26	3 353	2%
Usages électriques									
Production d'air comprimé	636	1640,88	5%			0%	1640,88	4 770	3%
Production de froid industriel	421	1086,18	3%			0%	1086,18	3 158	2%
Pompage	259	668,22	2%			0%	668,22	1 943	1%
Conditionnement d'ambiance ateliers		0	0%			0%	0		0%
Climatisation des bureaux		0	0%			0%	0		0%
Eclairage		0	0%			0%	0		0%
Bureautique		0	0%			0%	0		0%
Autre :	6500	16770	48%	816 MWh _{ef}	816	12%	17586	54 870	36%
Total usages généraux	8316	21455,28	62%		6982	100%	28437,28	114735	75%
Procédés	Électricité (en MWh _{ef})	Électricité (en MWh _{ep})	% de la conso électrique totale	Combustibles (unité)	Combustibles (en MWh _{ep})	% de la conso de combustibles totale	Total énergie (en MWh _{ep})	Coût (F CFA HT)	% du coût total
Usages thermiques									
Four		0	0%			0%	0		0%
Sécheur		0	0%			0%	0		0%
Autre :		0	0%			0%	0		0%
Usages électriques									
Process 1	182	469,56	1%			0%	469,56	1 365	1%
Process 2	190	490,2	1%			0%	490,2	1 425	1%
Autre :	4800	12384	36%			0%	12384	36 000	23%
Total procédés	5172	13343,76	38%		0	0%	13343,76	38790	25%
TOTAL	13488	34799,04	100%		6982	100%	41781,04	153525	100%

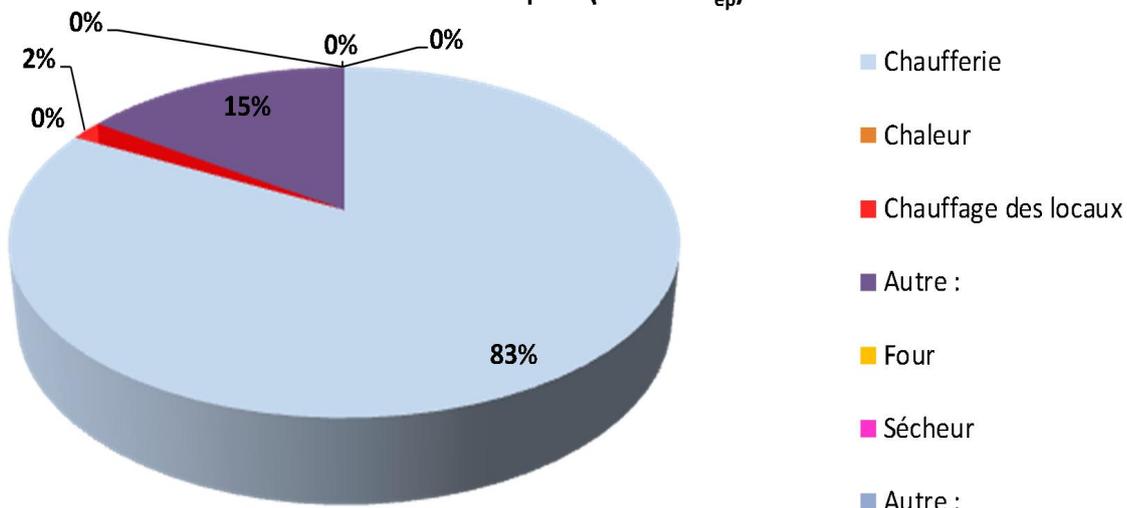
NB :Tous les Graphiques ci-après, sont mis à jour automatiquement sur Excel et dans le document une fois les tableaux précédents remplis avec les mentions nécessaires.

Toutefois dans le cas où vous avez fait une mise à jour manuelle veuillez à reprendre la mise en forme pour qu'il tienne dans le document Word.

Répartition de la consommation énergétique de référence par type d'énergie

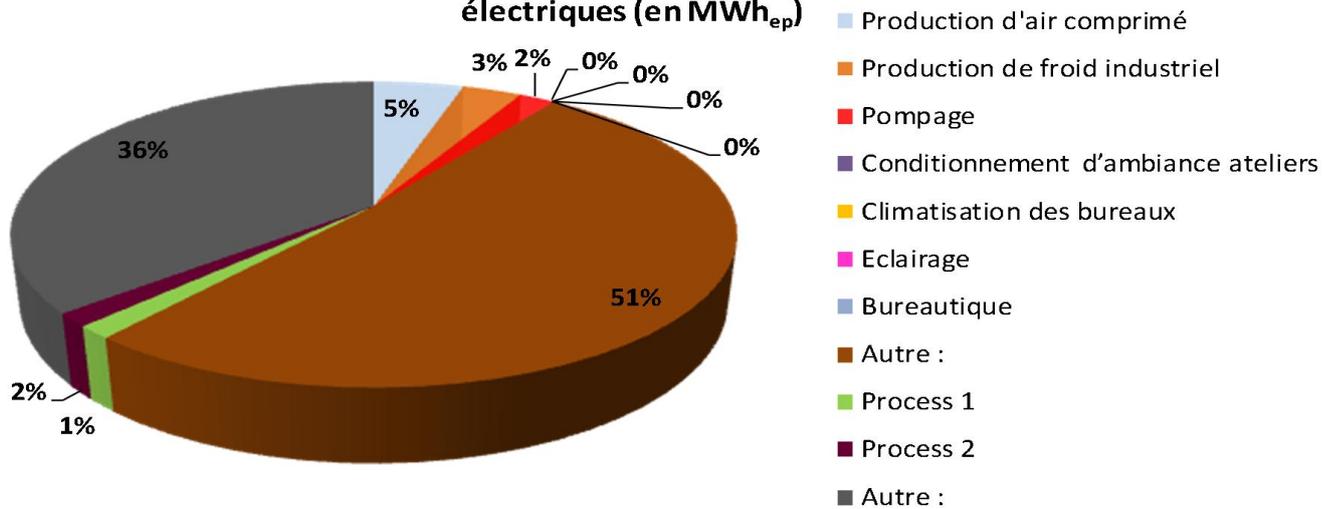


Répartition de la consommation énergétique de référence par usages thermiques (en MWh_{ep})



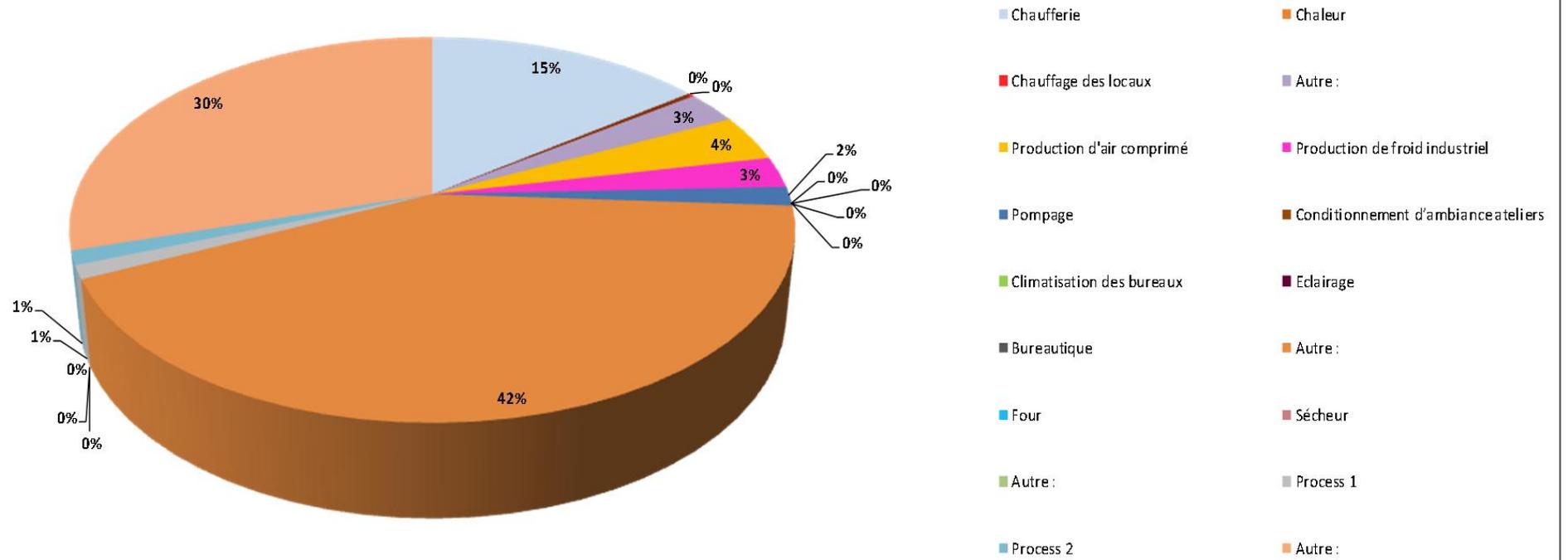
Total énergie pour les usages thermiques (MWh _{ep})	7456
---	------

Répartition de la consommation énergétique de référence par usages électriques (en MWh_{ep})



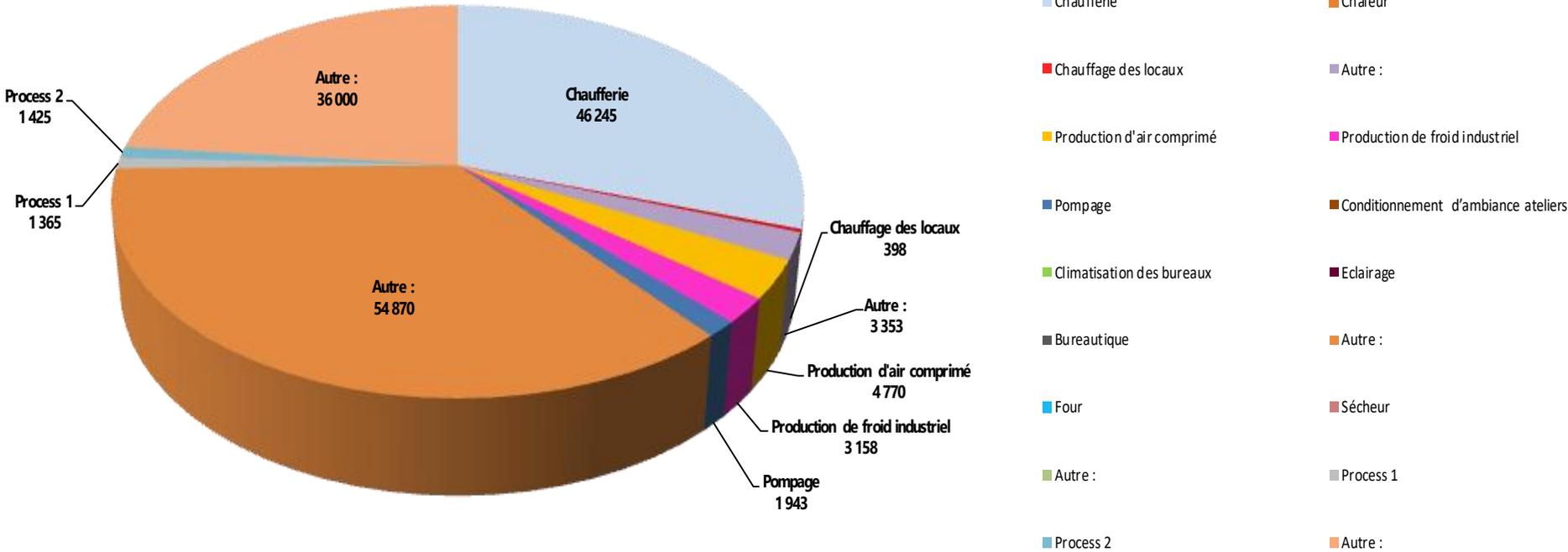
Total énergie pour les usages électriques (MWh _{ep})	34325,04
--	----------

Répartition des consommations énergétiques par usages (MWh_{ep})



Total énergie (MWh _{ep})	41781,04
------------------------------------	----------

Répartition du coût des consommations énergétiques par usages



Coût total (FCFA HT)	153 525
----------------------	---------

Analyse des données énergétiques du site industriel :

→ Si des gisements potentiels d'économies d'énergie ont déjà été identifiés à ce niveau de l'étude, ils doivent être retranscrits ici, ainsi que l'estimation des gains potentiels. Des mesures simples à mettre en œuvre peuvent également être suggérées. De même, une méthode de suivi des consommations d'énergie et des économies préconisées ainsi qu'un éventuel plan de comptage doivent être proposés.

→ L'auditeur énergétique fera des commentaires sur la cohérence et la qualité des données recueillies, et sur les difficultés rencontrées lors du recueil de données et du travail sur place.

4.2. Analyse de la consommation énergétique des usages

Il s'agira de faire l'analyse de chaque usage ou utilités. Les campagnes de mesures et l'analyse thermographique constituera un point de l'analyse.

→ Joindre le schéma ainsi qu'un descriptif des installations pour chaque équipement/usage audité. Les modifications majeures apportées à l'installation depuis l'origine de l'investissement doivent être décrites, ainsi que celles qui sont prévues.

→ Si un rapport de maintenance relatif à un équipement/usage est édité (par les techniciens du site ou par un prestataire extérieur), il doit être fourni en annexe.

→ Dans le cas où le site exploiterait beaucoup de modèles d'un même équipement (ex : moteurs), le prestataire fera un relevé par version/type de l'équipement.

→ Les tableaux de restitution des données proposés ensuite sont génériques : ils doivent être adaptés aux spécificités des installations et procédés industriels du site audité.

4.2.1. Utilités

4.2.1.1. Air comprimé

Production horaire moyenne d'air comprimé de la centrale (<i>joindre courbes de charge si dispo</i>) [Nm ³] :			
Compresseur N°	1	2	3
Marque Compresseur			
Année de mise en service			
Type de compresseur : – à piston lubrifié <input type="checkbox"/> non lubrifié <input type="checkbox"/> – à vis lubrifié <input type="checkbox"/> non lubrifié <input type="checkbox"/> – à palettes lubrifié <input type="checkbox"/> non lubrifié <input type="checkbox"/> – centrifuges			
Pression de service (bar eff)			
Puissance nominale absorbée (kW)			
Puissance utilisée (%)			
Débit moyen (Nm ³ /h)			
Type de séchage			
Type de régulation			
Horaire de marche			
Heures de marche (selon compteurs sur les machines)	hebdomadaires		
	annuelles		
Consommation énergétique annuelle (kWh)			
Fonctionnement (intermittent/continu)			
Le compresseur est-il muni d'un récupérateur de chaleur ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
IPé (si défini)			
Usages desservis :			
Taux de fuites estimé :			
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON	Nom du prestataire :
Périodicité de maintenance			
Coût de maintenance (kF CFA HT)			

Estimation du coût du Nm³
produit (F CFA HT/m³) –
maintenance et énergie

Analyse sur l'installation et son exploitation

Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain

4.2.1.2. Systèmes de production de vide

Installation N°	1	2	3
Puissance			
Pression			
Pompes			
Éjecteurs			
Autres, à préciser			
Fonctionnement : – type de régulation – nombre d’heures de marche : ➤ hebdomadaire ➤ annuel			
Consommation énergétique annuelle (kWh)			
IPé (si défini)			
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON Nom du prestataire :		
Périodicité de maintenance			
Coût de maintenance (kF CFA HT)			
Analyse sur l’installation et son exploitation <i>Faire l’analyse de l’installation et de son exploitation telle que l’auditeur l’a observé sur le terrain</i>			

4.2.1.3. Stations de pompage

		Refroidissement	Stockage Expédition	Autre
Année de mise en service				
Fluide				
Débit (m ³ /h)				
Température				
Pression	entrée			
	sortie			
Type d'entraînement				
Type de régulation				
Horaire de marche				
Heures de marche	hebdomadaires			
	annuelles			
Puissance nominale (kW)				
Puissance utilisée (%)				
Consommation énergétique annuelle (kWh)				
Fonctionnement (intermittent/continu)				
IPé (si défini)				
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI		<input type="checkbox"/> NON	
Périodicité de maintenance	Nom du prestataire :			
Coût de maintenance (kF CFA HT)				
Analyse sur l'installation et son exploitation				
<i>Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain</i>				

Estimation du coût
d'exploitation (maintenance
et énergie) de la production
frigorigique (F CFA HT/kWh)
de froid

Analyse sur l'installation et son exploitation

Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain

4.2.1.4.2. Réfrigérants atmosphériques et autres

Marque	
Type : – tour ouverte <input type="checkbox"/> – tour fermée <input type="checkbox"/> – aéroréfrigérant sec <input type="checkbox"/> – aéroréfrigérant adiabatique <input type="checkbox"/>	
Puissance thermique évacuée (kW)	
Débit d'eau (m ³ /h)	
Température d'eau de départ	
Température d'eau de retour	
Puissance électrique totale installée (ventilateurs et pompes) (KW)	
Y a-t-il un traitement de l'eau ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON Si oui lequel ? →
Filtration en dérivé :	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
Taux de concentration de salinité (mg/L)	
Débit d'appoint	
Type de régulation	
IPé (si défini)	
Usages desservis	
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON Nom du prestataire :
Périodicité de maintenance	
Coût de maintenance (kF CFA HT)	
Analyse sur l'installation et son exploitation	
<i>Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain</i>	

4.2.1.5. Chaufferie – Production de chaleur

Chaudière N°	1	2	3
Type de chaudière (+âge)			
Date de mise en service de la chaudière			
Marque			
Type de brûleur (+âge)			
Date de mise en service du brûleur			
Marque			
Régulation			
La chaudière est-elle équipée en économiseur ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
La chaudière est-elle équipée en condenseur ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
Débit de combustible : – gaz naturel (GN) [Nm ³ /h] <input type="checkbox"/> – fioul domestique (FOD) [t/h] <input type="checkbox"/> – fioul lourd (FOL) [t/h] <input type="checkbox"/> – bois [t/h] <input type="checkbox"/> – charbon [t/h] <input type="checkbox"/> – autres [préciser unité] <input type="checkbox"/>			
Fluide chauffé : – vapeur [t] <input type="checkbox"/> – vapeur surchauffée [t] <input type="checkbox"/> – eau chaude [m ³] <input type="checkbox"/> – eau surchauffée [m ³] <input type="checkbox"/> – fluide thermique [m ³] <input type="checkbox"/>			
Débit [m ³ /h ou t/h pour la vapeur] :			
Pression (bar eff)			
Température fluide entrée			
sortie			
Puissance thermique nominale (kW)			
Puissance thermique utilisée (%)			
Température des fumées (°C)			
Teneur (%) des fumées en : – O ₂ : – CO ₂ : – CO :			
Rendement chaudière (détailler le calcul en annexe en différenciant les données relevant de la mesure et celles qui relèvent du calcul)			

Heures de marche	hebdomadaires annuelles en secours			
Nature du traitement d'eau				
Quels sont les matériels de mesures ?				
IPé (si défini)				
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI		<input type="checkbox"/> NON	
Périodicité de maintenance	Nom du prestataire :			
Coût de maintenance (kF CFA HT)				
Estimation du coût d'exploitation annuel de la chaufferie (maintenance et énergie) (F CFA HT)				
Analyse sur l'installation et son exploitation				
<i>Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain</i>				

4.2.1.6. Réseaux de vapeur

Usages desservis :

	Température (°C)	Pression (bar)	Débit (t/h)
Choisissez un élément.			
Choisissez un élément.			

Variation de charge	
Les réseaux de distribution sont-ils calorifugés ?	
Peut-on les améliorer ?	
Fuites identifiées	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
Y a-t-il un retour de condensats ?	Quantité (%) : Qualité (pH) :
IPé (si défini)	
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON Nom du prestataire :
Périodicité de maintenance	
Coût de maintenance (kF CFA HT)	

Analyse sur l'installation et son exploitation

Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain

4.2.1.7. Réseaux de fluides caloporteurs

→ *Attention à différencier ce qui relève de la mesure et ce qui relève du calcul !*

Usages desservis :

	Température		Débit	Puissance thermique
	Entrée	Sortie		
Choisissez un élément.				
Choisissez un élément.				

État des calorifuges des réseaux de distribution :	
Améliorations :	
IPé (si défini)	
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON Nom du prestataire :
Périodicité de maintenance	
Coût de maintenance (kF CFA HT)	

Analyse sur l'installation et son exploitation

Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain

4.2.1.8. Électricité

4.2.1.8.1. Livraison d'énergie, transformation

	1	2	3
Tension délivrée, type de comptage			
Année de mise en service			
Nombre transformateurs HTA ou HTB / BT			
Type			
Marque			
Puissance apparente (kVA)			
Puissance active nominale (kW) ($\cos \phi = 0.9$)			
Puissance active utilisée (%)			
Puissance réactive consommée (kVAR)			
Type dispositif compensation d'énergie réactive (kVAR)			
Facteur de puissance mesuré ($\cos \phi$)			
Consommation annuelle à vide (kWh)			
Consommation annuelle à vide (kVARh)			
Consommation globale électrique (kWh) (hebdomadaire et/ou annuelle)			
Consommation globale électrique (kVARh) (hebdomadaire et/ou annuelle)			
Énergie récupérée sur refroidissement			
IPé (si défini)			
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON		
Périodicité de maintenance	Nom du prestataire :		
Coût de maintenance (kF CFA HT)			
Analyse sur l'installation et son exploitation			
<i>Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain</i>			

4.2.1.8.2. Centrale d'autoproduction électrique

	1	2	3
Tension délivrée, type de comptage			
Année de mise en service			
Préciser fonctions (remplacement, sécurité, temps zéro)			
Nombre de groupes électrogènes ou turbines			
Type moteur et alternateur ou génératrice			
Marque			
Nature du combustible (gaz, fioul, vapeur, autres)			
Consommation horaire (litres, m ³ , etc.)			
Puissance génératrice (kVA)			
Puissance active utile (kW) (cos ϕ = 0.9)			
Puissance active utilisée (%)			
Puissance réactive consommée (kVAR)			
Type dispositif compensation d'énergie réactive (kVAR)			
Facteur de puissance mesuré (cos ϕ)			
Consommation horaire à vide			
Consommation horaire en charge			
Énergie récupérée sur refroidissement			
Consommation globale annuelle avec pertes (kWh)			
Consommation globale récupération déduite			
IPé (si défini)			
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON		
Périodicité de maintenance	Nom du prestataire :		
Coût de maintenance (kF CFA HT)			

Analyse sur l'installation et son exploitation

Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain

4.2.1.8.3. Stations d'alimentation sans coupure (onduleur, groupes tournants, etc.)

	1	2	3
Année de mise en service			
Préciser configuration (unitaire, parallèle, redondance secours)			
Nombre d'unités par configuration(s)			
Type			
Marque			
Comptages			
Puissance nominale (kVA)			
Puissance active utile (kW) ($\cos \phi = 0.9$)			
Puissance active utilisée (%)			
Puissance réactive consommée (kVAR)			
Type dispositif compensation d'énergie réactive (kVAR)			
Facteur de puissance mesuré ($\cos \phi$)			
Consommation annuelle à vide			
Consommation annuelle en charge			
Énergie récupérée sur refroidissement			
Consommation globale annuelle avec pertes (kWh)			
Consommation globale récupération déduite			
IPé (si défini)			
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON		
	Nom du prestataire :		
Périodicité de maintenance			
Coût de maintenance (kF CFA HT)			
Analyse sur l'installation et son exploitation			
<i>Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain</i>			

4.2.1.8.4. Réseaux de distribution basse-tension

		1	2	3
Chute de tension en charge des feeders principaux (%)				
Évaluation des pertes annuelles (kWh)				
IPé (si défini)				
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON Nom du prestataire :			
Périodicité de maintenance				
Coût de maintenance (kF CFA HT)				
Analyse sur l'installation et son exploitation <i>Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain</i>				

4.2.1.9. Ventilation

Ventilateur N°	1	2	3
Usages desservis			
Débit (Nm ³ /h)			
Température (°C)			
Pression	entrée		
	sortie		
Puissance	nominale		
	utilisée (%)		
Fonctionnement : – type de régulation – nombre d’heures de marche : - hebdomadaire - annuel			
Consommation (kWh)			
Taux de renouvellement d’air (vol/h)			
IPé (si défini)			
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON Nom du prestataire :		
Périodicité de maintenance			
Coût de maintenance (kF CFA HT)			
Analyse sur l’installation et son exploitation <i>Faire l’analyse de l’installation et de son exploitation telle que l’auditeur l’a observé sur le terrain</i>			

4.2.1.10. Moteurs

Nombre de moteurs dans le périmètre du site:			
Moteur	Type 1	Type 2	Type 3
Type			
Puissance (kW)			
Consommation (kWh)			
Heures de fonctionnement annuelles			
Classe d'efficacité (selon accord européen)			
IPé (si défini)			
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI		<input type="checkbox"/> NON
Périodicité de maintenance	Nom du prestataire :		
Coût de maintenance (kF CFA HT)			
Analyse sur l'installation et son exploitation			
<i>Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain</i>			

Analyse détaillée des différents procédés de fourniture d'utilités exploités sur le site :

4.2.2. Procédés

4.2.2.1. Fours

Four N°	1	2	3
Année de mise en service			
Nature du produit traité			
Combustible utilisé :			
Température des fumées (°C)			
Température de l'air à l'entrée (°C)			
Température du combustible à l'entrée (°C)			
Température du produit (°C)			
	entrée		
	sortie		
Production (t/an)			
Nature de l'énergie consommée			
Combustible utilisé			
Consommation annuelle	électrique		
	thermique		
Puissance thermique	nominale		
	utilisée (%)		
Consommations spécifiques (kWh/unité traitée) :	électrique		
	thermique		
Teneur des fumées en :			
– O ₂ (%) :			
– CO ₂ (%) :			
– NO _x (ppm) :			
Politique NO _x (brûleurs bas NO _x , réduction dans les fumées, etc.)			
Fonctionnement (intermittent/continu)			
IPé (si défini)			
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON Nom du prestataire :		
Périodicité de maintenance			

Coût de maintenance (kF CFA HT)	
---------------------------------	--

Analyse sur l'installation et son exploitation

Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain

4.2.2.2. Sécheurs

Sécheur N°	1	2	3
Année de mise en service			
Nature du produit traité			
Débit du produit traité			
Pourcentage d'humidité	entrée		
	sortie		
Température	entrée		
	sortie		
Nature de l'énergie consommée			
Consommations (horaire)	électrique		
	thermique		
Capacité	nominale		
	utilisée (%)		
Ratios caractéristiques (kWh/kg d'eau extrait) :	électrique		
	thermique		
Fonctionnement (intermittent/continu)			
IPé (si défini)			
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON		
Périodicité de maintenance	Nom du prestataire :		
Coût de maintenance (kF CFA HT)			
Analyse sur l'installation et son exploitation			
<i>Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain</i>			

4.2.2.3. Compresseurs (procédés)

Compresseur N°		1	2	3
Année de mise en service				
Fluide comprimé (nature, propriétés)				
Débit (Nm ³ /h)				
Température	entrée			
	sortie			
Pression	entrée			
	sortie			
Type d'entraînement				
Consommation énergétique (horaire)				
Puissance	nominale			
	utilisée (%)			
Fonctionnement (intermittent/continu)				
IPé (si défini)				
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON Nom du prestataire :			
Périodicité de maintenance				
Coût de maintenance (kF CFA HT)				
Analyse sur l'installation et son exploitation <i>Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain</i>				

4.2.2.4. Pompes (procédés)

Pompe N°	1	2	3
Année de mise en service			
Fluide pompé			
Débit (m ³ /h)			
Température			
Pression	entrée		
	sortie		
Type d'entraînement			
Puissance	nominale		
	utilisée (%)		
Consommation énergétique (horaire)			
Fonctionnement (intermittent/continu)			
IPé (si défini)			
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON Nom du prestataire :		
Périodicité de maintenance			
Coût de maintenance (kF CFA HT)			
Analyse sur l'installation et son exploitation			
<i>Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain</i>			

4.2.2.5. Ventilation industrielle

Ventilateur N°	1	2	3
Usages desservis			
Débit (Nm ³ /h)			
Température (°C)			
Pression	entrée		
	sortie		
Puissance	nominale		
	utilisée (%)		
Fonctionnement : – type de régulation – nombre d’heures de marche : - hebdomadaire - annuel			
Consommation (kWh)			
Taux de renouvellement d’air (vol/h)			
IPé (si défini)			
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON Nom du prestataire :		
Périodicité de maintenance			
Coût de maintenance (kF CFA HT)			
Analyse sur l’installation et son exploitation <i>Faire l’analyse de l’installation et de son exploitation telle que l’auditeur l’a observé sur le terrain</i>			

4.2.2.6. Conditionnement d'air industriel

Ce tableau fait référence au conditionnement d'air à destination des procédés industriels uniquement ; pour les autres usages, voir paragraphe 6.3.1.

	Atelier procédé N°	Atelier procédé N°	Atelier ou bâtiment industriel
Identification du local			
Surface (m ²)			
Hauteur (m)			
Type de conditionnement	chauffé non chauffé climatisé		
Isolation – Nature			
Température de chauffage ou de climatisation : – en période d'occupation – en période de non-occupation			
Consommation (kWh) : – en période d'occupation – en période de non-occupation			
Taux de renouvellement d'air (vol/h)			
IPé (si défini)			
Coût annuel de ce poste (kF CFA HT)			
Consommation de référence en chauffage/climatisation (kWh)			
Établir un IPé du type $\frac{\text{Consommations}}{\text{DJx} * \text{volume}}$ (DJ ^x : Degrés-Jour base x °C, ou encore DJU si la température de référence est 18°C)			
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI		<input type="checkbox"/> NON
	Nom du prestataire :		
Périodicité de maintenance			
Coût de maintenance (kF CFA HT)			
Analyse sur l'installation et son exploitation			
<i>Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain</i>			

4.2.2.7. Moteurs (procédés)

Nombre de moteurs dans le périmètre du site:			
Moteur	Type 1	Type 2	Type 3
Type			
Puissance (kW)			
Consommation (kWh)			
Heures de fonctionnement annuelles			
Classe d'efficacité (selon accord européen)			
IPé (si défini)			
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI		<input type="checkbox"/> NON
Périodicité de maintenance	Nom du prestataire :		
Coût de maintenance (kF CFA HT)			
Analyse sur l'installation et son exploitation			
<i>Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain</i>			

4.2.2.8. Autres gros équipements consommateurs

(Par exemple réchauffeurs, réacteurs chimiques, évaporateurs, etc. ainsi que les unités de traitement des rejets aqueux, gazeux et solides) :

Type	
Marque	
Nombre	
Date de mise en service	
Puissance (kW)	
Consommation annuelle (kWh)	
Heures de fonctionnement annuelles	
IPé (si défini)	
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON Nom du prestataire :
Périodicité de maintenance	
Coût de maintenance (kF CFA HT)	
Analyse sur l'installation et son exploitation <i>Faire l'analyse de l'installation et de son exploitation telle que l'auditeur l'a observé sur le terrain</i>	

Analyse détaillée des différents procédés industriels exploités sur le site :

4.2.3. Conditionnement d'ambiance des locaux

4.2.3.1. Chauffage et/ou climatisation des bâtiments et ateliers

(Référence à un plan de masse du site)

	Bâtiment N°	Bâtiment N°	Bureaux
Identification du local			
Surface (m ²)			
Hauteur (m)			
Type de conditionnement	chauffé non chauffé climatisé		
Isolation – Nature			
Température de chauffage ou de climatisation : – en période d'occupation – en période de non-occupation			
Consommation (kWh) : – en période d'occupation – en période de non-occupation			
Taux de renouvellement d'air (vol/h)			
Coût annuel de ce poste (kF CFA HT)			
Consommation de référence en chauffage/climatisation (kWh)			
Etablir un IPé du type $\frac{\text{Consommations}}{\text{DJ}_x * \text{volume}}$ (DJ ^x : Degrés-Jour base x °C, ou encore DJU si la température de référence est 18°C)			
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI		<input type="checkbox"/> NON
	Nom du prestataire :		
Périodicité de maintenance			
Coût de maintenance (kF CFA HT)			
Analyse sur l'installation et son exploitation			
<i>Analyse détaillée des différents procédés industriels exploités sur le site :</i>			

4.2.3.2. Éclairage

	Ateliers procédés	Autres bâtiments industriels	Bureaux
Nature des lampes :	Choisissez un élément.	Choisissez un élément.	Choisissez un élément.
Heures de fonctionnement annuelles			
Puissance installée (nb de lampes * puissance unitaire)			
Éclairage souhaité (lux)			
Surface éclairée (m ²)			
Type de gestion de l'éclairage			
IPé (si défini)			
Consommation (kWh)			
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON		
Périodicité de maintenance	Nom du prestataire :		
Coût de maintenance (kF CFA HT)			
Analyse sur l'installation et son exploitation			
<i>Analyse détaillée des différents procédés industriels exploités sur le site :</i>			

4.2.3.3. Ventilation

	Ateliers procédés	Autres bâtiments industriels	Autre :
Usages desservis			
Débit (Nm ³ /h)			
Température (°C)			
Pression	entrée		
	sortie		
Puissance	nominale		
	utilisée (%)		
Consommation (kWh)			
Fonctionnement			
Type de régulation			
Nombre d'heures de marche	hebdomadaire		
	annuel		
Taux de renouvellement d'air (vol/h)			
Un contrat de maintenance avec un prestataire a-t-il été conclu sur cette installation ? Si oui, avec qui ?	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON Nom du prestataire :		
Périodicité de maintenance			
Coût de maintenance (kF CFA HT)			
Analyse sur l'installation et son exploitation <i>Analyse détaillée des différents procédés industriels exploités sur le site :</i>			

→ Pour étudier le réseau de transport et de distribution d'air sur le site, l'auditeur examinera l'équilibre du réseau (vérifier que les pertes de charge sont les mêmes dans toutes les branches), le dimensionnement des gaines, leur état de surface, d'encrassement et de corrosion, et les fuites sur l'ensemble du réseau audité.

Analyse détaillée des données relatives au conditionnement d'ambiance des locaux :

4.2.4. Bilan énergétique par zone

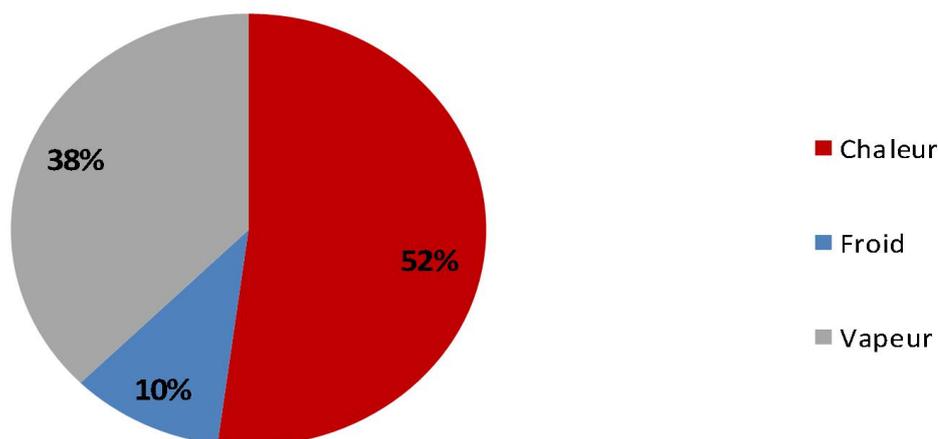
→ L'intérêt de ce paragraphe est de ventiler plus spécifiquement les consommations énergétiques selon les équipements exploités par zone incluse dans le périmètre de l'audit, afin d'être au plus près des besoins du client. Il est également possible de faire une répartition des coûts par zone, et de calculer le % représenté par chaque zone dans la consommation totale du site.

4.2.4.1. Zone 1

NB : Pour remplir ce tableau ci-après qui a une source Excel, double cliquer sur lui pour ouvrir sa source et remplir. Une fois le remplissage fini, n'oubliez pas de réajuster le tableau en termes de mise en forme pour qu'il tienne sur la feuille

Usage	Equipement	Consommation (Mwhef)	Caractéristiques de l'équipement	Analyse
Chaleur		50		
Froid		10		
Vapeur		36		
Total		96		

Répartition des consommations sur la zone 1



Analyse globale des consommations de la zone :

4.2.5. Bilan énergétique global

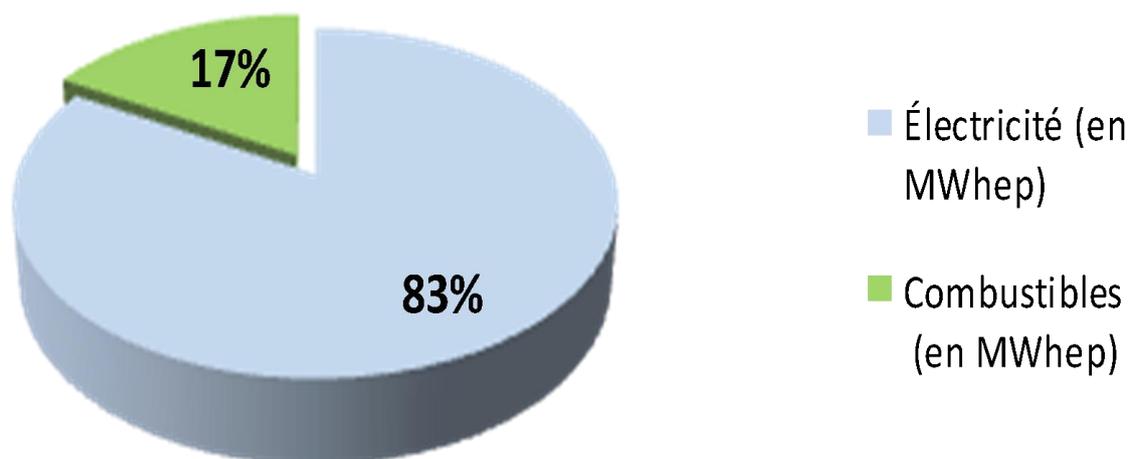
NB : Pour remplir ce tableau ci-après qui a une source Excel, double cliquer sur lui pour ouvrir sa source et remplir. Une fois le remplissage fini, n'oubliez pas de réajuster le tableau en termes de mise en forme pour qu'il tienne sur la feuille

Usages généraux	Électricité (en MWh _{ef})	Électricité (en MWh _{ep})	% de la conso électrique totale	Combustibles (unité)	Combustibles (en MWh _{ep})	% de la conso de combustibles totale	Total énergie (en MWh _{ep})	Coût (F CFA HT)	% du coût total
Usages thermiques									
Chaufferie		0	0%	6166 MWh _{ef}	6166	88%	6166	46 245	30%
Chaleur		0	0%			0%	0		0%
Chauffage des locaux	53	136,74	0%			0%	136,74	398	0%
Autre :	447	1153,26	3%			0%	1153,26	3 353	2%
Usages électriques									
Production d'air comprimé	636	1640,88	5%			0%	1640,88	4 770	3%
Production de froid industriel	421	1086,18	3%			0%	1086,18	3 158	2%
Pompage	259	668,22	2%			0%	668,22	1 943	1%
Conditionnement d'ambiance ateliers		0	0%			0%	0		0%
Climatisation des bureaux		0	0%			0%	0		0%
Eclairage		0	0%			0%	0		0%
Bureautique		0	0%			0%	0		0%
Autre :	6500	16770	48%	816 MWh _{ef}	816	12%	17586	54 870	36%
Total usages généraux	8316	21455,28	62%		6982	100%	28437,28	114735	75%
Procédés									
Usages thermiques									
Four		0	0%			0%	0		0%
Sécheur		0	0%			0%	0		0%
Autre :		0	0%			0%	0		0%
Usages électriques									
Process 1	182	469,56	1%			0%	469,56	1 365	1%
Process 2	190	490,2	1%			0%	490,2	1 425	1%
Autre :	4800	12384	36%			0%	12384	36 000	23%
Total procédés	5172	13343,76	38%		0	0%	13343,76	38790	25%
TOTAL	13488	34799,04	100%		6982	100%	41781,04	153525	100%

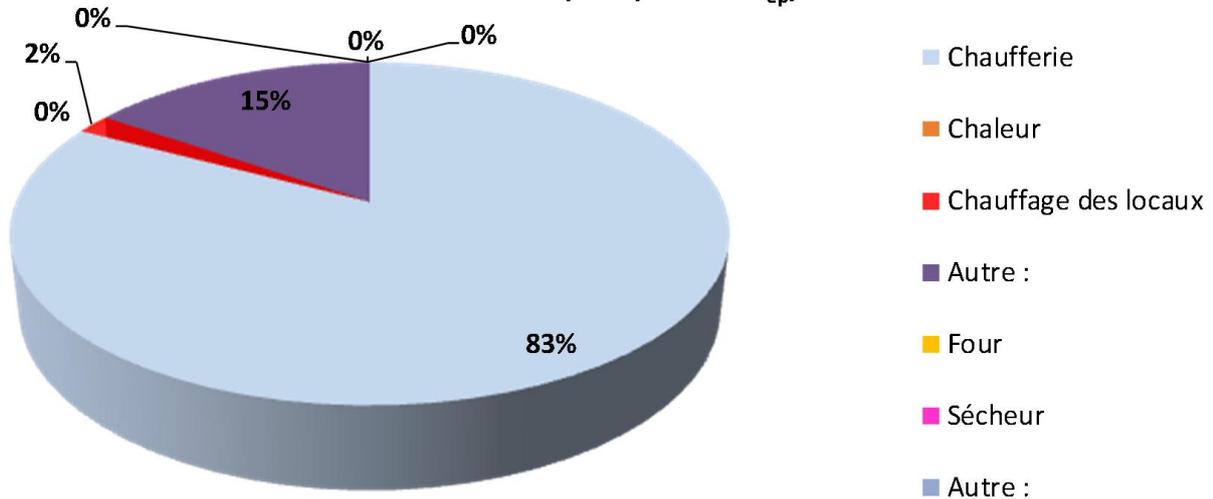
NB :Tous les Graphiques ci-après, sont mis à jour automatiquement sur Excel et dans le document une fois les tableaux précédents remplis avec les mentions nécessaires.

Toutefois dans le cas où vous avez fait une mise à jour manuelle veuillez à reprendre la mise en forme pour qu'il tienne dans le document Word.

Répartition de la consommation énergétique de référence par type d'énergie

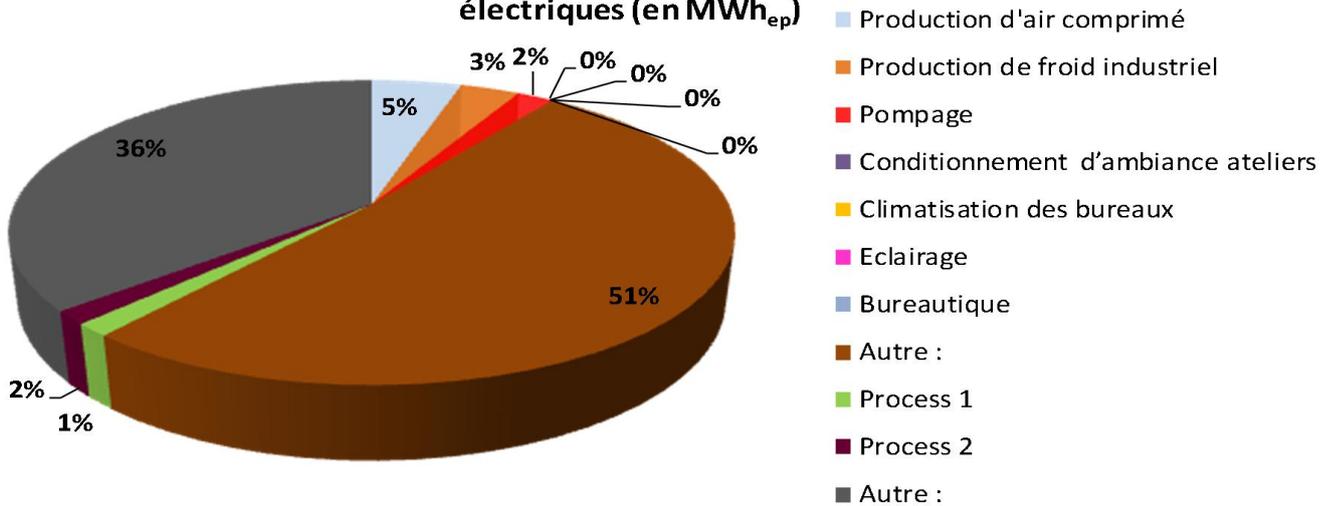


Répartition de la consommation énergétique de référence par usages thermiques (en MWh_{ep})



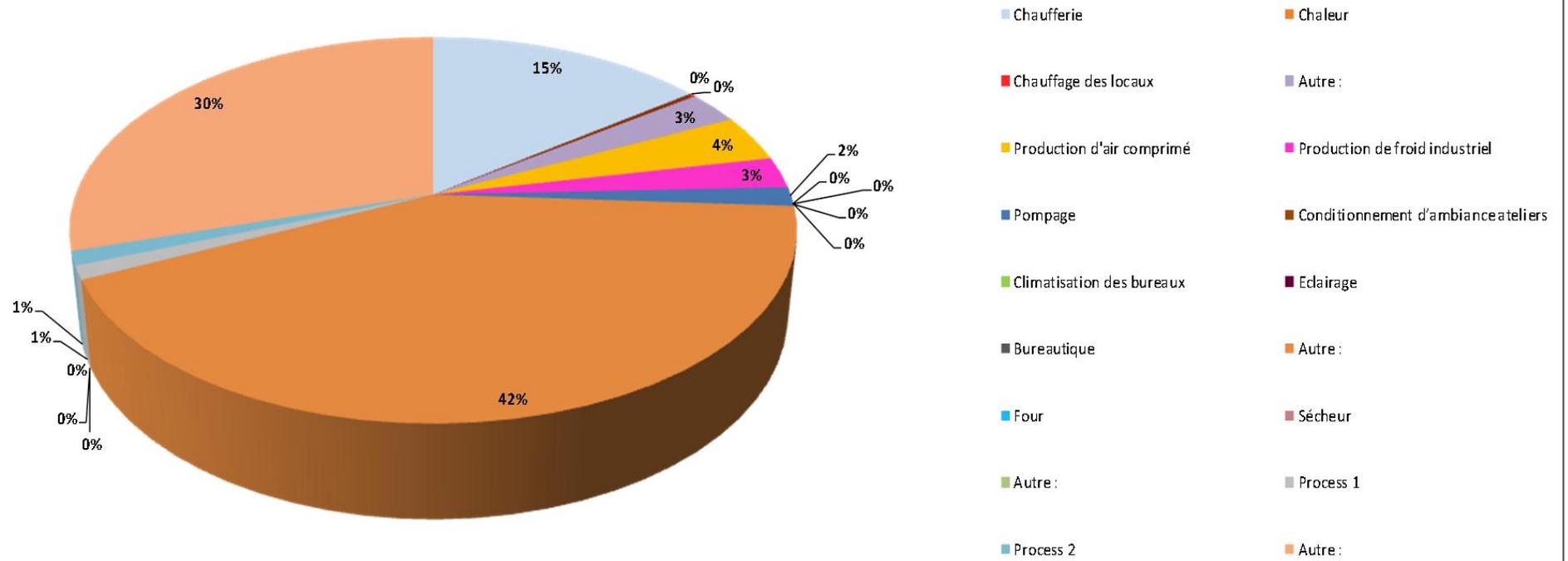
Total énergie pour les usages thermiques (MWh _{ep})	7456
---	------

Répartition de la consommation énergétique de référence par usages électriques (en MWh_{ep})



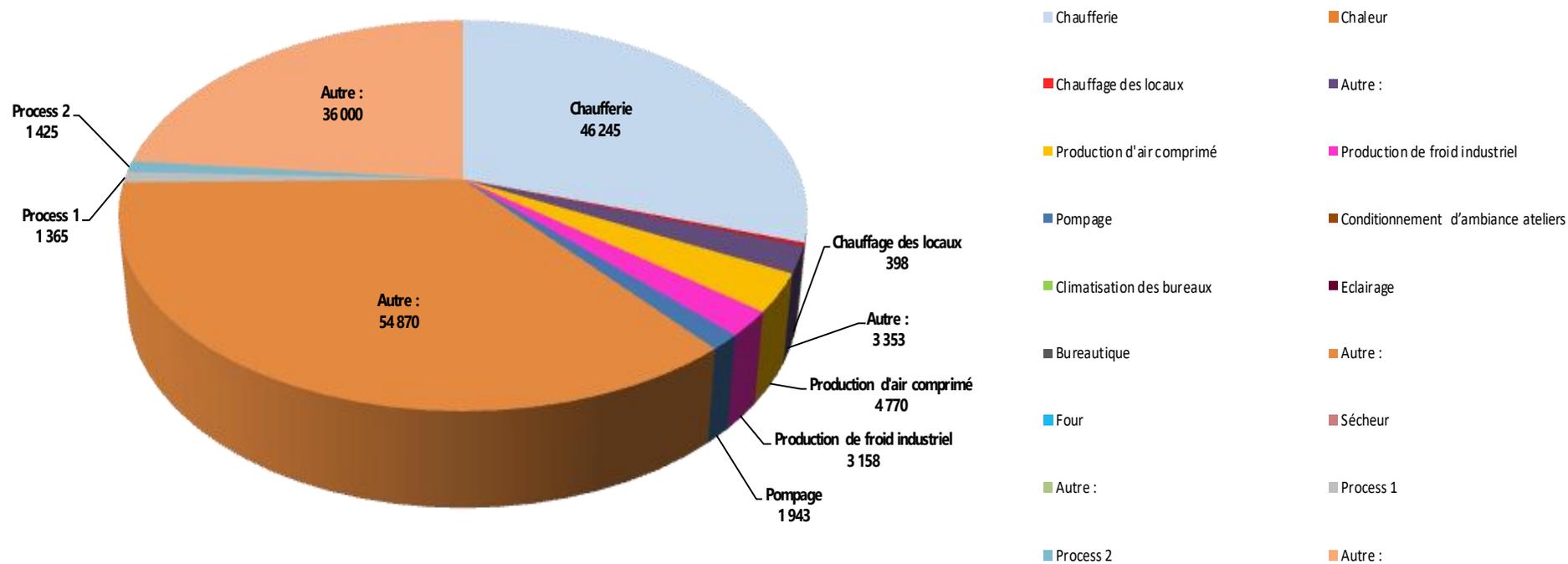
Total énergie pour les usages électriques (MWh _{ep})	34325,04
--	----------

Répartition des consommations énergétiques par usages (MWh_{ep})



Total énergie (MWh _{ep})	41781,04
------------------------------------	----------

Répartition du coût des consommations énergétiques par usages



Coût total (FCA HT)	153 525
---------------------	---------

→ *Analyse détaillée du bilan énergétique global du site :*

A la lumière des données récoltées et mesurées, l'auditeur doit être en mesure d'évaluer précisément la performance énergétique globale du site, et de la comparer avec la performance maximale des procédés/usages audités.

L'auditeur pourra aussi faire un point sur la maturité du client à propos de l'efficacité énergétique du site (s'il y a matière à étayer les observations faites dans le paragraphe 5.4.4), à partir de l'analyse des données récoltées et des discussions avec les parties concernées par l'audit.

5. Actions d'améliorations de la performance énergétique

- Proposer des actions et des recommandations
- Rappel de la hiérarchisation des actions
- Proposer un plan et un calendrier de mise en œuvre
- Présenter les interactions potentielles avec d'autres propositions d'actions
- Définir les méthodes de mesures et de vérification à utiliser pour évaluer après leur mise en œuvre les recommandations d'opportunités d'amélioration .

5.1. Préconisations d'amélioration de l'efficacité énergétique du site

Tableau de synthèse des préconisations

NB : Pour remplir ce tableau ci-après qui a une source Excel, double cliquer sur lui pour ouvrir sa source et remplir. Une fois le remplissage fini, n'oubliez pas de réajuster le tableau en termes de mise en forme pour qu'il tienne sur la feuille

N°	Intitulé	Catégorie de l'action proposée : (Comportementale, Technique, Organisationnelle)	Priorité	Gain énergétique			Réduction d'émissions de CO ₂ (kgCO ₂ e/an)	Gain financier (kF CFA HT) et relatif	Coût de mise en œuvre (kF CFA HT) et relatif	TRB (années) et relatif	Facilité de mise en œuvre : (facile, moyen, difficile)	Conformité aspect réglementaire/sé- curité	Correction dysfonction- nements
				Electrique (MWh)	Combustibles (unité)	Total (MWh _{ep})							
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		
		Catégorie									Catégorie		

→ Le relatif (« faible », « moyen », « important ») est le niveau d'importance de la valeur considérée, par rapport à des plafonds préétablis par l'auditeur et propres à chaque structure. La détermination de ces plafonds doit apparaître clairement dans le rapport.

→ Le gain énergétique est splitté en 3 pour plus de transparence, en raison des préconisations qui engendrent des gains en électricité et en combustibles.

N.B. : une surconsommation sera représentée par un gain négatif.

→ Le tableau des facteurs d'émission de CO₂ est donné en Annexe 5. Toutes les données sont fournies pour la France continentale mais peuvent être utilisées en Côte d'Ivoire en l'absence de suffisamment de données disponibles .

→ Il faut définir une **méthode de calcul** du Temps de Retour Brut sur investissement (TRB) :

Proposition :

$$TRB = \frac{C1+C2+C3}{(F1-F2)} \text{ (années)}$$

Avec :

- C1 = Coût de l'investissement
- C2 = Coût de la formation du personnel (si nécessaire)
- C3 = Frais supplémentaires (ex : prix étude de faisabilité si nécessaire, coût d'exploitation supplémentaire, régulation, etc.)
- F1 = Facture énergétique annuelle actuelle
- F2 = Facture énergétique annuelle après mise en place de l'action

N.B. : l'évolution des prix d'achat de l'énergie pourra être prise en compte dans le calcul de la nouvelle facture énergétique.

→ Il faut définir des indicateurs pour déterminer le **niveau de priorité** d'une action :

Proposition : On attribue à chaque critère un facteur de pondération selon le niveau d'importance qu'on lui accorde (c'est donc subjectif et propre à chaque entreprise), et on donne une note à chaque préconisation :

Indice de priorité = note * coefficient de pondération

→ Exemples de critères : coût d'investissement, gain généré, TRB, impacts sur la qualité/sécurité/productivité, formation du personnel nécessaire ou pas, nécessité de sous-traiter, délocalisation du site, changement de fournisseur, amélioration du confort pour les travailleurs, etc.

→ Il faut définir des **indicateurs de facilité** de mise en œuvre selon le type de contraintes liées à la mise en œuvre de la préconisation :

Proposition : Hiérarchisation des actions proposées en 3 niveaux :

- 1 – Facile : contraintes liées aux comportements humains (sensibilisation, formation, suivi, etc).
- 2 – Moyen : contraintes liées aux processus d'exploitation (entretien, maintenance, comptage, etc).

2 – Complexe : contraintes liées à des investissements significatifs dans des innovations technologiques.

→ Analyse critique des préconisations :

Reporter dans ce paragraphe les préconisations qui ont un intérêt réel pour le client s'il les inclut dans le plan d'actions, et spécifier pourquoi. De même, si certaines actions n'apportent pas de valeur ajoutée au site industriel, expliquer pourquoi.

5.2. Fiches descriptives des préconisations

→ Le Catalogue des fiches des actions est à compléter en dupliquant le tableau ci-après par action selon le nombre retenu, pour plus de clarté.

Catalogue des fiches des actions

Numéro de l'action	Nom de l'action	
<p>Description du système ou de l'équipement existant qui est impacté, de sa consommation d'énergie actuelle, sa performance énergétique et la raison pour laquelle l'amélioration est proposée</p>		
<p>Description des opportunités d'amélioration de l'efficacité énergétique proposées, de la consommation d'énergie et de la performance énergétique prévue</p>		
<p>Dépenses</p> <p>Coût et temps de mise en œuvre de la solution</p> <p>Estimation du manque à gagner durant le temps de mise en œuvre de la solution et coût de la formation du personnel (si nécessaire)</p>	<p>Gains</p> <p>Calcul du gain énergétique et financier (la méthode de calcul doit être explicite) ; mais aussi de la réduction de l'impact environnemental permise par la solution. L'auditeur fera transparaître le gain en électricité, en combustibles et le total en énergie primaire.</p>	<p>Calcul du Temps de Retour sur Investissement (la méthode de calcul doit être explicite)</p>
<p>Indicateur de facilité de mise en œuvre de la solution (la méthode de calcul doit être explicite)</p>		<p>Calcul de l'indicateur de priorité de la solution (la méthode de calcul doit être explicite)</p>
<p>Avantages que présente la solution (ex : Intégration des EnR)</p>		<p>Faiblesses liées à la solution : (ex : Fuites plus difficilement repérables)</p>
<p>Opportunités présentées par la solution (ex : Aides financières pour la mise en œuvre de la solution)</p>		<p>Menaces engendrées par la solution (ex : Effets croisés avec une autre des préconisations : il faut surveiller les impacts que l'une aura sur l'autre)</p>
<p>Préciser si des dispositions supplémentaires sont à envisager (ex : étude de faisabilité préalable nécessaire)</p>		

Listing des Indicateurs de Performance Énergétique pertinents à suivre (ainsi que de leurs valeurs seuils) et des équipements/compteurs nécessaires pour effectuer le suivi de la consommation énergétique

5.3. Proposition de programme de mise en œuvre

→ *L'auditeur énergétique peut faire des propositions de plans d'actions d'amélioration de l'efficacité énergétique à l'industriel, en fonction des préconisations qu'il a proposé, des attentes et besoins du client définis lors du contact préliminaire.*

Catalogue des plans d'actions d'amélioration de l'efficacité énergétique

→ *L'auditeur énergétique pourra se servir du modèle suivant pour présenter les plans d'actions envisagés (un tableau par plan d'actions). Le modèle inclut l'analyse économique associée (y compris les aides et subventions applicables pour la mise en œuvre de certaines préconisations).*

NB : *Pour remplir ce tableau ci-après qui a une source Excel, double cliquer sur lui pour ouvrir sa source et remplir. Une fois le remplissage fini, n'oubliez pas de réajuster le tableau en termes de mise en forme pour qu'il tienne sur la feuille*

Numéro de l'action	Investissement financier (kF CFA HT)	Electrique (MWh/an)	Combustibles (unité/an)	Total (MWh _{ep} /an)	Gain financier associé (kF CFA HT/an)	TRB (années)	TRI	VAN
1	0,0			0,5	3,8	0,0		
2	1,5			2	15,0	0,1		
3	30,0			5,8	43,5	0,7		
4	15,0			2,5	18,8	0,8		
5	2,3			1,2	9,0	0,3		
6	5,4			0,8	6,0	0,9		
8	20,0			2,5	18,8	1,1		
9	30,0			8	60,0	0,5		
10	0,0			0,6	4,5	0,0		
11	0,0			0,4	3,0	0,0		
12	5,0			1,3	9,8	0,5		
Total	109,2	0,0		25,6	192,0	1,1	0,0	0,0
Aides/subventions applicables				Montant (kF CFA HT)				
Total				0,0				
Analyse du plan d'actions retenu :								

→ En fonction du plan d'actions considéré, l'auditeur calculera le bénéfice financier induit par les améliorations de l'efficacité énergétique ramené sur la facture globale du site, pour calculer le résultat net de l'établissement après mise en œuvre des préconisations afin de proposer au client un argument tangible et chiffré en faveur de l'adoption du plan d'actions.

[Par exemple :

Le site X a un CA annuel de 10 MF CFA, pour un résultat net de 5MF CFA. Le poids de l'énergie dans les charges est de 50%, soit 2.5MF CFA. Le plan d'actions considéré permettrait d'économiser 40% de l'énergie consommée annuellement sur le site, soit 1MF CFA. La nouvelle facture énergétique se monterait donc à 1.5MF CFA, pour une facture globale de 4MF CFA : le résultat net de l'entreprise serait alors de 6MF CFA, ce qui représente une économie non-négligeable pour le client.]

→ L'auditeur énergétique pourra établir le classement des plans d'actions selon des critères choisis par le client (le plus rapidement rentabilisé, celui qui permet le plus gros gain financier, etc.).

NB : Pour remplir ce tableau ci-après qui a une source Excel, double cliquer sur lui pour ouvrir sa source et remplir. Une fois le remplissage fini, n'oubliez pas de réajuster le tableau en termes de mise en forme pour qu'il tienne sur la feuille

→ Si le client a choisi de mettre en œuvre l'un des plans d'actions proposés par l'auditeur, ce dernier élabore dans cette étape le programme de mise en œuvre qui sera mis en place pour conduire à la réalisation de ce plan d'actions. Il précisera en particulier dans quelle mesure le client sera accompagné par l'entreprise en charge de l'audit. Le calendrier de mise en œuvre du plan d'actions sera joint au rapport.

L'auditeur énergétique doit faire au client une proposition de programme de mise en œuvre sous forme de journées d'accompagnement dans la réalisation du plan d'actions retenu.

Ex : Le prestataire accompagnera le client dans la mise en place sur le site d'un système de management de l'énergie en vue d'une certification ISO 50 001 ou d'une demande de CEE.

5.4. Indicateurs à suivre

IPé = Indicateurs de Performance Énergétique

Définition d'après la norme NF EN ISO 50 001 : valeur quantitative de la performance énergétique, définie par l'organisme.

Les IPé doivent être déterminés (s'ils ne le sont pas déjà) pour chaque secteur d'usage significatif.

Un IPé principal sera défini pour suivre la consommation énergétique globale du site : il sera alimenté par les IPé secondaires attribués à chaque procédé. Des valeurs seuils hautes et basses doivent être fixées afin de pouvoir suivre les dépassements avec efficacité.

De manière générale, les IPé sont définis de la manière suivante :

$$IPé_{principal} = \frac{\text{facture énergétique (F CFA HT)}}{\text{tonne produite}}, \quad IPé_{usage} = \frac{\text{énergie utilisée}}{\text{unité de produit fabriqué/activité réalisée}}$$

Les IPé sont fonction des facteurs d'ajustement : il faut faire attention à les prendre en compte (ex : $\frac{\text{consommation énergétique}}{\text{facteur d'ajustement}}$).

Facteurs d'ajustement

Définition : paramètres externes qui font varier de façon significative la consommation d'énergie. Leur connaissance est nécessaire aussi bien pour comprendre l'évolution des consommations que pour estimer les consommations à venir.

Les cas de panne ne sont pas considérés comme des facteurs d'ajustement mais l'analyse des IPé et des facteurs d'ajustement associés permettra d'anticiper une panne en détectant des dysfonctionnements ou de réagir rapidement en cas d'anomalie.

<i>Usages</i>	<i>Facteurs d'ajustement possibles</i>
<i>Air conditionné</i>	<i>Température extérieure, voire taux d'humidité</i>
<i>Chauffage des locaux</i>	<i>Température extérieure</i>
<i>Séchage</i>	<i>Taux d'humidité du produit à sécher</i>
<i>Éclairage extérieur</i>	<i>Durée d'obscurité</i>
<i>Éclairage intérieur</i>	<i>Durée d'occupation des locaux, durée d'obscurité</i>
<i>Production de vapeur</i>	<i>Quantité produite</i>
<i>Four</i>	<i>Quantité produite</i>
<i>Pompage</i>	<i>Débit produit</i>

Ces facteurs sont également attendants aux conditions météorologiques (ex : température, hygrométrie, luminosité).

6. Analyse financière des actions d'améliorations

- *Les hypothèses utilisées pour le calcul des économies et le niveau de précisions des recommandations ;*
- *Des informations concernant les aides et subventions applicables ;*
- *L'analyse économique approprié.*

7. Conclusion

La conclusion fait la synthèse du déroulement de l'étude :

- Est-ce qu'elle a permis de répondre aux besoins du client ?*
- A-t-elle été conforme aux contraintes posées par les spécificités du site industriel ?*
- Va-t-elle déboucher sur un plan d'actions profitable pour le client et qui permettra d'accroître l'efficacité énergétique du site ?*

Annexe 1 : Méthodologies afférentes à l'audit

→ Norme NF EN 16 247-3

Selon les exigences de la norme NF EN 16 247-3, l'audit énergétique dans l'industrie se déroule selon 5 phases (non compris la rédaction du rapport et la réunion de clôture) :

➤ Phase 1 : Contact préliminaire

Le contact préliminaire permet à l'auditeur énergétique d'obtenir une première description du site et de ses installations. Il convient avec le client du champ d'application et du périmètre de l'audit, ainsi que de son degré d'approfondissement. Pour chaque procédé/usage énergétique audité, l'auditeur énergétique doit convenir avec le client des personnels concernés et de leur impact sur les consommations d'énergie, et proposer une liste préliminaire de données à recueillir.

Le mode de contact préliminaire (téléphone, réunion, séminaire en ligne, autres discussions à distance) devra être décrit dans le rapport.

➤ Phase 2 : Réunion de démarrage

L'objectif de la réunion de démarrage est d'informer l'ensemble des parties intéressées sur les objectifs, le domaine d'application, le périmètre et le degré d'approfondissement de l'audit énergétique, et de convenir des dispositions pratiques pour la réalisation de l'audit. La réunion de démarrage permet aussi à l'auditeur énergétique de se mettre d'accord avec l'organisme sur les modalités d'accès au site, les ressources et données à fournir, le programme des visites, la nécessité de réaliser certains mesurages et les procédures pour l'installation (le cas échéant) des matériels de mesure adéquats.

L'auditeur énergétique doit également convenir avec le client des indicateurs de performance énergétique qui seront utilisés dans le cadre de l'audit énergétique.

➤ Phase 3 : Recueil de données

Lors du recueil de données, l'auditeur énergétique doit :

- Vérifier les données et les informations fournies par l'organisme ;
- Obtenir les données manquantes ;
- Vérifier l'exactitude du dispositif de mesure.

L'auditeur énergétique doit effectuer une revue des informations rassemblées pour vérifier qu'elles sont cohérentes et adéquates et si elles sont suffisantes pour atteindre les objectifs convenus. Si certaines données demandées ne sont pas disponibles, l'auditeur énergétique doit définir la méthode à suivre pour obtenir les informations nécessaires (par exemple des mesurages, des estimations, une modélisation, etc.).

L'auditeur énergétique doit procéder à une analyse préalable des données rassemblées pour :

- Effectuer une analyse préliminaire du bilan énergétique du site sur la base des factures d'énergie et de la production ;
- Établir les facteurs d'ajustement pertinents ;
- Évaluer la répartition de la consommation d'énergie sur la base de relevés de sous-compteurs, de la puissance installée et de la durée de fonctionnement ;
- S'il existe suffisamment d'informations, établir une consommation de référence initiale ;
- Planifier la poursuite du recueil de données et les mesurages à effectuer sur place (cf. phase 4 : Travail sur place).

Il convient que l'auditeur énergétique mette en évidence des opportunités préliminaires d'amélioration de l'efficacité énergétique. Enfin, il doit convenir avec l'organisme de toute campagne de mesures sur :

- Les objectifs et les paramètres ;
- Le contenu ;
- Les conditions de mesurages requises.

➤ **Phase 4 : Travail sur place**

Si nécessaire, l'auditeur énergétique doit effectuer des mesurages supplémentaires afin de :

- Rassembler toutes les données manquantes nécessaires à l'analyse ;
- Consolider la consommation de référence ;
- Consolider la consommation d'énergie, le bilan énergétique et les facteurs d'ajustement ;
- Consolider les conditions actuelles de fonctionnement (points de réglage) des procédés de fabrication et des procédés de fourniture d'utilités et l'impact sur la consommation énergétique ;
- Rassembler des informations à partir des plaques signalétiques, des données sur les temps de fonctionnement, des entretiens avec les opérateurs, etc.

L'auditeur énergétique doit visiter le site et inspecter les procédés audités. La conduite de l'audit énergétique doit se faire selon les exigences de l'EN 16 247-1, 5.4.2.

En fonction du périmètre choisi, du degré d'approfondissement de l'audit, de la qualité et de la quantité des données disponibles, il est possible que les phases 3 et 4 se recoupent si des mesurages supplémentaires ne sont pas nécessaires pour l'analyse du bilan énergétique du site.

➤ Phase 5 : Analyse

Généralités :

L'auditeur énergétique doit :

- **Calculer la performance énergétique réelle du procédé ;**
- **Étudier la performance énergétique maximale du procédé et la comparer avec la performance énergétique réelle ;**
- **Comparer le dimensionnement réel du procédé et les besoins en énergie ;**
- **Évaluer la quantité optimale d'énergie et d'utilités pour le procédé.**

Bilan énergétique et répartition de la consommation énergétique :

L'auditeur énergétique établit :

- La répartition de la consommation d'énergie par source ;
- La répartition de la consommation d'énergie par procédés en nombres absolus et en unités d'énergie cohérentes ;
Si l'activité varie dans le temps, il est recommandé de déterminer la consommation d'énergie à différentes périodes par rapport aux procédés.
- Le bilan énergétique entre la consommation et les pertes énergétiques sur la base de méthodes appropriées ;

Si possible, l'auditeur énergétique doit déterminer la consommation d'énergie sans production ni activité.

Le bilan énergétique et la répartition de la consommation d'énergie doivent être représentatifs des entrées d'énergie et des usages énergétiques. De même, il doit être clairement indiqué si les flux d'énergie sont basés sur des mesures, des estimations ou des calculs.

Indicateurs de Performance énergétiques (IPé) :

L'auditeur énergétique et l'organisme doivent discuter et convenir des IPé pertinents. L'analyse doit être effectuée en utilisant les IPé convenus.

S'il existe un Système de Management de l'énergie (SMé), l'auditeur énergétique peut utiliser les IPé pertinents indiqués dans celui-ci.

Identifier et évaluer les opportunités d'amélioration de l'efficacité énergétique :

L'auditeur énergétique doit proposer des opportunités d'amélioration de l'efficacité énergétique. Il doit les identifier sur la base de :

- L'âge et l'état des équipements ainsi que leur exploitation et gestion ;
- La technologie des équipements utilisés comparés à celle des équipements les plus efficaces disponibles sur le marché ;
- La durée de vie prévue des procédés.

Il convient que l'auditeur énergétique propose de classer les opportunités d'amélioration de l'efficacité énergétique selon les critères suivants :

- Les actions comportementales ;
- Les actions techniques ;
- Les actions liées à l'organisation.

Pour chaque opportunité d'amélioration de l'efficacité énergétique proposée, l'auditeur énergétique doit calculer les économies d'énergie attendues (en calculant les consommations énergétiques avant et après mise en œuvre), en prenant en compte les facteurs d'ajustement appropriés.

→ Norme ISO 50002

Nous décrivons brièvement les aspects clés d'un audit énergétique et proposons une démarche complète et systématique pour identifier et préconiser les actions d'amélioration rentables de la performance et de l'efficacité énergétique.

i. Comment conduire la réunion d'ouverture ?

La réunion d'ouverture est une étape décisive pour la réussite d'un projet d'audit énergétique. Elle a pour but de permettre à l'équipe auditrice de valider et convenir avec le donneur d'ordre les objectifs, la portée, les limites, le coordinateur principal de l'entreprise et les méthodes de l'audit énergétique définies. Elle permet aussi aux auditeurs de connaître les dispositions prises pour cette mission d'audit (par exemple : inductions de sécurité du site, accès, sûreté, etc...).

a. Préparation de la réunion d'ouverture

La réunion d'ouverture doit être bien préparée à l'avance. L'organisme d'audit est tenu de réaliser une planification préalable, généralement basée sur son offre technique relative à l'audit, revue et adaptée aux besoins et contexte du donneur d'ordre.

Cette planification doit inclure au minimum les points suivants :

- Besoins et attentes pour atteindre les objectifs de l'audit exprimés par le donneur d'ordre.
- Niveau de détail requis pour l'audit énergétique (préliminaire, détaillé ou approfondi).

- Planning de réalisation : Le périmètre, les délais et périodes de chaque phase/tâche et sous tâche de la mission.
- Critères d'évaluation et de classement des opportunités d'amélioration de la performance.
 - Exemple de critères classiques d'évaluation :
 1. retour sur investissement
 2. économies d'énergie estimées
 3. coût du cycle de vie
 4. analyse des coûts différentiels des alternatives (moins énergivores)
 5. Risques et difficultés techniques
- Ressources du donneur d'ordre affectées à la mission : responsables, opérateurs, temps et autres moyens techniques.
- Données pertinentes à mettre à disposition avant le début de l'audit énergétique.
 - Exemple de données et informations à préparer :
 1. plan de masse
 2. schémas techniques
 3. historique de consommation d'énergie (électrique et thermique)
 4. factures énergétiques
 5. fiches techniques d'équipement énergivores
 6. plans unifilaires
 7. plan de circuit de vapeur
 8. plan circuit d'air comprimé
- Types de livrables attendus et format du rapport.
- Rapport initial ou livrables intermédiaires, s'ils doivent être présentés au donneur d'ordre pour remarques et/ou commentaires avant de remettre les versions finales.
- Le processus d'acceptation de tout changement dans la portée de l'audit énergétique.

Pour bien comprendre le contexte de l'organisme, l'auditeur est invité à analyser :

1. Les exigences réglementaires ou autres variables ayant une incidence sur l'audit énergétique ou affectant la portée ou d'autres aspects de la mission.
2. Les plans stratégiques susceptibles d'affecter la performance énergétique de l'organisation (exemple : changements de gamme des produits, plans d'extension, projets prévus...)
3. Les systèmes de management existant (l'environnement, la qualité, l'énergie ou autres)
4. Toute considération, même subjective, y compris les opinions existantes, les idées et les restrictions relatives aux mesures potentielles d'amélioration de la performance énergétique.

Tous ces éléments devront être discutés et validés pendant la réunion d'ouverture.

b. Rôles et responsabilités du donneur d'ordre

L'organisme d'audit demande au donneur d'ordre de :

- Affecter du personnel d'assistance à l'auditeur ou des personnes appropriées constituées en équipe à cet effet. Ces personnes doivent disposer des compétences et de l'autorité nécessaires pour demander ou effectuer des opérations directes sur des processus et des équipements, soutenir la portée et les objectifs de l'audit énergétique définis.
- Informer le personnel concerné et les autres parties intéressées du démarrage de l'audit énergétique, de leurs rôles, de leurs responsabilités, de leur coopération et des exigences éventuelles qui leur sont imposées.

- Assurer la coopération des parties concernées.
- Confirmer toute condition inhabituelle pouvant affecter l'audit énergétique ou les performances énergétiques, tels que les travaux de maintenance, les visites spéciales (clients, autorités réglementaires, etc.), les modifications importantes des volumes de production et autres.

Préférentiellement, la réunion d'ouverture doit s'organiser en direct et sur site. Mais elle peut aussi se faire sous forme d'appels téléphoniques, de téléconférences et d'autres méthodes électroniques

c. Ordre du jour et points à discuter lors de la réunion d'ouverture

L'organisme d'audit doit convenir avec le donneur d'ordre :

- Des modalités d'accès, conformément au domaine d'audit énergétique défini pour l'auditeur énergétique.
- Des exigences relatives aux règles et procédures en matière de santé, de sécurité, de sûreté et d'urgence.
- De la disponibilité des ressources, y compris les données énergétiques et la nécessité de mesures supplémentaires.
- De l'accord de non-divulgateion.
- Des exigences relatives à toute mesure spéciale, si nécessaire.
- Des procédures à suivre pour l'installation de l'équipement de mesure, si nécessaire.

L'organisme d'audit énergétique doit examiner les détails de la planification de l'audit énergétique avec le donneur d'ordre, y compris les calendriers, les processus, le besoin éventuel en équipement de mesure supplémentaire, les entretiens avec le personnel, les réunions, les visites sur site, etc.

ii. Quelles sont les informations qui doivent être collectées par l'auditeur ?

L'organisme d'audit doit collecter, rassembler et enregistrer les données énergétiques appropriées à l'appui des objectifs de l'audit.

Cela inclut les informations suivantes :

- Une liste des systèmes, processus et équipements consommateurs d'énergie.
- Les caractéristiques détaillées des usages d'énergie dans le périmètre d'audit énergétique défini, y compris les variables pertinentes et la manière dont le donneur d'ordre estime qu'elles influencent la performance énergétique.
- Données historiques et actuelles sur la performance énergétique, notamment :
 - La consommation d'énergie (électricité, fuel, gaz, , etc...),
 - Les variables qui influencent la consommation d'énergie (production, météo, TRS, ...),
 - Toutes mesures ou données en relation avec la consommation totale d'énergie ou des équipement énergivore.

Exemple 1 :

Mesures du facteur de puissance ; résultats d'un relevé thermographique ou d'air comprimé.

- L'historique opérationnel et les événements passés susceptibles d'avoir affecté la consommation d'énergie au cours de la période couverte par les données collectées.
- Surveillance des informations sur l'équipement, la configuration et l'analyse.

Exemple 2 :

Jauges locales, systèmes de contrôle répartis, types d'instrumentation.

- Les projets futurs pouvant affecter la consommation ou la performance énergétique.

Exemple 3 :

Expansions, contractions ou modifications prévues du volume de production.

Exemple 4 :

Modifications prévues ou remplacement d'équipements ou de systèmes ayant des implications énergétiques importantes.

Exemple 5 :

Enlèvement ou sous-traitance d'installations, d'équipements ou de systèmes.

- Documents de conception, d'exploitation et de maintenance

Exemple 6 :

Plans d'exécution ; fiche technique d'équipement ; plan de la parcelle ; données du système de contrôle ; fiche et contrats de la maintenance.

- Audits énergétiques ou études antérieures liées à la performance énergétique.
- Le(s) tarif(s) actuel(s) de la tarification énergétique ou un tarif de référence à utiliser pour l'analyse financière.
- Autres données économiques pertinentes.
- Des connaissances sur la manière dont le consommateur gère sa consommation d'énergie.
- Le système de distribution d'énergie et son management.

iii. **Qu'est-ce qu'on entend par un plan de mesure ?**

a. Principaux éléments d'un plan de mesure

Les principaux éléments à inclure dans le plan de mesure sont les suivants :

1. Une liste des points de mesure pertinents à effectuer et l'ensemble des processus et des équipements de mesure associés.
2. L'identification de tout point de mesure supplémentaire, de l'équipement de mesure approprié, de ses processus associés et de la faisabilité de l'installation.
3. La précision et la répétabilité requises pour les mesures et leur incertitude de mesure associée.
4. Durée et fréquence de mesure pour chaque mesure, c'est-à-dire points de données individuels ou surveillance continue.
5. Fréquence d'acquisition pour chaque mesure.

6. Une période de temps appropriée où les activités sont représentatives.
7. Les variables pertinentes fournies par le consommateur, par ex. paramètres de fonctionnement et données de production.
8. Les responsabilités liées à la réalisation des mesures, y compris le personnel travaillant pour ou de la part du donneur d'ordre.
9. (Si possible ou réalisable), calibration et traçabilité des équipements de mesure.

L'organisme d'audit confirme si l'analyse est basée sur des données mesurées avec exactitude et précise, comment les données ont été obtenues, c'est-à-dire lues à partir d'un compteur, estimées ou calculées d'une autre manière. L'analyse vérifie également que les ensembles de données sont comparables.

- b. Dans quels cas est-il possible de procéder par échantillonnage ?

Dans ce cas, des procédures d'échantillonnage peuvent être nécessaires lorsqu'il n'est ni pratique ni rentable d'examiner toutes les informations disponibles lors d'un audit énergétique.

L'échantillonnage est décrit dans ISO 19011 : 2011, clause B.3.

Les procédures et les méthodes doivent être sélectionnées en fonction de leur adéquation à la portée de l'audit énergétique.

iv. Comment gérer et conduire la visite du travail sur site ?

- a. Gestion du travail sur site

Le ou les auditeurs doivent :

1. Observer les usages d'énergie au sein de l'organisme audité et les comparer aux informations fournies durant la phase de la collecte des données.
2. Évaluer l'usage et la consommation d'énergie en fonction de la portée, des limites, des objectifs de l'audit et des méthodes convenues de l'audit énergétique.
3. Comprendre l'impact des routines d'exploitation et du comportement des utilisateurs sur les performances énergétiques.
4. Générer des idées préliminaires, des opportunités, des changements opérationnels ou des technologies susceptibles d'améliorer la performance énergétique.
5. Énumérer les domaines et les processus pour lesquels des données supplémentaires sont nécessaires pour une analyse ultérieure.
6. Veiller à ce que les mesures, les observations et les données antérieures soient représentatives des pratiques opérationnelles.
7. S'assurer que les données historiques fournies sont représentatives du fonctionnement normal.
8. Informer rapidement le consommateur de toute difficulté imprévue rencontrée lors de l'audit énergétique, de l'accès aux données à la documentation.

Les installations peuvent avoir deux modes de fonctionnement ou plus, par ex. « Jour », « nuit », « soirée » ou « week-end ». Il peut également y avoir des différences opérationnelles saisonnières, par exemple pour une installation de traitement et conditionnement des agrumes récoltés.

Aussi, il peut être utile de faire des observations et des mesures en dehors des heures normales de travail par exemple : pendant les périodes d'arrêt de la production ou lorsqu'aucune charge climatique n'est pas prévue.

Ces quantités mesurées représentent la consommation de base (consommation indépendante de la production ou l'occupation du bâtiment) et nécessitent une analyse détaillée afin d'être optimisées.

b. Préparatifs pour le bon déroulement de la visite sur site

L'organisme d'audit doit convenir avec le donneur d'ordre de :

1. Identifier une ou plusieurs personnes pour fournir un accès et faire fonction de guide et d'accompagnateur pour l'auditeur énergétique lors des visites de site, selon les besoins. Ces personnes doivent avoir les compétences et l'autorité nécessaires pour demander ou effectuer des opérations directes sur les processus et les équipements, le cas échéant.
2. Si cela a été convenu lors de la planification de l'audit énergétique, identifier une ou plusieurs personnes pour installer des enregistreurs de données et un équipement de surveillance de l'énergie lors des visites sur site. Ces personnes doivent avoir l'autorité nécessaire pour demander au personnel d'exploitation ou de maintenance autorisé d'effectuer des opérations directes sur les processus et l'équipement, si nécessaire.
3. Donner à l'auditeur énergétique accès aux documents pertinents (voir la collecte de données). Exemple : Dessins, manuels et autres documents techniques.
4. Permettre l'installation d'équipements de surveillance de l'énergie et d'enregistreurs de données comme convenu lors de la planification de l'audit énergétique.

Si le donneur d'ordre n'est pas en mesure de répondre à ces demandes, il est nécessaire de réviser la portée de l'audit énergétique

v. Comment effectuer l'analyse des données collectées ?

Au cours de cette phase, l'auditeur énergétique doit établir et évaluer la performance énergétique actuelle des usages de l'énergie dans le cadre de l'audit énergétique défini.

Afin de faciliter un audit énergétique efficace, le ou les auditeurs évaluent la validité et la disponibilité des données fournies et mettent en évidence tout problème susceptible d'empêcher la poursuite de l'audit. Si nécessaire, l'auditeur peut proposer une méthode différente pour collecter ou compléter les données.

L'auditeur doit :

1. Utiliser des méthodes de calcul transparentes et techniquement appropriées.
2. Documenter les méthodes utilisées et les hypothèses ou estimations faites.
3. S'assurer que les variables qui influent sur l'incertitude de mesure et leur contribution aux résultats ont été prises en compte.
4. Examiner tout programme ou contrainte convenu, réglementaire ou autre, susceptible d'avoir une incidence sur les possibilités d'amélioration de la performance énergétique.

a. Que doit inclure l'analyse de la performance énergétique actuelle ?

La performance énergétique actuelle constitue la base de l'évaluation des améliorations et doit inclure :

1. Une répartition de la consommation d'énergie par usage et par source.
2. Les usages d'énergie représentant une consommation d'énergie substantielle.
3. Si disponible et comparable, comparaison avec les valeurs de référence de procédés similaires.
4. Un modèle historique de la performance énergétique.
5. Les améliorations attendues en matière de performance énergétique.
6. Le cas échéant, relations entre la performance énergétique et les variables pertinentes.
7. Une évaluation des indicateurs de performance énergétique existants et, le cas échéant, des propositions concernant un ou plusieurs nouveaux indicateurs de performance énergétique.

Si le consommateur n'est pas en mesure de répondre à ces demandes, il est nécessaire de réviser la portée de l'audit énergétique.

Généralement, les indicateurs de performance énergétiques sont regroupés au sein d'un tableau de bord et servent au management de l'énergie et à la gestion énergétique de l'organisation.

Voici quelques exemples répandus dans le secteur industriel :

1. Wh/DJU (conditions météo).
2. kWh/tonne ou kWh/pièce (production).
3. Wh/DJU. m² (efficacité de climatisation).
4. kWh/m² (superficie).
5. kWh/Pers (taux d'occupation).
6. kWh/Nm³ (air comprimé).
7. autres valeurs statiques (volume, quantité traitée...)

b. Identification des opportunités d'amélioration

L'auditeur doit identifier les opportunités d'amélioration de la performance énergétique sur la base d'une analyse et des éléments suivants :

1. Ses propres compétences et expertises.
2. L'évaluation des options de conception et de configuration pour répondre aux besoins du système. C.à.d., la consommation minimale d'énergie pour qu'un système fournisse une sortie ou un service.
3. La durée de vie, l'état, le fonctionnement et le niveau de maintenance des objets audités.
4. Les technologies d'usage d'énergie existantes par rapport aux plus efficaces du marché.
5. Les meilleures pratiques, y compris les contrôles et comportements opérationnels.
6. La consommation d'énergie future et les changements de fonctionnement.
7. Les possibilités d'amélioration de la performance énergétique peuvent également être complétées par des suggestions pour des sources d'énergie alternatives, la commutation de combustible, la cogénération, les sources d'énergie renouvelables, etc.

L'auditeur doit évaluer l'impact de chaque opportunité sur la performance énergétique actuelle sur la base des éléments suivants :

1. Des économies d'énergie sur une période convenue ou sur la durée de vie prévue.

Exemple 1 : Économie d'énergie, amélioration de la consommation d'énergie spécifique, etc

2. Les économies financières attendues de chaque opportunité d'amélioration.
3. Les investissements nécessaires.
4. Les critères économiques identifiés dans la planification de l'audit énergétique.
5. Autres gains non énergétiques (tels que la productivité ou la maintenance).
6. Le classement des opportunités de performance énergétique.
7. Interactions potentielles entre différentes opportunités.

Le cas échéant, en fonction de la portée, du périmètre et des objectifs d'audit convenus de l'audit énergétique, l'auditeur énergétique doit compléter ces résultats par des exigences en matière de données supplémentaires et définir les analyses supplémentaires nécessaires.

vi. Rapport d'audit énergétique : quel contenu et quelle structure ?

Conformément au plan d'audit, l'auditeur doit convenir d'un calendrier de reporting. Lorsqu'il communique les résultats de l'audit énergétique, l'auditeur doit :

1. S'assurer que les exigences d'audit énergétique convenues avec le donneur d'ordre ont été respectées, y compris les méthodes et les formats de rapport convenus.
2. Identifier les mesures pertinentes effectuées lors de l'audit énergétique.
3. Incertitude de mesure et d'échantillonnage et effets sur les données rapportées.
4. Indiquer si la base de l'analyse est constituée par des calculs, des simulations ou des estimations.
5. Résumer les analyses détaillant les estimations, hypothèses et incertitudes.
6. Le cas échéant, indiquer les limites de précision des économies et des coûts.
7. Fournir une liste priorisée d'opportunités d'amélioration de la performance énergétique.
8. Suggérer des recommandations pour la mise en œuvre des opportunités.

L'identification des mesures pertinentes effectuées durant l'audit énergétique doit comprendre les détails suivants :

- Fréquence, cohérence, exactitude, répétabilité et représentativité des données ;
- Justification des mesures et leur contribution à l'analyse ;
- Difficultés rencontrées dans la collecte de données, la visite des sites et leur analyse

Annexe 2 : Méthodologies afférentes à l'audit

Annexe 2 : Tables de conversion des unités d'énergie

1 [...] équivaut à :	GJ	tep	MBtu	kWh	m ³ de gaz	Baril de pétrole
1 GJ	1	0,0238	0,948	278	23,89	0,1751
1 tep	41,855	1	39,68	11628	1000	7,33
1 MBtu	1,0551	0,0252	1	293,1	25,2	0,185
1 kWh	3,60E-03	8,60E-05	3,41E-03	1	0,086	6,30E-04
1 m ³ de gaz	0,041855	1,00E-03	0,03968	11,628	1	7,33E-03
1 baril de pétrole	5,7	0,1364	5,4	1580	136,4	1

Energie	unité physique	GJ (PCI)	tep (PCI)
Charbon			
Houille	1 t	26	26/42 = 0,619
Coke de houille	1 t	28	28/42 = 0,667
Agglomérés et briquettes de lignite	1 t	32	32/42 = 0,762
Lignite et produits de récupération	1 t	17	17/42 = 0,405
Pétrole brut et produits pétroliers			
Pétrole brut, gazole/FOD, produits à usages non énergétiques	1 t	42	1
GPL	1 t	46	46/42 = 1,095
Essence moteur et carburéacteur	1 t	44	44/42 = 1,048
FOL	1 t	40	40/42 = 0,952
Coke de pétrole	1 t	32	32/42 = 0,762
Electricité			
	1 MWh	3,6	3,6/42 = 0,086
Bois			
	1 stère	6,17	6,17/42 = 0,147
Gaz naturel et industriel			
	1 MWh PCS	3,24	3,24/42 = 0,077

Source : « Climat, Air et Energie : Chiffres-Clés », ADEME, 2013

Annexe 3 : Tableau récapitulatif des indices d'émission de CO₂ des combustibles²

Combustible	Indice d'émission (kgCO_{2e} /tep PCI)
BOIS-ENERGIE	
Bûche (20% d'humidité)	343
Granulés (8% d'humidité)	353
Plaquettes forestières (25% d'humidité)	284
Sciures et chutes de scierie (50% d'humidité)	34
Broyats cagettes/palettes (20% d'humidité)	83
CHARBONS	
Agglomérés de houille	4400
Anthracite	4520
Briquelette de lignite	4540
Charbon à coke – PCS > 23865 kJ/kg	4400
Charbon à vapeur – PCS > 23865 kJ/kg	4400
Charbon sous-bitumineux – 17435 kJ/kg < PCS < 23865 kJ/kg	4440
Houille	4410
Lignite – PCS < 17435 kJ/kg	4620
Tourbe	5010
COMBUSTIBLES LIQUIDES	
fioul domestique (FOD)	3700
fioul lourd – commercial (FOL)	3830
combustible haute viscosité (CHV)	3910
COMBUSTIBLES GAZEUX	
Gaz naturel	2750
Gaz d'aciérie	7660
Gaz de cokerie	1988
Gaz de haut fourneau	11217
Butane	3170
Propane	3170

Source : Base Carbone ADEME : <http://bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil>

² Pour l'électricité, on prendra par défaut la valeur de 0.078 kgCO_{2e}/kWh qui fait référence à l'émission générée par la production d'un kWh d'électricité avec un mix énergétique moyen. (Source : base carbone ADEME)