



CHANGER L'ÉNERGIE ENSEMBLE



LISI AUTOMOTIVE RAPID

Audit Énergétique NF EN 16 247



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

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..... 7

 Informations sur le site..... 7

 Consommation du site 9

 Usages audités 11

 Indices de performance énergétique (IPE)..... 11

Consommations du site..... 12

 Consommation électrique..... 12

 Consommation de gaz naturel : 18

ETAT DES LIEUX GLOBAL..... 22

Préconisation n°1 : Air comprimé..... 23

 Etat des lieux..... 23

 Solution n°1 - Réparation des fuites 32

 Solution n°2 - Optimisation des utilisations énergivores..... 32

 Solution n°3 - Optimisation de la pression d’utilisation..... 38

 Synthèse des actions air comprimé..... 39

Préconisation n°2 : Récupération de chaleur sur les compresseurs 40

 Etat des lieux..... 40

 Récupération de chaleur sur compresseurs d’air 41

Préconisation n°3 : chauffage des locaux. 42

 Etat des lieux..... 42

 Modernisation de la chaufferie..... 43

Préconisation n°4 – Isolation du réseau d’eau chaude 44

Préconisation n°5 – Eclairage Atelier TTH Hall 3 45

Etat des lieux.....	45
Hall 3- Préconisation LED	47
Eclairage général du site.....	50
Préconisation n°6 – Eclairage Hall 4	51
Etat des lieux.....	51
Hall 4 - Solution tube LED.....	53
Préconisation n°7 - Eclairage tubes fluos 58W des halls 1, 2 et 3 (presses/moule).....	57
Etat des lieux.....	57
Halls 1, 2, 3 (presses/moules) - Solution tube LED.....	57
Préconisation n°8 – Arrêt des moteurs des presses verticales.....	60
Préconisation n°9 – Production de froid des process	61
Synthèse des mesures d’amélioration de l’efficacité énergétique	62
Analyse économique et conclusion	64
Annexe 1 :	65
Théories de l’éclairage	65
Aspects technique de l’éclairage.....	68
Annexe 2 : Extrait du Journal Officiel	72
Fiche de synthèse de l’audit énergétique	73
Audit.....	73
Site concerné par l’audit	73
Consommation du site	74
Indices de Performance Energétique (IPE)	76
Les propositions d’amélioration de performance énergétique	77

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-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	Version : V2

Introduction

Interlocuteurs

Nom	Fonction	Téléphone	Email
Client			
Mathieu FARRAJ	Responsable HSE	01 34 46 60 93	mathieu.farraj@llisi-automotive.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 Mardi 18 février 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

20/05/2015

Nom

Christophe Theulin

Signature



Destinataire

Nom

M. Mathieu FARRAJ

Service

Responsable HSE

Coordonnées

01 34 46 60 93

		Page 2
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	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.

Début de validité
Fin de validité

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-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	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) Boitier thermo hygromètre (KIMO) Boitier 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.

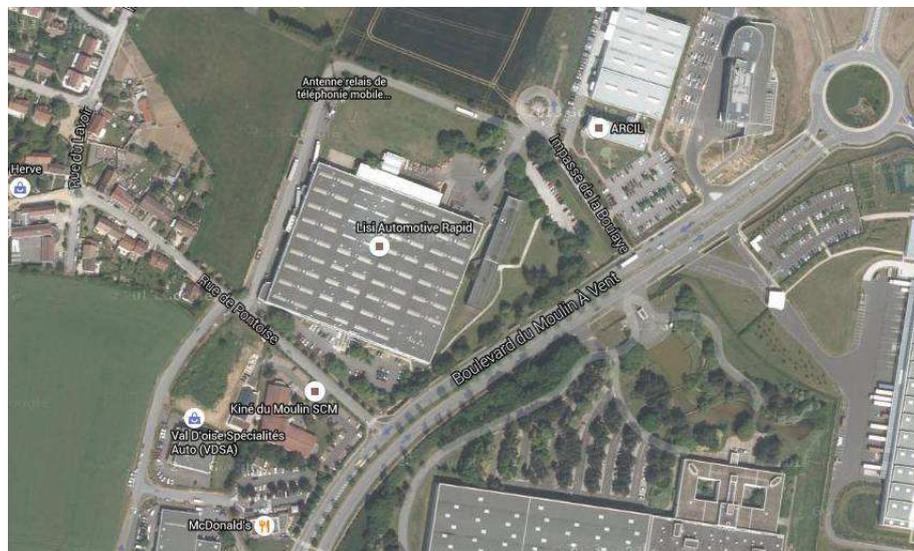
	Désignation	Données
Société	Raison sociale	LISI AUTOMOTIVE RAPID
	SIREN	582041471
	Chiffre d'affaires (2013)	43 330 839 €
	Nombre de salariés	240
	NAF	2599B
	Activité	Fabrication d'autres articles métalliques
	SIRET	58204147100035
	Adresse	1 rue de Pontoise 95650 Pontoise
	Surface du(es) bâtiment(s)	15 930 m ²

Données de base

Informations sur le site

Localisation

Le site est basé 1 rue de Pontoise à Puiseux Pontoise (95650)



Activité et surfaces auditées

Activité de l'organisme Fabrication d'autres articles métalliques.

Fonctionnement Le site fonctionne comme suit :

Désignation	Entête colonne
Rythme	3x8 en Logistique / outillage / Assemblage / TTH 5x8 en injection plastique / Découpe Métal
Nb semaines travaillées	48

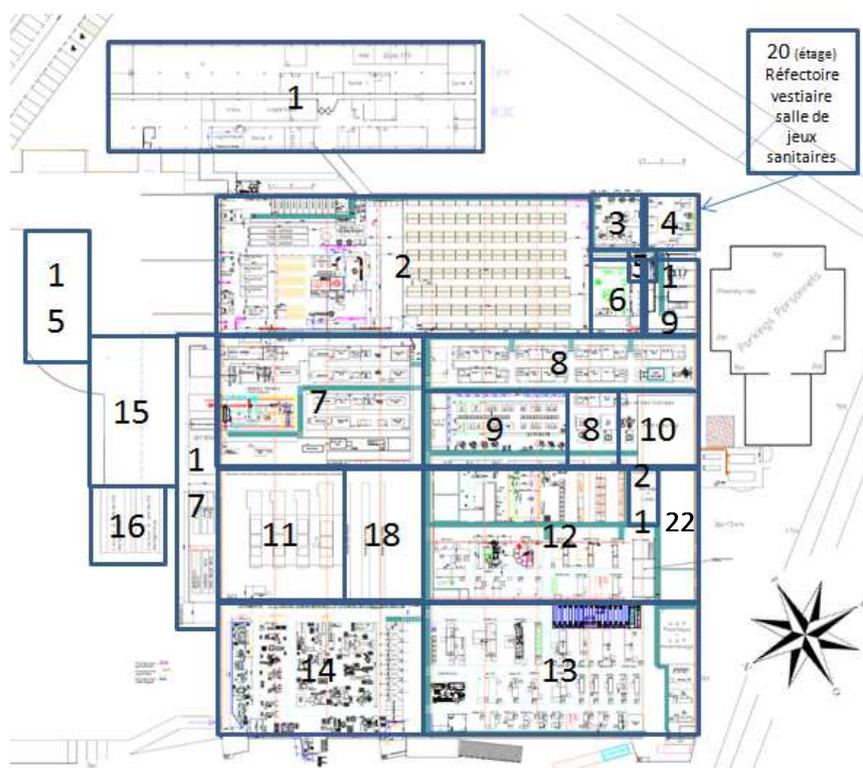
Surface auditée Voir en page suivante.

Surface auditée (suite) Le tableau ci-dessous récapitule les surfaces auditées, estimées sur plan.

N° sur plan	Zone	Activités	Surfaces (m ²)
1	Bâtiment administratif	Administration + Réfectoire	1 850
2	Hall 1	Logistique	3 450
3		Pièces de rechange (Outillage)	
4		Electroérosion (Outillage)	
5		TTH (Outillage)	
6		Prototype	
7	Hall 2	GPV (Métal)	3 100
8		PPV (Métal)	
9		Outillage (Métal)	
10		Maintenance (Métal)	
11	Hall 3	TTH (Métal)	3 250
12		Injection (Plastique) + Moules	
13	Hall 4	Injection (Plastique)	3 320
14		Tri / Assemblage	
20	Locaux du personnel	Vestiaires / Sanitaires / Salle repos	700
22	Locaux techniques	air comprimé et chaufferie	260
TOTAL			15 930

Plan du site

Plan de situation du site LISI Automotive Rapid



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 ou m3	Facture en €HTVA
Electricité	9 663 745	851 002
Gaz naturel	4 066 056	195 353
Eau	5 741	17 510
TOTAUX	-	1 063 865

Répartition des coûts par énergies

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

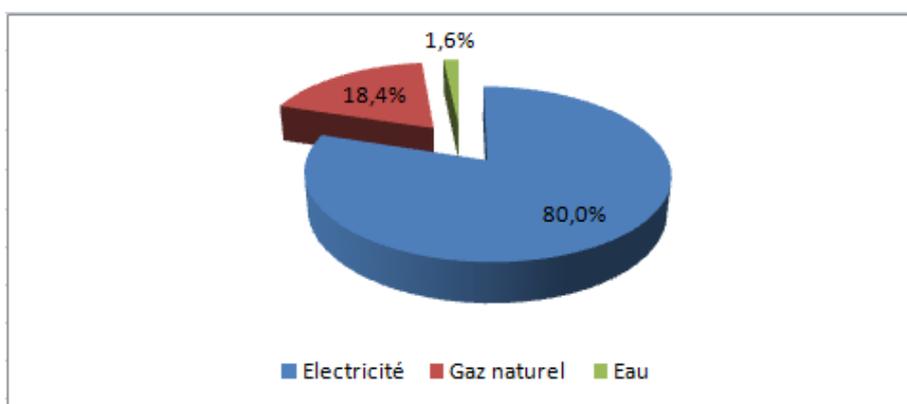


Diagramme des factures énergétiques

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	6 040 000	531 520
Electricité Air comprimé	1 064 000	93 632
Electricité Eclairage	940 000	82 720
Electricité Froid	712 000	62 656
Electricité Ventil / pompage	500 000	44 000
Electricité Divers	250 000	22 000
Electricité Pertes transformateur	160 000	14 080
Gaz naturel chauffage	3 241 000	155 568
Gaz naturel process	717 100	34 421
Gaz naturel cuisine	108 000	5 184
Eau	5 741 m3	17 510
TOTAL	13 732 100 kWh (hors consommation d'eau)	1 063 291

Répartition des coûts énergétiques par usages

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

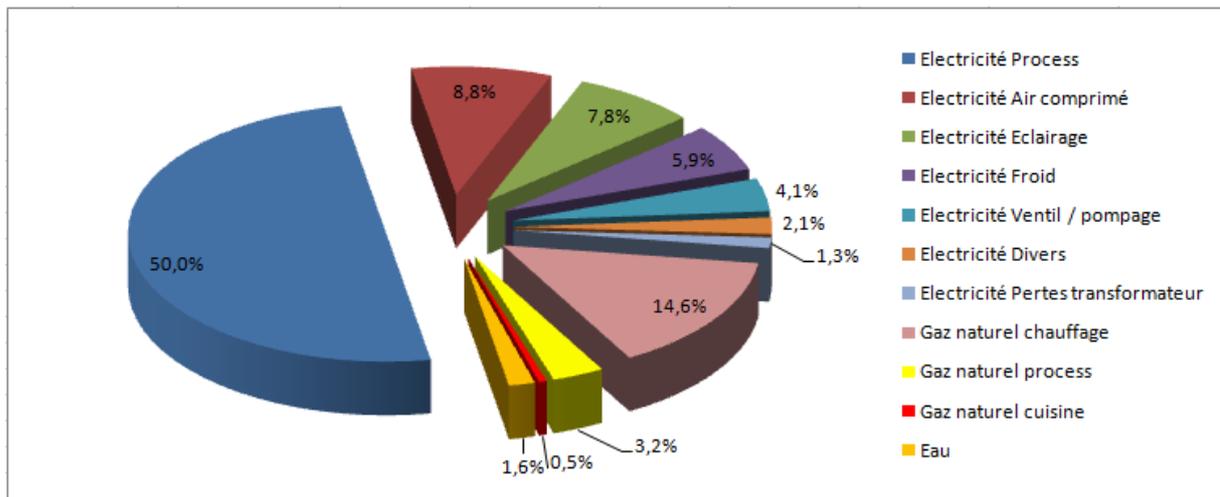


Diagramme des consommations énergétiques par usages en €HTVA

Usages audités

Contexte

L'audit sera principalement axé sur les usages suivants :

- L'air comprimé,
- L'éclairage,
- Le chauffage gaz naturel,
- La production de froid,
- Les moteurs des Petites et Grandes Presses Verticales (PPV et GPV),

Indices de performance énergétique (IPE)

	Désignation	Valeur
<i>Référentiel IPE</i>	Volume de production annuel	44 535 000 €uros
	Surface totale site	15 930 m ²
	Dont zone de production	14 080 m ²
	Dont zone bureaux	1 850 m ²
	Production d'air comprimé	8 934 260 m ³
<i>Consommation globale</i>	Degré Jours Unifiés 18°C Cormeilles en V 10/2013 à 09/2014	2 160
	Consommation énergétique tous usages confondus	13 732 100 kWh
	IPE consommation globale par m² total site	862 kWh/m²/an
	IPE consommation globale / volume de production	308 Wh/€uro prod
<i>Eclairage</i>	Consommation énergétique d'éclairage	940 000 kWh
	IPE consommation éclairage par m² total site	59 kWh/m²/an
	Puissance moyenne installée d'environ	9,7 W/m ²
	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
<i>Air comprimé</i>	Consommation énergétique d'air comprimé	1 064 000 kWh
	IPE consommation air comprimé par m³ produit	0,119 kWh/m³
	IPE consommation air comprimé par nb h de production	23,8 Wh/€uro 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)	3 241 000 kWhPCS
	Dont chauffage des ateliers	3 107 300 kWhPCS
	Dont chauffage des bureaux (bâtiment administratif)	133 700 kWhPCS
	IPE consommation chauffage par m² en ateliers	220 kWh/m²/an
	IPE consommation chauffage par m² et DJU en ateliers	102 Wh/m²/DJU/an
	IPE consommation chauffage en zone bureaux	72,3 kWh/m²/an
	IPE consommation chauffage par m² et DJU en bureaux	33 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 facturée du **01/11/2013 au 30/10/2014**, a été de **9 663 745 kWh**, pour un montant de 851 002 €HTVA, soit **0,088 €HTVA/kWh**.

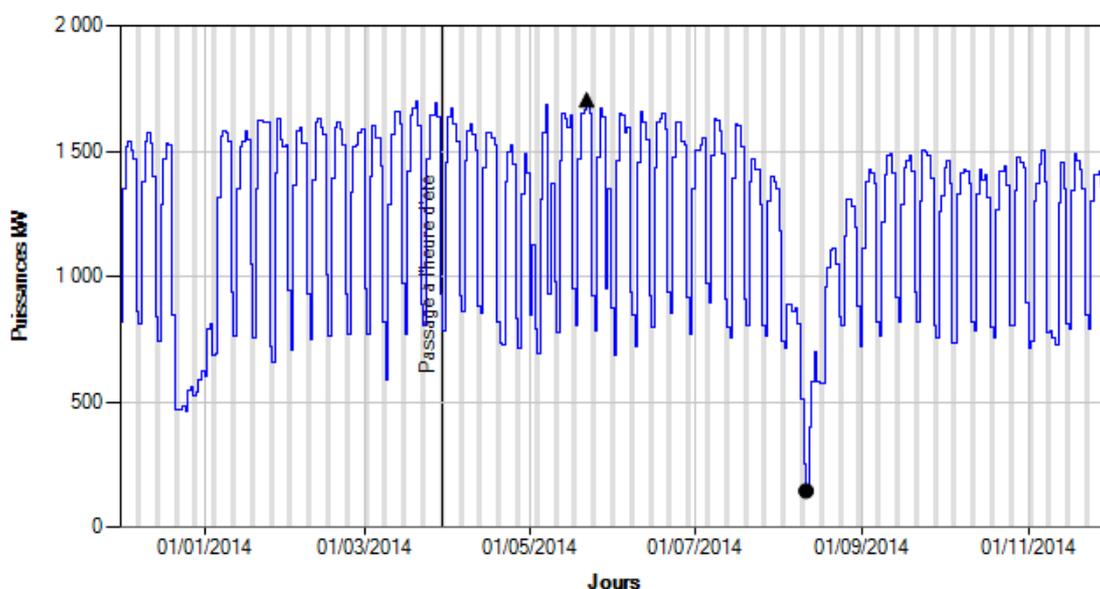
Contrat

Le site dispose d'un contrat lié au marché **non réglementé**. Il dispose d'un contrat de fourniture spécifique. La puissance souscrite lié au contrat **Contrat d'Accès Réseau de Distribution** est de **1770 kW**. La puissance maximale atteinte sur la période prise référence à été de **1 914 kW le 27 mars 2014 à 16h50**.

Mois	Consommation (kWh)	Facture (€HTVA)
Novembre 2013	852 359	77 232,40
Décembre 2013	750 517	63 270,96
Janvier 2014	937 115	84 812,25
Février 2014	899 335	81 773,50
Mars 2014	988 219	88 240,33
Avril 2014	942 579	65 686,57
Mai 2014	950 879	67 105,71
Juin 2014	406 778	66 441,30
Juillet 2014	509 482	66 629,35
Août 2014	624 835	45 461,01
Septembre 2014	892 644	62 382,18
Octobre 2014	909 003	81 967,11
TOTAUX	9 663 745	851 002,67

Courbe annuelle

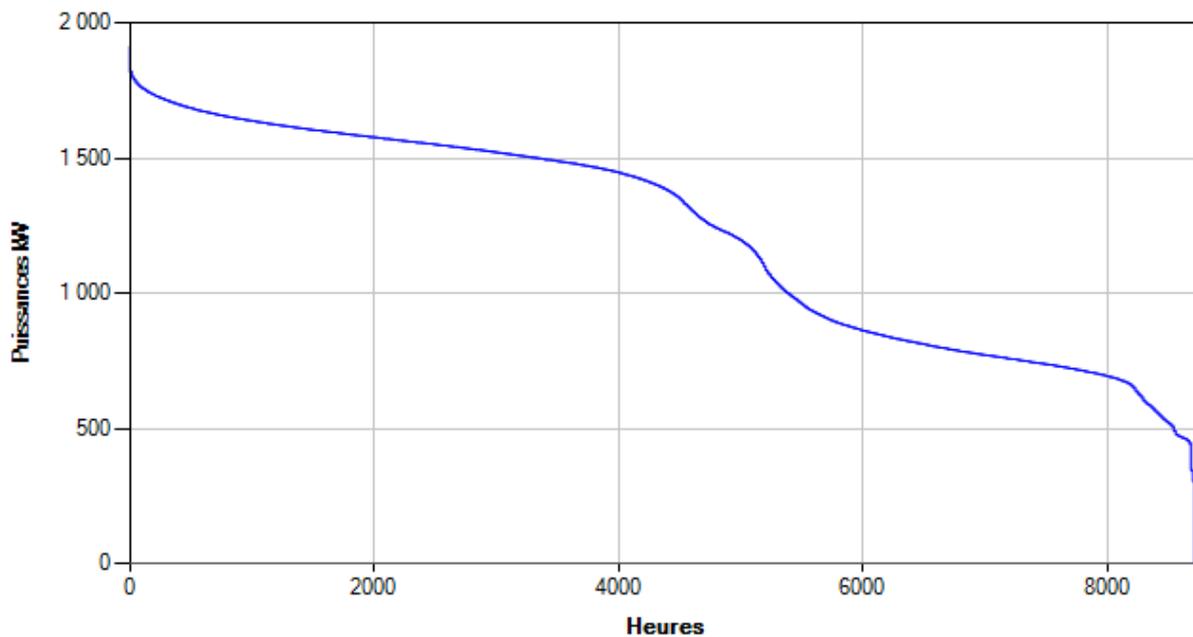
Courbe de consommation annuelle du 1er novembre 2013 au 30 octobre 2014 :



		Page 12
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	Version : V2

Monotone

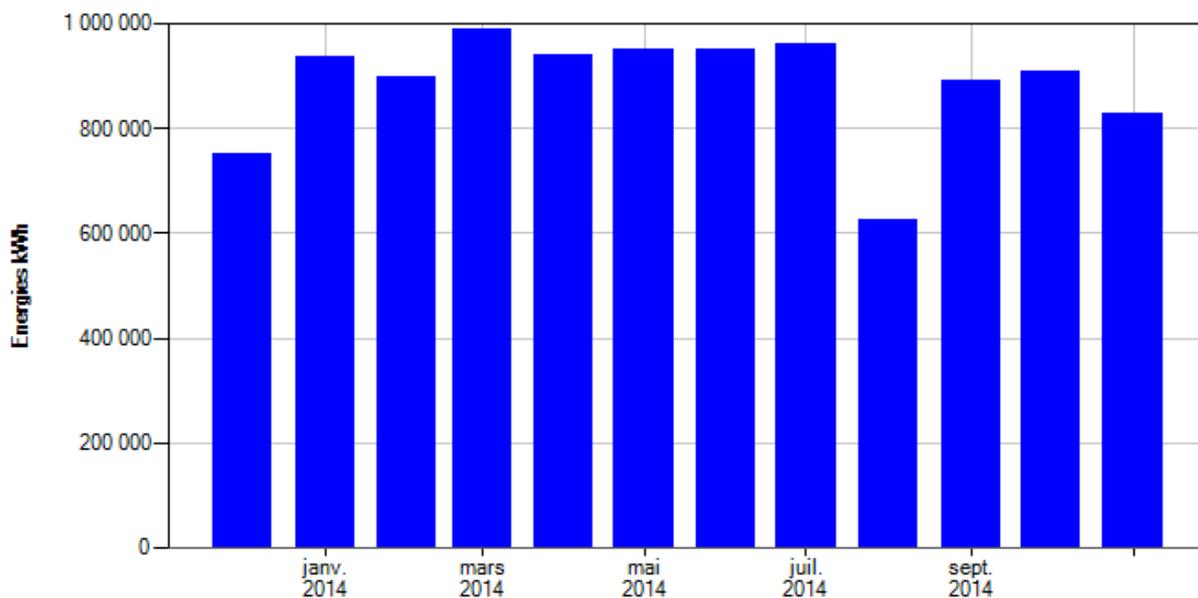
La monotone de la puissance représente le nombre d'heure où la puissance est utilisée.



Monotone de la puissance

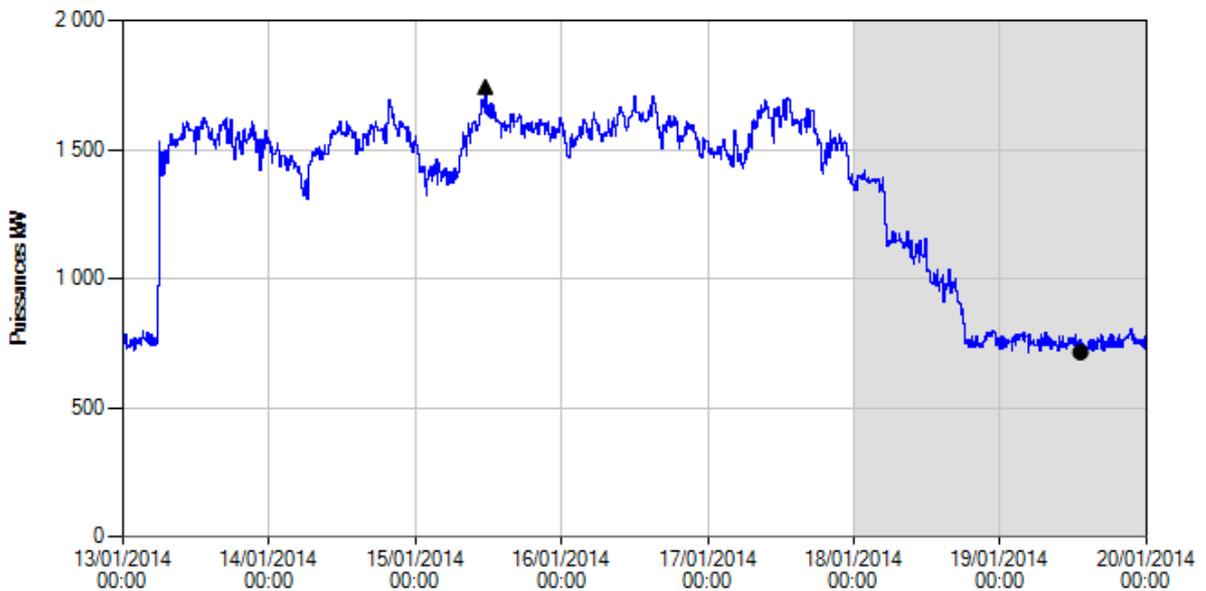
Consommation mensuelle

Répartition de la consommation mensuelle du 1er novembre 2013 au 31 octobre 2014.



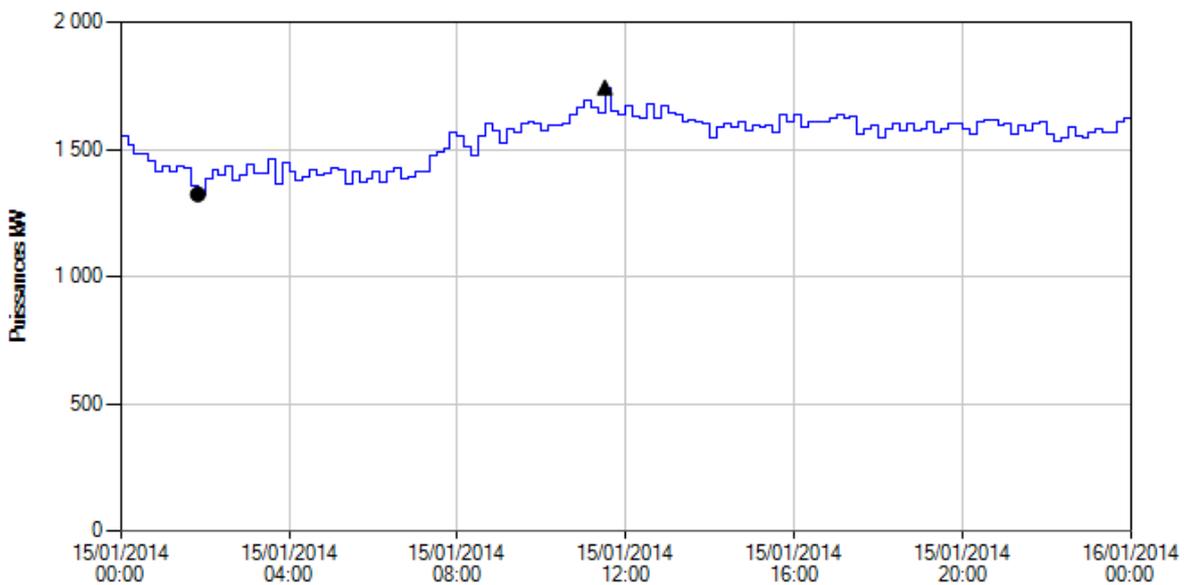
Consommation électrique mensuelle

Consommation semaine type Courbe de la consommation sur une semaine type du 13 au 20 janvier 2014.



Consommation sur une semaine type

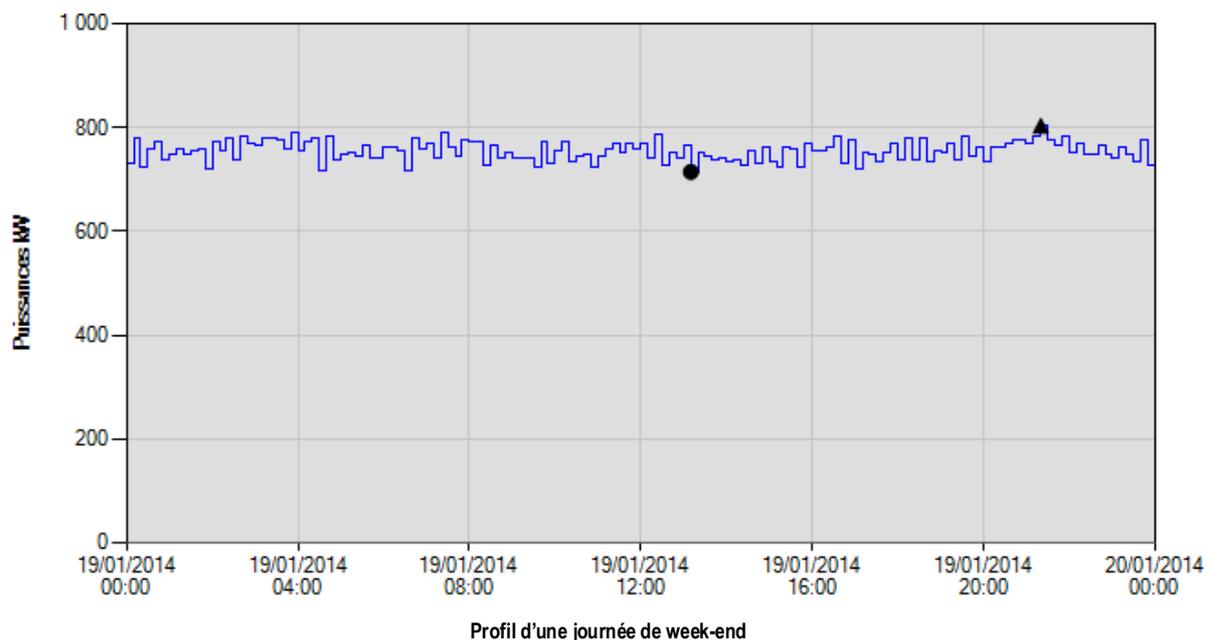
Consommation journalière Courbe de la consommation électrique sur une journée de semaine, le 15 janvier 2014.



Profil de la consommation sur une journée

En week-end

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



Commentaires

La légère baisse

Sur l'année

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

On note **une légère baisse** de la consommation dès **septembre 2014** en raison d'une **baisse de l'activité**.

-
- Le talon de puissance minimum annuel est d'environ
- **730 kW** sur les 48 semaines travaillées (8000h)
- **Entre 450 et 730 kW** sur les 760 heures restantes (congé et ponts),

Sur une semaine

Le rythme de travail dit en 5/8. Nous notons néanmoins une baisse de la consommation en week-end, traduisant un arrêt de certaines activités (outillage, logistique, TTH).

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

- Les presses à injecter,
- La production de froid
- Les compresseurs d'air,
- Les moteurs des PPV et GPV,
- Eclairage,

		Page 15
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	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.
- Tableaux de données transmis par le client,

Process

La répartition de la consommation des process reprendra les usages définis avec le client :

Nous retiendrons donc:

- Logistique, électro-érosion Hall 1
- Découpe métal, Outillage Hall 2
- Four TTH Hall3
- Presses à injecter Hall 3,
- Presses à injecter Hall 4

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 :

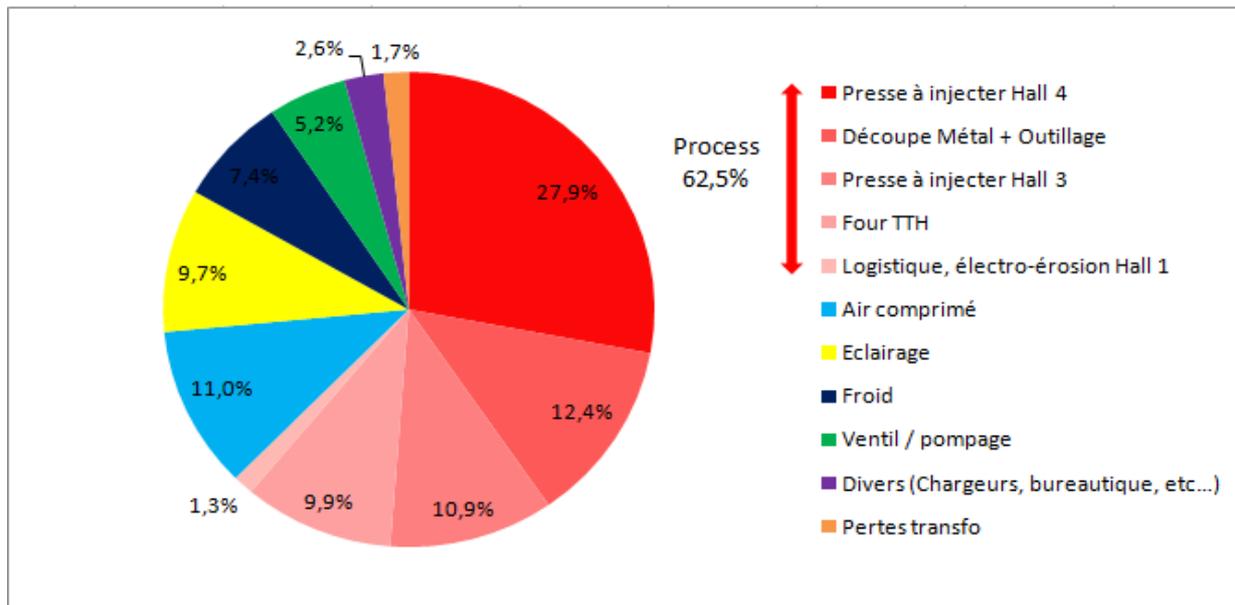
- Froid,
- Eclairage,
- Ventilation, Pompage
- Air comprimé,
- Pertes transformateur
- Divers.

		Page 16
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	Version : V2

Tableau des données La répartition de la consommation électrique, par ordre décroissant, est la suivante :

Usages		Consommation (kWh)
Process	Presse à injecter Hall 4	2 700 000
	Découpe Métal + Outillage	1 200 000
	Presse à injecter Hall 3	1 050 000
	Four TTH	960 000
	Logistique, électro-érosion Hall 1	130 000
Autres Usages	Air comprimé	1 064 000
	Eclairage	940 000
	Froid	712 000
	Ventil / pompage	500 000
	Divers (Chargeurs, bureautique, etc...)	250 000
	Pertes transfo	160 000
TOTAL		9 666 000

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 de l'ensemble du site. Une chaudière alimente un réseau d'eau chaude qui dessert des radiateurs en bureaux et des aérothermes en zones de production.
- Brûlage des fumées de fours en zone TTH,
- La préparation des plats de la cantine,

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 **4 066 056 kWhPCS**. Le montant annuel de la consommation gaz est de **195 353,05 € HTVA**, soit un prix moyen unitaire de **0,048 €HTVA/kWhPCS**.

Tableau de relevés mensuels

Mois	Consommation mensuelle (kWh)	Facture €HTVA
Novembre 2013	521 892	26 078,79
Décembre 2013	808 821	41 797,44
Janvier 2014	703 214	35 853,53
Février 2014	730 463	37 995,87
Mars 2014	445 228	22 928,42
Avril 2014	294 017	11 148,05
Mai 2014	203 258	7 307,62
Juin 2014	66 061	2 510,47
Juillet 2014	61 040	2 176,90
Août 2014	31 644	1 470,39
Septembre 2014	76 357	1 973,90
Octobre 2014	124 061	4 111,67
TOTAUX	4 066 056	195 353,05

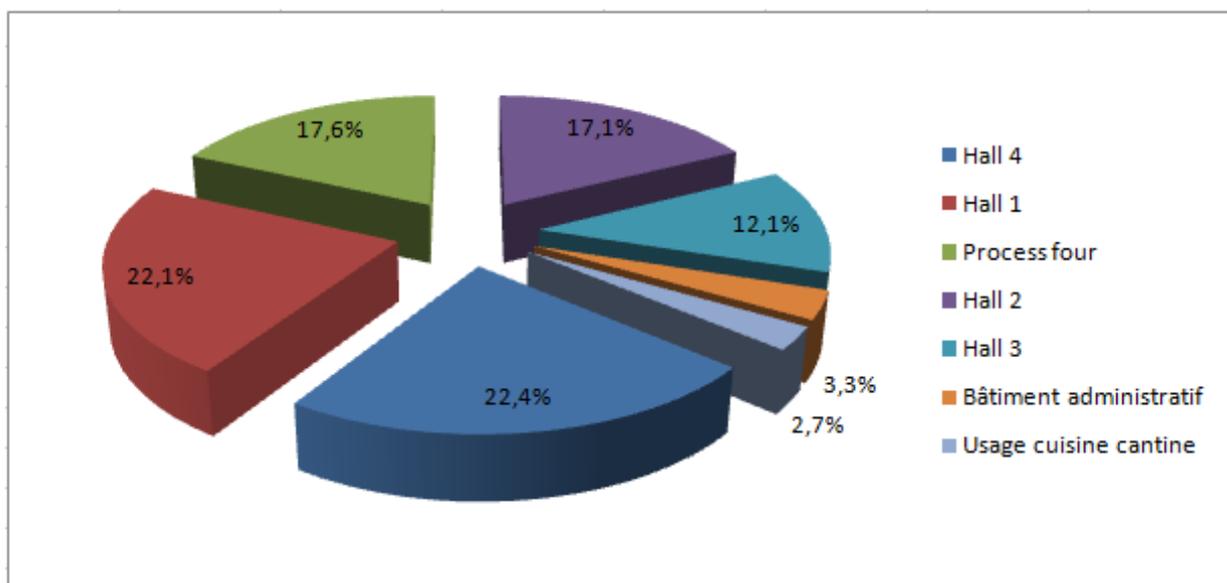
Consommation par usages

Nous estimons la répartition par ateliers ou bâtiments, **tous usages**, de la manière suivante :

Tableau

Bâtiment	Consommation en kWh (valeur arrondie)	Facture en €HTVA (valeur arrondie)
Hall 4	910 100	43 685
Hall 1	896 600	43 037
Process	717 100	34 421
Hall 2	693 700	33 298
Hall 3	491 000	23 568
Bâtiment administratif	133 700	6 418
Usage cuisine cantine	108 000	5 184
Locaux du personnel	100 000	4 800
Locaux techniques	15 900	763
TOTAUX	4 066 100	195 174

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



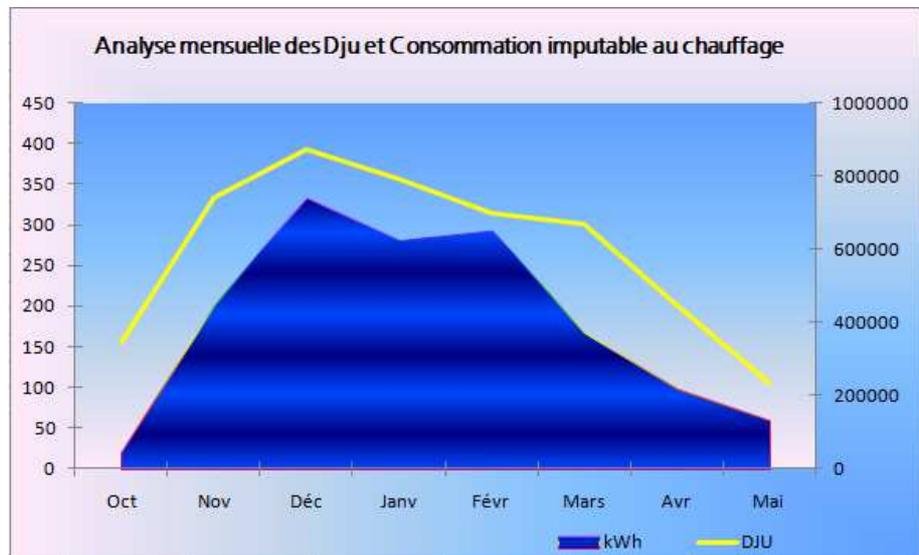
Consommation chauffage

Le tableau ci-dessous nous avons estimé, après déduction des autres usages, la répartition mensuelle de la consommation de **chauffage seul**. Nous avons comparé son évolution avec celle de Degrés Jours Unifiés (DJU).

Mois	Consommation (kWh PCS)	Degrés Jours Unifiés (Station Cormeilles en Vexin base 18°C)
novembre 2013	446 892	334
décembre 2013	772 821	392
janvier 2014	625 214	357
février 2014	657 463	314
mars 2014	369 228	301
avril 2014	221 017	201
mai 2014	133 258	165
juin, juillet, août, septembre 2014	Mois sans chauffage	
octobre 2014	46 061	155
TOTAL	3 271 954	2160

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

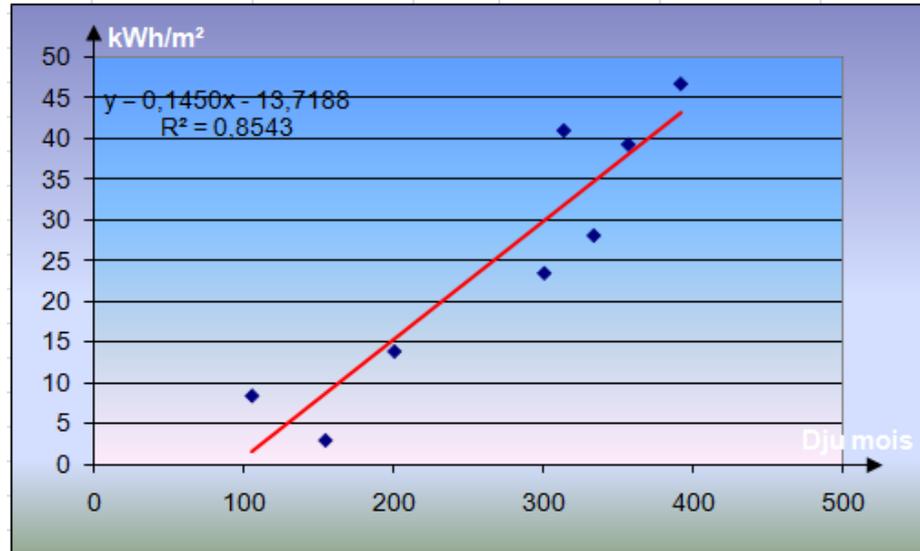
L'évolution de la **consommation** de gaz naturel présente des **différences** avec celle des **DJU** pour les **2 raisons** suivantes :

- Notamment pour février et mars 2014, es relevés de gaz ont été effectués respectivement de 31 et 29 jours, alors que les DJU ont été pris en compte sur 29 et 31 jours.
- Les apports de chaleurs des process peuvent varier sensiblement

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 réglée**.



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.

Avec une température extérieure de base de -7°C , la puissance de base théorique (calculée) est de **2 117 kW** pour l'ensemble du site et une température de non chauffage de **14,8°C**.

ETAT DES LIEUX GLOBAL

Process

Nous avons constaté quelques pistes qui d'amélioration sans impact sur la qualité de production.

Découpe métal

Les presses sont équipées de moteurs variant de 2 à 30 kW. Nous avons constaté que les **moteurs tournaient à vide** lorsque les presses étaient inoccupées.

Fours TTH

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

Presses à injecter

Pas d'amélioration notable à prévoir.

Outillage / Usinage

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

Air comprimé

Les compresseurs **sont très récents**. Il sera question de vérifier leur bonne utilisation, les besoins en pression et le niveau de fuites.

Eclairage

Ce poste représente **5,9%** de la consommation d'électricité. Il y a une quantité importante de tubes fluorescents de 58W avec ballast ferro-magnétique. Ces luminaires peuvent être **remplacés par des tubes LED** dont la puissance assurera une baisse supérieure à 50% de la consommation actuelle. Cette amélioration aura un impact positif sur l'énergie réactive.

Froid

Il reste encore quelques groupes froids équipés au fluide frigorigène **R22**, dont celui destiné à la production de froid des presses. Ce dernier sera remplacé en 2015.

Chauffage gaz naturel

La chaufferie est en **bon état**. Elle est bien entretenue et le rendement de combustion très satisfaisant pour son âge (26 ans). Il manque cependant une seconde chaudière de plus petite puissance qui pourrait assurer l'appoint/secours et fonctionner en mode condensation en période de mi-saison.

Le réseau hydraulique est source de déperditions car il est situé sous toiture : il contribue à la stratification des températures.

Eau chaude sanitaire

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

		Page 22
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	Version : V2

Préconisation n°1 : Air comprimé

Etat des lieux

Description

La production d'air comprimé représente environ **11%** de la consommation d'électricité du site de LISI Automotive Rapid. La salle de production est constituée de 3 compresseurs :

Compresseurs	N°1	N°2	N°3
Marque KAISER			
Modèle	Vis	Vis	Vis
Type	DSD 202 T SFC	CSDX 165T	CSDX 165T
Année	2012	2012	2012
Débit nominal (m³/h)	985 m3/h	810 m3/h	810 m3/h
Puissance élec (kW)	110 kW	90 kW	90 kW
Refoulement calories	Extérieur	Extérieur	Extérieur
Aspiration Air	Ambiant local technique	Ambiant local technique	Ambiant local technique
Sécheur /Marque	KAESER	KAESER	KAESER
Type	Réfrigérant	Réfrigérant	Réfrigérant
Année	2012	2012	2012
Puiss électrique nominale	2,35kW	1,2kW	1,2kW

Schéma de principe

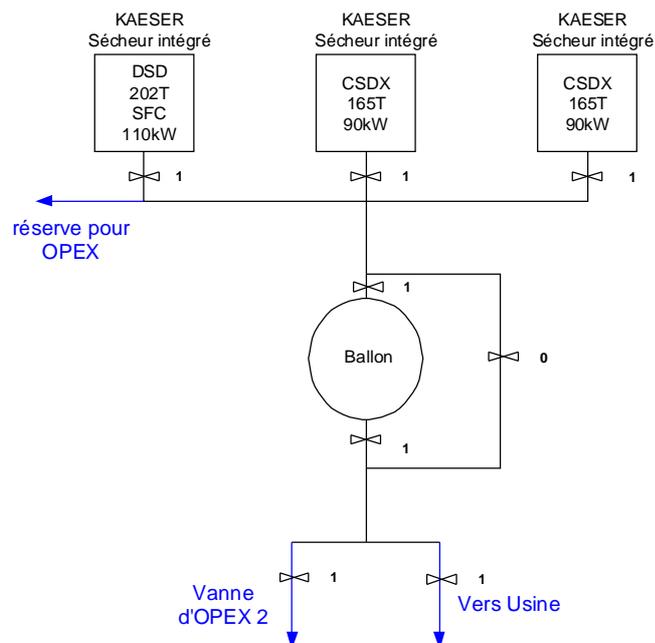
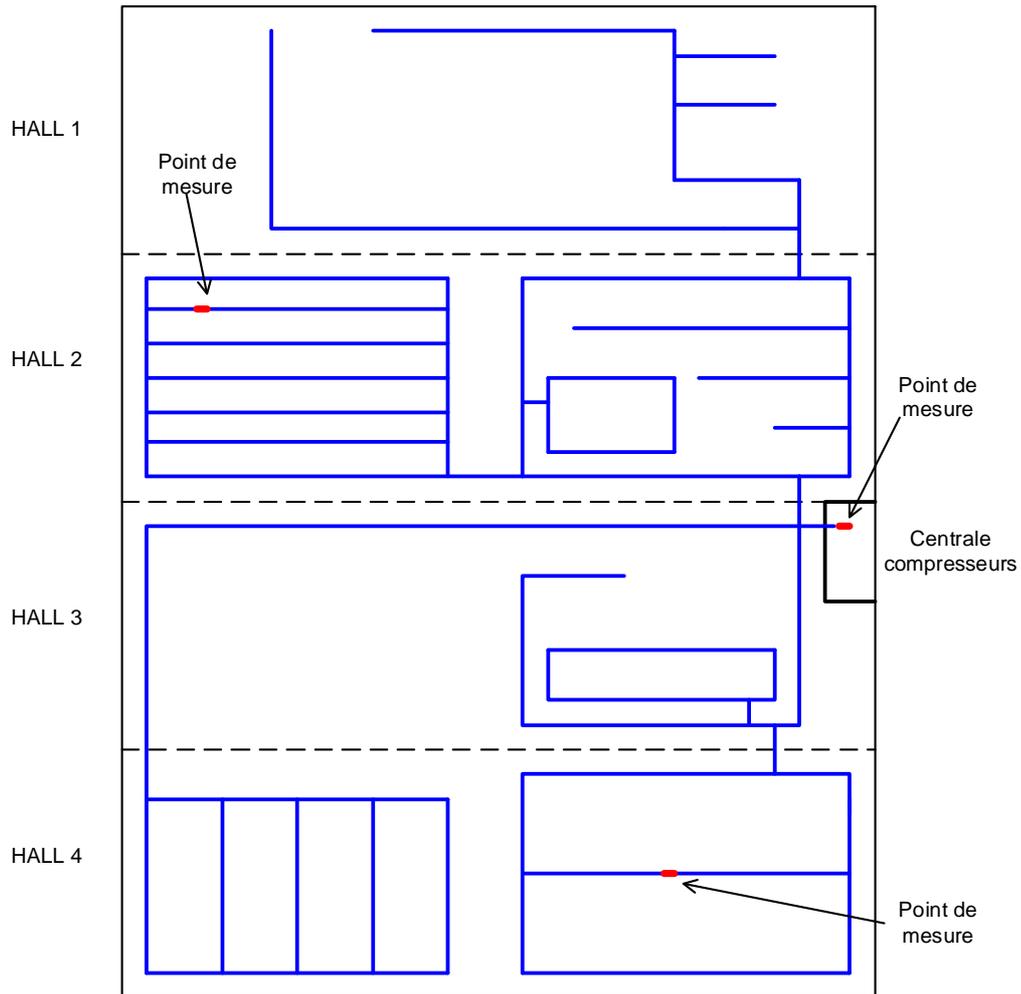


Schéma réseau primaire

Le schéma d'implantation du réseau dans les différents halls et représentation des prises de 3 points de mesure permanente de la pression.

**Besoins de pression**

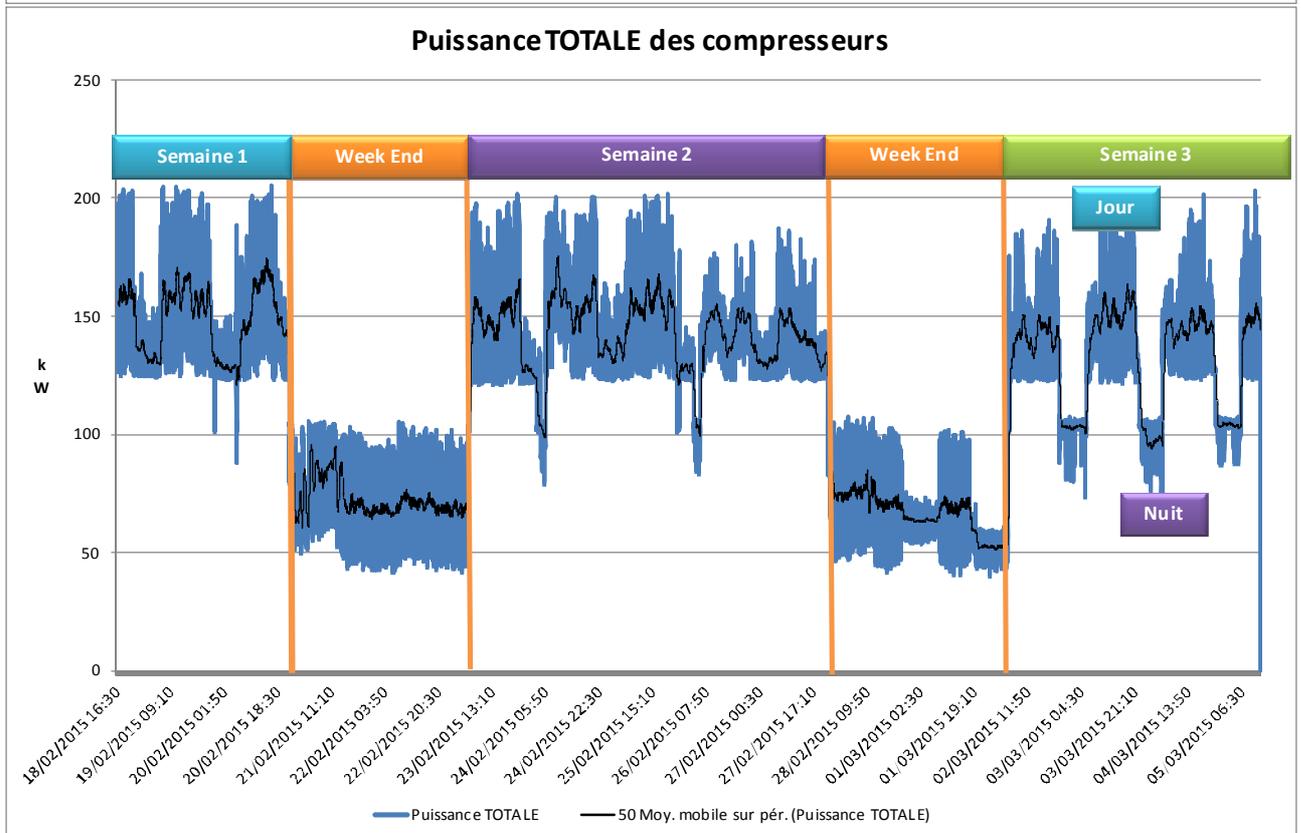
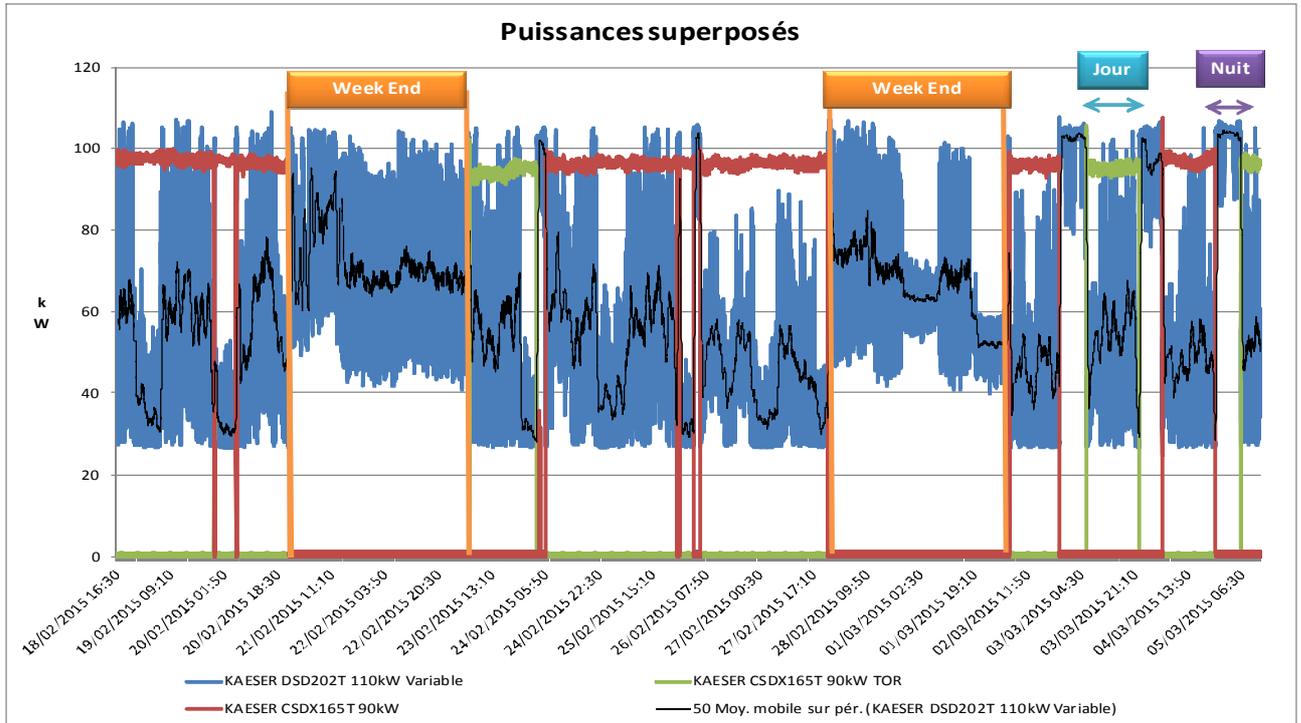
Le tableau détail les besoins de pression selon les process.

Hall	Descriptif	Besoins de pression
Hall n°1	Logistique et pièces rechange (soufflette, peu consommateur)	Pas de besoin spécifique
Hall n°2	Secteur découpe métal : Presses PPV Presses GPV	5 à 5,5 bars 5,5 bars minimum
Hall n°3	Secteur moulage	6 bars
Hall n°4	Secteur injection plastique : Presses / (spécifiquement pour les vérins) Secteur assemblage	5 à 6 bars / (6 bars) 5 bars mini

Mesures

Du 18/02 et 05/03/2015, les enregistreurs de puissance ont été placés sur les compresseurs et des enregistreurs de pression en 3 points du réseau.

Les compresseurs Mesures sur la période complète :



Mesures (suite)

Les compresseurs (suite) Scénario en semaine:

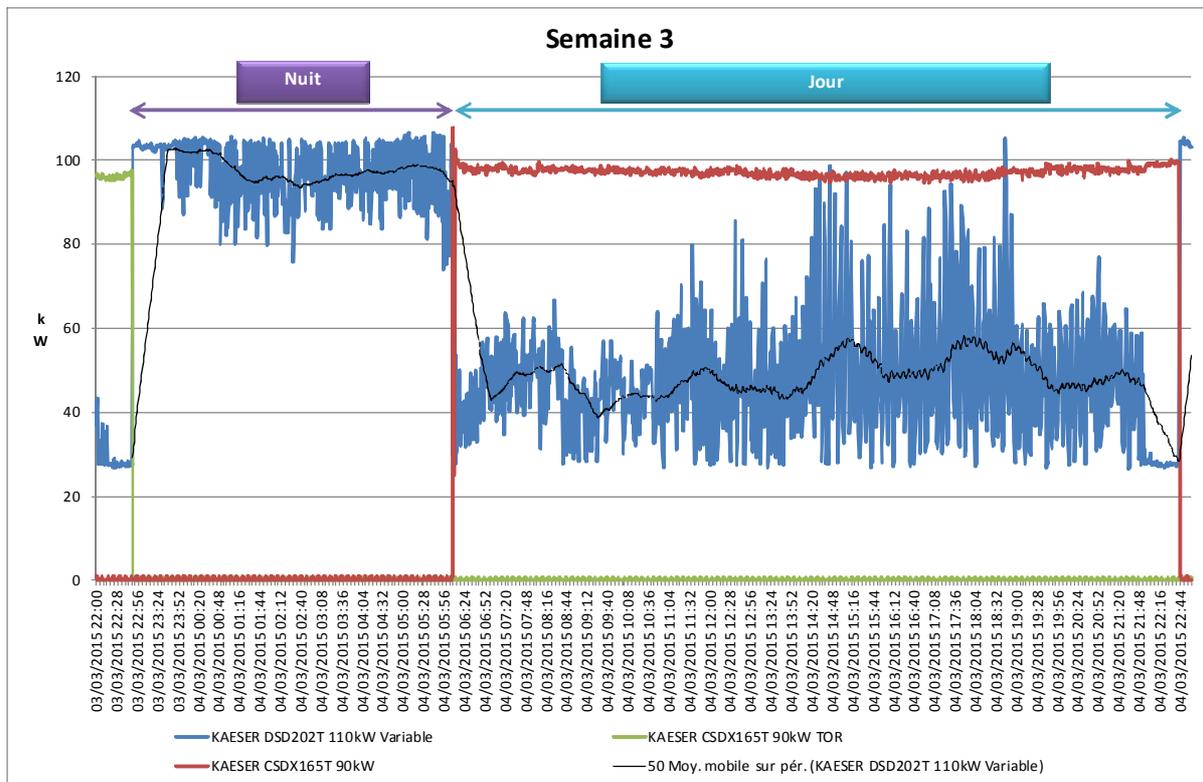
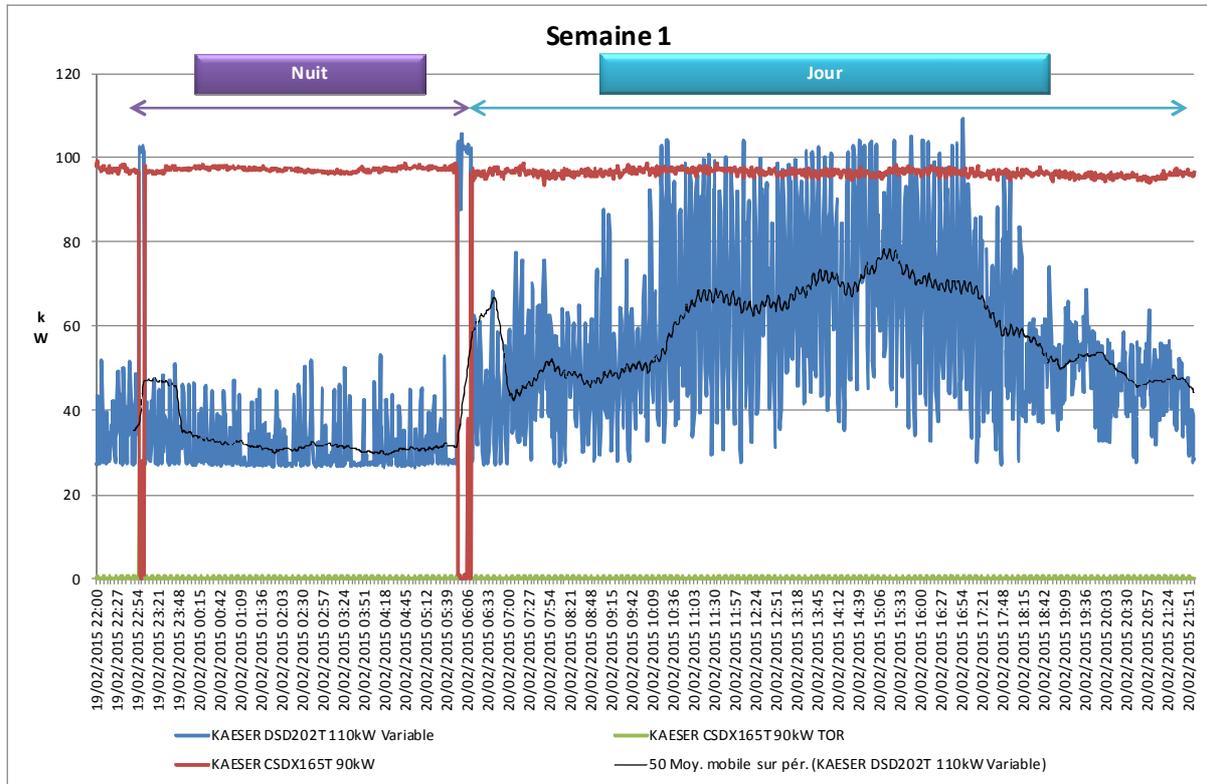
Nous avons comparé le fonctionnement pour ces 2 semaines, mêmes si elles ne sont pas complètes. Leur profil est différent, mais constant jour/jour.

	SEMAINE 1 ou 2								Week End			
	Jour de 6h00 à 22h00				Nuit de 22h00 à 6h00				Du 27/02/15 22h00 au 02/03/15 6h00			
	Marche	Arrêt	Charge	A vide	Marche	Arrêt	Charge	A vide	Marche	Arrêt	Charge	A vide
Kaesar 110kW VAR	100 %	/	61 %	/	100 %	/	35 %	/	100 %	/	68 %	/
Kaesar 90kW TOR 1 Ou Kaesar 90kW TOR2	100 %	/	100 %	/	100 %	/	98 %	2 %	/	100 %	/	/
	SEMAINE 3								Week End			
	Jour de 6h00 à 22h00				Nuit de 22h00 à 6h00				Du 27/02/15 22h00 au 02/03/15 6h00			
	Marche	Arrêt	Charge	A vide	Marche	Arrêt	Charge	A vide	Marche	Arrêt	Charge	A vide
Kaesar 110kW VAR	100 %	/	61 %	/	100 %	/	91 %	/	100 %	/	68 %	/
Kaesar 90kW TOR 1 Ou Kaesar 90kW TOR2	100 %	/	100 %	/	/	100%	/	/	/	100 %	/	/

Commen- taires	<ul style="list-style-type: none"> Les compresseurs à vitesse fixe sont utilisés à tour de rôle, Les temps de marche à vide sont considérées nuls; Le fonctionnement de nuit démontre que la réparation des fuites entraînerait la suppression du fonctionnement du compresseur à vitesse fixe les nuits.
-------------------	---

Mesures (suite)

Les compresseurs (suite) Sur la journée du 19/02 à 22h au 20/02 à 22h :



Mesures (suite)

Les compresseurs (suite)

Utilisation de nuit :

Période	Compresseur CSDX 90 kW	Compresseur DSD 202T 110 kW
Nuit du 19/02 au 20/02	Fonctionne à 100%	Régule sur 20 à 30%
Nuit du 03/03 au 04/03	Est à l'arrêt	Régule sur 70 à 80%
Commentaires	<ol style="list-style-type: none"> 1 Le fonctionnement du 19/02 est le moins optimal du point de vue ratio énergétique car le compresseur à vitesse variable régule sur la partie basse de sa plage. 2 La nuit du 03/03 est optimale. 3 Si le mode de fonctionnement des process est identique toutes les nuits, il s'agit probablement d'un problème comportemental (oubli de fermetures de vannes, etc...) 	

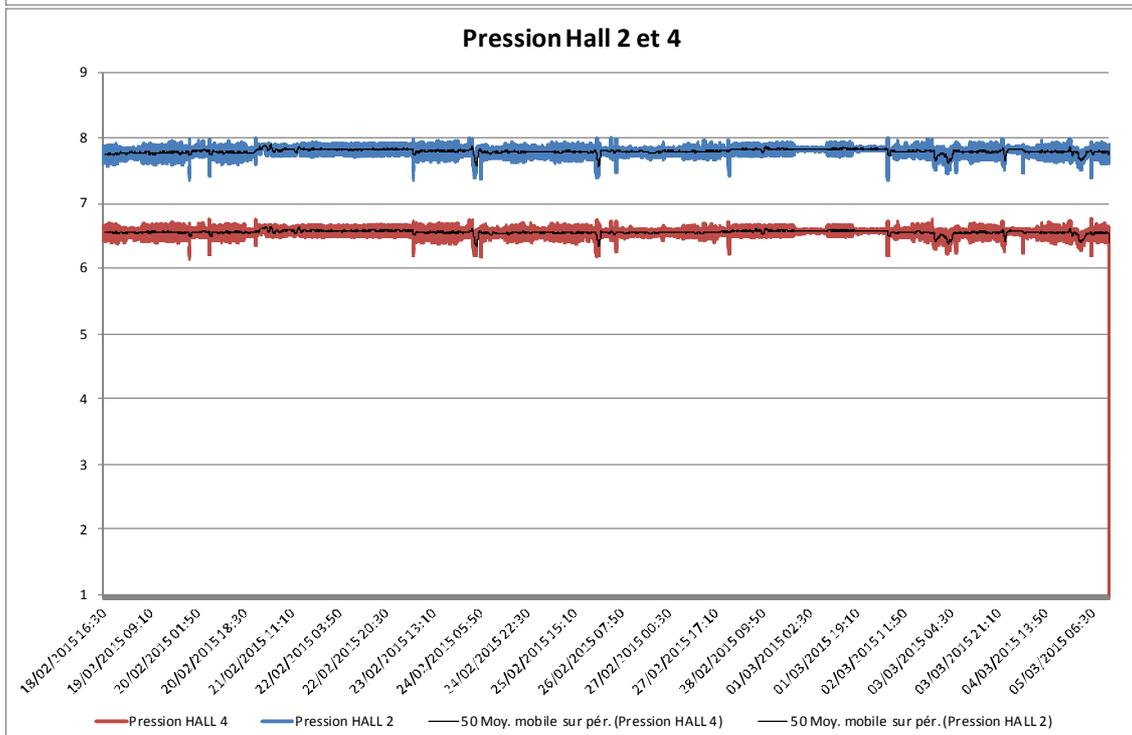
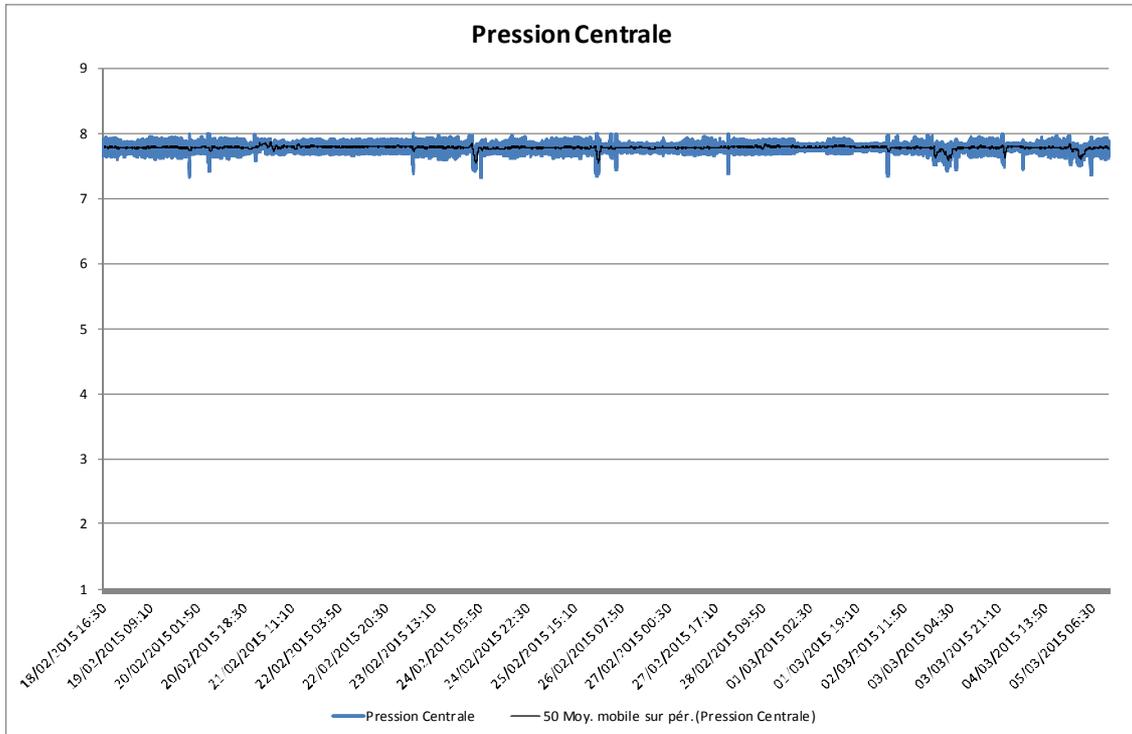
Utilisation de jour :

Période	Compresseur CSDX 90 kW	Compresseur DSD 202T 110 kW
Journée du 20/02	Fonctionne à 100%	Régule sur 45 à 70%
Journée du 04/03		Régule sur 35 à 50%
Commentaires	Les compresseurs répondent parfaitement à la demande. Le ratio énergétique est bon.	

Mesures (suite)

La pression Mesures réalisées du **18/02** au **03/03/2015** en 3 zones : **sortie centrale de compresseurs, hall 2, Hall 4.**

Graphiques d'évolution:



Mesures (suite)

La pression (suite) Les relevés ont permis de constater une **pression constante** de :

- **7,8 bar** en sortie centrale,
- **7,8 bar** dans le Hall 2,
- **6,6 bar** dans le Hall 4.

Nous notons des **rare chutes de pression** avec une amplitude maximale de **0,2 bar**.

Le **compresseur à vitesse variable** contribue à la **stabilité** de la pression.

Le delta entre les courbes du Hall 2 et du hall 4 correspond à une **perte de charge réseau** d'environ **1,2 bar** : il sera nécessaire de boucler une partie du réseau pour rééquilibrer les pressions.

Une fois cette modification réalisée, il sera possible d'**abaisser la pression de 0,6 bar** sans grande prise de risque.

Les fuites réseau Nous avons recensé les fuites majeures avec un appareil à détection à ultrasons.

Voici le récapitulatif :

Niveau de fuites	Nombre	Débit total (Nm3/an)*	Coût des fuites (€HT/an)*
1	27	361 746	4 739
2	31	525 915	6 889
3	13	505 557	6 623
4	4	266 220	3 487
5	1	88 479	1 159
6	0	0	
7	0	0	
8	0	0	
9	0	0	
10	0	0	
TOTAL	76	1 747 917	22 897

Avec un prix moyen du Nm3 de 0,0131 €HT et sur la base 8700 h de fonctionnement

Avec un débit moyen de **201 Nm3/h** les fuites représentent 20% de la consommation en semaine et 30% de la consommation en week-end.

Les ratios

Nous avons reconstitué les débits d'après la **semaine n°3**, et avons obtenus les résultats suivants :

Energies	En semaine 3		Week-end Du 27/02/15 22h00 au 02/03/15 06h00	Unités
	Jour De 6 h à 22 h	Nuit De 22 h à 6 h		
Air Comprimé	1 344	809	675	Nm3/h
Electricité	155	101	75	kWh
Pression	7,8	7,8	7,8	bar
Ratio	115	124	112	Wh/Nm3
Air Comprimé	1 344	809	675	Nm3/h
Fuites	201			Nm3/h

Tableau de données énergétiques

Nous estimons les consommations et coûts suivants :

Désignation	Valeurs
Nombre d'heures de fonctionnement process	8 000 heures
Consommation annuelle initiale	1 064 000 kWh
Quantité air produite	8 934 260 m3/an
Ratio énergétique moyen annuel par m3	0,119 kWh/m3
Prix moyen du kWh électrique	0,088 €HTVA/kWh
Facture énergétique annuelle	93 632 €HTVA
Prix moyen du m3 sur 2013/2014 (*)	0,0131 €HTVA/m 3
Coût total annuel de production d'air comprimé	117 040 €HTVA

Remarques (*) : le coût annuel de production d'air comprimé est constitué à :

- 80% de l'énergie,
- 10% de la maintenance,
- 10% de l'investissement.
- Le débit d'air annuel est calculé selon données du constructeur.

Solution n°1 - Réparation des fuites

Préconisation

Les fuites ayant été localisées, nous vous conseillons de traiter dès que possible.

Données économiques

Coût annuel des fuites

Le coût annuel des fuites a été estimé à environ **22 897 €HT**.

Gain prévisionnel

Le gain réellement obtenu sur la base de 80% de fuites résorbées, est estimé à environ **18 300 €HTVA**.

Coût de réparation des fuites

Le nombre de fuites significatives est de 76. Si vous faites appel à une entreprise spécialisée, nous estimons le coût des réparations à environ **15 200 €HTVA**.

Temps de retour sur investissement

Le Temps de Retour sur Investissement moyen est inférieur à **1 an**.

Solution n°2 - Optimisation des utilisations énergivores

Préconisation

5 presses utilisent d'air comprimé pour canaliser des copeaux ou des pièces. Les buses actuelles ne sont pas optimisées. Nous vous conseillons de les remplacer par de buses permettant de réduire, en moyenne, **35%** de la consommation des buses initiales. Les caractéristiques propres à chaque buse sont détaillées dans les **pages suivantes**.

Economies totales

Les économies réalisées par le remplacement de 5 buses de soufflage sont estimées à **1 057 €HTVA/an**.

Investissement

L'investissement pour 5 buses est estimé à environ **1 500 €HTVA**.

Temps de retour sur investissement

Le Temps de Retour sur Investissement est estimé à **1,4 an**.

		Page 32
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	Version : V2

UTILISATION ÉNERGIVORE N°1	
 <p>FONCTION DE L'AIR COMPRI ME : 1 tube cuivre permettant d'évacuer les copeaux de la presse.</p>	<p>PRÉCONISATIONS :</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="color: red; text-align: center;">Le choix de la buse est déterminé suivant le besoin exact et sera validé par des essais</p> <p>Mettre en place une buse optimisée afin de garantir une économie de l'ordre de 35% en étant tout aussi efficace.</p> <p>Asservir le système.</p> <p>Réguler la pression à 4b au lieu de 5b actuellement.</p>
DÉBIT ESTIMATIF :	15 Nm³/h
NOMBRE HEURE D'UTILISATION PAR AN :	3 000 h/an
COUT ÉNERGÉTIQUE / AN	3 000 * 0,0131 €/Nm ³ * 15 = 589 €/an
POTENTIEL D'ÉCONOMIE = 35%	589 x 0,35 = 206 €/an
INVESTISSEMENT DE LA SOLUTION (MATÉRIEL)	300 €

UTILISATION ÉNERGIVORE N°2	
	<p>PRÉCONISATIONS :</p> <p>Mettre en place une buse optimisée afin de garantir une économie de l'ordre de 35% en étant tout aussi efficace.</p>  <p style="color: red;">Le choix de la buse est déterminé suivant le besoin exact et sera validé par des essais</p>
<p>FONCTION DE L'AIR COMPRIME :</p> <p>Soufflage permanent pour éjecter les pièces de travers</p>	<p>Asservir le système</p> <p>Réguler la pression à 4.5b au lieu de 6.5b actuellement.</p>
<p>DEBIT ESTIMATIF :</p>	<p>17 Nm³/h</p>
<p>NOMBRE HEURE D'UTILISATION PAR AN :</p>	<p>3 000 h/an</p>
<p>COUT ENERGETIQUE / AN</p>	<p>3 000 h * 0.0131 €/Nm³ * 17 = 668 €/an</p>
<p>POTENTIEL D'ECONOMIE</p>	<p>668 x 0,35 = 233 €/an</p>
<p>COUT DE LA SOLUTION (MATERIEL)</p>	<p>300 €</p>

UTILISATION ÉNERGIVORE N°3	
 <p>FONCTION DE L’AIR COMPRI ME :</p> <p>Soufflage permanent pour pousser les pièces dans le rail.</p>	<p>PRÉCONISATIONS :</p> <p>Mettre en place une buse optimisée afin de garantir une économie de l’ordre de 35% en étant tout aussi efficace.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="color: red;">Le choix de la buse est déterminé suivant le besoin exact et sera validé par des essais</p> <p>Asservir le système 3 000h</p> <p>Réguler la pression à 4b au lieu de 5.5b actuellement.</p>
DEBIT ESTIMATIF :	15 Nm³/h
NOMBRE HEURE D’UTILISATION PAR AN :	3 000 h/an
CO UT ENERGETIQUE / AN	3 000 * 0,0131 €/Nm ³ * 15 = 589 €/an
POTENTIEL D’ECONOMIE	589 x 0,35 = 206 €/an
CO UT DE LA SOLUTION (MATERIEL)	300 €

UTILISATION ÉNERGIVORE N°4	
	<p>PRÉCONISATIONS :</p> <p>Mettre en place une buse optimisée afin de garantir une économie de l'ordre de 35% en étant tout aussi efficace.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="color: red;">Le choix de la buse est déterminé suivant le besoin exact et sera validé par des essais</p>
<p>FONCTION DE L'AIR COMPRI ME : 5 buses soufflent en permanence pour faire avancer les pièces dans la goulotte</p>	<p>Asservir le système 3 000h</p> <p>Réguler la pression à 4b au lieu de 5.5b actuellement.</p>
DEBIT ESTIMATIF :	15 Nm³/h
NOMBRE HEURE D'UTILISATION PAR AN :	3 000 h/an
CO UT ENERGETIQUE / AN	3 000 * 0.0131 €/Nm ³ * 15 = 589 €/an
POTENTIEL D'ECONOMIE	589 x 0,35 = 206 €/an
CO UT DE LA SOLUTION (MATERIEL)	300 €

UTILISATION ÉNERGIVORE N°5	
	<p>PRÉCONISATIONS :</p> <p>Mettre en place une buse optimisée afin de garantir une économie de l'ordre de 35% en étant tout aussi efficace.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="color: red;">Le choix de la buse est déterminé suivant le besoin exact et sera validé par des essais</p> <p>Asservir le système 3 000h</p>
<p>FONCTION DE L'AIR COMPRIME : Soufflage pour faire avancer les pièces dans la goutte</p>	
DEBIT ESTIMATIF :	15 Nm³/h
NOMBRE HEURE D'UTILISATION PAR AN :	3 000 h/an
COUT ENERGETIQUE / AN	3 000 * 0.0131 €/Nm ³ * 15 = 589 €/an
POTENTIEL D'ECONOMIE	589 x 0,35 = 206 €/an
COUT DE LA SOLUTION (MATERIEL)	300 €

Solution n°3 - Optimisation de la pression d'utilisation

Préconisation n°1

La pression en bout de réseau est de 6,6 bars. Nous supposons que les besoins réels pourraient se situer vers 6 bars. Nous vous conseillons d'abaisser la consigne de votre salle de compresseurs de **0,6 bar**.

Economie Le gain est estimé à environ 3,5% de la facture annuelle, soit **4 096 €HTVA/an**.

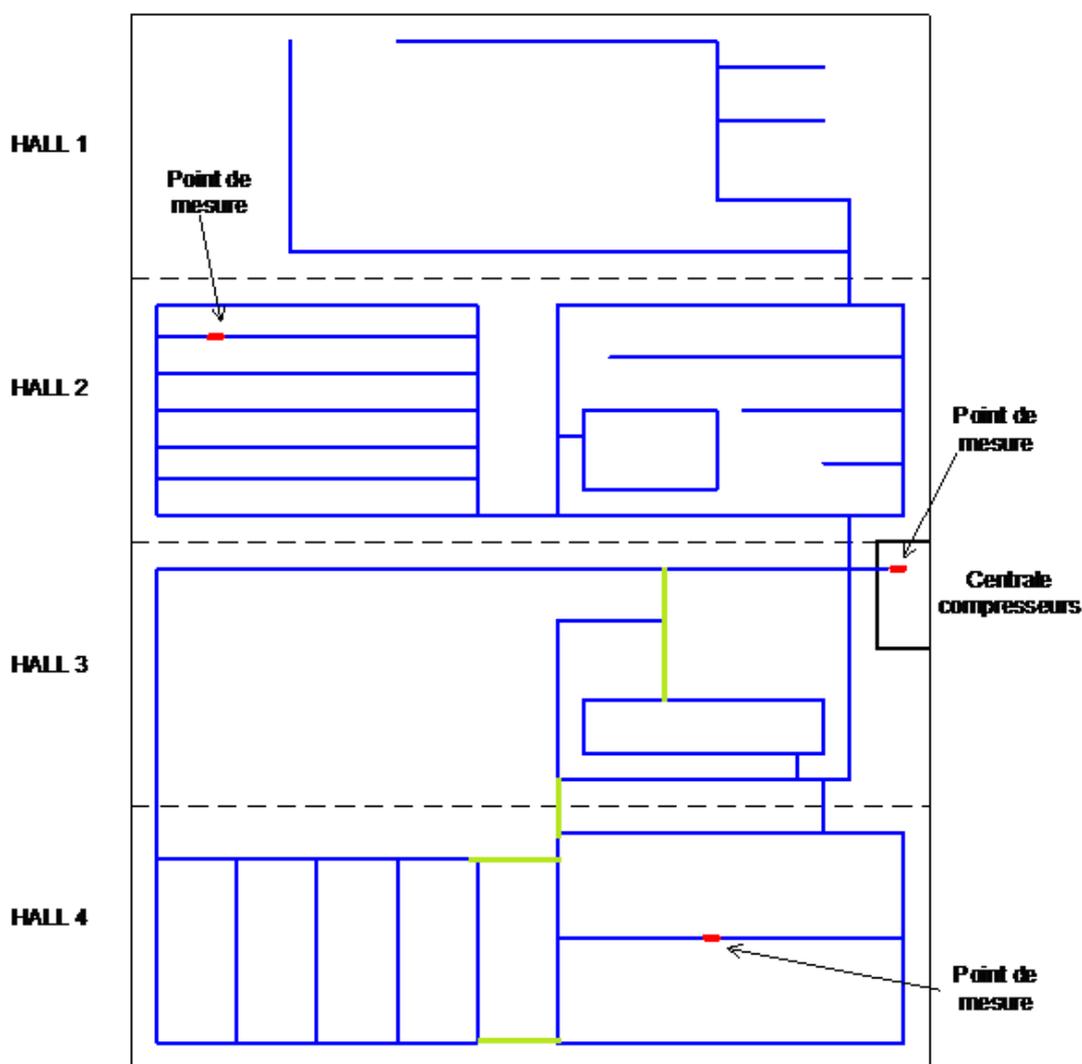
Investissement Néant.

Temps de retour sur investissement Immédiat.

Préconisation n°2

La réalisation d'un complément de bouclage de réseau dans les halls 3 et 4 permettrait d'**abaisser à nouveau de 0,6 bar** la pression en sortie de centrale.

Le schéma de principe de bouclage est le suivant :



Les traits de couleur verte correspondent à la proposition de complément de liaison.

Solution n 3 - Optimisation de la pression d'utilisation (suite)

Préconisation n 2 (suite)

Economie Une nouvelle baisse de la pression en sortie de centrale de 0,6 bar permettrait d'obtenir un gain supplémentaire de **3,5%, soit 4 096 €HT**.

Investissement prévisionnel L'investissement pour la réalisation du bouclage devra être chiffré par un professionnel.

Nous estimons l'investissement pour la fourniture et la pose de tuyauteries sur le réseau d'air comprimé, entre **8 000 et 10 000 €HTVA**

Temps de retour sur investissement Le Temps de Retour sur Investissement moyen est d'environ **2,7 ans**.

Synthèse des actions air comprimé

Désignation	Air comprimé	Electricité	Pression	Coût d'exploitation	Ratio énergétique
Etat actuel	8 934 260 m3/an	1 064 000 kWh	7,8 bars	93 632 €HTVA	0,119 Wh/m3
Résorption fuites	-1 398 334 m3/an	166 530 kWh	7,8	-18 300 €HTVA	
Abaissment de la pression de 0,6 bar	-312 699 m3/an	-37 211 kWh	7,2	-4 096 €HTVA	
Complément réseau bouclage et abaissement de pression de 0,6 bar	-312 699 m3/an	-37 211 kWh	7,2	-4 096 €HTVA	
Buses optimisées	-81 000 m3/an	-9 639 kWh	6,6	-1 057 €HTVA	
Gain cumulé des opérations	1 997 617 m3/h	-237 893 kWh	6,6	-26 168 €HTVA	
Etat final	6 936 643 m3/h	826 107 kWh	6,6	67 464 €HTVA	0,119 Wh/m3

Avec prix moyen 0,0131 €HTVA/m3

Conclusion

Le **gain** est essentiellement dû à la résorption des **fuites**. Le ratio énergétique est resté **stable**, car la gestion des compresseurs était déjà bien **optimisée**.

		Page 39
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	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**.

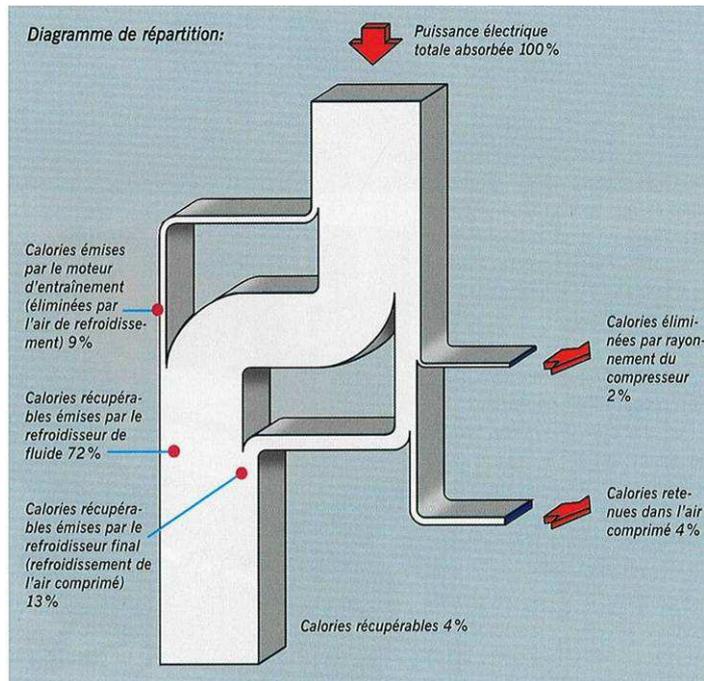


Schéma de la récupération de chaleur sur un compresseur

Préconisation

Nous vous conseillons de modifier le gainage des 3 compresseurs pour permettre **d'insuffler l'air chaud dans le hall 2 ou 3** en hiver.

Principe

Comme dans le schéma ci-dessous, l'évacuation des calories pourra se faire dans le local ou à l'extérieur du bâtiment selon la saison, avec un système de **registre commandé** par une gestion tout ou rien, commandée par une sonde ambiante située dans le local chauffé.

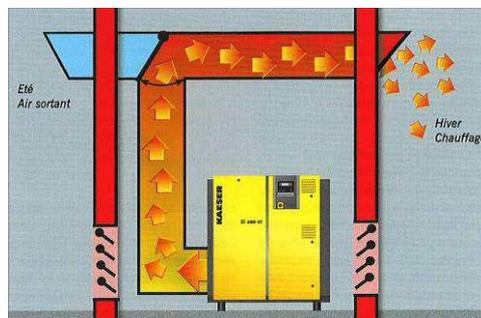


Schéma de principe d'un réseau de récupération de chaleur

		Page 40
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	Version : V2

Récupération de chaleur sur compresseurs d'air

Potentiel compresseurs

La capacité de récupération est d'environ 70% sur l'air. Avec une consommation 1 064 000 kWh le potentiel récupérable est d'environ 774 800 kWh (62 066 kWh/mois).

Sur **5 mois** d'hiver, le potentiel disponible sera d'environ **310 330 kWh**.

Estimation des économies réelles en transposant sur le chauffage actuel :

Désignation	Valeur
Quantité d'énergie apportée par les compresseurs	310 330 kWh
Rendement moyen du chauffage eau chaude	0,75
Coefficient PCI/PCS	0,9
Valorisation des économies réalisables sur le gaz naturel	$=310\ 330/(0,75 \times 0,9)$ 459 750 kWPCS
Gain en €urosHTVA	22 068 €HTVA

Données économiques

Economie réalisée Nous estimons donc le potentiel d'économies sur la consommation de gaz naturel à environ **459 750 kWhPCS**, soit **22 067 €HTVA**.

investissement L'investissement pour l'installation d'une récupération devra être chiffré par un professionnel.

Nous estimons l'investissement pour la fourniture et pose d'un réseau de gaine entre environ **15 000 et 20 000 €HTVA**

Temps de retour Le temps retour moyen est **inférieur à 1 an**.

Préconisation n°3 : chauffage des locaux.

Etat des lieux

Description

Le chauffage est assuré par une chaudière gaz naturel développant une puissance de 1 920 kW. Celle-ci alimente un important réseau d'eau chaude dans l'usine qui dessert des aérothermes et le réseau bureau-cantine.

Désignation	Générateur Marque/Type	Puissance	Année	Brûleur Marque/type	Energie	Utilisation
Chaudière n°1	TRANSTUB A153	1920 kW	1989	SICMA GS 240	Gaz naturel	Principale

 Vue de la chaudière	 Brûleur	 Réseau de distribution
--	---	---

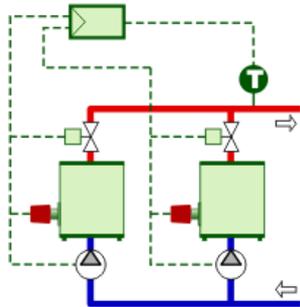
Constat Malgré leur âge, et vu le carnet de chaufferie, leur entretien est suivi : le rendement est encore de bon niveau. Un emplacement est déjà prévu pour une seconde chaudière (tuyauteries en attente).

Nous constatons néanmoins que :

- le brûleur est à 2 allures de puissance. Un modèle de type modulant permettrait d'avoir un rendement plus élevé.
- Il n'y a qu'une chaudière. En cas de panne, pas de sécurité assurée.

Le réseau hydraulique en chaufferie est bien isolé.

Préconisation



Nous vous conseillons d'installer **d'une seconde chaudière à condensation** de 800 kW équipée d'un **brûleur modulant**.

Elle permettra de réaliser d'importants gains en mi-saison.

Nous estimons qu'elle couvrira environ **60%** de la consommation actuelle.

L'ajout de cette nouvelle chaudière nécessitera mise en place d'une **gestion de cascade** des chaudières.

Modernisation de la chaufferie

Solution technique

Chaudière



Nous vous conseillons d'installer :

- une chaudière à **condensation de 800 kW** alimentée au gaz naturel, modèle **LRK25 de chez Atlantic Guillot** ou équivalent.
- d'un brûleur modulant modèle **Weishaupt WM – G10/3 A ZM** permettant d'adapter la puissance de 25 à 100% selon les besoins.
- d'une gestion en **cascade** et de **2 vannes 2 voies motorisées** pour l'isolement des 2 chaudières lorsqu'elles ne sont pas utilisées.

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 moyen restera néanmoins très favorable, voisin de 97%.

Données économiques

La modernisation de la chaufferie permettra de rehausser le rendement de génération et de régulation sur au moins **60% de la consommation annuelle** de chauffage

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

Mode de chauffage	Conso initiale chauffage (kWhPCS)	Rendement initial, avec régulation actuelle	Rendement avec chaudière condensation et gestion cascade	Part chauffage concernée	Conso finale (kWh PCS)	Prix moy énergie €HTVA/kWh	Facture Annuelle (€HTVA)
Actuel (gaz)	3 270 000	75% (*)	néant	70%	2 289 000	0,048	109 872
Avec chaudière condensation			88% (*)		1 950 852	0,048	93 641
Gain nouvelle chaufferie					338 148	0,048	16 231

(*) : ce rendement est le produit de : rendement du brûleur x rendement chaudière x rendement régulation

Investissement L'investissement correspondant à ces travaux devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, la fourniture, la pose d'une chaudière à condensation, son brûleur, la gestion cascade et le raccordement au primaire du réseau d'eau en chaufferie est estimé entre **65 000 et 70 000 € H.TVA.**

Temps de retour Avec une économie annuelle d'environ **16 230 €HTVA**, le Temps de Retour sur Investissement moyen est de **4,15 ans.**

Préconisation n°4 – Isolation du réseau d'eau chaude

Description

Les ateliers sont chauffés par des **aérothermes eau chaude**. L'eau chaude est produite par la chaufferie avec un régime de température de **90/70°C**.



Vues réseau et aérothermes

Constats Le réseau d'eau chaude **n'est pas isolé**. Sachant qu'il est implanté sous le plafond, les calories dissipées par la tuyauterie contribuent à la stratification des températures.

Préconisations



Nous vous conseillons d'**isoler les tuyauteries** de réseau de chauffage. La diminution des apports de tuyauterie permettra non seulement **de limiter la stratification d'air** et mais aussi de donner une **meilleure autorité des aérothermes** sur la température ambiante.

Nous n'avons pu effectuer la mesure précise des linéaires de tube ni recensement des différents diamètres. Nous repéré le passage des tuyauteries dans les halls et estimons le linéaire global à environ **1250 ml**.

Nous vous conseillons d'installer un isolant flexible type **AF/ARMAFLEX ou équivalent** d'épaisseur environ **19 mm**. Cet isolant est constitué de mousse élastomère dont la conductivité thermique est **0,034 m°C/W**.

Données économiques

Gain Nous estimons le gain à environ **5%** de la part chauffage ateliers, soit environ **163 500 kWh** et **7 850 €HTVA**

Investissement Nous estimons l'investissement global entre **28 000 et 32 000 €HTVA**.

Temps de retour sur investissement Le Temps de Retour sur Investissement moyen est de **3,8 ans**.

		Page 44
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	Version : V2

Préconisation n°5 – Eclairage Atelier TTH Hall 3

Etat des lieux

Composition de l'éclairage



Récapitulatif

L'atelier accueille 4 lignes de fours de traitement thermiques.

L'éclairage est assuré par 30 lampes à décharge de 250W.

Données chiffrées pour l'atelier TTH Hall 3 :

Désignation	Valeurs
Surface desservie par les luminaires (m ²)	896
Hauteur sous plafond (m)	8,8
Hauteur sous luminaire (m)	8
Nombre d'heures d'utilisation annuelle (h)	6 000
Nombre de luminaires	30
Puissance réelle d'un luminaire (y compris driver)	260 W
Puissance de l'installation d'éclairage (kW)	7,8
Consommation annuelle (kWh)	46 800
Coût annuel d'exploitation (€HTVA)	4 118

Prix moyen du kWh = 0.088 €HTVA/kWh

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

- 1 Sous les luminaires: **120 à 210 lux**
- 2 En zone de déplacement : **90 à 100 lux**

Dans la norme NF 12464, cette zone d'activité n'est pas explicitement citée. Comme elle ne requière pas de contrôle, ni travail sur poste fixe, nous retiendrons un niveau d'éclairage moyen peu élevé, proche d'une activité de « forgeage libre », avec les valeurs préconisées ci-dessous :

N° réf.	Type de zone, de tâche ou d'activité	\bar{E}_m lx	UGR_L —	U_o —	R_a —	Exigences spécifiques
5.18.1	Forgeage libre	200	25	0,60	80	

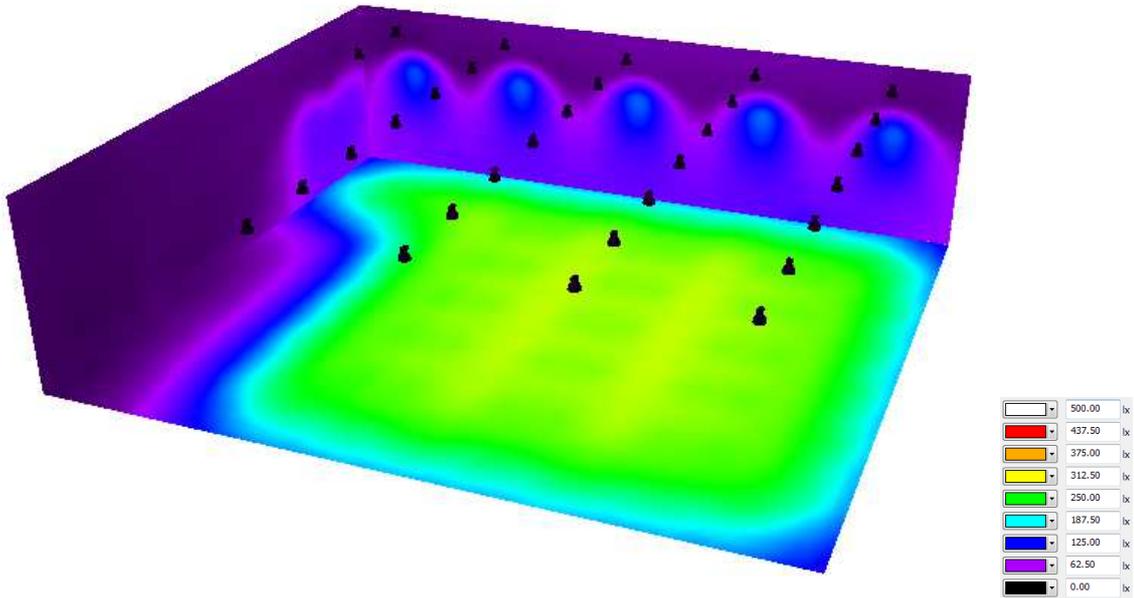
Les niveaux d'éclairage actuels sont **un peu en-dessous** des recommandations ci-dessus, sachant que nous avons réalisé des mesures en fin d'après-midi avec un léger apport d'éclairage extérieur par les lanternaux.

Démarche de l'étude

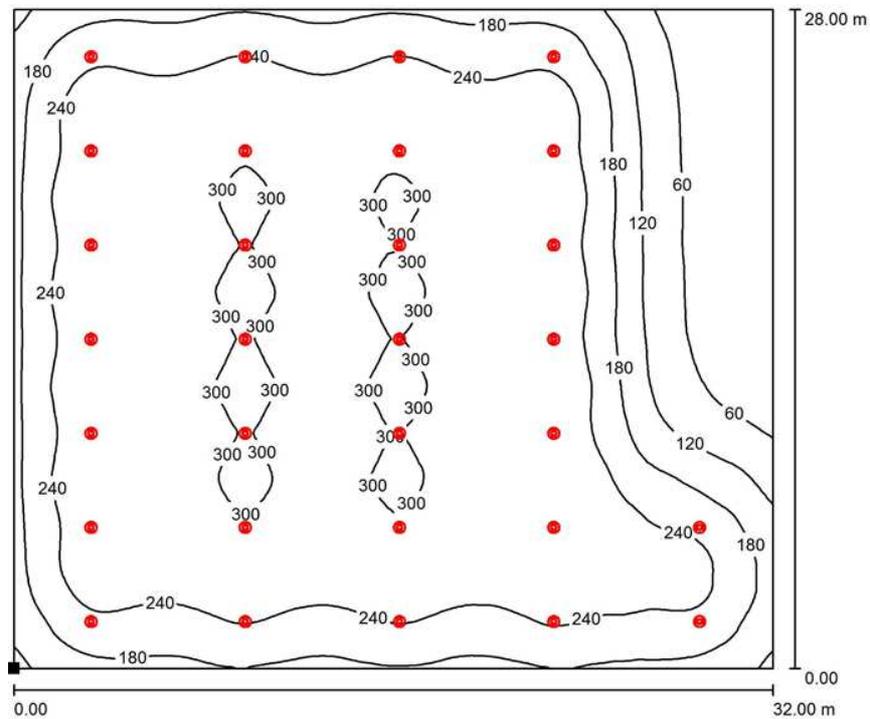
Nous privilégierons une solution en **technologie LED**, qui permettra de maintenir ou renforcer le niveau d'éclairage et d'assurer une économie suffisante. Nous tenons compte de l'implantation existante pour limiter l'investissement.

		Page 45
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	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 **228 lux** au niveau du plan utile (80cm du sol), avec les résultats détaillés ci-dessous :

E_{moy} [lx] 228
 E_{min} [lx] 18
 E_{max} [lx] 307
 E_{min} / E_{moy} 0.079
 E_{min} / E_{max} 0.058

		Page 46
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	Version : V2

Hall 3- 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 **108 W**

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



Les travaux consisteront à :

- 1 déposer** les 30 luminaires existants.
- 2 installer** 30 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**.

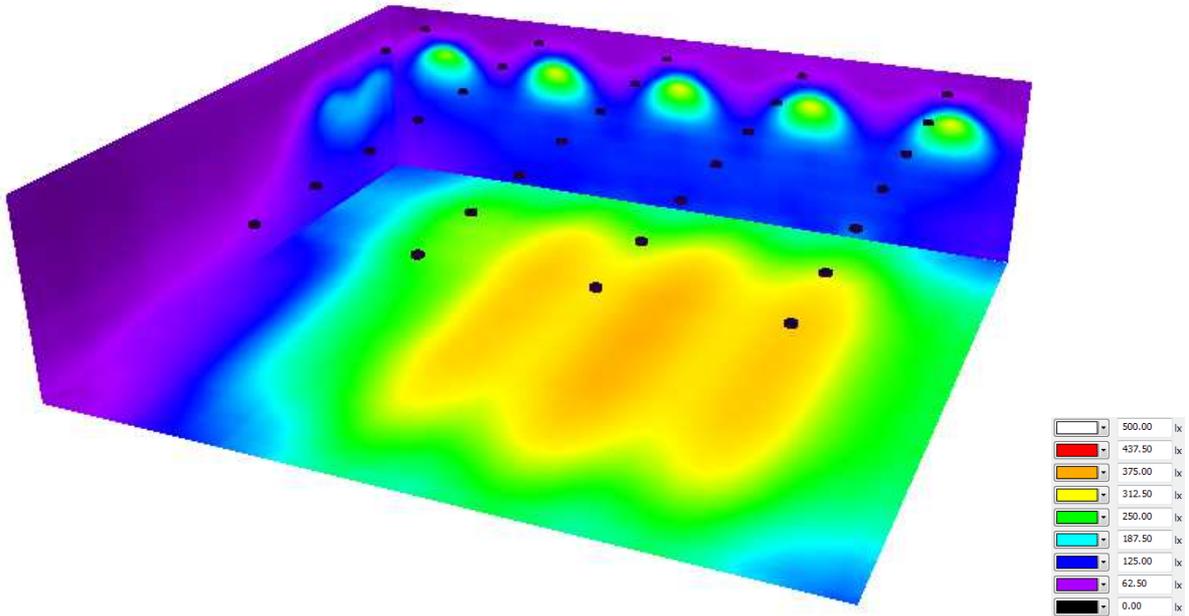
Désignation	Valeurs
Nombre de luminaires LED installés	30
Nombre d'heures d'utilisation annuelle (h)	6 000
Puissance réelle d'un luminaire (y compris driver)	108 W
Puissance de l'installation d'éclairage (kW)	3,24
Consommation annuelle (kWh)	19 440
Coût annuel d'exploitation (€HTVA)	1 711

Prix moyen du kWh = 0.088 €HTVA/kWh

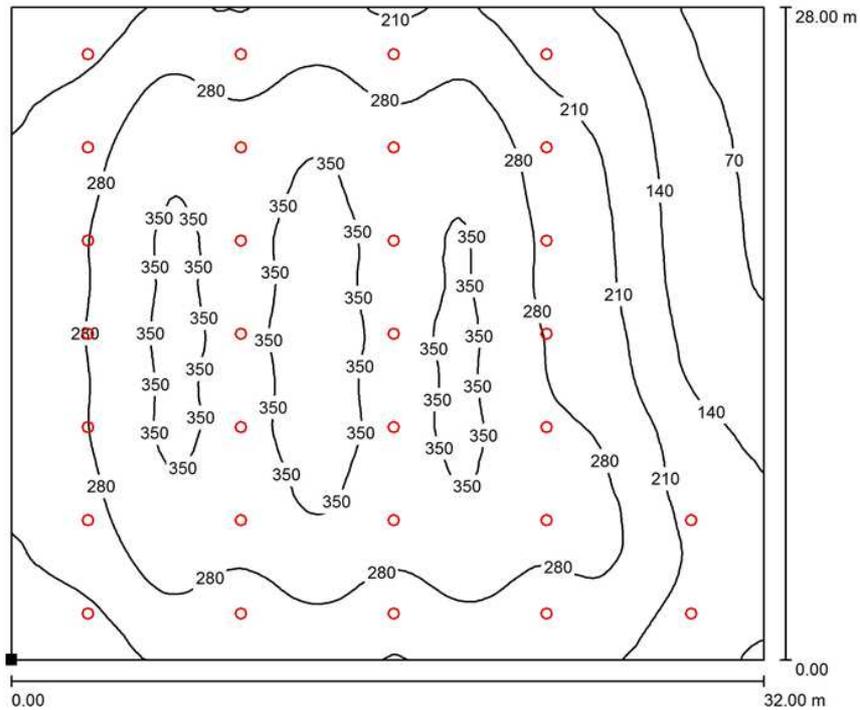
		Page 47
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	Version : V2

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 **260 lux** au niveau du plan utile (80cm sol), avec les résultats détaillés ci-dessous :

E_{moy} [lx] 260	E_{min} [lx] 44	E_{max} [lx] 375	$E_{\text{min}} / E_{\text{moy}}$ 0.169	$E_{\text{min}} / E_{\text{max}}$ 0.118
------------------------------	-----------------------------	------------------------------	--	--

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	46 800	19 440
Coût d'exploitation	4 118	1 711
	Economie annuelle en kWh	27 360
	Soit en €HT	2 408
	Soit en %	58%

Investissement

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

A titre indicatif, la fourniture et la pose de 30 luminaires LED de **Coreline Armature de chez Philips**, ou techniquement similaires, serait de l'ordre de **19 000 à 23 000 € H.TVA**. Avec une économie annuelle de **2 408 €HTVA**, le Temps de Retour sur Investissement brut moyen est de **8,7 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 250W	Optimisation Lampe LED Core- line
Puissance consommée par le luminaire en W	260	108
Nombre de luminaires	30	30
Puissance totale des luminaires en W	7,8	3,3
Nombre d'heures de fonctionnement annuel	6 000	6 000
Prix de l'électricité (€ HT/kWh)	0,088	0,088
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	21 000
Nombre relatif d'ampoules changées tous les ans	22	0
Coût annuel de remplacement des ampoules/luminaires (€ H.T)	1 210	0
Coût de la consommation électrique par an (€ H.T)	4 118	1 711
Coût total la première année (€ H.T)	5 328	22 711
Coût total avec cumul de la seconde année (€ H.T)	10 656	24 422
Coût total avec cumul de la troisième année (€ H.T)	15 984	26 133
Coût total avec cumul de la quatrième année (€ H.T)	21 312	27 844
Coût total avec cumul de la cinquième année (€ H.T)	26 640	29 555
Coût total avec cumul de la sixième année (€ H.T)	31 968	31 266

Conclusion

La solution **LED Coreline** sera plus **économique** au cours de la **6^{ème} année**, en intégrant les coûts de maintenance.

La solution LED se révèle être une bonne alternative pour des durées d'éclairage supérieures à 6000 heures /an.

Eclairage général du site

Contexte

L'étude que nous venons de réaliser n'apporte pas d'avantages économiques suffisants pour justifier du remplacement des autres luminaires à décharge de l'usine.

Dans la suite du document, nous étudierons le **remplacement des tubes fluorescents pour lesquels**, les gains énergétiques justifient une solution à LED.

Nous réaliserons une étude par **échantillonnage sur la zone 4**, secteur **presse à injecter**.

		Page 50
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	Version : V2

Préconisation n°6 – Eclairage Hall 4

Etat des lieux

Composition de l'éclairage

Cette étude concerne la partie injection du hall 4, dont l'éclairage est assuré par 140 luminaires équipés de tubes fluorescents à ballast ferromagnétique de 2x58W.

Récapitulatif Données chiffrées pour le hall 4, zone presses à injecter :



Désignation	Valeurs
Surface desservie par les luminaires (m ²)	1 903
Hauteur d'installation sous luminaire (m)	7
Nombre d'heures d'utilisation annuelle (h)	8 000
Nombre de luminaires	140
Puissance réelle d'un luminaire (y compris stater/ballast)	132 W
Puissance de l'installation d'éclairage (kW)	18,5
Consommation annuelle (kWh)	148 000
Coût annuel d'exploitation (€HTVA)	13 024

Prix moyen du kWh = 0.088 €HTVA/kWh

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

- 1 Sur poste de travail : **300 et 330 lux**
- 2 En zone de passage : **250 à 300 lux**

Selon les recommandations de la norme NF 12464, l'éclairement moyen dans cette zone d'activité doit être de **300 lux** 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
5.10.3	Postes de travail constamment occupés dans les installations de transformation	300	25	0,60	80	

Les conditions d'éclairement actuelles sont **conformes** aux recommandations.

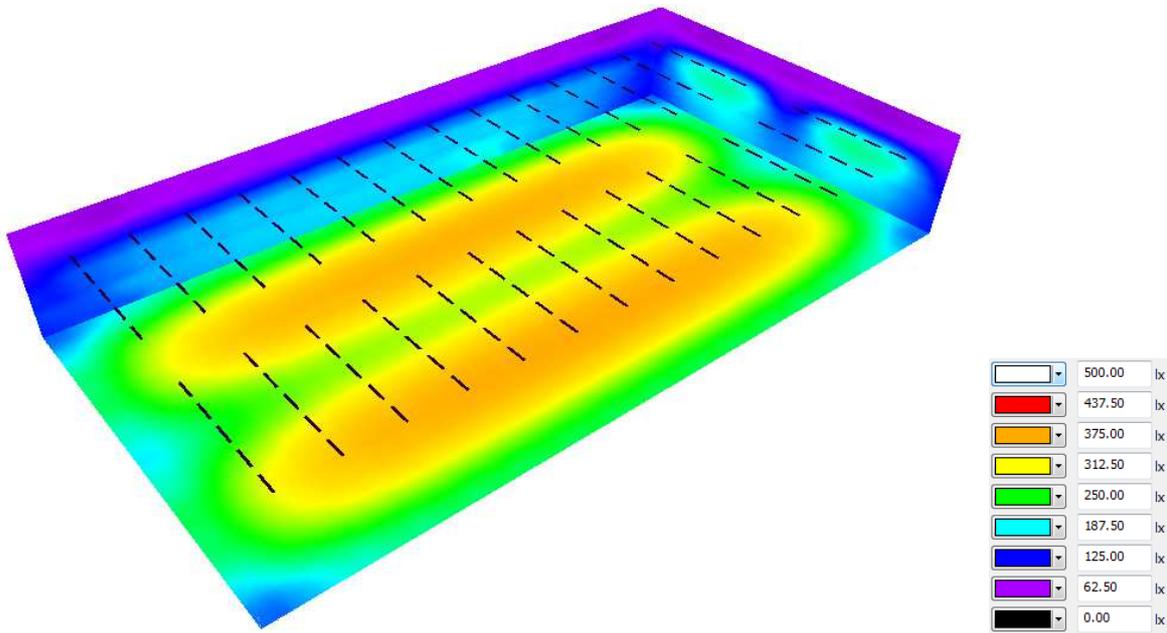
Démarche de l'étude

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.

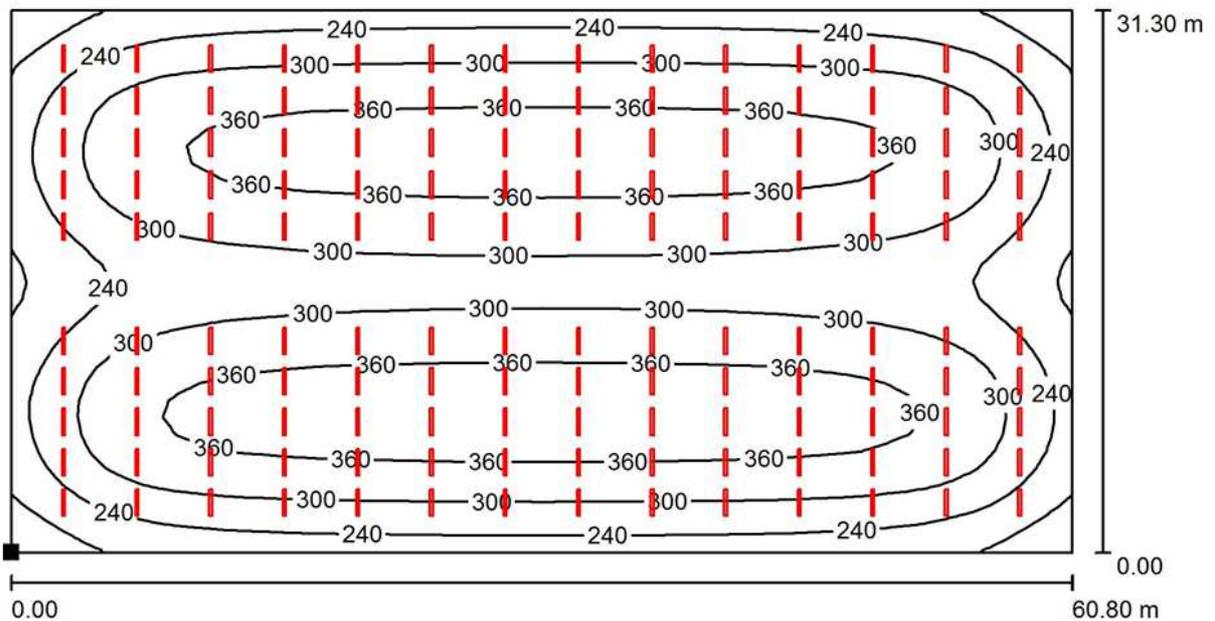
Notre simulation devra prendre en compte une nouvelle implantation, même avec de nouveaux luminaires, l'implantation actuelle ne permettra d'obtenir un niveau d'éclairement suffisant. Le temps de retour sera dans ce cas défavorable.

		Page 51
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	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 **304 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}
304	136	390	0.447	0.349

Hall 4 - Solution tube LED

Préconisation

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

Solution technique



Nous vous conseillons de remplacer les tubes existant par des tubes LED de type **Master LED VLE 1500mm 23/840 de chez Philips ou équivalent** :



Bénéfice client

L'éclairage LED vous garantira :

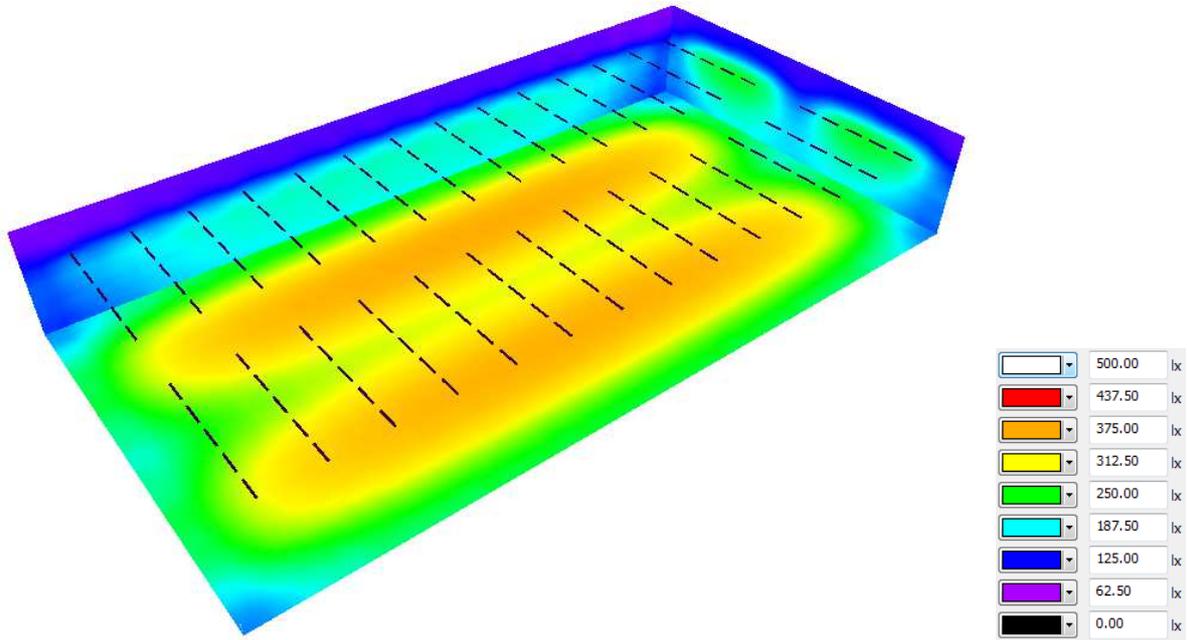
- un meilleur rendu des couleurs qu'un éclairage conventionnel
- un meilleur niveau d'éclairage qu'actuellement.
- un très faible relamping.

Désignation	Valeurs
Nombre de luminaires LED installés (2 tubes)	140
Nombre d'heures d'utilisation annuelle (h)	8 000
Puissance réelle d'un luminaire (2x25W)	50 W
Puissance de l'installation d'éclairage (kW)	7
Consommation annuelle (kWh)	56 000
Coût annuel d'exploitation (€HTVA)	4 928

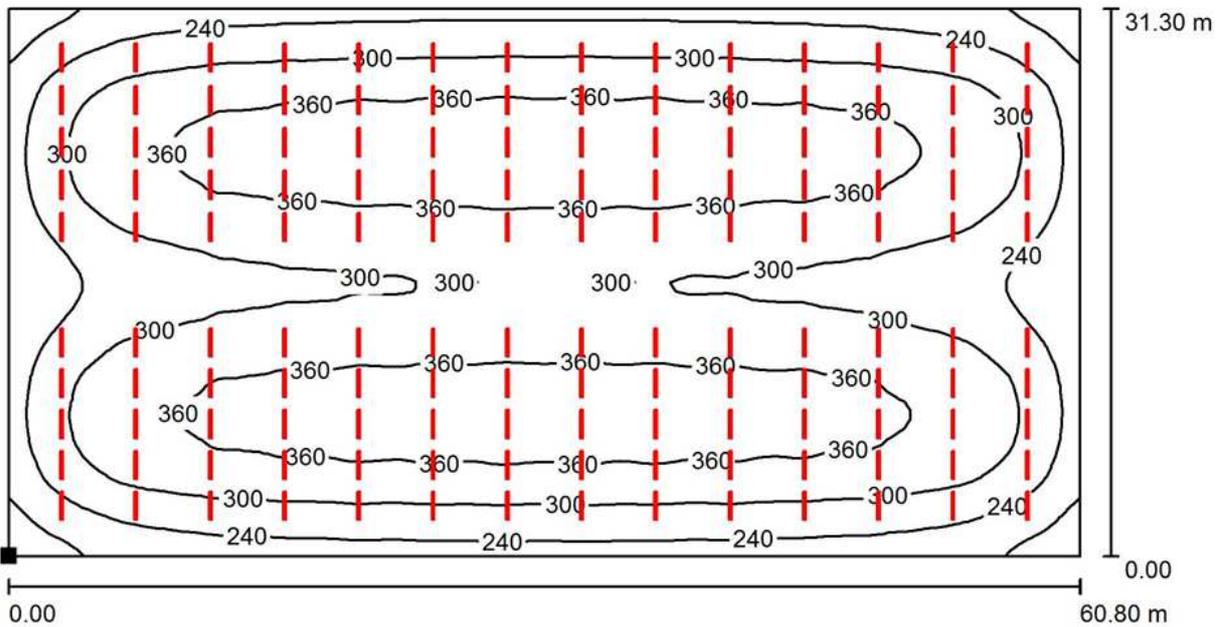
Prix moyen du kWh = 0.088 €HTVA/kWh

		Page 53
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	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 **310 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}
310	139	389	0.448	0.357

Calcul économique

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

	Etat actuel tubes fluorescent T8	Solution tubes LED
Consommation	148 000	56 000
Coût d'exploitation	13 024	4 928
	Economie annuelle en kWh	92 000
	Soit en €HT	8 096
	Soit en %	62%

Investissement

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

A titre indicatif, la fourniture et la pose de 280 tubes LED Master LED VLE 1500mm 23/840 de chez Philips, ou techniquement similaires, serait de l'ordre de **15 000 à 18 000 € HTVA**. Avec une économie annuelle de **8 096 € HTVA**, le Temps de Retour sur Investissement brut moyen est de **2 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 Tubes fluorescents 58W	Optimisation Tubes LED
Puissance consommée par le luminaire en W	132	50
Nombre de luminaires de 2 tubes	140	140
Puissance totale des luminaires en W	18,5	7
Nombre d'heures de fonctionnement annuel	8 000	8 000
Prix de l'électricité (€ HT/kWh)	0,088	0,088
Durée de vie utile des tubes (heures)	9 000	50 000
Prix moyen d'un tube pour l'utilisateur final (€ HT)	2	40
Coût main d'œuvre remplacement d'un tube (€ HTVA)	15	15
Coût d'investissement initial (€ H.T)	0	16 500
Nombre relatif de tubes changés tous les ans	124	0
Coût annuel de remplacement des tubes (€ H.T)	2 108	0
Coût de la consommation électrique par an (€ H.T)	13 024	4 928
Coût total la première année (€ H.T)	15 132	21 428
Coût total avec cumul de la seconde année (€ H.T)	30 264	26 356

Conclusion

La solution tube **LED** sera plus **économique** au cours de la **2^{ème} année** (1,7 ans), en intégrant les coûts de maintenance.

Elle a pour :

...avantages

- de **conserver** un niveau d'éclairage, voire de le renforcer légèrement,
- de **respecter l'emplacement** des luminaires actuels,
- **limiter** les coûts de **relamping**,

Préconisation n°7 - Eclairage tubes fluos 58W des halls 1, 2 et 3 (presses/moule)

Etat des lieux

Contexte

Nous étendrons la réflexion sur le parc de **tubes fluorescents 58W** des autres halls du site. Compte-tenu d'une durée d'allumage différente selon le hall en week-end, nous estimons une durée moyenne d'éclairage de 7000h/an.

Composition de l'éclairage existant

Ci-dessous, le recensement des tubes fluorescents 58 W montés sur ballast ferro-magnétique :

Désignation	Valeurs
Nombre de tubes fluorescents 58 W dans le Hall 1	536
Nombre de tubes fluorescents 58 W dans le Hall 2	364
Nombre de tubes fluorescents 58 W dans le Hall 3	74
Nb moyen d'heures d'utilisation annuelle tt zones confondues	7 000 h
Puissance réelle consommée par un tube (y compris stater/ballast)	66 W
Puissance totale installée de l'installation d'éclairage	64 kW
Consommation annuelle (kWh)	448 000
Coût annuel d'exploitation (€HTVA)	39 424

Prix moyen du kWh = 0.088 €HTVA/kWh

Halls 1, 2, 3 (presses/moules) - Solution tube LED

Préconisation



Comme pour l'étude précédente, nous vous conseillons de remplacer les tubes existant par des tubes LED de type **Master LED VLE 1500mm 23/840 de chez Philips ou équivalent**.

Bénéfice client

Le coût d'exploitation annuel en solution tubes LED est estimée à : :

Désignation	Valeurs
Nombre de tubes LED installés	974
Nombre d'heures d'utilisation annuelle (h)	7 000
Puissance réelle d'un tube LED	25 W
Puissance de l'installation d'éclairage	24,4 kW
Consommation annuelle (kWh)	170 800
Coût annuel d'exploitation (€HTVA)	15 030

Prix moyen du kWh = 0.088 €HTVA/kWh

Halls 1, 2, 3 (presses/moules) - Solution tube LED (suite)

Calcul économique

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

	Etat actuel tubes fluorescent T8	Solution tubes LED
Consommation	448 000	170 800
Coût d'exploitation	39 424	15 030
	Economie annuelle en kWh	277 200
	Soit en €HT	24 394
	Soit en %	62%

Investissement

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

A titre indicatif, la fourniture et la pose de 974 tubes LED Master LED VLE 1500mm 23/840 de chez Philips, ou techniquement similaires, serait de l'ordre de **53 000 à 57 000 € HTVA**. Avec une économie annuelle de **24 394 €HTVA**, le Temps de Retour sur Investissement brut moyen est de **2,25 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)

Halls 1, 2, 3 (presses/moules) - Solution tube LED (suite)

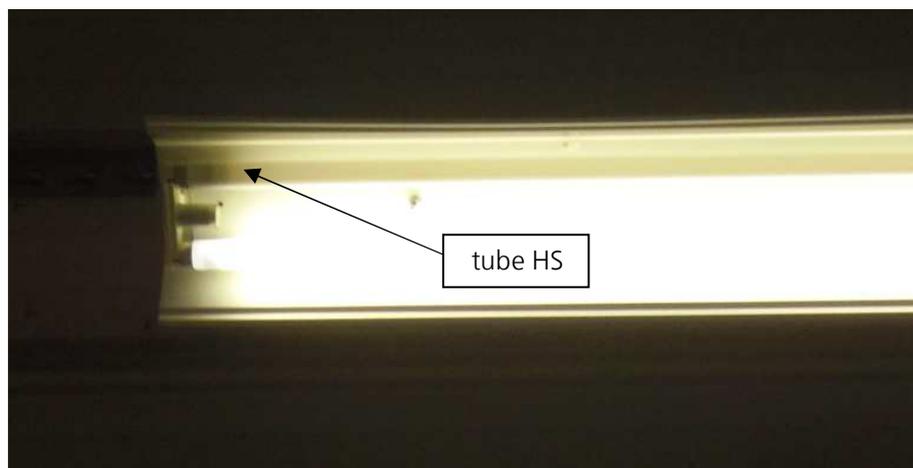
Luminaire	Actuellement Tubes fluorescents 58W	Optimisation Tubes LED
Puissance consommée par le luminaire en W	132	50
Nombre de luminaires de 2 tubes	487	487
Puissance totale des luminaires en W	64	24,4
Nombre d'heures de fonctionnement annuel	7 000	7 000
Prix de l'électricité (€ HT/kWh)	0,088	0,088
Durée de vie utile des tubes (heures)	9 000	50 000
Prix moyen d'un tube pour l'utilisateur final (€ HT)	2	40
Coût main d'œuvre remplacement d'un tube (€ HTVA)	15	15
Coût d'investissement initial (€ H.T)	0	53 570
Nombre relatif de tubes changés tous les ans	1757	0
Coût annuel de remplacement des tubes (€ H.T)	12 869	0
Coût de la consommation électrique par an (€ H.T)	39 424	15 030
Coût total la première année (€ H.T)	52 293	68 600
Coût total avec cumul de la seconde année (€ H.T)	104 586	83 630

Conclusion

La solution tube **LED** sera plus **économique** au cours de la **2^{ème} année** (1,6 ans), en intégrant les coûts de maintenance.

Remarque

Les tubes fluorescents hors service consomment la même puissance que des tubes en parfait état de fonctionnement.



Luminaire équipé de 2 tubes fluorescents, dont 1 HS

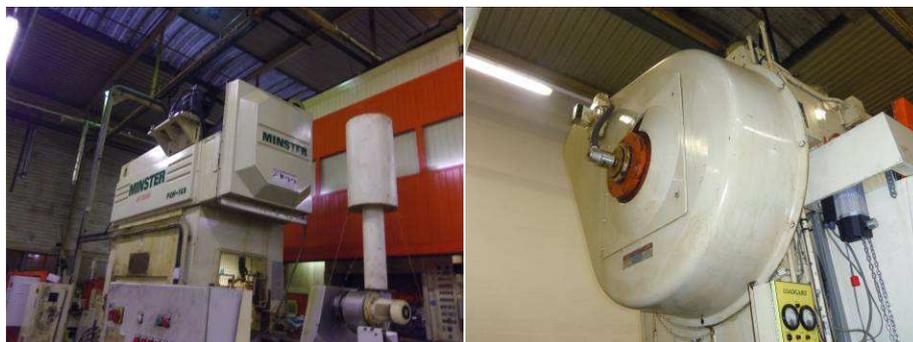
		Page 59
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	Version : V2

Préconisation n°8 – Arrêt des moteurs des presses verticales

Contexte

Les presses sont équipées d'un moteur électrique entraînant un volant-moteur.

Nous avons remarqué que pour les presses non utilisées, les moteurs étaient maintenus en fonctionnement.



Constat

Cette situation génère une **consommation inutile** et très certainement de **l'énergie réactive**.

Nous allons estimer le coût annuel de ce mode de fonctionnement et les économies réalisables.

Préconisation

Nous vous conseillons de **sensibiliser** les opérateurs sur les arrêts moteurs lors des pauses machines.

Afin d'éviter tout oubli, il est possible d'installer des voyants permettant de rappeler à l'opérateur que le moteur de la presse est alimenté.

Données économiques

Consommation

La puissance totale installée des presses est de 500 kW environ.

La puissance à vide d'un moteur est d'environ 20% de sa puissance nominale.

Avec un foisonnement de 50% du fonctionnement des presses et une durée hebdomadaire d'arrêt des presses de 48h, nous estimons leur consommation à vide sur 48 semaines à environ 115 200 kWh, soit **10 140 €HTVA/an**.

Gain

Nous estimons le potentiel de gain à **10 140 €HTVA/an** si l'ensemble du personnel est sensibilisé.

Investissement

Néant.

Temps de retour sur investissement

Immédiat

		Page 60
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	Version : V2

Préconisation n°9 – Production de froid des process

Contexte

La production de froid est assurée par 2 groupes d'eau glacée.

La consommation annuelle des groupes est estimée de à environ 712 000 kWh.



Groupe froid R22 – Presses métal

Groupe froid –Injection plastique

Groupe froid injection

L'installation date de 2000 et 2011. Elle se compose de 2 groupes froids **Nova Frigo type RS 120**. Ils sont associés à 2 aéro-réfrigérants permettant de bénéficier de free-cooling. Nous estimons la consommation annuelle de ce groupe à **292 000 kWh**.

Groupe froid presses métal

Le groupe est en cours de remplacement car équipé de **R22**. Nous n'avons pu accéder au local technique. En l'absence d'éléments techniques, nous estimons sa puissance absorbée à environ 120 kW pour 300 kW froid. Nous estimons la consommation annuelle de ce groupe à environ **420 000 kWh**.

Préconisation

Nous vous conseillons de remplacer le groupe froid R22 par un système équipé de :

- variateur de vitesse sur le moteur du compresseur,
- dispositif free-cooling,
- Haute pression flottante
- Vous pourrez aussi équiper le groupe froid une récupération de chaleur sur le condenseur. Cela dépendra des besoins : eau chaude sanitaire ou préchauffage d'eau chaude process par exemple.

Gain potentiel

Un groupe froid équipé des 3 dispositifs permettrait d'obtenir **un gain d'environ 40%** par rapport au groupe actuel, soit environ 168 000 kWh et **14 790 €HTVA/an**.

Investissement

N'ayant pu visiter le local technique, et par manque de précision sur la puissance réelle nécessaire, nous n'établirons pas d'estimatif d'investissement.

Remarque



Rénover l'isolant sur la tuyauterie extérieure limitera les pertes de frigorie en mi-saison et été.

Cette remarque concerne la tuyauterie de gauche ne partie isolée.

		Page 61
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	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

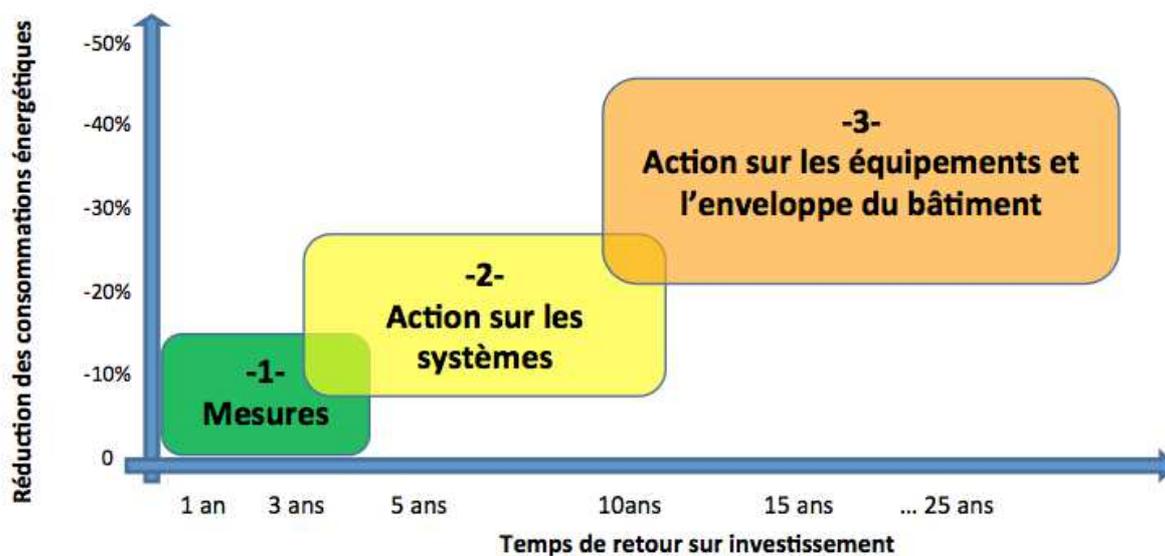


Tableau de synthèse

Le tableau ci-dessous reprend les différentes opportunités d'améliorations évoquées dans ce rapport ainsi que l'économie énergétique et économique engendrée. Pour chaque usage, les préconisations sont classées en fonction du temps de retour.

Axe de progrès	Économie (kWh)	Économie (€H.T.)	Investissement (€ H.T.)	Temps de retour (ans)	Hiérarchisation des temps de retour
Court terme					
Coupage des moteurs des presses verticales en périodes d'arrêt	115 200	10 140	néant	immédiat	Court terme
Récupération de chaleur sur compresseurs	459 750	22 068	17 500	0,8	Court terme
Air comprimé : réparation des fuites	166 530	18 300	15 200	0,8	Court terme
Air comprimé : baisse pression de 0,6 b	37 240	4 096	0	Immédiat	Court terme
Air comprimé : Installation de buses optimisées	9 639	1 057	1 500	1,4	Court terme
Moyen terme					
Halls 1, 2, 3 (presses/moules) : remplacement tubes fluos 58W par tubes LED	277 300	33 480 (avec maintenance)	53 570	1,6	Moyen terme
Hall 4 zone presses : Remplacement tubes fluos 58W par tubes LED	92 000	9 483 (avec maintenance)	16 500	1,7	Moyen terme
Air comprimé : réalisation d'un bouclage réseau et abaissement supplémentaire de 0,6 bar	35 909	3 162	9 000	2,2	Moyen terme
Isolation thermique du réseau d'eau chaude chauffage	163 500	7 850	30 000	3,8	Moyen terme
Long terme					
Modernisation de la chaufferie : chaudière à condensation	338 148	16 230	67 500	4,15	Long terme
Hall 3 TTH : remplacement gamelles HID par éclairage LED	27 360	3 620 (avec maintenance)	21 000	5,8	Long terme

Indices de performance énergétique

Ces propositions d'améliorations auront un fort impact sur la consommation du site. 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
Process	136 Wh/€uro prod	133 Wh/€uro prod
Éclairage	59 kWh/m ² /an	34 kWh/m ² /an
Air comprimé	23,8 Wh/€uro prod	18,3 Wh/€uro prod
Chauffage	220 kWh/m ² /an	188 kWh/m ² /an

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**, notamment l'amélioration du taux de fuites et la réalisation de travaux de bouclage sur le réseau pour équilibrer et optimiser les pressions. Il est possible de limiter la consommation de 5 postes de tri de pièces ou copeaux, en installant de buses économiques.

Au vu du nombre luminaires équipés de **tubes fluorescents de 58W** avec ballast électronique dans les ateliers, il est intéressant économiquement de les remplacer par des **tubes LED**. Les tarifs encore un peu élevés de certaines technologies LED 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 centralisé des ateliers n'est pas très économique du fait de l'important réseau hydraulique à maintenir en température. Une possibilité de récupérer les calories sur les compresseurs diminuerait sensiblement la consommation. La chaufferie ne dispose de secours : il serait économiquement intéressant d'accoupler la chaudière existante à une chaudière à condensation moins puissante qui serait utilisée en période de mi-saison.

Pour la production de froid, certains groupes sont encore équipés de R22, notamment celui alimentant les presses verticales. Les travaux de remplacement sont prévus sur début 2015.

Pour l'utilisation des **process**, il faut porter toute votre attention sur leur utilisation. Penser à arrêter les auxiliaires (moteurs, pompes, résistances, etc...) en phases d'arrêt prolongée de fabrication (les nuits et week-end). Prévoir une sensibilisation du personnel.

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

		Page 64
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	Version : V2

Annexe 1 :

Théories 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.

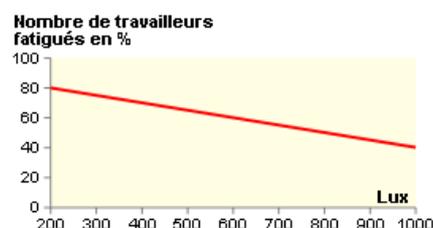
Le confort visuel

Le confort visuel dépend de plusieurs facteurs :

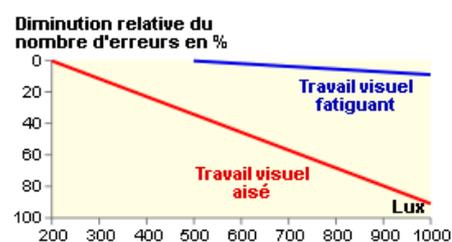
- du niveau d'éclairage (quantité de lumière exprimée en lux),
- de l'indice de rendu de couleur (IRC),
- de la température de couleur de la lampe,
- du facteur d'éblouissement.

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.

		Page 65
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	Version : V2

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.

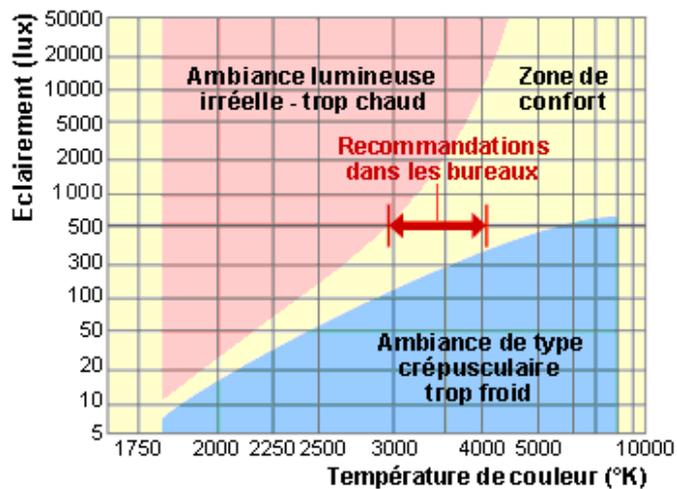
Plus la température de couleur sera élevée, plus la couleur apparente semblera froide.

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

A titre indicatif, les teintes chaudes sont recommandées pour la boulangerie (températures de couleurs situées entre 2700 et 3000 K).

Pour les viandes, les fruits, les légumes, les produits frais et surgelés il est préférable de faire appel à des teintes intermédiaires neutres (températures de couleurs situées entre 4000 et 5000 K).

Et enfin des teintes froides pour les produits de la mer.



Le confort visuel (suite)**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.

Norme AFNOR

La norme AFNOR NF EN 12464-1 de Juillet 2011 :

- spécifie les prescriptions pour les systèmes d'éclairage de la plupart des lieux de travail intérieurs et leurs zones associées en termes de quantité et de qualité d'éclairage,
- prescrit les exigences d'éclairage pour les lieux de travail intérieurs en répondant aux besoins de confort visuels et de performance.

N° réf.	Type de zone, de tâche ou d'activité	\bar{E}_m lx	UGR_L —	U_o —	R_a —	Exigences spécifiques
5.27.1	Zones de vente	300	22	0,40	80	
5.27.2	Zones des caisses	500	19	0,60	80	
5.27.3	Table d'emballage	500	19	0,60	80	

Préconisations AFNOR pour les Magasins de vente au détail**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'éclairement minimal du plan de travail,
- du niveau d'éclairement moyen à maintenir,
- de l'uniformité d'éclairement minimale sur la zone de travail et dans les zones environnantes immédiates.

Uniformité d'éclairement

L'uniformité d'éclairement sur la zone étudiée ne doit pas être inférieure à 0,7 pour les zones de vente.

Les zones environnantes immédiates pourront avoir un éclairement et une uniformité inférieure comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 — Rapport des éclairages et uniformités entre les zones environnantes immédiates et la zone de travail

Éclairement de la tâche lx	Éclairement des zones environnantes immédiates lx
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	$E_{t\grave{a}che}$
Uniformité : ≥ 0,7	Uniformité : ≥ 0,5

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 :

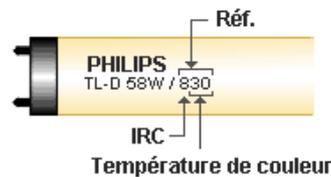
- la perte de flux lumineux des lampes due à leur vieillissement,
- la défaillance de certaines lampes,
- l'empoussièrement des lampes et des surfaces optiques des luminaires,
- la réduction des facteurs de réflexion du local.

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.

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 %).

		Page 68
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	Version : V2

Ballasts (suite)

Le facteur d'éblouissement (suite)

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

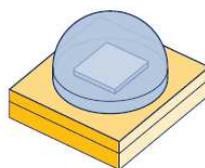
Type de ballast	Durée de vie des lampes (heures)
Ferromagnétique	6 000 à 7 000
Electronique	12 000 à 15 000

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.

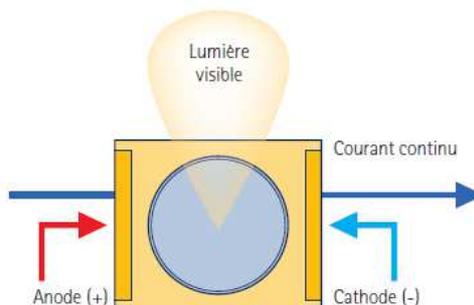


Une LED est un semi-conducteur (diode) qui émet de la lumière quand du courant le traverse.

Eclairage LED (suite)

Généralités (suite)

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 :

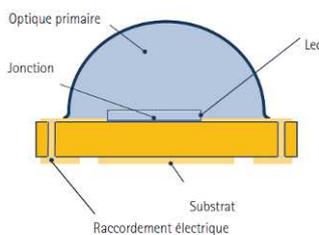
Puissance LED	Utilisation
< 1W	<ul style="list-style-type: none"> • Voyant lumineux HIFI, • Electroménager.
> 1W	<ul style="list-style-type: none"> • Flash téléphone portable, • Lampe frontale, • Eclairage automobile, • Eclairage domestique, • Eclairage industriel.

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).

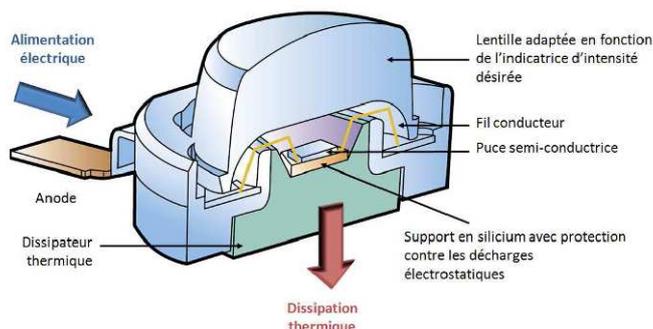
La technologie LED

Construction d'un composant LED :



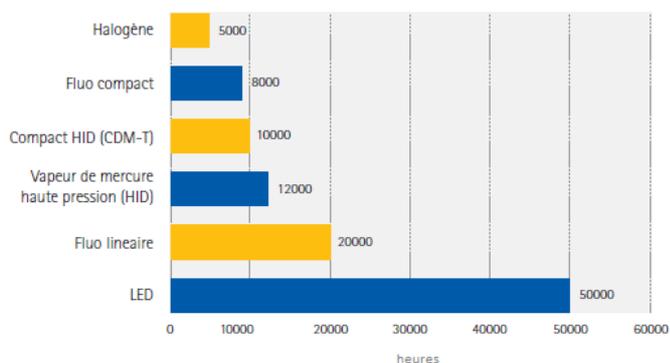
Eclairage LED (suite)

La technologie LED (suite)



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

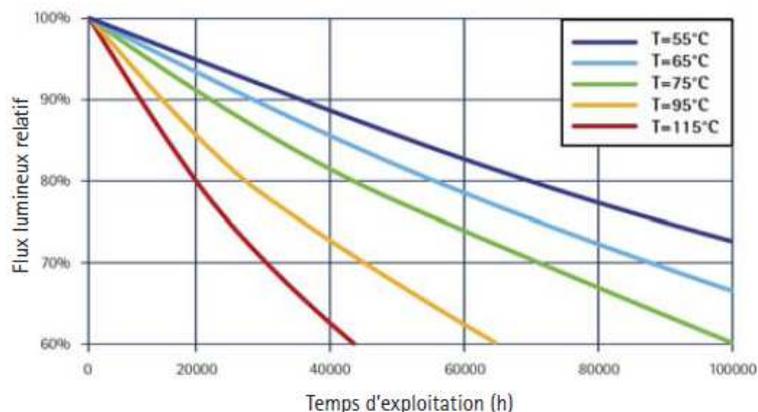
Durées de vie Les valeurs typiques pour les durées de vie utile des différents types de lampes sont les suivantes :



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 : Extrait du Journal Officiel

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 72
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	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	Données
Société	Raison sociale	LISI AUTOMOTIVE RAPID
	SIREN	582041471
	Chiffre d'affaires (2013)	43 330 839 €
	Nombre de salariés	240
	NAF	2599B
	Activité	Fabrication d'autres articles métalliques
	SIRET	58204147100035
	Adresse	1 rue de Pontoise 95650 Pontoise
	Surface du(es) bâtiment(s)	15 930 m ²

Localisation



		Page 73
Référence : 1-N6FEUB	LISI AUTOMOTIVE RAPID	Version : V2

Surfaces

Les surfaces de l'objet audité sont les suivantes :

Zone	Activités	Surfaces (m ²)
Bâtiment administratif	Administration + Réfectoire	1 850
Hall 1	Logistique	3 450
	Pièces de rechange (Outillage)	
	Electroérosion (Outillage)	
	TTH (Outillage)	
	Prototype	
Hall 2	GPV (Métal)	3 100
	PPV (Métal)	
	Outillage (Métal)	
	Maintenance (Métal)	
Hall 3	TTH (Métal)	3 250
	Injection (Plastique) + Moules	
Hall 4	Injection (Plastique)	3 320
	Tri / Assemblage	
Locaux du personnel	Vestiaires / Sanitaires / Salle repos	700
Locaux techniques	air comprimé et chaufferie	260
TOTAL		15 930

Consommation du site

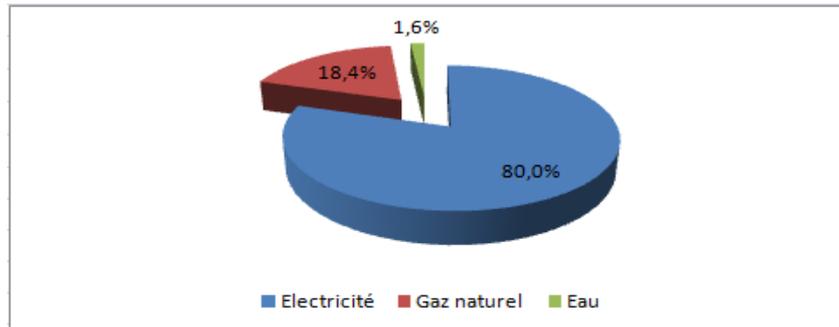
Tableau de répartition

Répartition des coûts des différentes énergies dans l'organisme audité :

Type d'énergie utilisée	Consommation en kWh ou m3	Facture en €HTVA
Electricité	9 663 745	851 002
Gaz naturel	4 066 056	195 353
Eau	5 741	17 510
TOTAUX	-	1 063 865

Graphique de répartition

Répartition des coûts des différentes énergies dans l'organisme audité :



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	6 040 000	531 520
Electricité Air comprimé	1 064 000	93 632
Electricité Eclairage	940 000	82 720
Electricité Froid	712 000	62 656
Electricité Ventil / pompage	500 000	44 000
Electricité Divers	250 000	22 000
Electricité Pertes transformateur	160 000	14 080
Gaz naturel chauffage	3 241 000	155 568
Gaz naturel process	717 100	34 421
Gaz naturel cuisine	108 000	5 184
Eau	5 741 m3	17 510
TOTAL	13 732 100 kWh (hors consommation d'eau)	1 063 291

Répartition des coûts énergétiques par usages

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

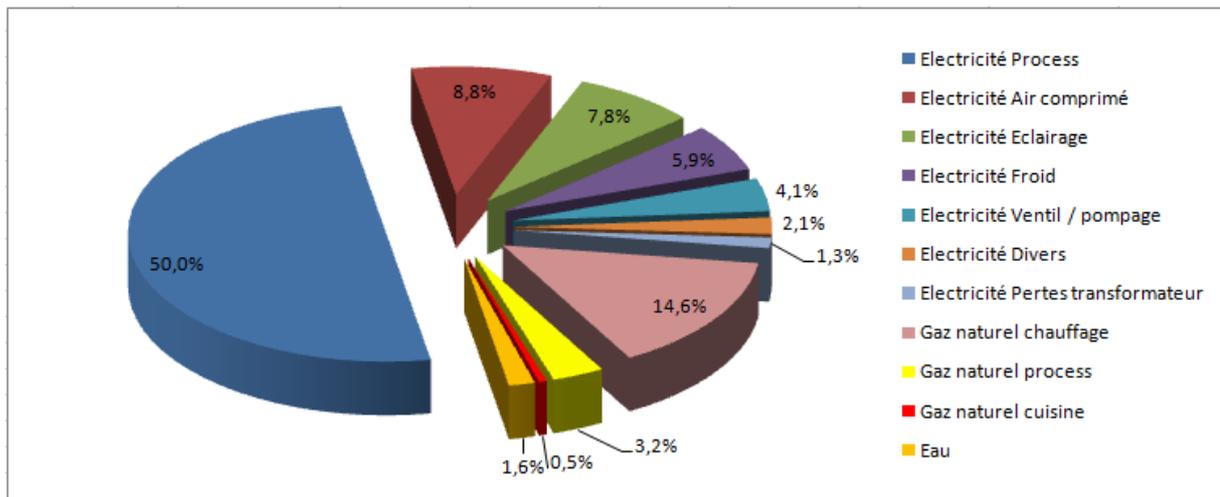


Diagramme des consommations énergétiques par usages en €HTVA

Indices de Performance Energétique (IPE)

Contexte

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

	Désignation	Valeur
<i>Référentiel IPE</i>	Volume de production annuel	44 535 000 €uros
	Surface totale site	15 930 m ²
	Dont zone de production	14 080 m ²
	Dont zone bureaux	1 850 m ²
	Production d'air comprimé	8 934 260 m ³
<i>Consommation globale</i>	Degrés Jrs Unifiés 18°C Corneilles en V 10/2013 à 09/2014	2 160
	Consommation énergétique tous usages confondus	13 732 100 kWh
	IPE consommation globale par m² total site	862 kWh/m²/an
	IPE consommation globale par volume de production	308 Wh/€uro prod
<i>Process</i>	Consommation énergétique du process	6 040 000 kWh
	IPE consommation process par volume de production	136 Wh/€uro prod
<i>Eclairage</i>	Consommation énergétique d'éclairage	940 000 kWh
	IPE consommation éclairage par m² total site	59 kWh/m²/an
	Puissance moyenne installée d'environ	9,7 W/m ²
<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	1 064 000 kWh
	IPE consommation air comprimé par m³ d'air produit	0,119 kWh/m³ d'air
	IPE consommation air comprimé par volume de production	23,8 Wh/€uro 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>Froid</i>	Consommation énergétique annuelle de froid	712 000 kWh
	IPE consommation de froid par volume de production	16 Wh/€uro prod
<i>Chauffage</i>	Consommation énergétique chauffage totale (élec+gaz) Dont chauffage des ateliers Dont chauffage des bureaux (bâtiment administratif)	3 241 000 kWhPCS 3 107 300 kWhPCS 133 700 kWhPCS
	IPE consommation chauffage par m² en ateliers IPE consommation chauffage par m² et DJU en ateliers	220 kWh/m²/an 102 Wh/m²/DJU/an
	IPE consommation chauffage en zone bureaux IPE consommation chauffage par m² et DJU en bureaux	72,3 kWh/m²/an 33 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 (€ H.T.)	Temps de retour (ans)	Hierarchisation des temps de retour
Court terme					
Coupure des moteurs des presses verticales en périodes d'arrêt	115 200	10 140	néant	immédiat	Court terme
Air comprimé : baisse pression de 0,6 b	37 240	4 096	0	Immédiat	Court terme
Récupération de chaleur sur compresseurs	459 750	22 068	17 500	0,8	Court terme
Air comprimé : réparation des fuites	166 530	18 300	15 200	0,8	Court terme
Air comprimé : baisse pression de 0,6 b	37 240	4 096	0	Immédiat	Court terme
Air comprimé : Installation de buses optimisées	9 639	1 057	1 500	1,4	Court terme
Moyen terme					
Halls 1, 2, 3 (presses/moules) : remplacement tubes fluos 58W par tubes LED	277 300	33 480 (avec maintenance)	53 570	1,6	Moyen terme
Hall 4 zone presses : Remplacement tubes fluos 58W par tubes LED	92 000	9 483 (avec maintenance)	16 500	1,7	Moyen terme
Air comprimé : réalisation d'un bouclage réseau et abaissement supplémentaire de 0,6 bar	35 909	3 162	9 000	2,2	Moyen terme
Isolation thermique du réseau d'eau chaude chauffage	163 500	7 850	30 000	3,8	Moyen terme
Long terme					
Modernisation de la chaufferie : chaudière à condensation	338 148	16 230	67 500	4,15	Long terme
Hall 3 TTH : remplacement gamelles HID par éclairage LED	28 360	3 620 (avec maintenance)	21 000	5,8	Long terme

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

Les propositions d'amélioration de performance énergétique (suite)

Indices de Performance Énergétique IPE

Comparaison des IPE avant et après travaux :

usages	I.P.E. actuel	I.P.E. après améliorations
Process	136 Wh/€uro prod	133 Wh/€uro prod
Éclairage	59 kWh/m ² /an	34 kWh/m ² /an
Air comprimé	23,8 Wh/€uro prod	18,3 Wh/€uro prod
Chauffage ateliers	220 kWh/m ² /an	152 kWh/m ² /an