



CHANGER L'ENERGIE ENSEMBLE



LISI AERONAUTIQUE MARMANDE

Audit Énergétique Selon NF EN 16 247



Direction Commerciale Régionale Est
Les jardins de Valmy – 40 Avenue Françoise Giroud
Boîte Poste 87055
21000 Dijon

Référence : 1-DO409F

Date :

Version : 1

Informations qualité sur le document.....	1
Introduction	2
Généralités.....	3
Description de l'audit énergétique d'un bâtiment.....	3
Étapes de l'audit.....	4
Méthode de travail.....	5
Recueil des données.....	5
PERIMETRE DE L'AUDIT	6
Site(s) concerné(s) par l'audit.....	6
Données de base.....	8
Informations sur le site.....	8
Consommation du site	10
Usages audités	12
Indices de performance énergétique	12
Consommations du site.....	13
Consommation électrique.....	13
Consommation de gaz naturel :	19
ETAT DES LIEUX GLOBAL.....	22
Préconisation n°1 : Air comprimé.....	23
Etat des lieux.....	23
Solution n°1 : Réparation des fuites	25
Solution n°2 : Optimiser le dispositif de bullage	26
Solution n°3 : Installation d'un compresseur VEV et d'une gestion	27
Préconisation n°2 : Récupération de chaleur sur les compresseurs	28
Etat des lieux.....	28
Solution n°1 : Préchauffage des locaux voisins	29
Solution n°2 : injection des calories dans le process.....	30
Préconisation n°3 : chauffage des locaux administratifs	31
Etat des lieux.....	31
Bâtiment bureaux : modernisation de la chaufferie	32
Préconisation n°4 – Eclairage atelier F	33
Etat des lieux.....	33

Atelier F- Préconisation LED	35
Préconisation n°5 – Eclairage atelier L	39
Etat des lieux.....	39
Atelier L - Solution tube LED.....	41
Préconisation n°6 – Les transformateurs de distribution	44
Synthèse des mesures d’amélioration de l’efficacité énergétique	45
Analyse économique et conclusion	48
Fiche de synthèse de l’audit énergétique	49
Audit49	
Site concerné par l’audit	49
Annexe 1 :	54
Principes de l’éclairage	54
Aspects technique de l’éclairage.....	56
Annexe 2 :Les fluides frigorigènes	60
Extrait du Journal Officiel	60

Informations qualité sur le document

Limite du document

Ce document ne se substitue pas à une étude par un ingénieur conseil qui, de manière exhaustive, considérera l'ensemble des paramètres du site (caractéristiques précises du bâtiment, des matériels, contrainte de mise en œuvre, d'exploitation.)

Ces éléments vous sont donnés à titre indicatif. Le dimensionnement des équipements nécessaires et l'étude de prix doivent être réalisés par un ingénieur conseil. La responsabilité d'EDF ne saurait être engagée par le présent dossier.

Par ailleurs, l'évaluation des investissements nécessaires est fonction :

- Du calcul précis des besoins,
- De l'entreprise,
- Des choix définitifs du matériel.

Ce document ne peut en aucun cas être utilisé pour la réalisation des travaux et n'est donc pas assimilable à une étude d'exécution. Il ne revêt aucun caractère contractuel.

		Page 1
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Introduction

Interlocuteurs

Nom	Fonction	Téléphone	Email
Client			
Mme Sylvie LAMARE	Animatrice HSE / Environnement	05 53 20 52 94	sylvie.lamarre@lisi-aerospace.com
M.			@lisi-aerospace.com
EDF			
Roselyne STEFFAN	Responsable commercial	03 45 81 02 53	Roselyne.steffan@edf.fr
Nicolas JEANDOT	Expert technico-commercial	06 98 88 81 87	nicolas.jeandot@edf.fr

Date de la visite sur site 27/01/2015 au 29/01/2015

Création document

Date de référence

15/05/2015

Auteur

Nicolas JEANDOT

Signature



Date de référence

15/05/2015

Auteur

Jean-Yves DEGOUZEL

Signature

Contrôle final

Date

18/05/2015

Nom

Christophe THEULIN

Signature



Destinataire

Nom

Mme Sylvie LAMARRE

Service

HSE / Environnement

Coordonnées

05 53 20 52 94

		Page 2
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Généralités

Description de l'audit énergétique d'un bâtiment

- Préambule** Ce rapport **d'audit énergétique** – Bâtiment reprend les exigences suivantes :
- Arrêté du 24/11/2014 et son annexe III sur les éléments de synthèse d'un rapport d'audit énergétique.
 - Chapitre 5.6.2 de la norme NF EN 16247-1,
 - Chapitre 5.6.2 et annexe J de la norme NF EN 16247-2.
 - Chapitre 5.6.2 de la norme NF EN 16247-3

Numéro de certificat de l'auditeur EDF Entreprises a capacité de réaliser un audit énergétique, conformément à la norme NF EN 16247, sous le certificat.

	Numéro du certificat du prestataire
	N° 15008899
Début de validité	20 février 2015
Fin de validité	19 février 2018

Contexte réglementaire Selon la norme **NF EN 16247**, L'audit énergétique permet de répondre au contexte réglementaire français mis en place dans le cadre de la transposition de la directive 2012/27/UE du 25 octobre 2012 relative à l'efficacité énergétique.

Celle-ci prévoit la réalisation, **tous les 4 ans**, d'un audit énergétique des activités des grandes entreprises. Pour réaliser cet audit énergétique, l'entreprise peut faire appel à un prestataire qualifié.

Les principes de cet audit sont rappelés ci-dessous :



		Page 3
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Étapes de l'audit

Étapes L'audit énergétique doit répondre à différentes étapes :

Étapes	Description
Contact pré-liminaire	<ul style="list-style-type: none">• Cadrer le projet:<ul style="list-style-type: none">– domaine d'application et périmètre, délais,– préoccupations énergétiques majeures,– demande des premières données énergétiques (des consommations, des installations,– contraintes réglementaires
Réunion de démarrage	<ul style="list-style-type: none">• Présenter l'outil de « Analyse de l'audit énergétique » à compléter,• expliquer les données techniques nécessaires,• affecter les responsabilités et la production des livrables,• établir le rétro planning, le tout en collaboration avec le Client.
Recueil des données	<ul style="list-style-type: none">• Le Client avec l'orientation de l'expert EDF (auditeur) collecte les données nécessaires (usages, équipements, comptages, plan de maintenance, fiches techniques des installations...)
Travail sur place	<ul style="list-style-type: none">• Validation de données techniques collectées (question de fiabilité et représentativité)• Appréciation du comportement des utilisateurs• Visite(s) technique(s) des installations, contrôles visuels et observations
Analyse	<ul style="list-style-type: none">• Analyses, calculs et rédaction du livrable :<ul style="list-style-type: none">– appuyé sur les éléments transmis et sur les données récupérées lors de la(es) visite(s), l'expert analyse les consommations du(es) Site(s), étudie et qualifie les solutions d'amélioration et rédige les supports adaptés.
Rapport	<ul style="list-style-type: none">• Écriture du rapport, relecture croisée, préparation des livrables et de la présentation pour le client.
Réunion de clôture	<ul style="list-style-type: none">• Restitution de deux livrables et présentation de l'étude : en présence des parties prenantes, l'expert présente les résultats et propose le plan d'action à mettre en œuvre.• Validation des livrables par le Client

Méthode de travail

Recueil des données

Relevés Dans le cadre de l'audit énergétique, nous avons collecté et rassemblé les données relatives à l'énergie de vos sites par le biais de différents vecteurs :

- Relève des différents compteurs et sous compteurs présents sur le site.
- Courbes de charges du site
- Analyse des factures d'énergie entrant en compte dans la production du site
- Relève des données climatiques sur les périodes concernées par l'audit
- Relevés ponctuels via l'utilisation de matériels de mesures et d'enregistrements.

Matériel Dans le cas de réalisation de mesures, nous disposons du matériel suivant :

Type	Matériels	Logiciels
Electricité (qualité de fourniture, moteur)	KIMO (100 A et 600 A) ; Universal technique (100A M3U ; 250-500-1000 A) ; Badtronic (10-25-50 A M2VB) Analyseur de puissance (Chauvin Arnoux, LEM, PQ Box) MotorBox (EDF)	Expert Tech (logiciel propriétaire EDF) PowerFactory Viveco + (logiciel propriétaire EDF)
Thermique	Thermomètre IR (Fluke; KIMO) Thermomètre plongeant (KIMO) Boîtier thermo hygromètre (KIMO) Boîtier anemo-thermo-hygro (KIMO) Sonde hygrométrie (KIMO) Sonde de température (KIMO) Anémomètre (KIMO) Luxmètre (Chauvin Arnoux ; Multimétrie) Multimètre (Fluke) Pincés multi métriques (Prova ; Fluke) Odomètre (Lufkin) Analyseur de combustion (ECOM) Analyseur de débit Ultra son (Ultraflux) Caméra thermique (FLIR) Caméra IR (FLUKE) Appareil photo numérique Enregistreurs KIMO KT (KT 50 EN ; KT 210 AO ; KT 250 IN ; KT 250 IO) ; KIMO KH (KH 100 AN ; KH 210 AO)	Logiciels Chauvin Arnoux, Logiciel Kistock; Logiciel Smartview (Fluke) Logiciel Pleiade Dialux Froid+, Papter, Arlequin, Stratus, ventilation, eau chaude sanitaire, anagram, Ophum (logiciels propriétaires EDF)

PERIMETRE DE L'AUDIT

Site(s) concerné(s) par l'audit

Informations générales Le tableau ci-dessous fournit les informations générales relatives à l'entreprise auditée, dont la surface des bâtiments faisant l'objet, le cas échéant, de l'audit.

	Désignation	Données
<i>Société</i>	Raison sociale	CREUZET AERONAUTIQUE
	SIREN	727050080
	Chiffre d'affaires (2013)	95 858 000 €
	Nombre de salariés	Supérieur à 1000
	NAF	3030Z
	Activité	Construction aéronautique et spatiale
<i>SITE 1</i>	SIRET	72705008000017
	Adresse	94 rue Robert Creuzet 47200 Marmande
	Surface du(es) bâtiment(s)	30 745 m ² (dont 30 115 m ² chauffés)
<i>SITE 2</i>	SIRET	72705008000017
	Adresse	Rue Jean Mermoz
	Surface du(es) bâtiment(s)	5 801 m ²

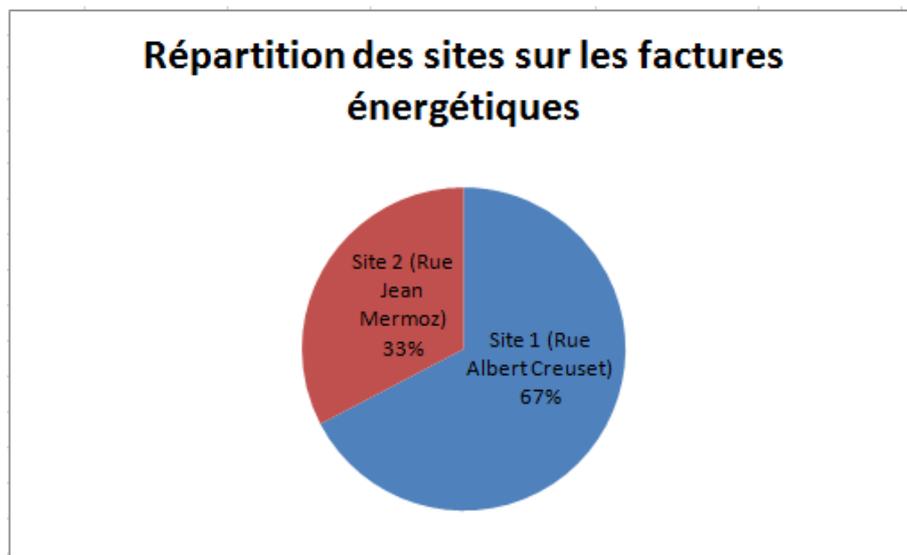
Sélection

La directive 2012/27/UE impose la réalisation d'audits énergétiques couvrant **80% de la facture énergétique globale** de l'entreprise avant le 05 décembre 2015. Cependant, ce taux peut être ramené à 65% pour les audits réalisés pour cette année 2015.

Désignation	Consommations d'octobre 2013 à septembre 2014							
	Electricité		Gaz naturel		Fioul		Gasoil	
	kWh	€HT	kWh	€HT	kWh	€HT	litres	€HT
Site 1 (Rue R. Creuzet)	12 675 521	996 447	3 417 595	182 188	33 428	24 681	3 800	4 800
Site 2 (Rue J. Mermoz)	6 127 059	540 737	837 940	46 448	0	0	0	0

Répartition

	Total Energies	En pourcentage
Site 1 (Rue R Creuzet)	1 208 116 €HTVA	67%
Site 2 (Rue J. Mermoz)	587 185 €HTVA	33%

Graphique

Conclusion En accord avec la société LISI, nous établirons l'audit sur au moins **80% du global des factures énergétiques**.

Les 2 sites de Marmande feront l'objet de l'audit énergétique.

Dans la suite du document nous réaliserons **l'audit du site n°1, basé 93 rue Robert Creuzet**. L'audit du site n°2 sera effectué dans un dossier distinct.

Données de base

Informations sur le site

Localisation

Le site est basé 93 rue Robert Creuzet à Marmande (47).



Activité et surfaces auditées

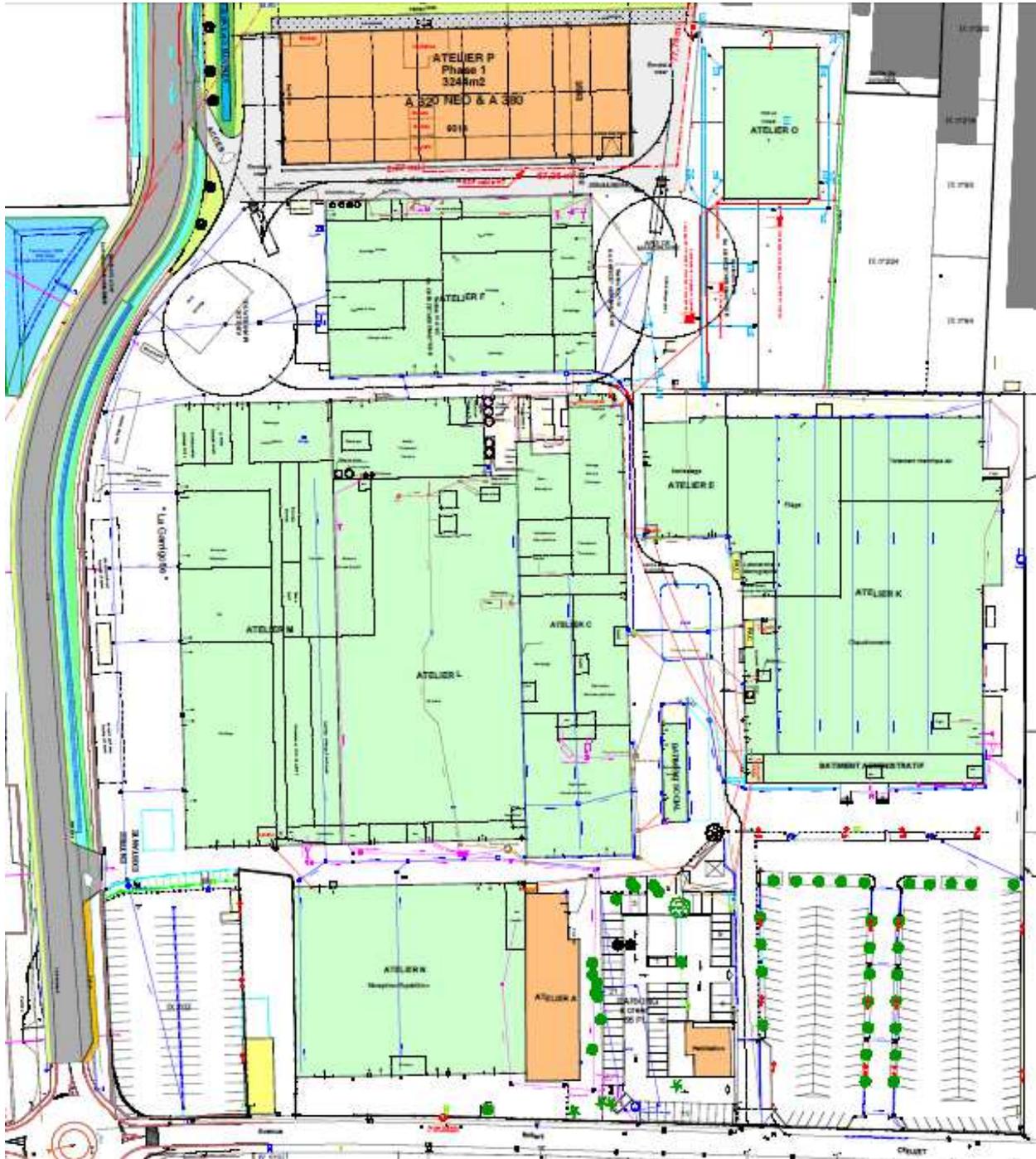
Activité de l'organisme Construction aéronautique et spatiale.

Surface auditée Le tableau ci-dessous récapitule les surfaces auditées, fournies par le client.

Désignation	Surface (m ²)
Zone administrative	450
Bâtiment K (y compris annexes)	5 915
Atelier A	630
Atelier E	1 354
Atelier C	3 451
Atelier L	4 802
Atelier G	1 008
Atelier F	3 252
Atelier M	4 954
Bâtiment N	3 000
Bâtiment O	1 025
Bâtiment social	185
Brouillon, Conciergerie	719
Total	30 745

Plan du site

Plan de situation du site Usine Lisi Creuzet Aéronautique



Consommation du site

Consommation et type d'énergies utilisées

Dans le tableau ci-dessous, figurent, pour chaque énergie utilisée, la consommation et coût d'exploitation annuels correspondant :

Type d'énergie utilisée	Consommation en kWh	Facture en €HTVA
Electricité	12 675 521	996 447
Gaz naturel	3 417 595	182 188
Fioul (chauffage)	33 428	24 681
Gasoil (véhicules)	38 000	4 800
TOTAUX	16 164 544	1 208 116

Répartition des coûts par énergies

Ci-dessous la répartition des coûts selon les différentes énergies dans l'organisme audité :

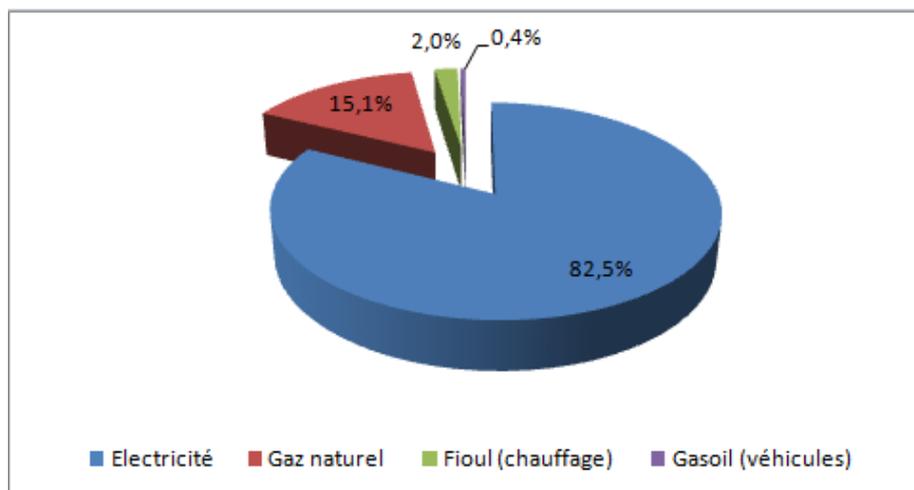


Diagramme des factures énergétiques

Consommations énergétiques par usages

Répartition des consommations et coûts énergétiques selon les différents usages rencontrés dans l'organisme audité :

Type d'usage	Consommation annuelle	Facture annuelle en €HTVA
Electricité Process	7 741 000 kWh	608 443
Electricité Eclairage	1 009 000 kWh	79 307
Electricité Froid	1 098 000 kWh	86 303
Electricité Ventilation / pompage	985 000 kWh	77 421
Electricité Air comprimé	962 000 kWh	75 613
Electricité Chauffage / ECS (15%env)	415 000 kWh	32 619
Electricité Divers	250 000 kWh	19 650
Electricité Pertes transfo	240 000 kWh	18 864
Gaz naturel chauffage ateliers	3 420 978 kWhPCS	182 338
Fioul chauffage locaux administratifs	33 430 litres	24 738
Gasoil véhicules	3 800 litres	4 750

Répartition des coûts énergétiques par usages

Aperçu graphique de la répartition des coûts énergétiques selon des usages de l'organisme.

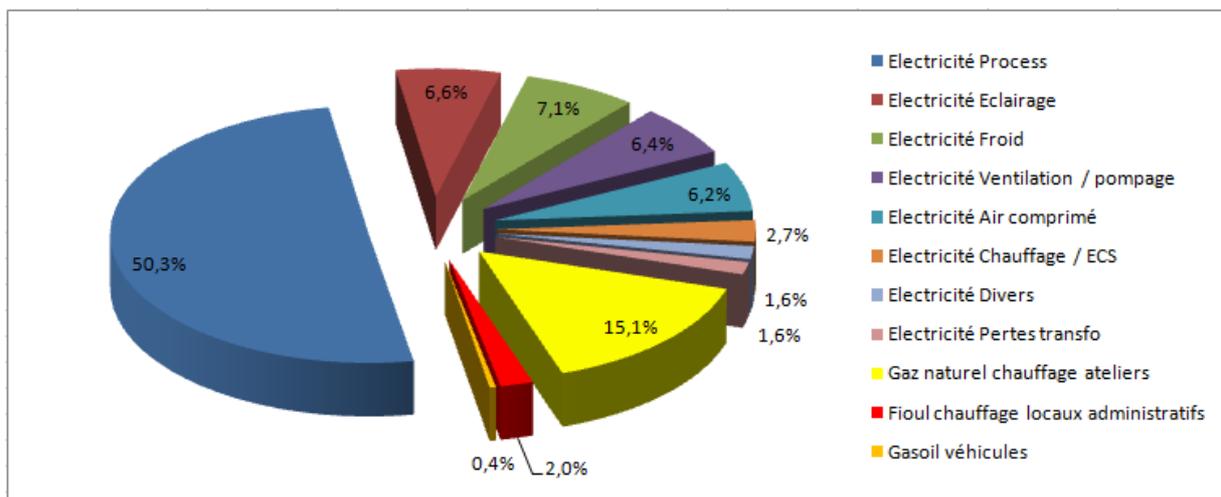


Diagramme des consommations énergétiques par usages en €HTVA

Usages audités

Contexte

L'audit sera principalement axé sur les usages suivants :

- L'air comprimé,
- L'éclairage,
- Le chauffage fioul des locaux administratifs,
- L'utilisation des transformateurs,

Indices de Performance Energétique (IPE)

Contexte

D'après les données collectées sur le site, les IPE sont les suivants :

	Designation	Valeur
<i>Référentiel IPE</i>	Nb d'heures de production du 10/2013 au 09/2013	407 474 heures
	Surface totale site	30 745 m ²
	Dont zone de production	28 600 m ²
	Dont zone bureaux	1 250 m ²
	Production d'air comprimé	7 130 000 m ³
<i>Consommation globale</i>	Degrés Jours Unifiés sur Agen du 10/2013 au 09/2014	2 600
	Consommation énergétique tous usages confondus	16 164 544 kWh
	IPE consommation globale par m² total site	525,8 kWh/m²/an
<i>Eclairage</i>	IPE consommation globale par nb heures de production	39,7 kWh/h prod
	Consommation énergétique d'éclairage	1 009 000 kWh
	IPE consommation éclairage par m² total site	32,8 kWh/m²/an
	Puissance moyenne installée d'environ	9,8 W/m²
<i>Air comprimé</i>	Pour information, avec un éclairage conventionnel : La puissance installée constatée en ateliers se situe entre La puissance installée constatée en bureau oscille entre	5 et 10 W/m ² 10 et 15 W/m ²
	Consommation énergétique d'air comprimé	962 000 kWh
	IPE consommation air comprimé par m³ produit	0,135 kWh/m³
	IPE consommation air comprimé par nb h de production	2,36 kWh/h prod
	Pour information le ratio de production d'air comprimé : Généralement constaté se situe entre Idéal oscille entre	0,120 et 0,150 kWh/m ³ 0,100 et 0,120 kWh/m ³
<i>Chauffage</i>	Consommation énergétique chauffage totale (élec+gaz) Dont chauffage des ateliers Dont chauffage des bureaux (bâtiment administratif)	3 765 880 kWhPCI 3 431 600 kWhPCI 334 280 kWhPCI
	IPE consommation chauffage par m² en ateliers	120 kWh/m²/an
	IPE consommation chauffage par m² et DJU en ateliers	91 Wh/m²/DJU/an
	IPE consommation chauffage en zone bureaux	267,4 kWh/m²/an
	IPE consommation chauffage par m² et DJU en bureaux	103 Wh/m²/DJU/an
	Pour information le ratio généralement constaté : En zone atelier, sans apport de chaleur process varie entre En zone bureaux est compris entre	180 et 250 kWh/m ² 110 et 150 kWh/m ²

Consommations du site

Consommation électrique

Consommation annuelle

La consommation électrique du site, du 01/10/2013 au 30/09/2014, est d'environ **12 672 521 kWh**. Le coût d'exploitation est de 996 447 €HTVA, soit un prix moyen de 0,0786 €HTVA/kWh.

Contrat

Le site est au tarif réglementé A5 option Base version Longues Utilisations.

La puissance souscrite est de 2 500 kW. La puissance maximale atteinte est de 2777 kW en période d'Heures Pleines du mois de décembre 2013.

SYNTHÈSE DES RESULTATS DEPUIS LE :

1ER OCTOBRE 2013

PUISS. SOUSCRITES (KW)	P	HPH	HCH	HPE	HCE	PUISSANCE REDUITE FACTUREE
	2500	2500	2500	2500	2500	
						2500 KW
PUISS. ATTEINTES KW MAXI	2726	2777	2462	2756	2462	TOTAL
CONSO ENERGIE ACTIVE KWH	516214	2935637	1964634	4627579	2608458	12672521
NB HEURES UTILISATION	206	1174	794	1851	1043	5069

ELEMENTS ISSUS DES CONSUMATIONS DE OCTOBRE 2013 A SEPTEMBRE 2014

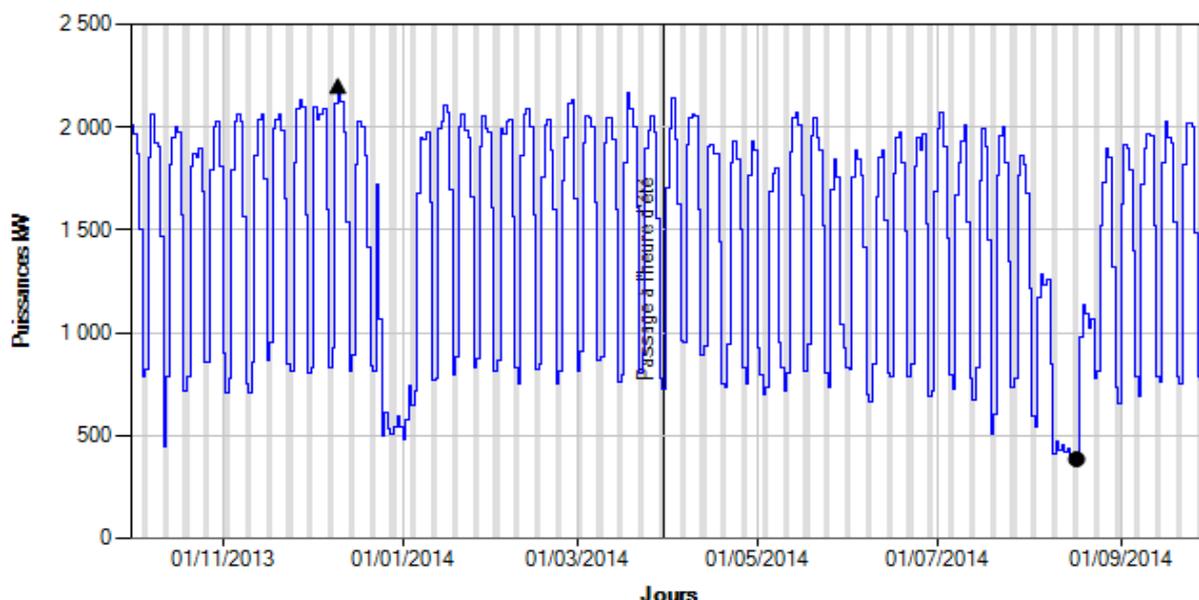
	P. ATTEINTES KW			CONSO ENERGIE ACTIVE KWH			TOTAL	EN. REACT. P+HP KVARH	TGTE PHI	EN. ACTIVE € HT	EN. REACT. € HT	TOTAL FAC € HT	P.U. KWH € HT	
	P	HP	HC	P	HP	HC								
OCTO		2756	2366		751417	417478	1168895		315802	0.426	46029	494	57448	4.915
NOVE		2729	2462		700100	393873	1093973		307943	0.44	64817	494	77763	7.108
DECE	2726	2777	2430	159361	459526	378025	996912	301371	0.488	64555	953	81563	6.182	
JANV	2660	2690	2453	182532	533561	397976	1114491	357331	0.499	72953	1294	87345	7.637	
FEVR	2516	2553	2459	174321	506123	369630	1070074	344020	0.505	69859	1316	83463	7.6	
MARS		2730	2246		735907	425128	1161035			0.512	68644	1316	81938	7.057
AVRI		2553	2462		717012	407433	1124445		731915	0.452	44183	1285	56605	5.034
MAI		2607	2365		636493	371539	1010032		314006	0.492	39596		50666	5.017
JUIN		2485	2214		655939	381536	1037475		347147	0.529	40673		51631	4.977
JUIL		2641	2329		717756	385471	1103227		373618	0.52	43594		54805	4.968
AOUT		2497	2146		427364	237019	664363		191152	0.424	28743		37726	5.512
SEPT		2609	2280		719597	387982	1107579		366391	0.509	43740		54835	4.951
TOTAUX				516214	7563215	4593092	12672521	3244666		625473	5341	775790	6.122	
	DEP. QUADRATIQUE KW						MONTANT DEPASSEMENT € HT			%				
	P	HP	HC				P	HP	HC	TOTAL	% FAC HT			
OCTO		492								497	0,9			
NOVE		533								1567	6,2			
DECE	634	776						2783		3070	6,2			
JANV	306	256						1343		2297	2,9			
FEVR	120	304						527		894	1,7			
MARS		589								1732	2,1			
AVRI		84								65	0,2			
MAI		109								110	0,2			
JUIN		264								267	0,5			
JUIL		143								144	0,3			
AOUT														
SEPT														
TOTAUX							4653			8462	13115	1,7		

TOTAL DES FACTURES DE OCTOBRE 2013 A SEPTEMBRE 2014

PRIME FIXE € HT	EN. ACTIVE € HT	EN. REACTIVE € HT	DEPASS. € HT	F. DIVERS € HT	TOTAL FAC € HT	CSPE € HTVA	CTA € HTVA	TLE € HTVA	TICFE € HTVA	TVA €	TOTAL FAC € TTC
131040	625473	5341	13115	821	775790	199317	15003	0	6336	198224	1194671

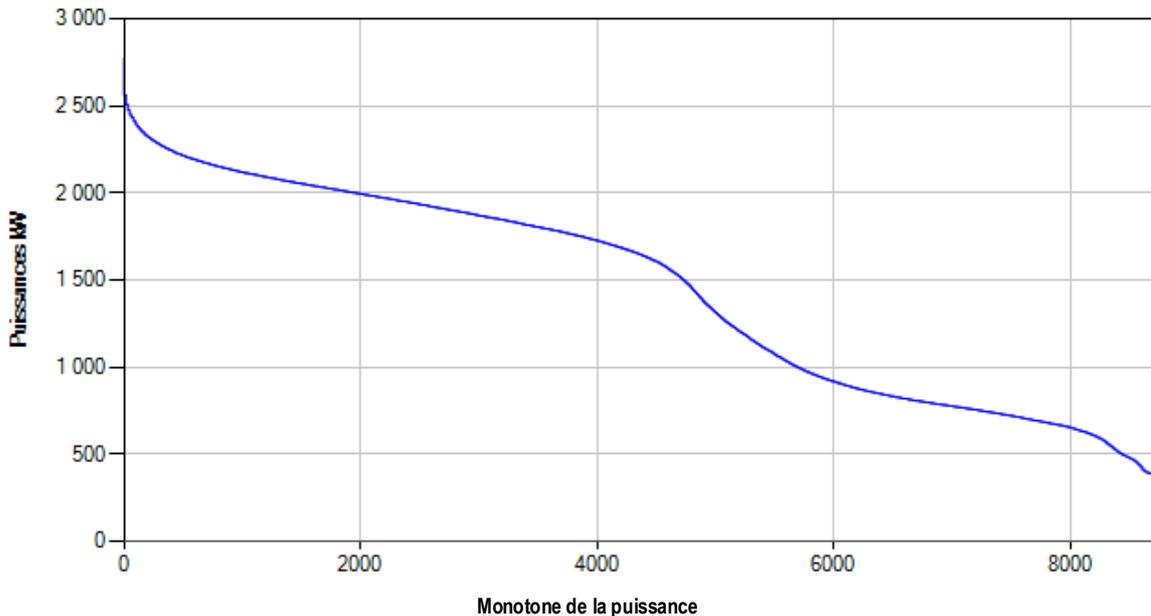
Courbe de la consommation

Courbe de consommation annuelle du 1er Octobre 2013 au 30 septembre 2014 :



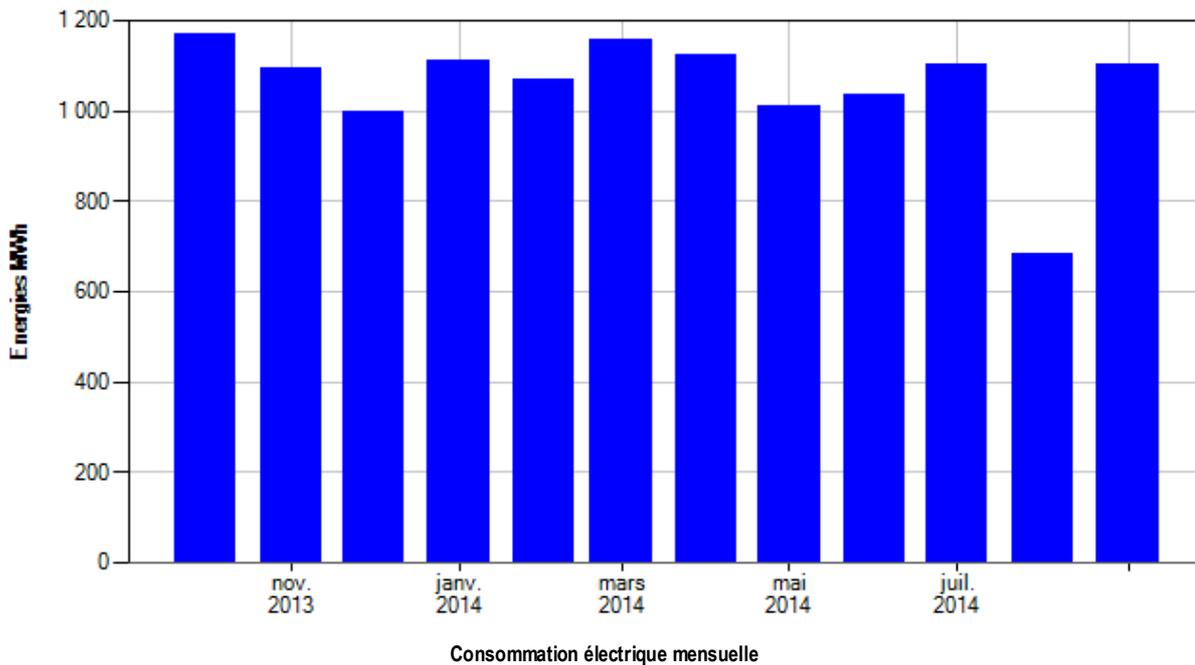
Monotone

La monotone de la puissance représente le nombre d'heure où la puissance est utilisée.



Consommation mensuelle

Répartition de la consommation mensuelle du 1er Octobre 2013 au 30 septembre 2014.



Consommation semaine type

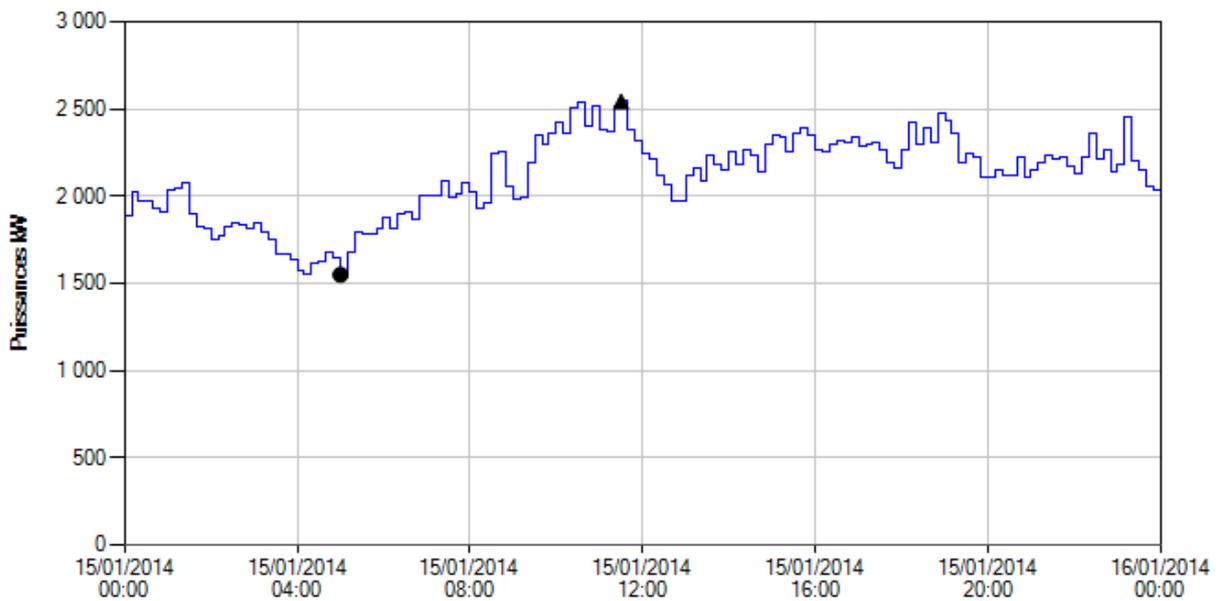
Courbe de la consommation sur une semaine type du 13 au 19 janvier 2014 inclus.



Consommation sur une semaine type

Consommation journalière

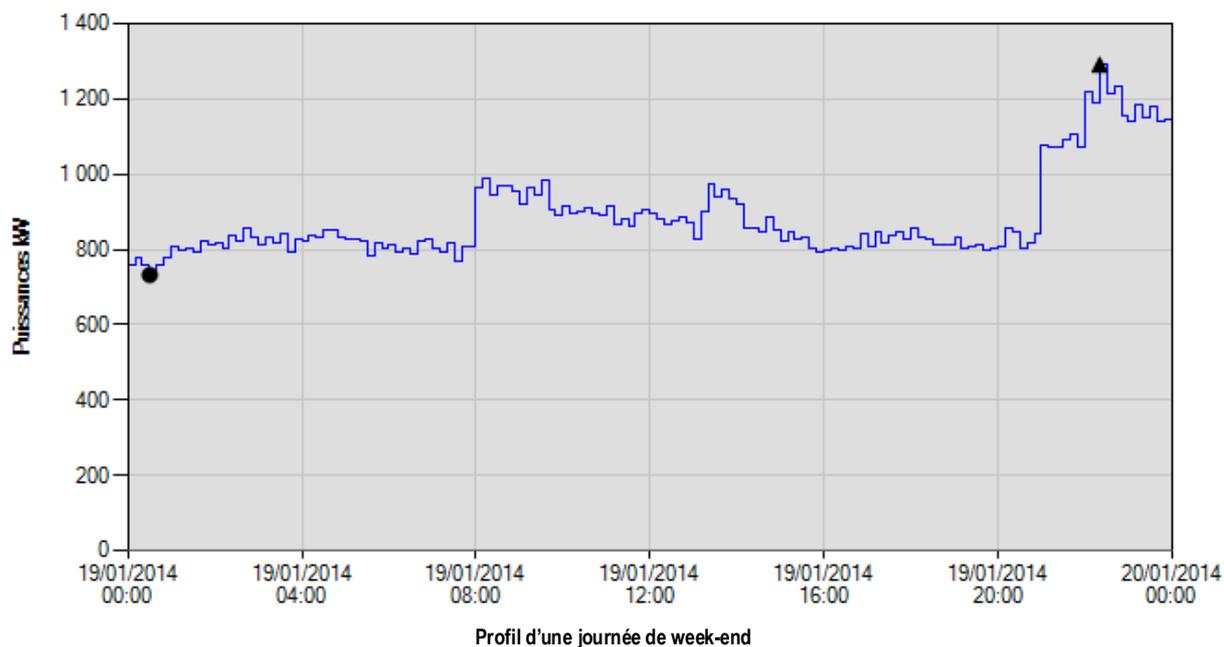
Courbe de la consommation électrique sur une journée de semaine, le 19 janvier 2014.



Profil de la consommation sur une journée

En week-end

Courbe de la consommation électrique sur la journée du dimanche 19 janvier 2014.



Commentaires

Les profils de consommation hebdomadaires sont assez semblables quelle que soit la saison.

Le rythme de travail est en 3/8. La prise de travail du début de semaine a lieu le dimanche vers 20h pour terminer le vendredi.

En week-end, les principaux usages en fonctionnement sont :

- Fours de traitement thermique.
- Les compresseurs d'air (bullage traitement de surface, quelques process, fuites, etc...)
- Les ventilations et rooftops,
- Divers,

Le **talon de puissance** annuel est d'environ **300 kW** (relevé sur 8760 heures).

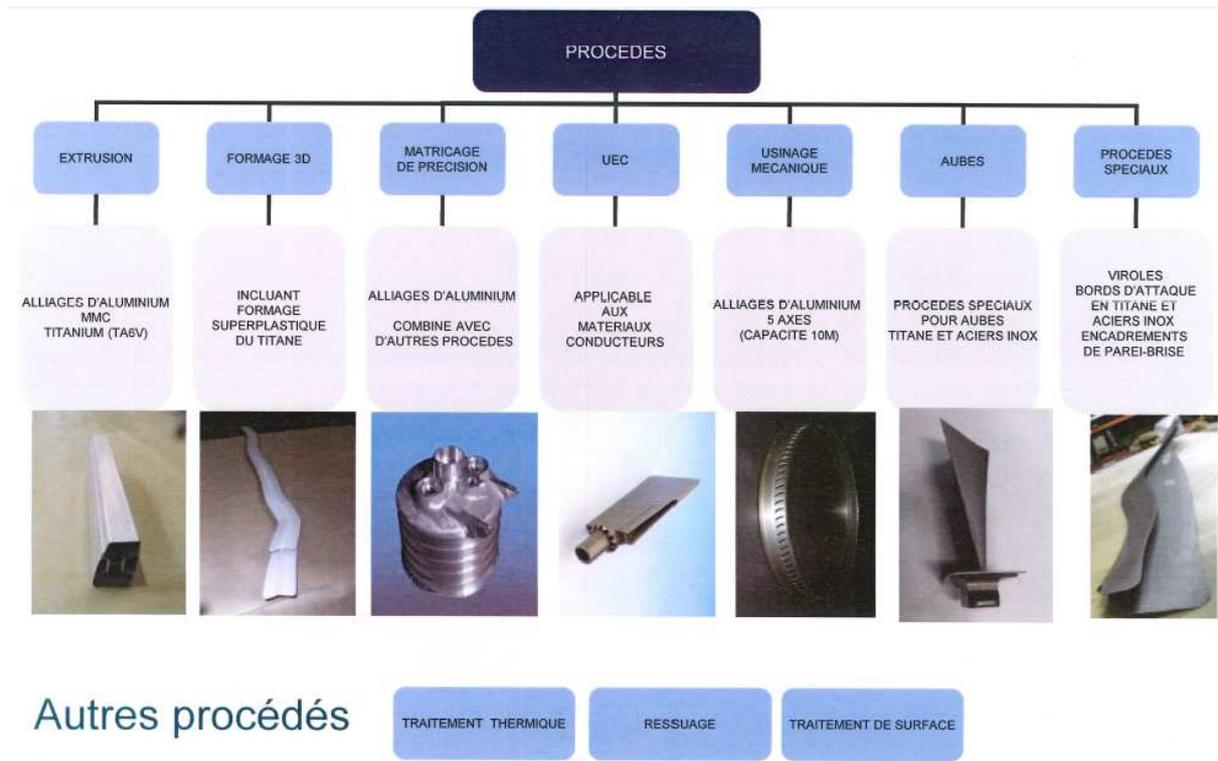
		Page 16
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Répartition de la consommation électrique

Elle a été estimée en fonction :

- des éléments recueillis sur site,
- des ratios que nous avons dans les différents secteurs d'activités.
- des mesures effectuées par le client
- des audits d'usages réalisés par le client sur les 2 années précédentes,

Process La répartition de la consommation des process reprendra les principes de l'organigramme fourni par le client :



Nous retiendrons donc les axes principaux suivants :

- Filage / Forgeage
- Four TTH
- Commande numérique
- Usinage électrochimique
- Usinage chimique

Les consommations seront estimées d'après les relevés de puissances réalisés sur les process.

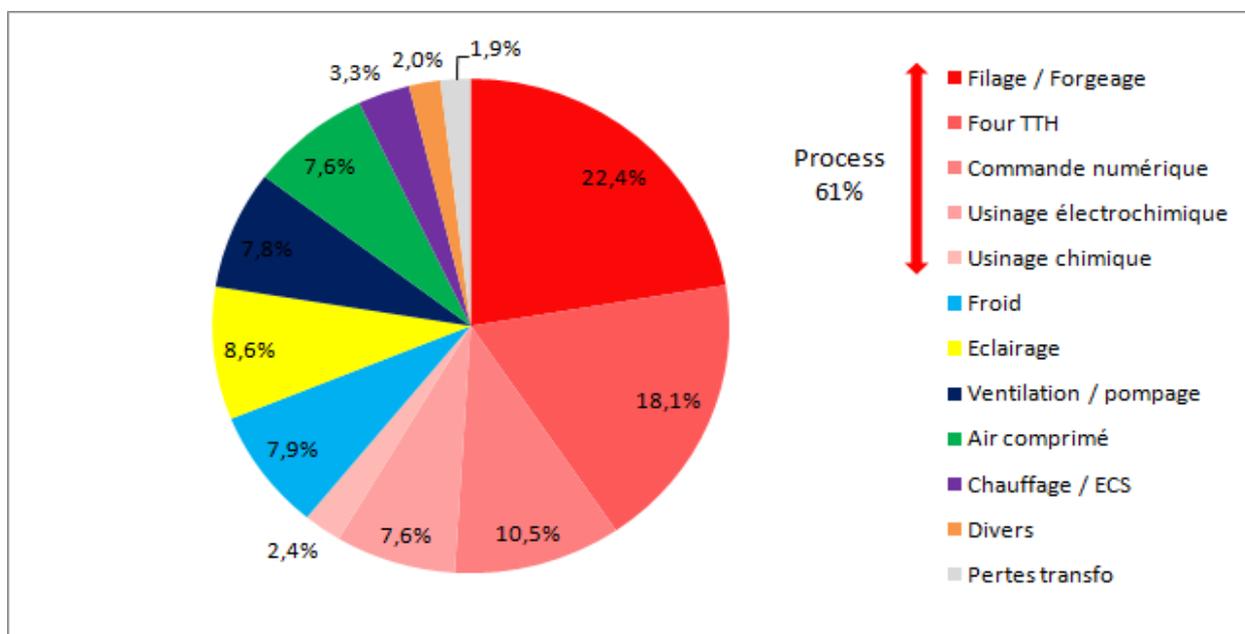
Autres usages Nous apporterons le maximum de détails selon les principaux usages :

- Froid,
- Eclairage,
- Ventilation, Pompage
- Air comprimé,
- Chauffage / ECS,
- Divers.

Tableau des données La répartition de la consommation électrique est la suivante :

Usages		Consommation (kWh)
Process	Filage / Forgeage	2 840 000
	Four TTH	2 300 000
	Commande numérique	1 336 000
	Usinage électrochimique	960 000
	Usinage chimique	305 000
Autres Usages	Froid	1 009 000
	Eclairage	1 098 000
	Ventilation / pompage	985 000
	Air comprimé	962 000
	Chauffage / ECS	415 000
	Divers	250 000
	Pertes transfo	240 000
TOTAL		12 700 000

Graphique Aperçu graphique de la répartition des coûts énergétiques selon des usages électriques de l'organisme.



Consommation de gaz naturel :

Préambule

Le gaz naturel est utilisé pour le chauffage des ateliers de production. Plusieurs procédés de chauffage sont utilisés (Radiants, épingles à rayonnement obscur, soufflage air chaud, rooftop, aérothermes et chaudières+radiateurs).

Consommation coût d'exploitation

La consommation totale annuelle en gaz, transmise par le client, du 01 octobre 2013 au 30 septembre 2014 a été de **3 417 595 kWhPCS**.

Le montant annuel de la consommation gaz est de **182 188 euros HT**, soit un prix moyen unitaire de **0,0533 €HTVA/kWhPCS**.

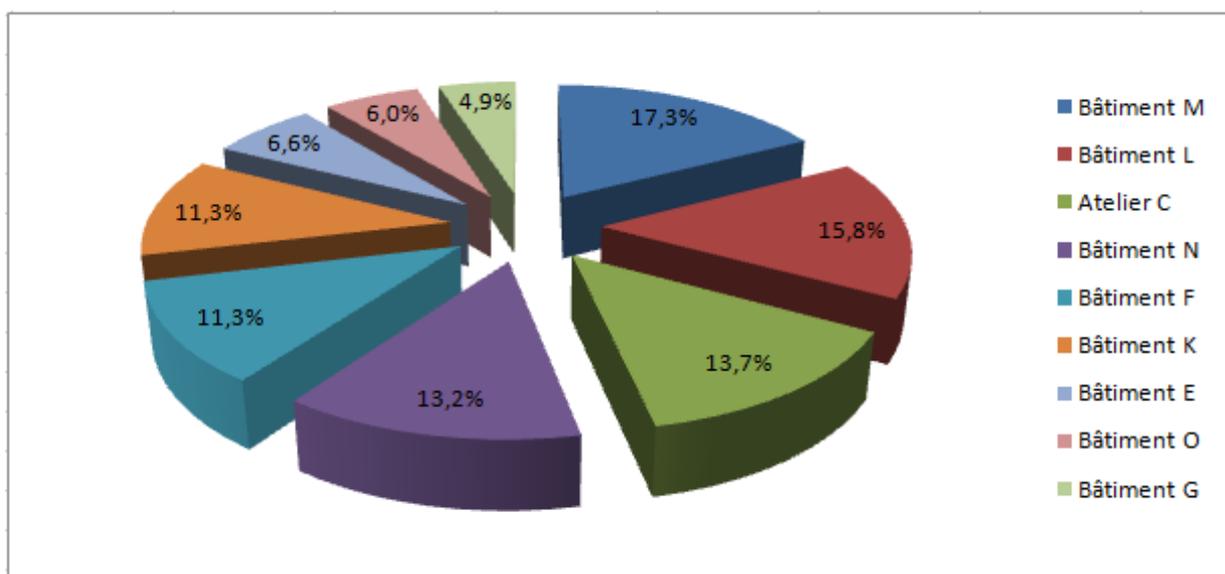
Répartition par ateliers

Nous estimons la répartition par ateliers ou bâtiments de la manière suivante :

Tableau

Bâtiment	Consommation en kWh (valeur arrondie)	Facture en €HTVA (valeur arrondie)
Bâtiment K	386 000	20 574
Bâtiment E	225 500	12 019
Atelier C	469 500	25 024
Bâtiment L	540 000	28 782
Bâtiment G	166 000	8 848
Bâtiment F	387 500	20 654
Bâtiment M	590 000	31 447
Bâtiment N	450 000	23 985
Bâtiment O	205 500	10 953
TOTAUX	3 420 000	182 286

Graphique Aperçu graphique de la répartition, par atelier ou bâtiments, du coût d'exploitation gaz naturel :



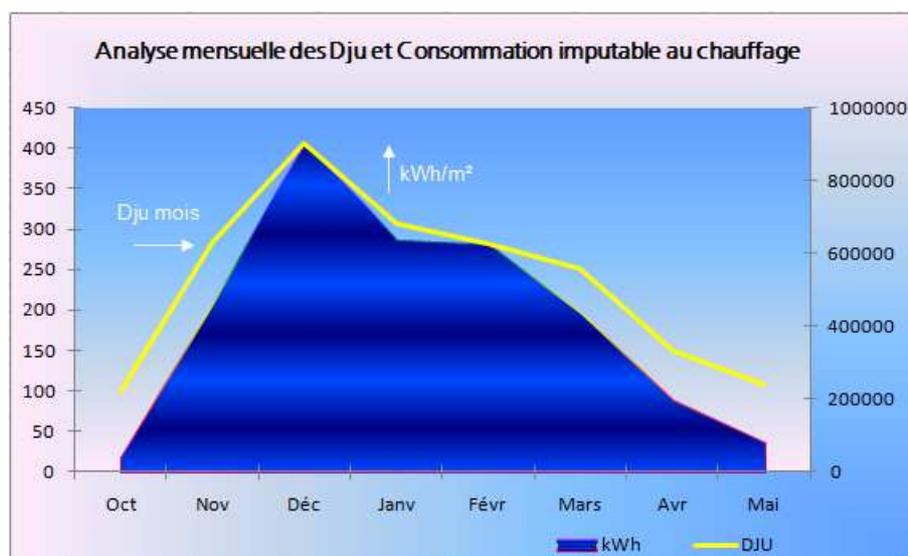
Analyse mensuelle

Dans la suite du document nous comparerons l'évolution de la consommation de gaz naturel avec les Degrés Jours Unifiés (DJU).

Mois	Consommation (kWh PCS)	Degrés Jours Unifiés (Station Agen base 18°C)
octobre 2013	42 004	101
novembre 2013	463 752	284
décembre 2013	910 803	407
janvier 2014	639 511	306
février 2014	627 897	281
mars 2014	438 103	251
avril 2014	199 256	149
mai 2014	82 339	116
juin 2014	10 368	23
juillet 2014	149	15
août 2014	57	28
septembre 2014	3 356	45
TOTAL	3 417 595	2006

Corrélation entre la consommation de gaz et les DJU

Le graphique ci-dessous met en évidence des valeurs issues du tableau sur les mois de chauffage (octobre 2013 à mai 2014).



Commentaire L'évolution de la consommation de gaz naturel est **fidèle** à celle des DJU.

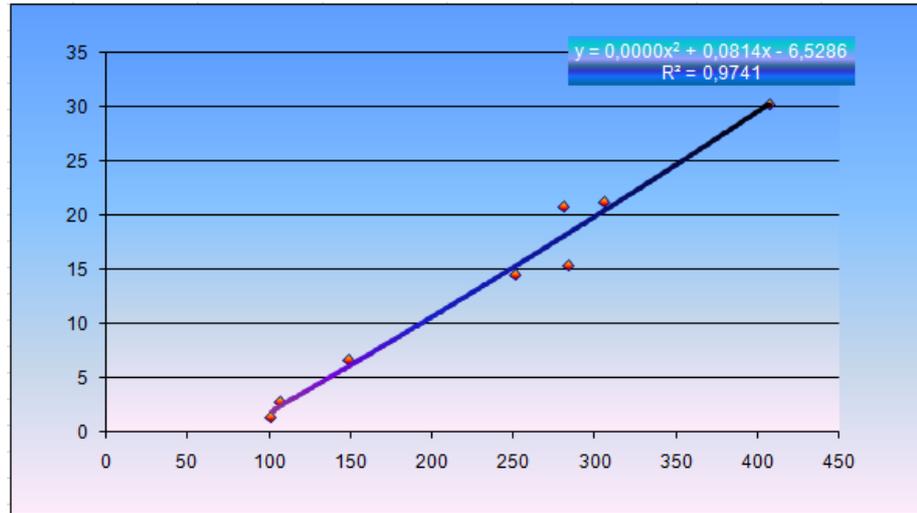
Les quelques différences enregistrées, d'un mois à l'autre, peuvent provenir :

- d'une date de relève légèrement décalée,
- d'apports internes variables.

Droite de régression

La droite de régression représente l'évolution de la consommation en fonction des DJU.

Plus les **points sont rapprochés** de cette droite, mieux **l'installation est régulée**.



Droite de régression

Remarque

Nous constatons que quelques points s'éloignent de la droite, d'où des axes de progrès possibles sur la régulation de cette installation.

La puissance de base théorique (calculée) est de **3 464 kW** pour l'ensemble du site et la température de non chauffage de **15.3 °C**.

ETAT DES LIEUX GLOBAL

Process

Peu de préconisations possibles, sans impact réel sur la qualité de production.

Filage

Ces process sont destinés à la réalisation de profilés aluminium. L'éventuel axe de progrès peut être la **limitation des déperditions** de chaleur des **fours de pré-chauffe** par la mise en place de capotage.

Fours TTH

Surveiller les phases **d'inactivité longues**, prévoir dans ce cas un arrêt des fours.

Tous postes usinage

Qu'ils soient numériques, chimiques ou électro-chimiques, ces postes ont utilisations spécifiques sur lesquels nous n'interviendrons pas.

Eclairage

1^{er} poste consommateur après le Process, l'éclairage représente **8,6%** de la consommation d'électricité. Les nouvelles technologies offrent de **réelles opportunités d'économies**, pouvant atteindre 50% sur ce poste (Ex. : LED). Si le niveau d'éclairage existant est trop bas, la mise en place d'une nouvelle technologie n'apportera pas un temps de retour favorable.

Froid

Il reste encore 4 refroidisseurs équipés de **R22**. Même si la quantité totale de fluide est faible (2,85 kg), ceux-ci doivent **rétrofités ou remplacés** sans délai.

Air comprimé

Les compresseurs sont **anciens et à vitesse fixe**. Ce poste fait partie des axes **prioritaires** d'amélioration, tout comme la recherche de fuites.

Chauffage gaz naturel

Les solutions installées sont, dans l'ensemble, les plus adaptées aux conditions. Il est préférable de privilégier les systèmes par **rayonnement** dans **des locaux de grande hauteur** et de **moyenne/faible isolation**.

Pour les locaux demandant beaucoup de renouvellement d'air, les solutions telles que celle installée dans l'atelier K, sont optimales. Les rooftops dernière génération disposent des technologies permettant les économies d'énergie :

- **variateurs de vitesse** sur les moteurs de ventilateurs asservis à **une sonde de CO2** pour adapter le **renouvellement d'air** à la **pollution** mesurée,
- système **bi-énergie** (électricité et gaz) pour assurer le meilleur compromis en fonction des conditions d'utilisation avec **régulation adaptative**
- système thermodynamiques avec **free-cooling**,

Chauffage électrique

Les aérothermes électriques **ne sont pas adaptés au local social** vu son niveau d'isolation. En revanche, les coûts d'investissements nécessaires au passage en gaz naturel n'apporteront pas de temps de retour avantageux.

Excepté la présence d'une pompe à chaleur réversible dans les rooftops de l'atelier K, le chauffage électrique est peu répandu dans les autres bâtiments. Il n'y a pas d'amélioration à prévoir.

Chauffage fioul

La chaufferie est en très **mauvais état**. Le **gaz naturel** sera la meilleure alternative pour la rénovation, due à son prix et sa présence sur le site.

Eau chaude sanitaire

La consommation est faible. La production est décentralisée (ballons autonomes) : cette solution reste la plus économique.

		Page 22
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Préconisation n°1 : Air comprimé

Etat des lieux

Description

La production d'air comprimé représente environ **7,6%** de la consommation d'électricité du site de LISI Aéronautique Usine Marmande. La salle de production est constituée de 2 compresseurs :

Compresseurs	N°1	N°2
Marque	 KAESER	 KAESER
Modèle	ESB280	ESB250
Type	Vis lubrifiée	Vis lubrifiée
Année	1992	1996
Débit nominal (m³/h)	26,6 m³/mn	24,2 m³/mn
Puissance élec (kW)	160	132
Pression de sortie (bar)	7,5	7,5
Refoulement calories	non	non

Utilisation

Les compresseurs desservent l'ensemble du site.

Ils sont utilisés principalement pour :

- Process usinage, fraisage, ponçage, soufflettes de postes, etc...
- Agitation par bullage des bacs de traitement de surface,

Ratios énergétiques

Les valeurs sont estimées d'après les diagnostics réalisés en 2013 et 2014.

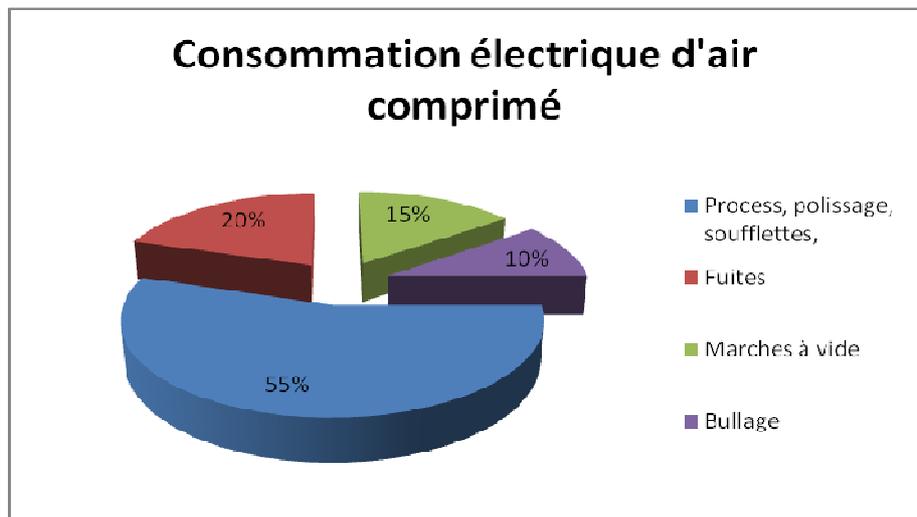
Désignation	Valeurs
Consommation annuelle	962 000 kWh
Quantité air produite	7 130 000 m3
Ratio énergétique	0,135 kWh/m3
Débit moyen semaine	1100 m3/h
Débit moyen week-end	850 m3/h
Débit moyen fuites (sur 8500h)	170 m3/h
Nombre de semaines travaillées	49

		Page 23
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Répartition des consommations

Nous estimons la répartition des consommations électriques du compresseur de la manière suivante :

Désignation	Consommation annuelle	Facture annuelle
Process, polissage, soufflettes,	528 200 kWh	41 515 €HTVA
Fuites	192 400 kWh	15 120 €HTVA
Marches à vide	144 200 kWh	11 335 €HTVA
Bullage	97 200 kWh	7 640 €HTVA
Total	962 000 kWh	75 610 €HTVA



Préconisations

Le ratio de production d'air comprimé devrait idéalement se situer en dessous de 120 Wh/m³.

4 axes de progrès sont envisageables pour contribuer aux économies :

- 1 Réparation des fuites
- 2 Installation d'une gestion des compresseurs,
- 3 Optimisation de l'agitation des baignoires de traitement de surface par bullage,
- 4 Faisabilité d'un compresseur équipé de variation électronique de vitesse.

Solution n°1 : Réparation des fuites

Contexte

Un réseau d'air comprimé est constitué d'une quantité importante de raccords, vannes, vérins, sujet aux fuites

D'autres éléments consommateurs, apparentés aux fuites, sont en fait des usages énergivores ou pauvres (bullage de bain, venturis, buses séchage, etc...)

Préconisation

Nous vous conseillons de faire **vérifier** votre réseau, idéalement tous les ans.

Données économiques

D'après les études réalisées sur 2013 et 2014, nous en déduisons les éléments suivants.

Coût annuel des fuites

le taux de fuite représente **20%** de la consommation annuelle d'air comprimé, soit 192 400 environ **15 120 €HTVA**.

Gain prévisionnel

Le gain réellement obtenu sur la base de 80% de fuites résorbées, est estimé à 153 900 kWh soit environ **12 100 €HTVA**.

Coût de réparation des fuites

Sur un site comme LISI Aéronautique Usine Marmande, on dénombre environ 100 fuites majeures qui représenteront les 80% de la consommation annuelle de ce poste. A raison d'un coût de réparation moyen de 200 €HT par fuite, le montant total des réparations sera d'environ 20 000 €HT.

En y associant le coût d'un audit spécifique fuites, 3 500 €HTVA, le montant total lié à la **détection et la réparation** est estimé à **23 500 €HTVA**.

Temps de retour sur investissement

Temps de Retour sur Investissement moyen est de **1,9 an**.

		Page 25
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

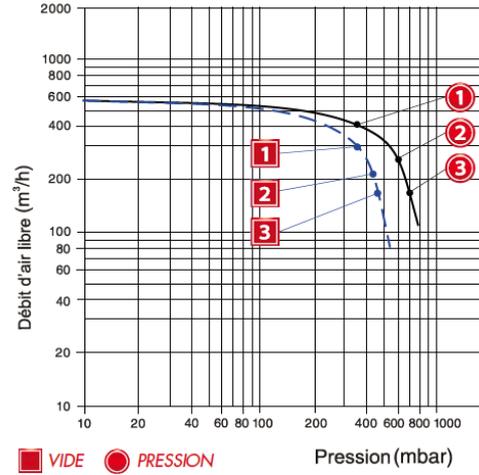
Solution n°2 : Optimiser le dispositif de bullage

Contexte

Les bains de traitement de surface sont en fonctionnement permanent. Ils sont brassés grâce un dispositif de bullage alimenté par un compresseur d'air. D'après une étude réalisée en 2013, le débit de bullage est estimé à 90 m³/h (à 1,5 bar de pression absolue).

Préconisation

Utiliser un compresseur produisant de l'air à 7,5 bars pour ensuite abaisser cette pression proche des conditions atmosphériques, n'est pas une solution économique. Nous vous conseillons d'utiliser une **soufflante type RB80 14BO de chez Enerfluid ou équivalent**. La puissance du moteur est de 7,5 kW.



Le débit délivré sous 300 mbar serait ainsi d'environ 450 m³/h à la sortie de la soufflante (hors pertes de charge réseau). Possibilité d'accoupler un variateur électronique de fréquence pour optimiser le débit.

Données économiques

Tableau **comparatif** entre le système actuel et la préconisation :

Type de production	Débit	Nb d'heures de fonctionnement par an	Puissance électrique	Consommation annuelle	Coût d'exploitation annuel
Air comprimé	90 m ³ /h à 1,5b	8000 h	-	97 200 kWh	7 640 €HTVA
Soufflante	450 m ³ /h à 350 mbar		7,5kW	60 000 kWh	4 720 €HTVA
Gains totaux				37 200 kWh	2 920 €HTVA

Gain prévisionnel L'installation d'une soufflante permettrait un gain d'environ **2 920 €HTVA**

Investissement prévisionnel L'investissement devra être chiffré par votre installateur. A titre d'exemple, nous estimons la fourniture et la pose d'une soufflante à environ **6 000 et 8 000€HT**.

Temps de retour sur investissement Temps de Retour sur Investissement moyen est de **2,4 ans**.

		Page 26
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Solution n°3 : Installation d'un compresseur VEV et d'une gestion

Contexte

Idéalement, il serait **judicieux** de d'aborder **les 2 solutions précédentes** avant de moderniser la salle des compresseurs.

Nous allons néanmoins réaliser cette étude en tenant compte des conditions actuelles. Elle peut être **justifiée** pour les raisons suivantes :

- 1 Les compresseurs sont à **vitesse fixe**, induisant des **marches à vide**,
- 2 ces compresseurs ne sont **pas pilotés**. Ils ne sont donc pas utilisés dans les meilleures conditions.
- 3 Bonus : la mise en place d'un **compresseur à vitesse variable** permettrait de **stabiliser la pression** du réseau amont et très certainement **d'abaisser** cette pression (0,5 bar environ)

Préconisation



En l'état actuel de fonctionnement, il serait judicieux d'installer:

- un compresseur à vitesse fixe type **DSD 172 de chez Kaeser (90 kW) ou équivalent**. Il assurerait le débit constant du week-end (16 l/mn)
- un compresseur à vitesse variable type **DSD 142 SFC (75 kW) de chez Kaeser ou équivalent**. Il assurerait l'appoint en semaine avec des pics de débit pouvant atteindre 26 l/min.
- maintenir l'un des deux compresseurs existants en **secours**.

Données économiques

Coût d'exploitation et gain

Production air comprimé	Débit annuel (m3h)	Conso initiale (kWh)	Gain suppression marches à vide (kWh)	Gain sur rendement moteur	Gain sur gestion	Conso finale (kWh)	Coût exploit final (€HTVA)
Centrale actuelle	7 130 000	962 000	0	0	0	962 000	75 610
Compresseur VEV et gestion			100 000 (70%)	5%	5%	778 000	61 150
Gains totaux						184 000	14 460

Gain prévisionnel

Le gain, dû à l'installation d'un compresseur à vitesse fixe et un compresseur avec variateur de vitesse, associés à une gestion, est estimé à **14 460 €HTVA**

Investissement prévisionnel

L'investissement devra être chiffré par votre installateur. A titre d'exemple, nous estimons la fourniture et la pose d'un compresseur à vitesse fixe de 90 kW, un compresseur à vitesse variable de 75 kW et une gestion entre environ **86 000 et 90 000 €HT**.

Temps de retour sur investissement

Temps de Retour sur Investissement moyen est de **6 ans**.

		Page 27
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Préconisation n°2 : Récupération de chaleur sur les compresseurs

Etat des lieux

Contexte

Les compresseurs ne sont pas équipés de récupération de chaleur.

La compression de l'air entraîne une élévation importante de sa température. Le compresseur dégage donc de la chaleur.

Cette énergie est récupérable en grande partie soit pour chauffer des locaux, soit pour alimenter un process.

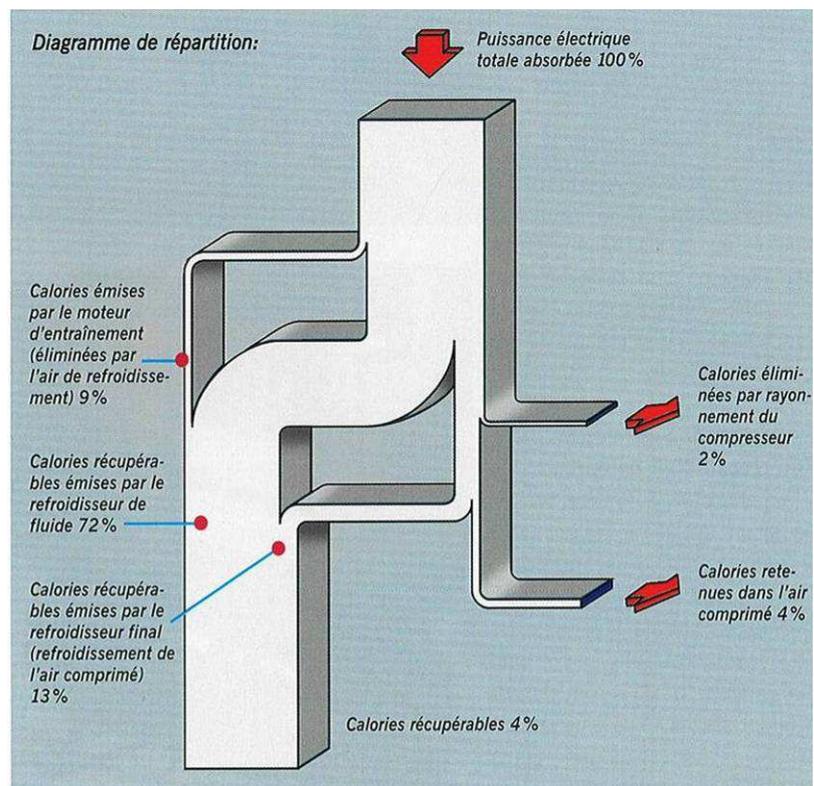


Schéma de la récupération de chaleur sur un compresseur

Préconisations

Deux solutions sont envisageables sur le site :

- Mise en place d'un **gainage** depuis la sortie des compresseurs vers le local à chauffer le plus proche (G ou L),
- Réinjecter les **calories dans l'air de bullage** des bains de traitement de surface.

		Page 28
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Solution n°1 : Préchauffage des locaux voisins

Potentiel compresseurs

Avec une consommation annuelle globale des compresseurs de 952 000 kWh, et une capacité de récupération des calories d'environ 70% sur l'air, le potentiel récupérable est d'environ 660 400 kWh (55 530 kWh/mois).

Sur **5 mois** d'hiver, le potentiel disponible sera d'environ **277 700 kWh**.

Besoins

Nous estimons les besoins de chauffage :

- du local G à environ 166 000 kWhPCS en gaz naturel et 12 900 kWh électrique,
- Du local L à 540 300 kWhPCS

Le **local L** sera le plus adapté pour une récupération optimale des calories. Les compresseurs assureront, selon l'année, entre **40 et 60%** de ses besoins.

Principe

Comme le montre le schéma ci-dessous, l'évacuation des calories pourra se faire dans le local ou à l'extérieur du bâtiment selon la saison.

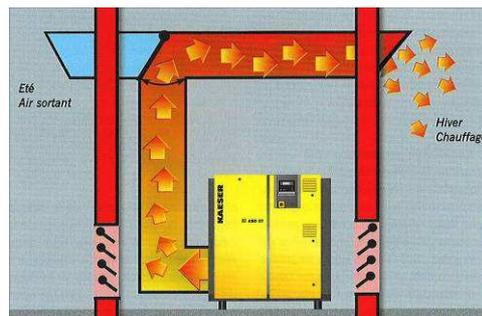


Schéma de principe d'un réseau de récupération de chaleur

Données économiques

Economie réalisée

Les économies seront calculées sur la base de :

- Potentiel récupération sur 5 mois = 277 700 kWhPCI soit **308 600 kWhPCS**
- Prix moyen du gaz naturel effacé = **0,0533 € HTVA/ kWhPCS**
- Rendement du chauffage effaçable = **0,9**

Nous estimons le potentiel d'économies sur le chauffage du locaux L à environ **343 000 kWhPCS**, soit **18 280 €HTVA**.

investissement

L'investissement pour l'installation d'un gainage devra être chiffré par un professionnel. Nous estimons l'investissement pour la fourniture et pose d'un réseau de gaine à environ **12 000 à 14 000 €HTVA**

Temps de retour

Le temps retour global est **inférieur à 1 an**.

		Page 29
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Solution n°2 : injection des calories dans le process

Potentiel compresseurs

Le potentiel récupérable est d'environ 55 530 kWh/mois, soit environ **660 400 kWh** sur une année.

Besoins

Les process les plus proches des compresseurs ayant un besoin de chauffe sont 3 bains de traitement de surface.

Chaque bain est équipé d'une résistance de chauffe de 100 kW assurant une température de 65 à 75°C.

Ils sont équipés d'un dispositif de brassage par bullage d'air. L'air est injecté à une température variant de 15 à 20°C en période hivernale (18°C en moyenne)

Nous estimons le débit du bullage à 90 m³/h (à 1,5 bar en réseau) pendant 168h par semaine et 50 semaines par an environ.

Ramené à la pression atmosphérique, le débit réellement injecté dans les bains est voisin de **450 m³ /h**.

A noter que la variation de température en sortie des compresseurs et les conditions d'échange de récupérateurs de chaleur ne permettront pas d'obtenir une température d'air supérieure à 60°C.

La quantité de chaleur nécessaire à réchauffer 450 m³/h d'air de 18°C à 60°C environ serait de :

$$\begin{aligned} \text{Potentiel} &= [(450 \text{ m}^3/\text{h} \times 8\,000 \text{ h}) \times 0,34 \text{ W/m}^3\text{C} \times (60^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C})] / 1000, \\ &= 51\,410 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Nous estimons le potentiel nécessaire pour maintenir l'air de bullage à 60°C, à 51 410 kWh environ.

Constat

Ces calculs sont issus de mesures réalisées en 2013.

Nous n'avons pas la certitude du débit moyen de bullage des bains. Même si le débit était le double de celui estimé, **le potentiel récupérable ne serait pas suffisant** pour amortir les investissements nécessaires au chauffage de l'air insufflé (échangeur, etc...).

		Page 30
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Préconisation n°3 : chauffage des locaux administratifs

Etat des lieux

Description

Le chauffage est assuré par une chaudière fioul Idéal Standard IT 100 C d'environ 100 kW. Celle-ci alimente des radiateurs dans les bureaux.



Vue de la chaudière



Réseau de distribution

Constat Elle a consommé 33 430 litres fioul sur 2013/2014 pour un coût d'exploitation de 24 738 €HTVA.

L'ensemble chaudière-brûleur est en **mauvais état**. Les tuyauteries ne sont pas isolées.

Préconisation

Tous les autres systèmes de chauffage du site état desservis en gaz naturel, nous vous conseillons de **moderniser** la chaufferie des bureaux et de l'alimenter au gaz naturel.

		Page 31
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Bâtiment bureaux : modernisation de la chaufferie

Solution technique

Nous vous conseillons :

Chaudière



D'installer une chaudière à **condensation** alimentée au gaz naturel, modèle **Condensagaz type G116 de chez Atlantic Guillot** ou équivalent.

Cette chaudière est équipée d'un brûleur modulant permettant d'adapter la puissance de 25 à 100% selon les besoins.

Le rendement d'une chaudière à condensation peut être supérieur à 100% sur PCI, en mi-saison. Les jours les plus froids, la condensation ne pourra se faire. Le rendement restera néanmoins très favorable, voisin de 95%.

Réseau chaufferie



Nous vous conseillons d'isoler les tuyauteries avec un isolant flexible type **AF/ARMAFLEX ou équivalent** d'épaisseur environ **14 mm**. Cet isolant est constitué de mousse élastomère dont la conductivité thermique est 0,034 m°C/W.

Pour ce poste, nous estimons un gain de 5% de la consommation de chauffage

Données économiques

Gain Les économies dues à la modernisation de la chaufferie sont :

Mode de chauffage	Besoins initiaux (kWh)	Rendement chaudière	Gain calorifique	Coeff PCI/PCS	Consommation finale	Prix de l'énergie	Facture Annuelle (€HTVA)
Fioul	217 300	65%	néant	néant	33 430 litres	0,74 €/HTl	24 738
Gaz naturel		97%	5%	0,9	236 500 kWhPCS (212 850 kWhPCI)	0,053 EHT/kWhPCS	12 605
Gain nouvelle chaufferie							12 133

Investissement

L'investissement correspondant à ces travaux devra être chiffré par votre installateur. A titre indicatif, la fourniture et la pose d'une chaudière à condensation, son raccordement au réseau de gaz naturel, et le calorifugeage du réseau d'eau en chaufferie est estimé entre **28 000 et 32 000 € H.TVA**.

Temps de retour

Avec une économie annuelle de **12 133 €HTVA**, le Temps de Retour sur Investissement moyen est de **2,5 ans**.

Remarques

D'autres solutions n'ont pas été étudiés pour les raisons suivantes :

- Transfert de chaleur depuis l'atelier k : Le transfert d'air n'est pas recommandé dans les bureaux pour des raisons évidentes de pollution. La mise en place d'un échangeur air/air pourrait être compromise en raison de risque d'encrassement sur le primaire de l'échangeur.
- Pompe à chaleur : les températures de sortie d'une pompe à chaleur sont trop faibles pour alimenter un réseau de chauffage radiateur.

		Page 32
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Préconisation n°4 – Eclairage atelier F

Etat des lieux

Composition de l'éclairage



L'atelier F accueille les tours d'usinage numérique et des presses à choc.

L'éclairage est assuré par 75 lampes à décharge Thorn LOPAK de 400W, soit :

- 12 lampes en zone presses à choc,
- 63 lampes en zone usinage/fraisage

Récapitulatif Données chiffrées pour l'atelier L :

Désignation	Valeurs
Surface desservie par les luminaires (m ²)	2 980
Hauteur d'installation sous luminaire (m)	4,4
Nombre d'heures d'utilisation annuelle (h)	6 000
Nombre de luminaires	75
Puissance réelle d'un luminaire (y compris driver)	437 W
Puissance de l'installation d'éclairage (kW)	32,8
Consommation annuelle (kWh)	196 800
Coût annuel d'exploitation (€HTVA)	15 350

Prix moyen du kWh = 0.0786 €HTVA/kWh

Constat Nous avons réalisé des mesures et obtenu les valeurs suivantes :

- 1 A proximité des machines usinage: **160 et 240 lux**
- 2 Sur poste de contrôle/mesure : **600 à 900 lux**
- 3 En zone de déplacement : **110 à 160 lux**

Selon la norme NF 12464, l'éclairage moyen recommandé dans cette zone d'activité doit être compris entre **300 et 750 lux** selon le niveau de précision :

N° réf.	Type de zone, de tâche ou d'activité	\bar{E}_m lx	UGR_L —	U_o —	R_a —	Exigences spécifiques
5.18.2	Estampage	300	25	0,60	80	
5.18.4	Usinage grossier et moyen : tolérances $\geq 0,1$ mm	300	22	0,60	80	
5.18.6	Traçage, contrôle	750	19	0,70	80	

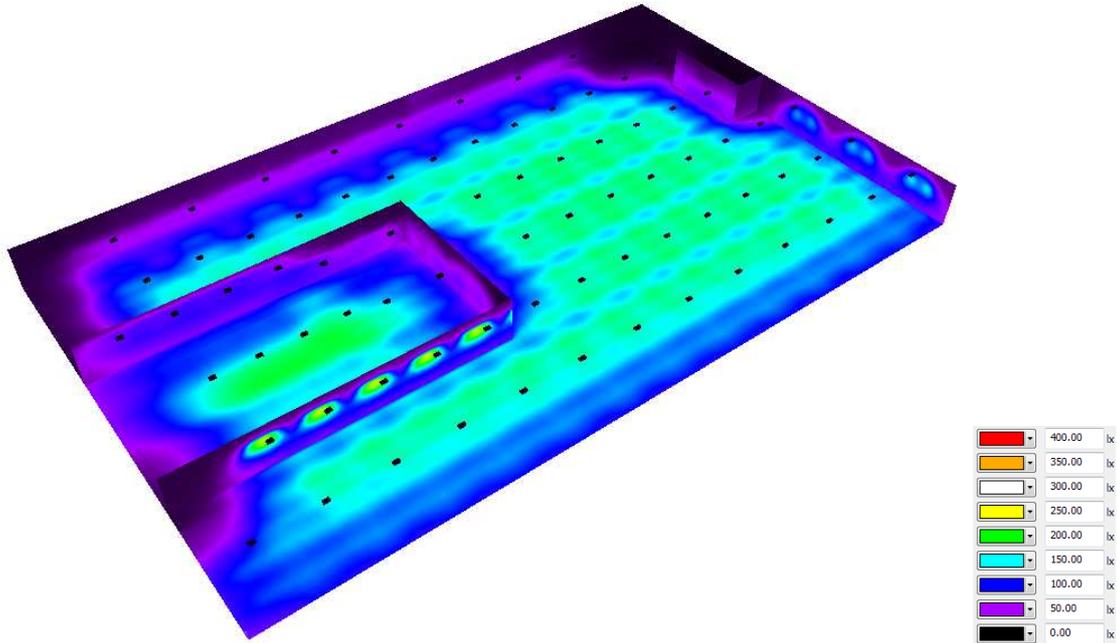
Les niveaux d'éclairage actuels sont **éloignés** des recommandations ci-dessus.

Démarche de l'étude

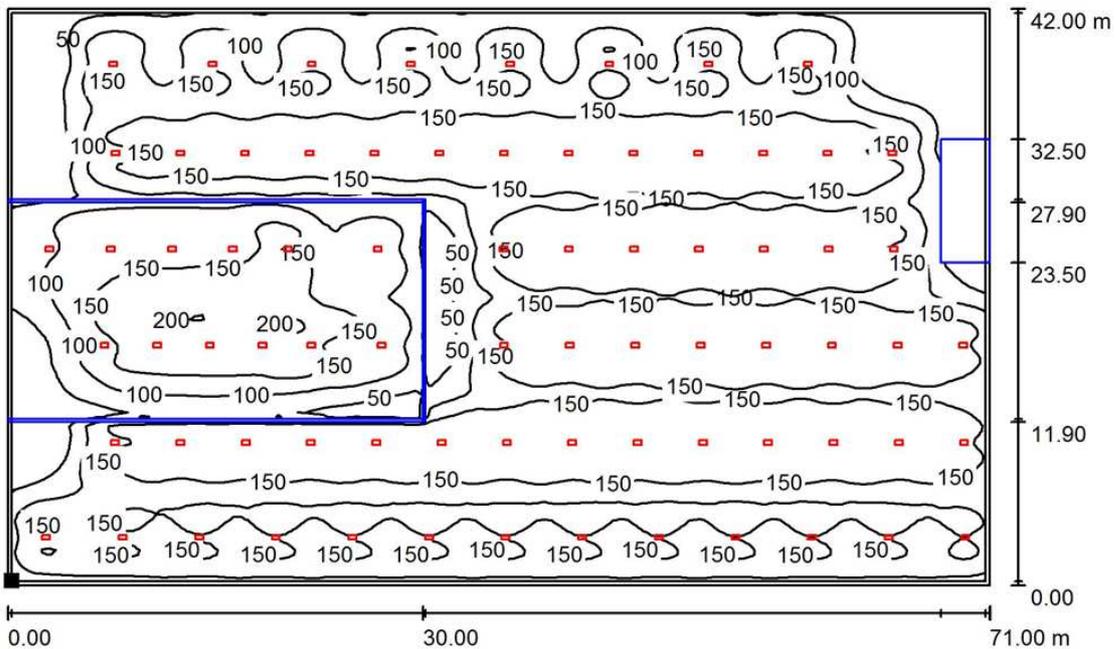
Nous comparerons l'existant avec une solution en **technologie LED**, permettant de maintenir ou renforcer le niveau d'éclairage et d'assurer une économie suffisante. Nos prenons en compte l'implantation existante afin de limiter les investissements.

		Page 33
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Modélisation 3D Nous avons reconstitué le niveau d'éclairage de l'installation existante, avec le support **Dialux version 4.12**, selon les mesures réalisées sur site. Le résultat de la modélisation 3D de l'éclairage actuel global est le suivant :



Courbes isolux 2D Courbes Isolux issues de Dialux 4.12.



Résultats L'éclairage moyen constaté (E_m) de **133 lux** au niveau du plan utile (80cm du sol), avec les résultats détaillés ci-dessous :

E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{moy}	E_{min} / E_{max}
133	6.18	209	0.047	0.030

Atelier F- Préconisation LED

Préconisation

Nous vous conseillons de remplacer les luminaires actuels par des luminaires LED.

Solution technique



Nous vous proposons d'installer des luminaires LED type **BY120PLED105S/840 de la gamme Coreline Armature de chez Philips ou équivalent.**

La puissance unitaire de ce luminaire est **100 W**

Cette solution a pour avantage de conserver l'emplacement des luminaires existants.



Les travaux consisteront à :

- 1 déposer** les 63 luminaires existants.
- 2 installer** 63 luminaires LED décrits ci-dessus.

Bénéfice client

Le **gain** de puissance sera de **70 W** par luminaire, soit **26%**.

La durée de vie du luminaire Coreline Armature est **50 000 heures** (selon constructeur, à 25°C ambiant), alors qu'une lampe à décharge a une durée de vie moyenne de 8 000 heures (selon constructeur).

Le gain de la LED sera surtout dû aux conditions de **relamping**.

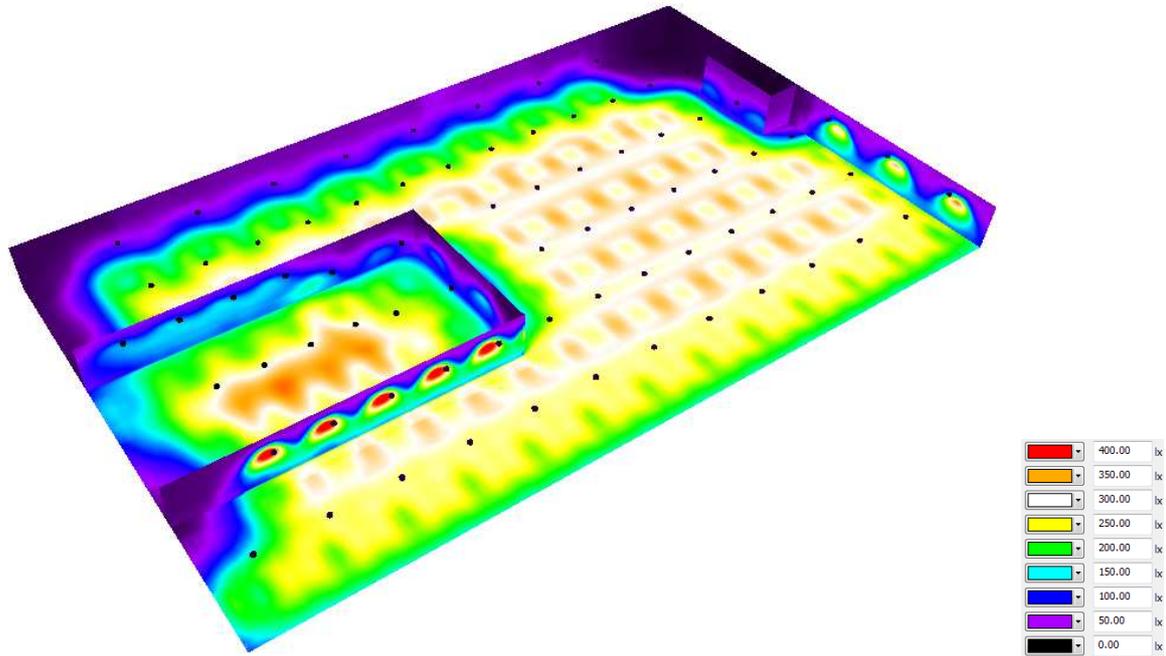
Désignation	Valeurs
Nombre de luminaires LED installés	75
Nombre d'heures d'utilisation annuelle (h)	6 000
Puissance réelle d'un luminaire (y compris driver)	108 W
Puissance de l'installation d'éclairage (kW)	8,1
Consommation annuelle (kWh)	48 600
Coût annuel d'exploitation (€HTVA)	3 820

Prix moyen du kWh = 0.0786 €HTVA/kWh

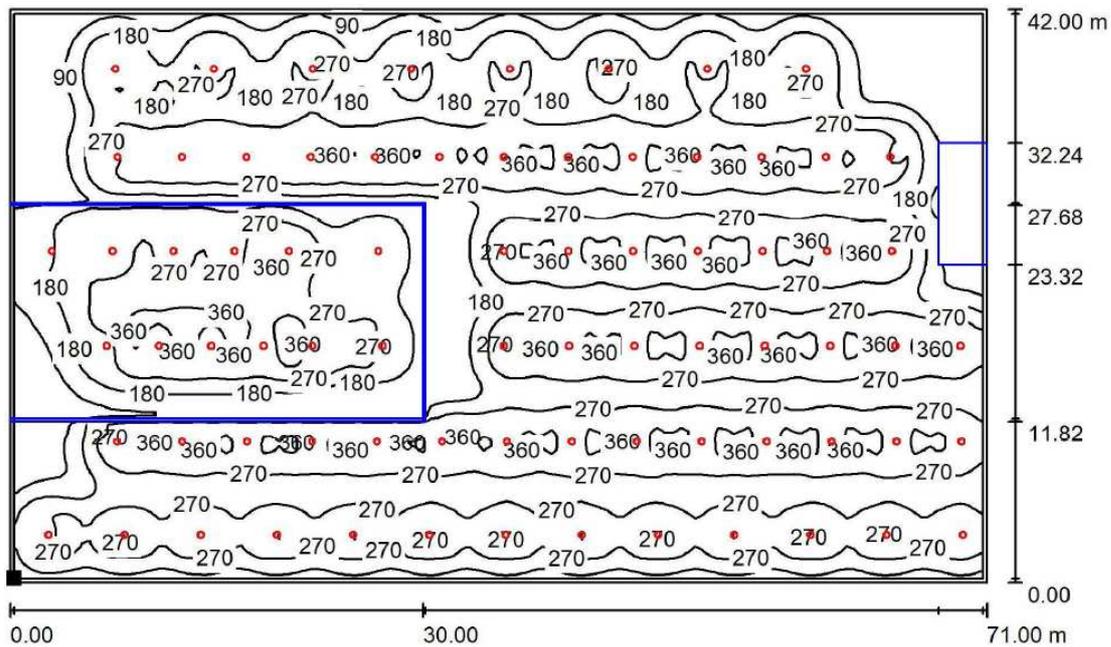
		Page 35
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Modélisation 3D Nous avons simulé le niveau d'éclairage de l'installation préconisée avec le support **Dialux version 4.12**.

Le résultat de la modélisation 3D de l'éclairage LED est le suivant :



Courbes isolux 2D Courbes Isolux issues de Dialux 4.12.



Résultats L'éclairage moyen constaté (E_m) de **245 lux** au niveau du plan utile (80cm du sol), avec les résultats détaillés ci-dessous :

E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{moy}	E_{min} / E_{max}
245	9.12	422	0.037	0.022

La valeur moyenne est dégradée du fait de manque d'éclairage dans 2 zones de passage. Les **zones de travail** sont, dans l'ensemble, **bien éclairées**.

Calcul économique - solution LED

Les économies résultant de l'éclairage LED sont estimés à :

	Etat actuel lampes à décharge	Solution tubes LED Coreline Armature
Consommation	196 800	48 600
Coût d'exploitation	15 470	3 820
	Economie annuelle en kWh	148 200
	Soit en €HT	11 650
	Soit en %	75%

Investissement

L'investissement pour l'installation devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, la fourniture et la pose de 63 luminaires LED de **Coreline Armature de chez Philips**, ou techniquement similaires, serait de l'ordre de **40 000 à 44 000 € H.TVA**. Avec une économie annuelle de **11 650 €HTVA**, le Temps de Retour sur Investissement brut moyen est de **4 ans**.

Maintenance

Ce chapitre intègre le bilan d'exploitation avec coûts annuels de maintenance et de relamping.

Le niveau d'amortissement sera calculé année par année.

(cf tableau en page suivante)

Luminaire	Actuellement Lampes décharge LOPAK 400W	Optimisation Lampe LED Core- line
Puissance consommée par le luminaire en W	437	108
Nombre de luminaires	75	75
Puissance totale du luminaire en W	32,8	8,1
Nombre d'heures de fonctionnement annuel	6 000	6 000
Prix de l'électricité (€ HT/kWh)	0,0786	0,0786
Durée de vie utile des luminaires (heures)	8 000	50 000
Prix moyen de l'ampoule /luminaire pour l'utilisateur final (€ HT)	40	530
Coût main d'œuvre remplacement ampoule/luminaire (€ HTVA)	15	30
Coût d'investissement initial (€ H.T)	0	42 000
Nombre relatif d'ampoules changées tous les ans	56	0
Coût annuel de remplacement des ampoules/luminaires (€ H.T)	3 080	0
Coût de la consommation électrique par an (€ H.T)	15 470	3 820
Coût total la première année (€ H.T)	18 550	45 820
Coût total avec cumul de la seconde année (€ H.T)	37 100	49 640
Coût total avec cumul de la troisième année (€ H.T)	55 650	53 460

Conclusion

La solution **LED Coreline** sera plus **économique** au cours de la **2^{ième} année** (proche de 2,7ans), en intégrant les coûts de maintenance.

Elle a pour.... :

...avantages

- de **compenser** un niveau d'éclairage trop faible actuellement
- d'avoir un niveau d'éclairage moyen (Em) **satisfaisant**,
- de **respecter l'emplacement** des luminaires actuels,
- **limiter** les coûts de **relamping**,

Préconisation n°5 – Eclairage atelier L

Etat des lieux

Composition de l'éclairage

L'atelier L accueille les tours d'usinage numérique.

L'éclairage est assuré par 63 lampes à décharge sodium haute pression.

Récapitulatif Données chiffrées pour l'atelier L :

Désignation	Valeurs
Surface desservie par les luminaires (m ²)	3 490
Hauteur d'installation sous luminaire (m)	5,4
Nombre d'heures d'utilisation annuelle (h)	6 000
Nombre de luminaires	63
Puissance réelle d'un luminaire (y compris driver)	268 W
Puissance de l'installation d'éclairage (kW)	16,9
Consommation annuelle (kWh)	102 000
Coût annuel d'exploitation (€HTVA)	8 017

Prix moyen du kWh = 0.0786 €HTVA/kWh

Constat Nous avons réalisé quelques mesures et obtenu les valeurs suivantes :

- 1 Sur poste de travail : **75 et 100 lux**
- 2 En zone de passage : **70 lux**

Selon les recommandations de la norme NF 12464, l'éclairement moyen dans cette zone d'activité doit de **300** selon le niveau de précision suivant :

N° réf.	Type de zone, de tâche ou d'activité	\bar{E}_m lx	UGR _L	U _o	R _a	Exigences spécifiques
5.18.4	Usinage grossier et moyen : tolérances $\geq 0,1$ mm	300	22	0,60	80	

Les conditions d'éclairement actuelles sont très éloignées des recommandations ci-dessus.

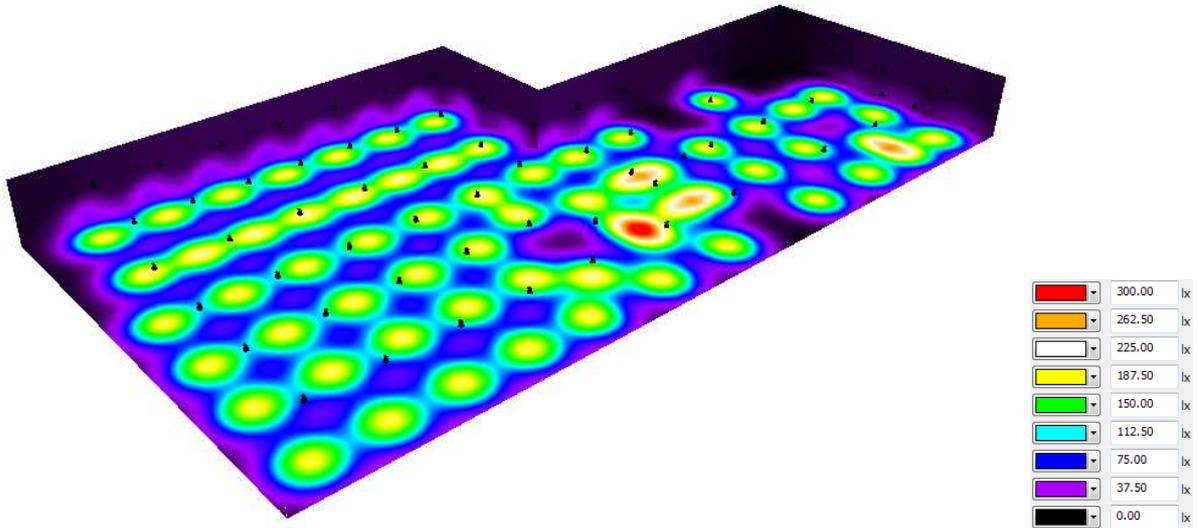
Démarche de l'étude

Nous comparerons l'existant avec une solution en **technologie LED**, permettant de maintenir ou renforcer le niveau d'éclairement et d'assurer une économie suffisante.

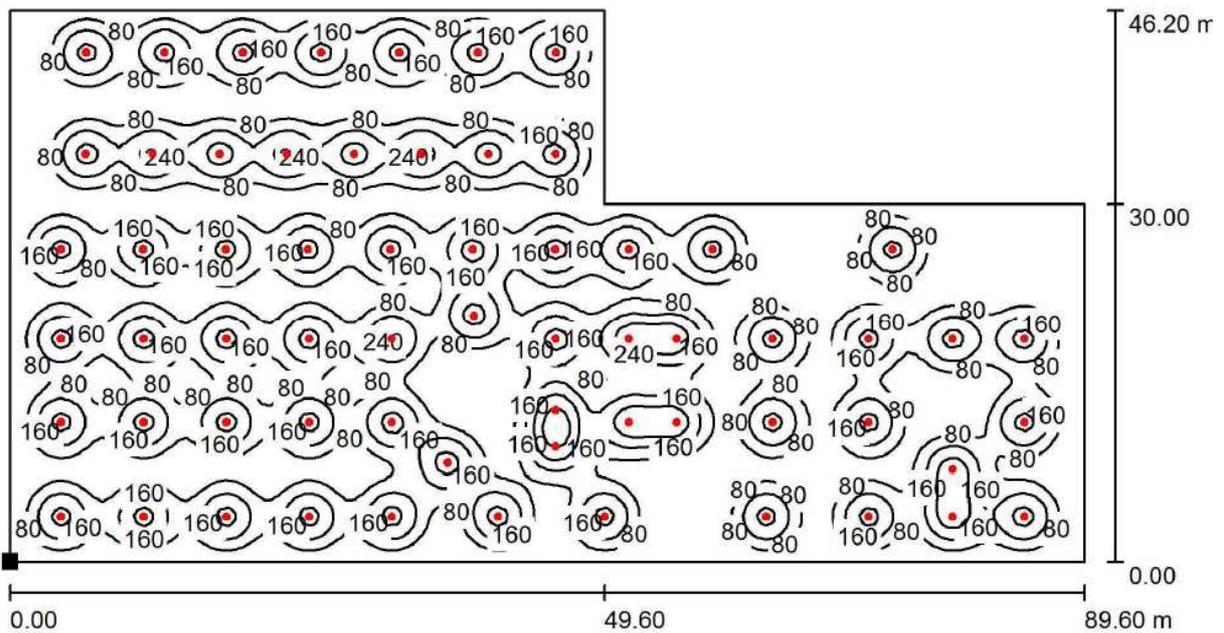
Notre simulation devra prendre en compte une nouvelle implantation, même avec de nouveaux luminaires, l'implantation actuelle ne permettra d'obtenir un niveau d'éclairement suffisant. Le temps de retour sera dans ce cas défavorable.

		Page 39
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Modélisation 3D Nous avons reconstitué le niveau d'éclairage de l'installation existante, avec le support **Dialux version 4.12**, selon les mesures réalisées sur site. Le résultat de la modélisation 3D de l'éclairage actuel global est le suivant :



Courbes isolux 2D Courbes Isolux issues de Dialux 4.12.



Résultats L'éclairage moyen constaté (E_m) de **111 lux au niveau du plan utile (80cm du sol)**, avec les résultats détaillés ci-dessous :

E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{moy}	E_{min} / E_{max}
111	1.46	392	0.013	0.004

Atelier L - Solution tube LED

Préconisation

Nous vous conseillons de remplacer les luminaires actuels par des luminaires équipés de tubes LED.

Solution technique



Nous vous conseillons d'installer des luminaires composés par exemple :

- 1 D'une réglette pour tubes fluorescents à ballast ferromagnétique, **TMS028 de chez Philips ou équivalent** de longueur 1,5m,
- 2 2 tubes LED de type **Master LED VLE 1500mm 23/840 de chez Philips ou équivalent** :



Bénéfice client

L'éclairage LED vous garantira :

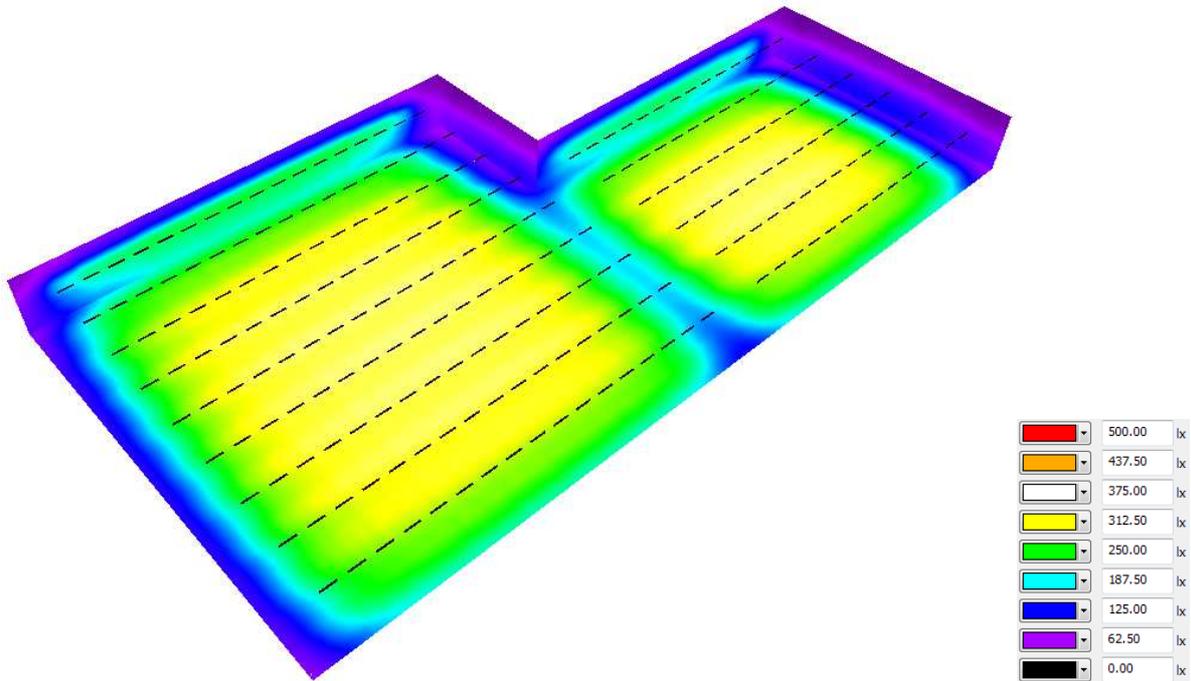
- un meilleur rendu des couleurs qu'un éclairage conventionnel
- un meilleur niveau d'éclairément qu'actuellement.
- un très faible relamping.

Désignation	Valeurs
Nombre de luminaires LED installés	237
Nombre d'heures d'utilisation annuelle (h)	6 000
Puissance réelle d'un luminaire	50 W
Puissance de l'installation d'éclairage (kW)	11,85
Consommation annuelle (kWh)	71 100
Coût annuel d'exploitation (€HTVA)	5 588

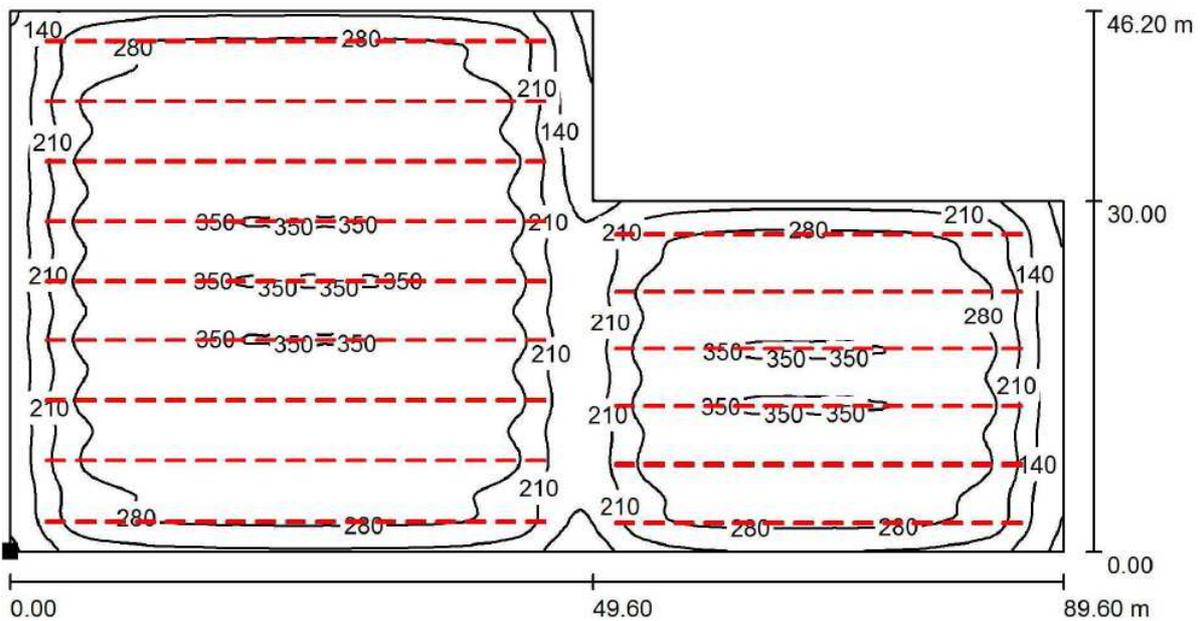
Prix moyen du kWh = 0.0786 €HTVA/kWh

		Page 41
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Modélisation 3D Nous avons simulé le niveau d'éclairage de l'installation préconisée avec le support **Dialux version 4.12**. Le résultat de la modélisation 3D de l'éclairage LED est le suivant :



Courbes isolux 2D Courbes Isolux issues de Dialux 4.12.



Résultats L'éclairage moyen constaté (E_m) de **282 lux** au niveau du plan utile (80cm du sol), avec les résultats détaillés ci-dessous :

E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{moy}	E_{min} / E_{max}
282	61	359	0.216	0.170

Calcul économique

Les économies résultant de l'éclairage LED sont estimés à :

	Etat actuel lampes à décharge	Solution tubes LED
<i>Consommation</i>	102 000	71 100
<i>Coût d'exploitation</i>	8 017	5 588
	Economie annuelle en kWh	30 900
	Soit en €HT	2 430
	Soit en %	30%

Investissement

L'investissement pour l'installation devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, la fourniture et la pose de 237 luminaires LED type TMS028+ Master LED VLE 1500mm 23/840 de chez Philips, ou techniquement similaires, serait de l'ordre de **46 000 à 50 000 € HTVA**. Avec une économie annuelle de **2 430 €HTVA**, le Temps de Retour sur Investissement brut moyen est de **19,75 ans**.

Maintenance

Nous n'effectuerons pas de comparatif, car la durée de temps retour est plus longue que la durée de vie des tubes LED.

Remarque

Cette étude aura permis d'obtenir un **bon niveau d'éclairage**.

Nous obtenons une économie d'énergie de 30% malgré l'ajout de luminaires. En revanche elle ne peut amortir l'investissement sur une durée satisfaisante.

Préconisation n°6 – Les transformateurs de distribution

Contexte

Le site est équipé de 7 transformateurs ayant les caractéristiques suivantes :

Poste transformateurs	Puissance (kVA)	Tension de sortie (V)	Pertes fer (kW)
Bâtiment E	940	410	1,5
Bâtiment K	1 600	230 et 410	2,1
Bâtiment M	1 250	410	1,8
Bâtiment UEC (Atelier C)	1 440	410	1,9
Bâtiment UEC (Atelier C)	1 250	410	1,8
Bâtiment UEC (Atelier F)	800	230 et 410	1,3
Bâtiment UEC (Atelier O)	1 250	410	1,8
TOTAUX	8 530	-	12,2

Pertes transformateurs

Elles sont dues à la puissance dissipée dans le transformateur et sont intégrées par le compteur électronique d'énergie.

Pertes Joules Les **pertes joules** (chaleur) sont dues aux résistances que présentent les enroulements des transformateurs. Elles sont proportionnelles au courant qui les traverse (donc à la puissance).

Pertes Fer Les **pertes fer** regroupent les pertes par hystérésis et par courant de Foucault dans le circuit magnétique des transformateurs. Elles sont **constantes**, quelle que soit la charge appelée, et **dépendent de la puissance des transformateurs**.

Données économiques

	Puissance (kW)	Nb heures d'utilisation	Consommation électrique annuelle (kWh)	Coût annuel (-€HTVA)
<i>Pertes fer totales</i>	12,2	8 760	106 900	8 401
<i>Pertes joules totales</i>	15,2		133 100	10 463
<i>Totaux</i>	27,4		240 000	18 864

Préconisations

La puissance moyenne appelée sur l'année est d'environ 1 450 kW pour un maximum appelé de 2 777 kW. Le taux de charge global des transformateurs est faible. Le bâtiment O est alimenté depuis un transformateur de 1 250 KVA alors que les besoins sont inférieurs à 500 kW.

Nous vous conseillons de **mesurer** le taux de charge des transformateurs du **bâtiment UEC** et de vérifier la charge de chaque transformateur. Vous pourrez ainsi étudier la possibilité de basculer les départs d'un transformateur sur les autres transformateurs environnants.

L'enjeu est principalement axé sur les **pertes fer** et un potentiel de gain d'environ 25%, soit 26 725 kWh et **2 100 €HT**

		Page 44
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Synthèse des mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique

Critère de hiérarchisation

Afin de s'assurer que l'audit énergétique sera un outil performant d'aide à la décision pour le responsable énergie du client, les différentes actions seront hiérarchisées en tenant compte des critères intéressants pour le client

Comme établi lors de la réunion de démarrage, nous avons retenu le temps de retour sur investissement de chaque mesure d'amélioration avec un classement à court, moyen et long terme.

Temps de retour	Classement
TRI < 1 an	Court terme
1 an < TRI < 4 ans	Moyen terme
TRI > 4 ans	Long terme

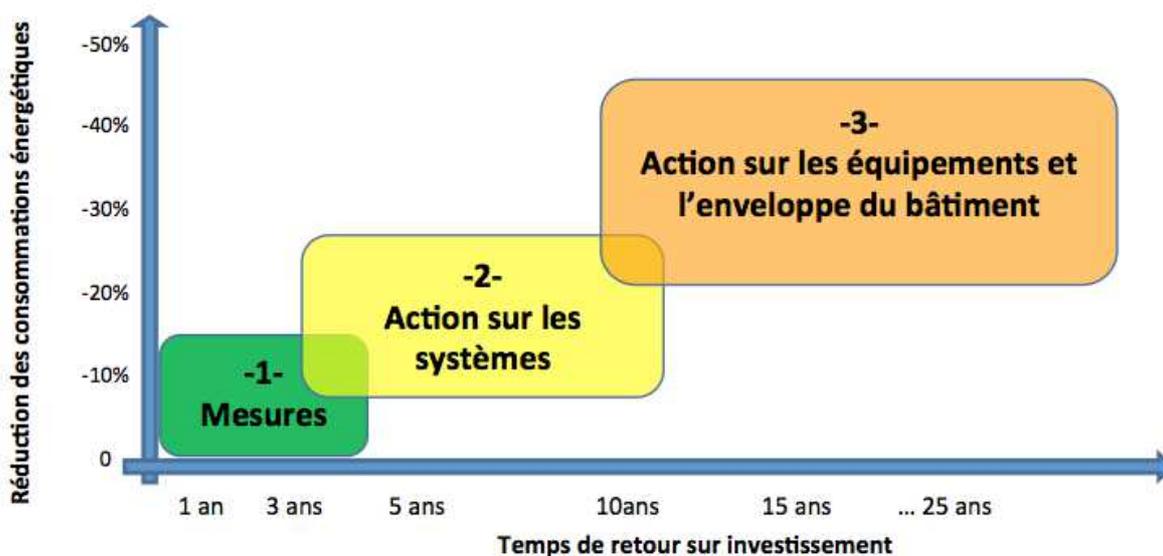


Tableau de synthèse

Le tableau ci-dessous reprend les différentes opportunités d'améliorations évoquées dans ce rapport ainsi que les économies engendrées.

Les axes de progrès sont classés en fonction du temps de retour sur investissement.

Axe de progrès	Économie (kWh)	Économie (€H.T.)	Investissement moyen (€ H.T.)	Temps de retour (ans)	Hiérarchisation des temps de retour
Court terme					
Optimisation de la charge des transformateurs	26 725	2 100	-	-	Court terme
Récupération de chaleur sur les compresseurs pour préchauffage de l'atelier L	343 000 kWhPCS (308 700 kWhPCI)	18 280	13 000	0,7	Court terme
Moyen terme					
Réparation des fuites d'air comprimé	153 900	12 100	23 500	1,9	Moyen terme
Optimisation du dispositif de bullage	37 200	2 920	7 000	2,4	Moyen terme
Modernisation de la chaufferie fioul des bureaux	121 500 (sur PCI)	12 133	30 000	2,5	Moyen terme
Modernisation de l'éclairage de l'atelier F	148 200	11 650	42 000	2,7 Y compris coût de maintenance	Moyen terme
Long terme					
Modernisation de la centrale d'air comprimé (2 compresseurs et 1 gestion)	184 000	14 460	88 000	6,1	Long terme
Modernisation de l'éclairage de l'atelier F	30 900	2 430	48 000	19,75	Long terme

Indices de Performance Énergétique

Ces propositions d'améliorations auront un impact modéré sur la consommation du site, car le process représente 50% des consommations toutes énergies confondues.

Le tableau ci-dessous met en comparaison les IPE actuels et les IPE potentiellement atteignables en appliquant les différentes préconisations

usages	I.P.E. actuel	I.P.E. après améliorations
Éclairage	32,8 kWh/m ² /an	27 kWh/m²/an
Air comprimé	2,36 kWh/h production/an	1,89 kWh/h production/an
Chauffage des ateliers	120 kWh/m ² /an	109,2 kWh/m²/an
Chauffage bâtiment administratif	267,5 kWh/m ² /an	170,3 kWh/m²/an

Constat Les variations des différents indices de performance énergétique, dues au gains, se situent entre **9 et 37%** selon les usages.

Analyse économique et conclusion

D'après les critères de hiérarchisations établis lors de la réunion de démarrage, le temps de retour sur investissement des propositions est le critère majeur de sélection des opportunités d'améliorations.

Nous nous conseillons de reprendre en main la gestion de vos besoins en énergie par le biais d'un **système de télémesures**.

Ce système vous permettra d'approfondir et d'optimiser les différentes consommations de flux sur votre site. Il permettra également de visualiser, vérifier et évaluer l'impact de la mise en œuvre des recommandations d'opportunités d'amélioration.

Les améliorations sensibles sont à apporter en priorité sur les installations **d'air comprimé** et notamment l'amélioration du taux de fuites et la possibilité de basculer le bullage sur une production autonome. Il s'agira ensuite de déterminer les besoins finaux et remplacer les deux compresseurs par des appareils plus petits modernes.

Certains ateliers ont un besoin imminent de renforcement **du niveau d'éclairage**, comme l'atelier L. Les solutions modernes telles que la LED ont des performances très intéressantes. Les tarifs encore un peu élevés n'apportent pas suffisamment d'intérêt sur le plan économique. Privilégiez tout de même de produits proposés par les fabricants, dont les prix sont un peu plus élevés que les constructeurs émergents, mais dont les performances annoncées et la fiabilité justifient cet écart.

Le chauffage est dans sa globalité adapté aux configurations des locaux dont le niveau d'isolation correspond à une très ancienne réglementation. Les apports thermiques des machines contribuent sensiblement à la limitation des consommations. Pour les locaux à forte hauteur sous plafond (> à 7 mètres), équipés de chauffage par aérothermes, il est conseillé d'installer un système de déstratification de l'air ambiant. Le bâtiment K dont la hauteur sous plafond est supérieure n'a pas besoin d'être équipé car la diffusion de chaud ou froid se fait par des gaines textiles situées sous le plafond qui contribuent à la déstratification.

La chaudière fioul des bureaux est en mauvais état. Le réfectoire est équipé d'un chauffage électrique, certes peu élevé en investissement, mais incompatible avec le niveau d'isolation inexistant.

Pour la production de froid, excepté les 4 refroidisseurs de faible puissance encore équipés de fluide type R22, nous ne notons pas points d'amélioration notable. Comme pour les rooftops de l'atelier K, privilégiez les systèmes équipés de free-cooling (puissance de froid > 50 kW environ) et de moteurs de compresseurs à variation de vitesse.

Enfin, la planification des travaux devra être associée à une réflexion globale sur la cohérence des choix techniques.

		Page 48
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Fiche de synthèse de l'audit énergétique

Audit

Contexte

L'audit énergétique a été réalisé par Nicolas JEANDOT, expert technico commercial pour la société EDF, basé à Dijon, 40 avenue Françoise Giroud, 21000 DIJON.

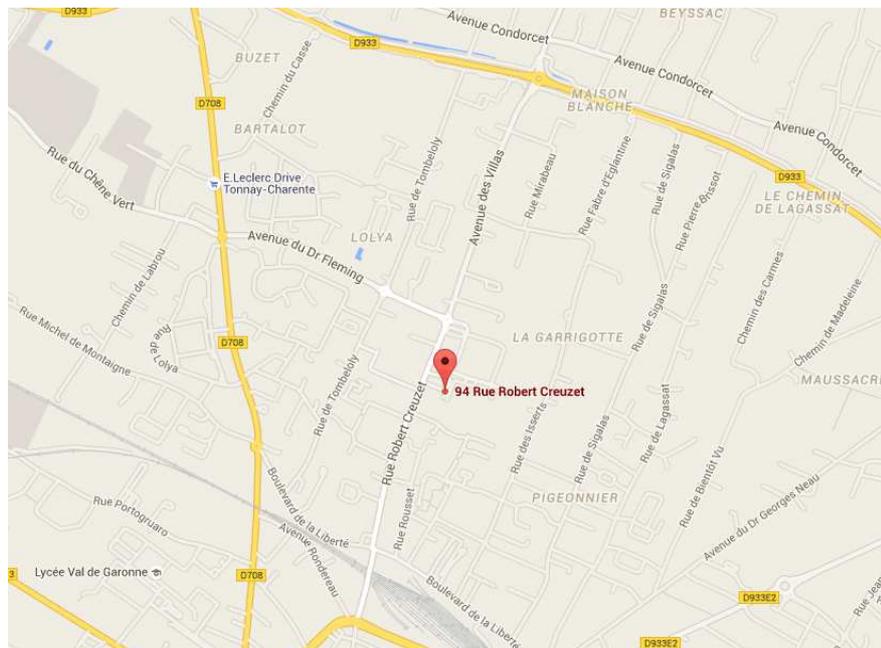
Le numéro de certificat de l'auditeur est : **15008899**

Site concerné par l'audit

Désignation

Désignation	Données
Raison sociale	CREUZET AERONAUTIQUE
SIREN	727050080
Chiffre d'affaires (2013)	95 858 000 €
Nombre de salariés	Supérieur à 1000
NAF	3030Z
Activité	Construction aéronautique et spatiale
SIRET	72705008000017
Adresse	94 rue Robert Creuzet 47200 Marmande
Surface du(es) bâtiment(s)	30 745 m ² (dont 30 115 m ² chauffés)

Localisation



		Page 49
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Surfaces

Les surfaces de l'objet audité sont les suivantes :

Désignation	Surface (m²)
Zone administrative	450
Bâtiment K (y compris annexes)	5 915
Atelier A	630
Atelier E	1 354
Atelier C	3 451
Atelier L	4 802
Atelier G	1 008
Atelier F	3 252
Atelier M	4 954
Bâtiment N	3 000
Bâtiment O	1 025
Bâtiment social	185
Brouillon, Conciergerie	719
Total	30 745

Consommation du site

Le site utilise quatre énergies distinctes :

- L'électricité
- Le gaz
- Le fioul
- Le gasoil

Les consommations annuelles sont résumées dans le tableau suivant :

Désignation	Consommations d'octobre 2013 à septembre 2014							
	Electricité		Gaz naturel		Fioul		Gasoil	
	kWh	€HT	kWh	€HT	kWh	€HT	litres	€HT
Usine 94 rue Robert Creuzet 47200 Mamande	12 675 521	996 447	3 417 595	182 188	33 428	24 681	3 800	4 800

Consommations énergétiques par usages

Répartition des consommations énergétiques selon les différents usages rencontrés dans l'organisme audité :

Type d'usage	Consommation annuelle	Type d'énergie
Process	7 741 000 kWh	Electricité
Eclairage	1 009 000 kWh	Electricité
Froid	1 098 000 kWh	Electricité
Ventilation / pompage	985 000 kWh	Electricité
Air comprimé	962 000 kWh	Electricité
Chauffage ateliers et réfectoire et ECS (15%env)	415 000 kWh	Electricité
Divers	250 000 kWh	Electricité
Pertes transfo	240 000 kWh	Electricité
Chauffage ateliers	3 420 978 kWhPCS	Gaz naturel
Chauffage locaux administratifs	33 430 litres	Fioul
Gasoil véhicules	3 800 litres	Gasoil

Répartition des coûts énergétiques par usages

Aperçu graphique de la répartition des coûts énergétiques selon des usages de l'organisme.

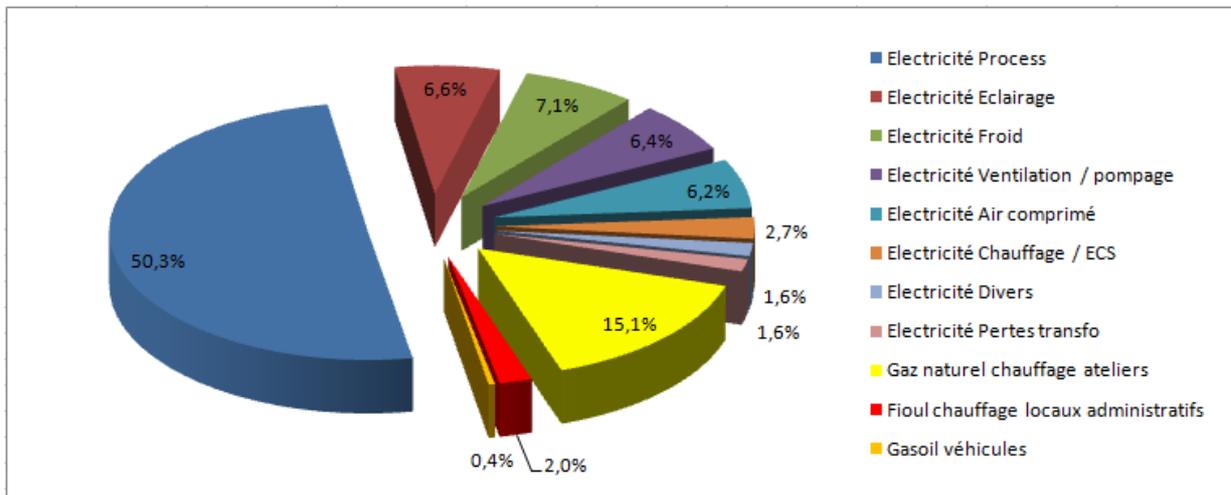


Diagramme des consommations énergétiques par usages (selon factures en €HTVA)

Indices de Performance Energétique (IPE)

Contexte

D'après les données collectées sur le site, les IPE sont les suivants :

	Designation	Valeur
<i>Référentiel IPE</i>	Nb d'heures de production du 10/2013 au 09/2013	407 474 heures
	Surface totale site	30 745 m ²
	Dont zone de production	28 600 m ²
	Dont zone bureaux	1 250 m ²
	Production d'air comprimé	7 130 000 m ³
<i>Consommation globale</i>	Degrés Jours Unifiés sur Agen du 10/2013 au 09/2014	2 600
	Consommation énergétique tous usages confondus	16 164 544 kWh
	IPE consommation globale par m² total site	525,8 kWh/m²/an
<i>Eclairage</i>	IPE consommation globale par nb heures de production	39,7 kWh/h production
	Consommation énergétique d'éclairage	1 009 000 kWh
	IPE consommation éclairage par m² total site	32,8 kWh/m²/an
	Puissance moyenne installée d'environ	9,8 W/m²
<i>Air comprimé</i>	Pour information, avec un éclairage conventionnel : La puissance installée constatée en ateliers se situe entre La puissance installée constatée en bureau oscille entre	5 et 10 W/m ² 10 et 15 W/m ²
	Consommation énergétique d'air comprimé	962 000 kWh
	IPE consommation air comprimé par m³ produit	0,135 kWh/m³
	IPE consommation air comprimé par nb h de production	2,36 kWh/h production
	Pour information le ratio de production d'air comprimé : Généralement constaté se situe entre Idéal oscille entre	0,120 et 0,150 kWh/m ³ 0,100 et 0,120 kWh/m ³
<i>Chauffage</i>	Consommation énergétique chauffage totale (élec+gaz) Dont chauffage des ateliers Dont chauffage des bureaux (bâtiment administratif)	3 765 880 kWhPCI 3 431 600 kWhPCI 334 280 kWhPCI
	IPE consommation chauffage par m² en ateliers	120 kWh/m²/an
	IPE consommation chauffage par m² et DJU en ateliers	91 Wh/m²/DJU/an
	IPE consommation chauffage en zone bureaux	267,4 kWh/m²/an
	IPE consommation chauffage par m² et DJU en bureaux	103 Wh/m²/DJU/an
	Pour information le ratio généralement constaté : En zone atelier, sans apport de chaleur process varie entre En zone bureaux est compris entre	180 et 250 kWh/m ² 110 et 150 kWh/m ²

Les propositions d'amélioration de performance énergétique

Propositions d'actions

Classement des opportunités d'améliorations, investissements, économies énergétiques en fonction du temps de retour :

Axe de progrès	Économie (kWh)	Économie (€H.T.)	Investissement moyen (€ H.T.)	Temps de retour (ans)	Hiérarchisation des temps de retour
Court terme					
Optimisation de la charge des transformateurs	26 725	2 100	-	-	Court terme
Récupération de chaleur sur les compresseurs pour préchauffage de l'atelier L	343 000 kWhPCS (308 700 kWhPCI)	18 280	13 000	0,7	Court terme
Moyen terme					
Réparation des fuites d'air comprimé	153 900	12 100	23 500	1,9	Moyen terme
Optimisation du dispositif de bullage	37 200	2 920	7 000	2,4	Moyen terme
Modernisation de la chaufferie fioul des bureaux	121 500 (sur PCI)	12 133	30 000	2,5	Moyen terme
Modernisation de l'éclairage de l'atelier F	148 200	11 650	42 000	2,7 Y compris coût de maintenance	Moyen terme
Long terme					
Modernisation de la centrale d'air comprimé (2 compresseurs et 1 gestion)	184 000	14 460	88 000	6,1	Long terme
Modernisation de l'éclairage de l'atelier F	30 900	2 430	48 000	19,75	Long terme

Temps de retour	classement
TRI < 1 an	Court terme
1 an < TRI < 4 ans	Moyen terme
TRI > 4 ans	Long terme

Indices de Performance Énergétique IPE

Comparaison des IPE avant et après travaux :

usages	I.P.E. actuel	I.P.E. après améliorations
Éclairage	32,8 kWh/m ² /an	27 kWh/m ² /an
Air comprimé	2,36 kWh/h production/an	1,89 kWh/h production/an
Chauffage des ateliers	120 kWh/m ² /an	109,2 kWh/m ² /an
Chauffage bâtiment administratif	267,5 kWh/m ² /an	170,3 kWh/m ² /an

Annexe 1 :

Principes de l'éclairage

Rappel sur l'éclairage

L'éclairage général et uniformément réparti joue un rôle fonctionnel et doit permettre :

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

L'éclairage d'accentuation :

- créé des contrastes et des ambiances,
- valorise un produit ou un espace spécifique.

Un bon éclairage doit donc s'adapter :

- à l'activité,
- à son emplacement,
- à la taille du local.

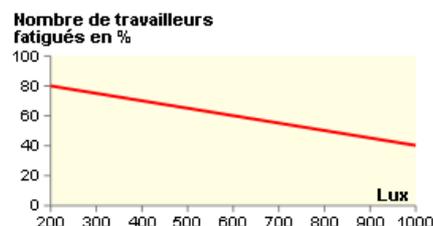
Le confort visuel

Le confort visuel dépend de plusieurs facteurs :

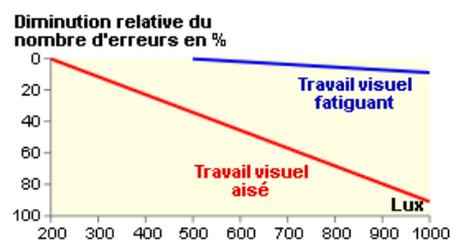
- du niveau d'éclairage (quantité de lumière exprimée en lux),
- de l'indice de rendu de couleur (IRC),
- de la température de couleur de la lampe,
- du facteur d'éblouissement.

Niveau d'éclairage

Un niveau d'éclairage trop faible entraîne progressivement une diminution du pouvoir de perception, une concentration plus difficile et une fatigue accrue :



% de travailleurs fatigués selon l'intensité de l'éclairage



% d'erreurs selon l'intensité de l'éclairage

Eclairage moyen

L'éclairage moyen (E_m) est :

- exprimé en lux (lux = lumen/m²),
- la valeur en dessous de laquelle l'éclairage de la surface considérée ne peut pas descendre.

Il s'agit de l'éclairage moyen au moment où la maintenance doit être assurée.

Le confort visuel (suite)

L'indice de rendu de couleur

L'indice de rendu de couleur (IRC ou Ra) est la capacité d'une lampe à restituer les couleurs de l'objet qu'elle éclaire.

La valeur optimale de l'IRC est 100 (lumière d'une lampe à incandescence, les couleurs apparaissent comme à la lumière du jour).

Il est recommandé d'utiliser des lampes d'indice de rendu des couleurs supérieur à 80 dans les intérieurs où les gens travaillent ou séjournent pendant de longues périodes.

Température de couleur

La température de couleur sera choisie en fonction :

- de l'ambiance à créer,
- du volume à éclairer et du décor.

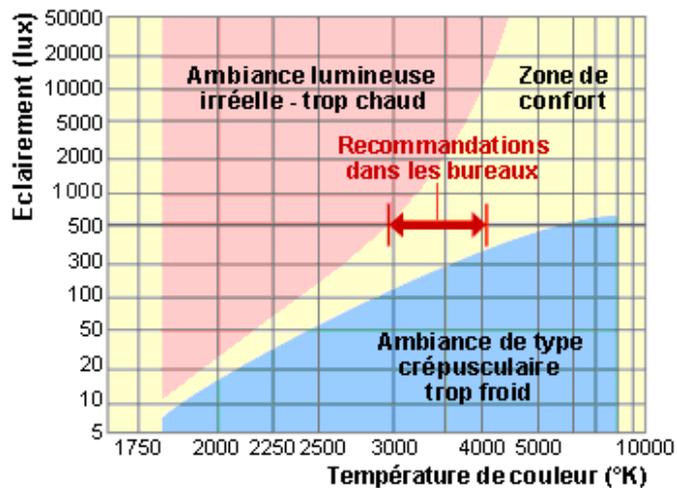
La température de couleur est la faculté qu'a une source lumineuse d'apparaître chaude ou froide.

Plus la température de couleur sera élevée, plus la couleur apparente semblera froide.

L'aspect des produits frais peut varier peut varier considérablement selon le type de lampes utilisées.

A titre indicatif, les teintes chaudes sont situées entre 2700 et 3000 K, les teintes intermédiaires neutres entre 4000 et 5000 K. Au-delà, nous obtenons des teintes froides.

Exemple de d'ambiance pour des bureaux :



Le facteur d'éblouissement

Le facteur d'éblouissement (UGR) donne une idée de l'éblouissement d'inconfort dans le champ visuel de l'observateur.

L'UGR est compris entre 10 et 30.

L'UGR doit être le plus faible possible.

Paramètres de dimensionnement

L'installation d'éclairage sera dimensionnée au moyen du logiciel Dialux.

L'installation d'éclairage sera dimensionnée sur la base :

- de l'éclairage minimal du plan de travail,
- du niveau d'éclairage moyen à maintenir,
- de l'uniformité d'éclairage minimale sur la zone de travail et dans les zones environnantes immédiates.

Facteur de maintenance

Lors du dimensionnement de l'installation d'éclairage, on doit tenir compte du facteur de maintenance. En effet, l'éclairage fourni par une installation décroît progressivement à la suite de :

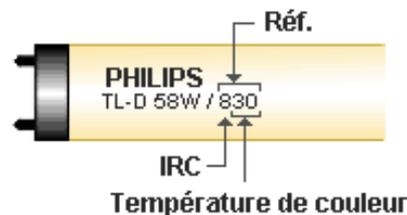
- la perte de flux lumineux des lampes due à leur vieillissement,
- la défaillance de certaines lampes,
- l'empoussièrement des lampes et des surfaces optiques des luminaires,
- la réduction des facteurs de réflexion du local.

La rapidité de cet affaiblissement est fonction de l'environnement, des conditions d'utilisation et de l'âge de l'installation.

Aspects technique de l'éclairage

Signification du marquage

- La signification du marquage d'un tube est la suivante :



- TL-D -désignation commerciale du tube.
- 58 W -puissance du tube.
- Réf 8 30 :
 - 8 : Indice de rendu des couleurs de 80,
 - 30 : Température de couleur de 3000°K. Cette température peut varier de 2700° à 6000°. Plus cette température est élevée, plus la lumière émise par le tube est blanche.

		Page 56
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Ballasts

Plusieurs types de ballasts existent avec chacun une utilisation spécifique.

On retrouve des ballasts ferromagnétiques dans les installations existantes, mais ce type de ballast n'est plus commercialisé. Ils ont été remplacés par des ballasts électroniques.

Les luminaires équipés de ballast électronique sont plus économiques en consommation (environ 20%) et augmentent sensiblement la durée de vie des lampes (jusqu'à 50 %).

La durée de vie des lampes en fonction du type de ballast est la suivante :

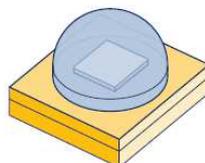
Type de ballast	Durée de vie des lampes (heures)
Ferromagnétique	6 000 à 7 000
Electronique	12 000 à 15 000

Information Les ballasts électroniques peuvent être de cinq types (références Philips) :

Désignation	Type	Utilisation	Durée de vie des ballasts (heures)
HFD ou HFR DT (DALI)	Electronique avec préchauffage, gradation et « adressable »	Allumages fréquents, détection de présence, gradation, fonctionnement automatique commandé par une gestion centralisée. (HFDT)	55 000
HFR	Electronique avec préchauffage et gradation	Allumages fréquents, détection de présence, gradation	55 000
HFP	Electronique avec préchauffage	Allumages fréquents, détection de présence	55 000
HFS	Electronique avec préchauffage	Allumages fréquents, détection de présence	45 000
HFB ou EI	Electronique basique avec amorçage instantané	Allumage une fois	45 000

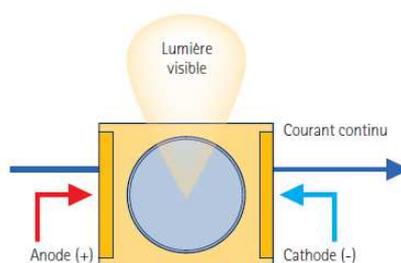
Eclairage LED

Généralités LED ou DEL : Diode Electroluminescente à spectre visible.



Une LED est un semi-conducteur (diode) qui émet de la lumière quand du courant le traverse.

Les matériaux semi-conducteurs que les LED utilisent transforment l'énergie électrique en un rayonnement électromagnétique visible, c'est-à-dire en lumière :



La lumière apparaît quand un courant électrique continu traverse la diode de l'anode (pôle positif) à la cathode (pôle négatif).

La lumière se forme à la jonction : c'est la zone frontière entre la partie chargée positivement (P) et négativement (N) du semi-conducteur.

Aujourd'hui, les LED sont classées en deux catégories :

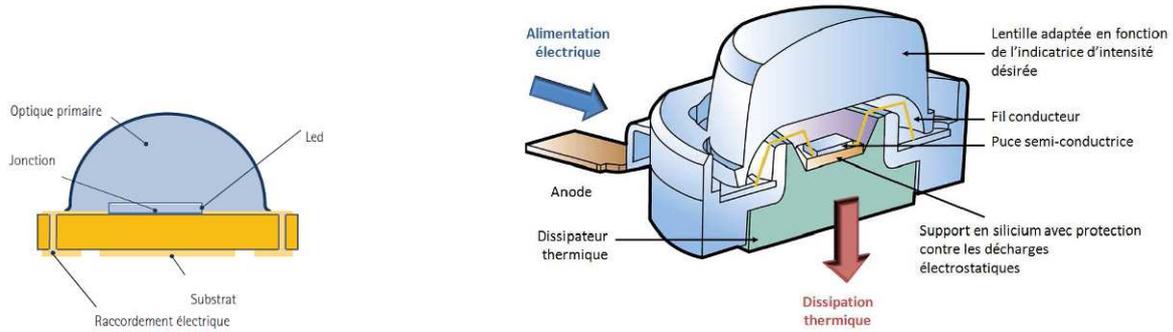
Puissance LED	Utilisation
< 1W	<ul style="list-style-type: none"> • Voyant lumineux HIFI, • Electroménager.
> 1W	<ul style="list-style-type: none"> • Flash téléphone portable, • Lampe frontale, • Eclairage automobile, • Eclairage domestique, • Eclairage industriel.

Les LED dédiées à l'éclairage sont de plus en plus performantes.

Les rendements vont de 30 lm/W à 130 lm/W (jusqu'à 200 lm/W pour certains prototypes).

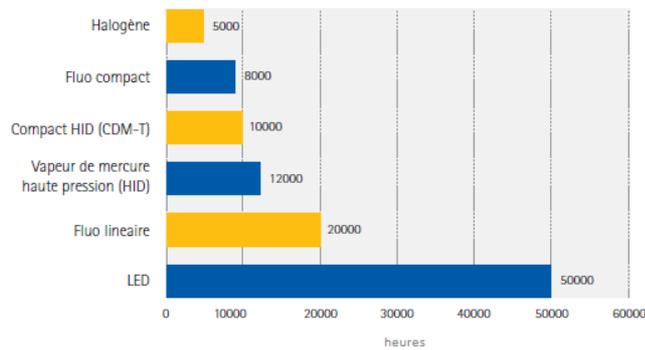
Eclairage LED (suite)

La technologie LED Construction d'un composant LED :



L'émission de photons (lumière visible) est liée à une différence de potentiel aux bornes de la jonction.

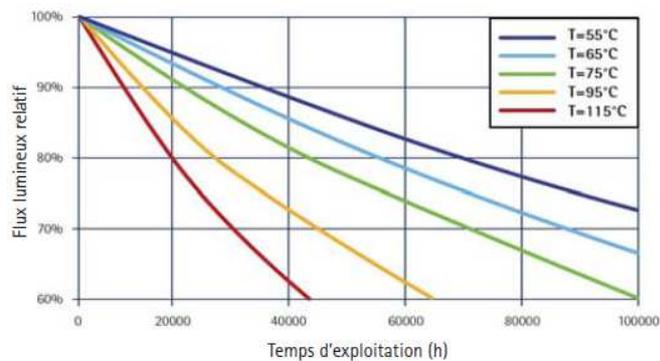
Durées de vie Les valeurs typiques pour les durées de vie utile des différents types de lampes sont les suivantes :



La durée de vie utile d'une lampe est le nombre d'heure après lequel elle émet plus que 80% de son flux lumineux d'origine.

La durée de vie utile d'une LED est d'environ 50 000 heures.

La durée de vie et le flux lumineux d'une LED diminuent quand la température ambiante ou elle est installée augmente :



Annexe 2 : Les fluides frigorigènes

Extrait du Journal Officiel

Contexte

JORF n°158 du 10 juillet 2007 page 11688, texte n° 95

AVIS

Avis destiné aux détenteurs d'équipements de réfrigération et de climatisation contenant des hydrochlorofluorocarbures (HCFC), dont le R-22.

NOR : ECEI0758113V

Les HCFC sont des substances appauvrissant la couche d'ozone stratosphérique et, à ce titre, soumises au règlement n° 2037/2000 du 29 juin 2000.

Les HCFC, notamment le R-22, sont utilisés comme fluides frigorigènes dans des équipements de réfrigération et de climatisation.

Le règlement n° 2037/2000 établit un calendrier d'élimination des HCFC :

- interdiction de mettre sur le marché des équipements de réfrigération et de climatisation chargés avec un HCFC à compter du 1er janvier 2004,
- interdiction de stocker et d'utiliser des HCFC vierges dans la maintenance et l'entretien de tels équipements à compter du 1er janvier 2010,
- interdiction de stocker et d'introduire des HCFC, même recyclés, à compter du 1er janvier 2015.

Il sera donc interdit, au-delà de cette date, de charger ou recharger un équipement avec un HCFC, le stockage de fluide étant considéré comme une recharge.

Les pouvoirs publics attirent l'attention des professionnels concernés sur une probable difficulté d'approvisionnement en R-22 recyclé, et ce dès 2010.

Il est donc de la responsabilité des différents acteurs de mettre en place dès aujourd'hui une politique sérieuse et cohérente de maîtrise des émissions.

Cette démarche responsable consiste à :

- s'assurer du confinement (*) des équipements,
- réaliser les travaux susceptibles d'améliorer le confinement (*),
- faire appel à du personnel compétent,
- récupérer les HCFC en fin de vie de l'installation,
- programmer des actions de conversion ou remplacement dès aujourd'hui.

Dans le cas où des solutions technologiques alternatives répondraient mieux aux besoins, il est important de noter qu'une réaction trop lente de la part des investisseurs pourrait générer une pénurie de main-d'œuvre de personnels qualifiés susceptibles de réaliser les travaux.

Les pouvoirs publics incitent donc les détenteurs d'équipements à faire rapidement un audit de leur parc et à anticiper la conversion, voire le remplacement de leurs équipements actuels au R-22, au profit d'équipements répondant aux normes et réglementations en vigueur, en particulier en termes de confinement des fluides frigorigènes qu'ils utilisent et d'efficacité énergétique

		Page 60
Référence : 1-N6FWU6	LISI Creuzet Aéronautique Marmande Usine	Version : V2

Fiche de synthèse de l'audit énergétique

Audit

Contexte

L'audit énergétique a été réalisé par Nicolas JEANDOT, expert technico commercial pour la société EDF, basé à Dijon, 40 avenue Françoise Giroud, 21000 DIJON.

Début de validité

Fin de validité

Numéro du certificat du prestataire

N° 15008899

20 février 2015

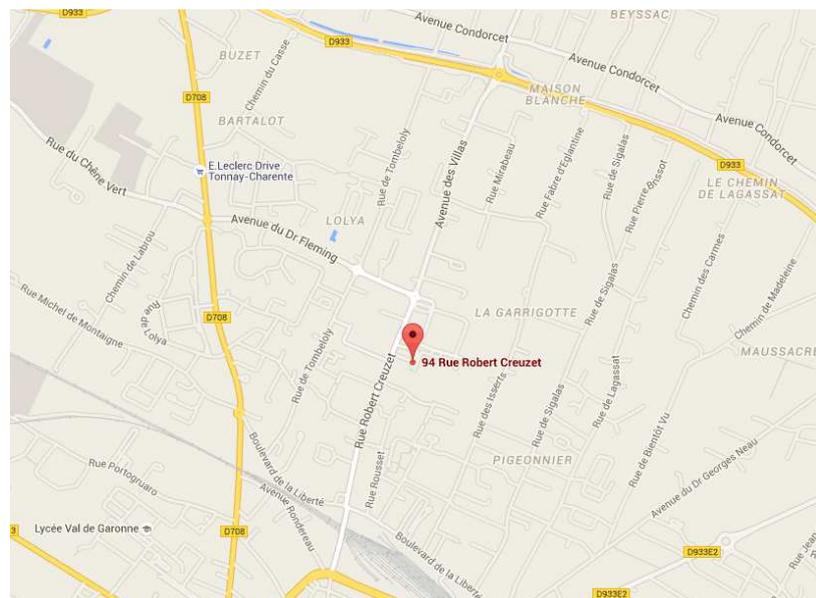
19 février 2018

Site concerné par l'audit

Désignation

Désignation	Données
Raison sociale	CREUZET AERONAUTIQUE
SIREN	727050080
Chiffre d'affaires (2013)	95 858 000 €
Nombre de salariés	Supérieur à 1000
NAF	3030Z
Activité	Construction aéronautique et spaciae
SIRET	72705008000017
Adresse	94 rue Robert Creuzet 47200 Marmande
Surface du(es) bâtiment(s)	30 745 m ² (dont 30 115 m ² chauffés)

Localisation



Surfaces

Les surfaces de l'objet audité sont les suivantes :

Désignation	Surface (m²)
Zone administrative	450
Bâtiment K (y compris annexes)	5 915
Atelier A	630
Atelier E	1 354
Atelier C	3 451
Atelier L	4 802
Atelier G	1 008
Atelier F	3 252
Atelier M	4 954
Bâtiment N	3 000
Bâtiment O	1 025
Bâtiment social	185
Brouillon, Conciergerie	719
Total	30 745

Consommation du site

Le site utilise quatre énergies distinctes :

- L'électricité
- Le gaz
- Le fioul
- Le gasoil

Les consommations annuelles sont résumées dans le tableau suivant :

Désignation	Consommations d'octobre 2013 à septembre 2014							
	Electricité		Gaz naturel		Fioul		Gasoil	
	kWh	€HT	kWh	€HT	kWh	€HT	litres	€HT
Usine 94 rue Robert Creuzet 47200 Mamande	12 675 521	996 447	3 417 595	182 188	33 428	24 681	3 800	4 800

Consommations énergétiques par usages

Répartition des consommations énergétiques selon les différents usages rencontrés dans l'organisme audité :

Type d'usage	Consommation annuelle	Type d'énergie
Process	7 741 000 kWh	Electricité
Eclairage	1 009 000 kWh	Electricité
Froid	1 098 000 kWh	Electricité
Ventilation / pompage	985 000 kWh	Electricité
Air comprimé	962 000 kWh	Electricité
Chauffage ateliers et réfectoire et ECS (15%env)	415 000 kWh	Electricité
Divers	250 000 kWh	Electricité
Pertes transfo	240 000 kWh	Electricité
Chauffage ateliers	3 420 978 kWhPCS	Gaz naturel
Chauffage locaux administratifs	33 430 litres	Fioul
Gasoil véhicules	3 800 litres	Gasoil

Répartition des coûts énergétiques par usages

Aperçu graphique de la répartition des coûts énergétiques selon des usages de l'organisme.

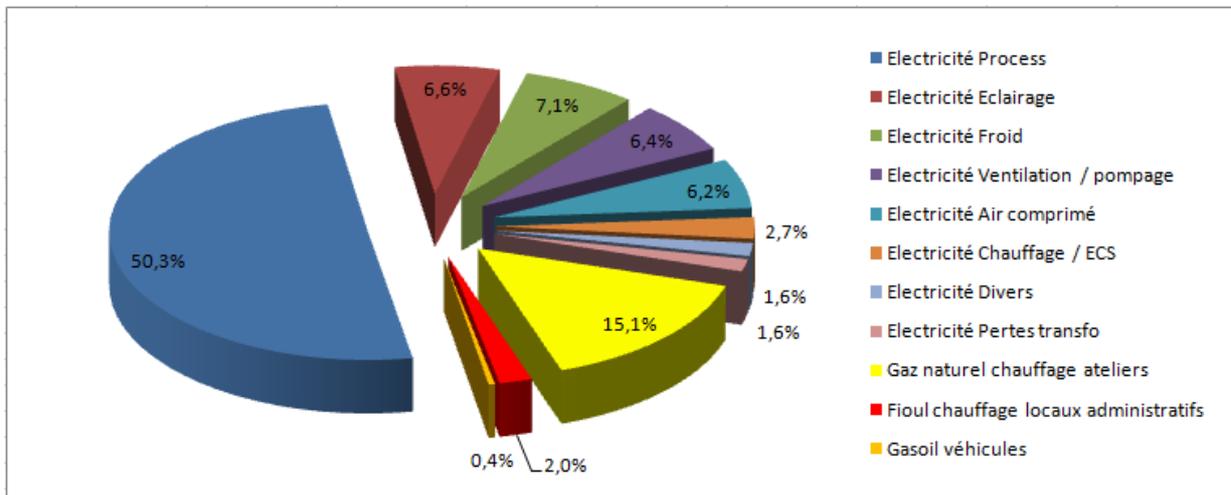


Diagramme des consommations énergétiques par usages (selon factures en €HTVA)

Indices de Performance Energétique (IPE)

Contexte

D'après les données collectées sur le site, les IPE sont les suivants :

	Designation	Valeur
<i>Référentiel IPE</i>	Nb d'heures de production du 10/2013 au 09/2013	407 474 heures
	Surface totale site	30 745 m ²
	Dont zone de production	28 600 m ²
	Dont zone bureaux	1 250 m ²
	Production d'air comprimé	7 130 000 m ³
<i>Consommation globale</i>	Degrés Jours Unifiés sur Agen du 10/2013 au 09/2014	2 600
	Consommation énergétique tous usages confondus	16 164 544 kWh
	IPE consommation globale par m² total site	525,8 kWh/m²/an
	IPE consommation globale par nb heures de production	39,7 kWh/h production
<i>Eclairage</i>	Consommation énergétique d'éclairage	1 009 000 kWh
	IPE consommation éclairage par m² total site	32,8 kWh/m²/an
	Puissance moyenne installée d'environ	9,8 W/m²
<i>Air comprimé</i>	Pour information, avec un éclairage conventionnel : La puissance installée constatée en ateliers se situe entre La puissance installée constatée en bureau oscille entre	5 et 10 W/m ² 10 et 15 W/m ²
	Consommation énergétique d'air comprimé	962 000 kWh
	IPE consommation air comprimé par m³ produit	0,135 kWh/m³
	IPE consommation air comprimé par nb h de production	2,36 kWh/h production
	Pour information le ratio de production d'air comprimé : Généralement constaté se situe entre Idéal oscille entre	0,120 et 0,150 kWh/m ³ 0,100 et 0,120 kWh/m ³
<i>Chauffage</i>	Consommation énergétique chauffage totale (élec+gaz) Dont chauffage des ateliers Dont chauffage des bureaux (bâtiment administratif)	3 765 880 kWhPCI 3 431 600 kWhPCI 334 280 kWhPCI
	IPE consommation chauffage par m² en ateliers	120 kWh/m²/an
	IPE consommation chauffage par m² et DJU en ateliers	91 Wh/m²/DJU/an
	IPE consommation chauffage en zone bureaux	267,4 kWh/m²/an
	IPE consommation chauffage par m² et DJU en bureaux	103 Wh/m²/DJU/an
	Pour information le ratio généralement constaté : En zone atelier, sans apport de chaleur process varie entre En zone bureaux est compris entre	180 et 250 kWh/m ² 110 et 150 kWh/m ²

Les propositions d'amélioration de performance énergétique

Propositions d'actions

Classement des opportunités d'améliorations, investissements, économies énergétiques en fonction du temps de retour :

Axe de progrès	Économie (kWh)	Économie (€H.T.)	Investissement moyen (€ H.T.)	Temps de retour (ans)	Hiérarchisation des temps de retour
Court terme					
Optimisation de la charge des transformateurs	26 725	2 100	-	-	Court terme
Récupération de chaleur sur les compresseurs pour préchauffage de l'atelier L	343 000 kWhPCS (308 700 kWhPCI)	18 280	13 000	0,7	Court terme
Moyen terme					
Réparation des fuites d'air comprimé	153 900	12 100	23 500	1,9	Moyen terme
Optimisation du dispositif de bullage	37 200	2 920	7 000	2,4	Moyen terme
Modernisation de la chaufferie fioul des bureaux	121 500 (sur PCI)	12 133	30 000	2,5	Moyen terme
Modernisation de l'éclairage de l'atelier F	148 200	11 650	42 000	2,7 Y compris coût de maintenance	Moyen terme
Long terme					
Modernisation de la centrale d'air comprimé (2 compresseurs et 1 gestion)	184 000	14 460	88 000	6,1	Long terme
Modernisation de l'éclairage de l'atelier F	30 900	2 430	48 000	19,75	Long terme

Temps de retour	classement
TRI < 1 an	Court terme
1 an < TRI < 4 ans	Moyen terme
TRI > 4 ans	Long terme

Indices de Performance Énergétique IPE

Comparaison des IPE avant et après travaux :

usages	I.P.E. actuel	I.P.E. après améliorations
Éclairage	32,8 kWh/m ² /an	27 kWh/m ² /an
Air comprimé	2,36 kWh/h production/an	1,89 kWh/h production/an
Chauffage des ateliers	120 kWh/m ² /an	109,2 kWh/m ² /an
Chauffage bâtiment administratif	267,5 kWh/m ² /an	170,3 kWh/m ² /an