

Audit Energétique Réglementaire

26/06/2015

La réalisation d'un audit est définie
par des normes – lesquelles ?

Apave Nord Ouest - François COEVOET

Les normes d'audit

Exigences de l'arrêté du 24/11/2014: article 1er

- **Méthode et qualité** pour la préparation, la réalisation et la restitution de l'audit
- **Base:** la norme **NF EN 16 247** « Audits énergétiques » partie 1 à 4
- **Complément:** référentiels spécifiques à des systèmes techniques industriels ou des guides adaptés à des secteurs industriels

Les normes d'audit

Rappel de l'objectif final de l'audit

- Identifier les opportunités d'amélioration de l'efficacité énergétique
- Hiérarchisation des opportunités :
 - ❖ TRB < 1 an
 - ❖ TRB de 1 à 4 ans
 - ❖ TRB > 4 ans
- Sur le périmètre d'audit: minimum 80 % de la facture énergétique ou 65 % pour un audit réalisé avant le 05/12/2015

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Objectif et champ d'application

- Définition des exigences générales applicables à un audit énergétique
- Harmonisation de la réalisation des audits afin d'apporter de la clarté et de la transparence au marché des prestations d'audits énergétiques
- Application à tous les types d'entreprise, d'organismes, industriels, du secteur résidentiel et public
- Application à toutes les formes d'énergie et à tous les usages énergétiques
- Adaptation aux objectifs et au degré d'approfondissement de l'audit

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Partie 1: exigences générales

- Exigences de qualité relatives à l'auditeur
- Éléments du processus d'audit énergétique

Parties 2, 3 et 4: exigences spécifiques

- partie 2: bâtiments
- partie 3 : procédés
- partie 4 : transport

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Partie 1

Exigences de qualité relatives à l'auditeur

- **Compétence:** qualification et expérience nécessaires
 - ❑ arrêté du 24/11/2014: article 2 et annexe II
 - ❑ Partie 5 de la norme NF EN 16 247
- **Confidentialité** vis-à-vis des informations fournies par l'entreprise/organisme ou divulguée au cours de l'audit
- **Objectivité:** seul intérêt de l'entreprise/organisme audité
- **Transparence:** vis-à-vis du risque de conflit d'intérêts

Les normes d'audit

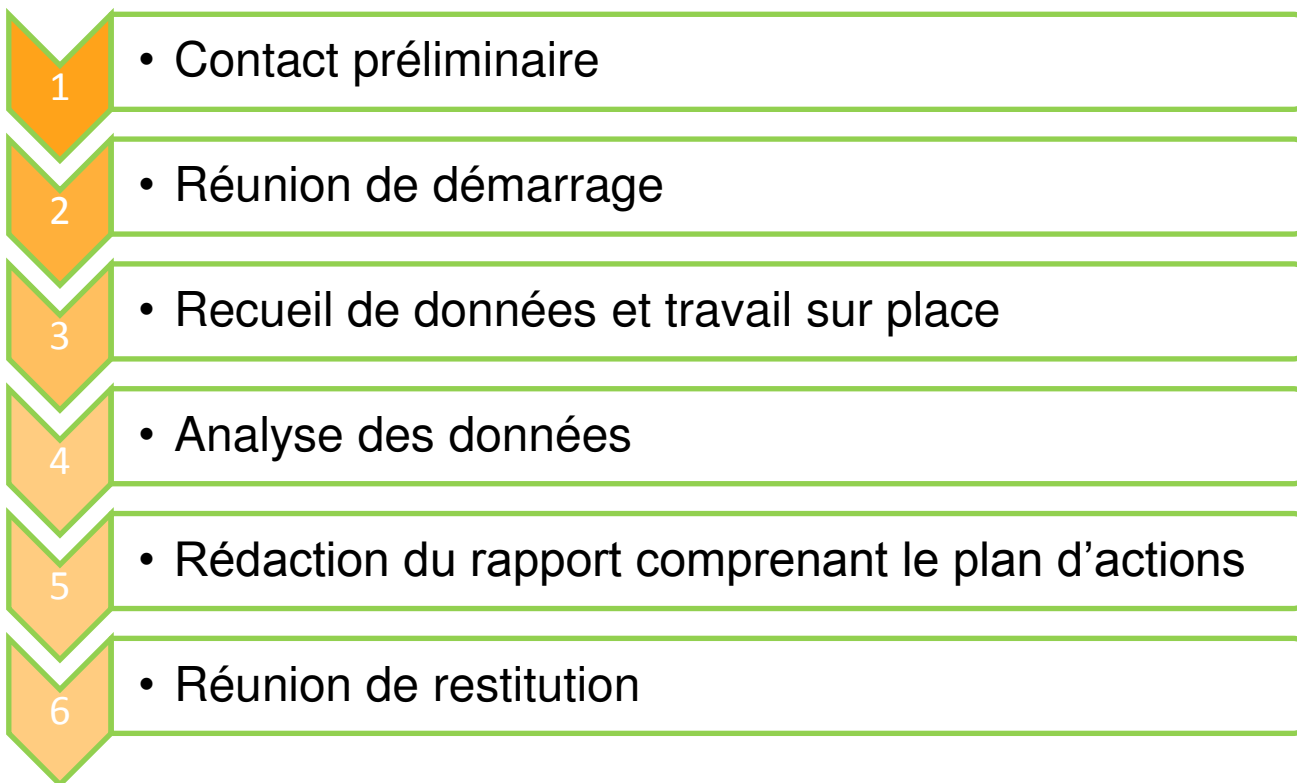
Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques Exigences de qualité relatives au processus

- **Approprié** aux domaine d'application, aux objectifs et au degré d'approfondissement pertinents,
- **Exhaustif** afin de définir l'objet audité ou l'organisme
- **Représentatif** en vue de recueillir des donnée fiables et pertinentes
- **Traçable** pour permettre de remonter à l'origine des données et d'en tracer le traitement
- **Utile** pour inclure une analyse coût-efficacité des opportunités énergétiques identifiées
- **Vérifiable** pour permettre de surveiller que les objectifs correspondant aux améliorations mis en œuvre sont atteints

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Éléments du processus d'audit



Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Partie 2: bâtiments

(à l'exclusion des maisons individuelles)

➤ Usages énergétiques:

- ☐ chauffage
- ☐ refroidissement, climatisation
- ☐ ventilation
- ☐ éclairage
- ☐ eau chaude sanitaire
- ☐ équipements de bureaux
- ☐ ascenseurs
- ☐ équipements consommateur hors procédés

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Partie 2: bâtiments

(à l'exclusion des maisons individuelles)

➤ Éléments à prendre en compte:

- ☐ conditions climatiques locales
- ☐ caractéristiques de l'enveloppe du bâtiment
- ☐ conception des conditions d'environnement intérieur
- ☐ caractéristiques et paramétrages des systèmes techniques du bâtiment
- ☐ activités et procédés se déroulant dans le bâtiment
- ☐ comportement des occupants
- ☐ régime de fonctionnement

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Partie 3: procédés

➤ Usages de l'énergie:

- ☐ directement par le procédé (fours, séchoirs,..)
- ☐ indirectement par le procédé (échange thermique avec un fluide caloporteur)
- ☐ utilités: production et distribution de fluides (vapeur, eau chaude, eau froide, air comprimé,...)
- ☐ chauffage, ventilation et climatisation (contraintes du procédé)
- ☐ pompes, ventilateurs, compresseurs,...
- ☐ moteurs d'entraînement
- ☐ auto production d'électricité
- ☐ transport et manutention des matières et produits
- ☐

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Partie 4 : transport

➤ Éléments à analyser:

- ☐ choix des véhicules
- ☐ maintenance des véhicules
- ☐ caractéristiques des parcours/trajets
- ☐ planification des opérations
- ☐ formation des opérateurs: conducteurs, planificateurs
- ☐ impact sur la productivité
- ☐ incidence sur la qualité des marchandises
- ☐ ...

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Partie 4 : transport

- Mode de transport:
 - ☐ routier
 - ☐ ferroviaire
 - ☐ maritime
 - ☐ aérien
- Typologie des distances parcourus
 - ☐ transports locaux
 - ☐ longues distances
- Ce qui est transporté:
 - ☐ marchandises
 - ☐ personnes

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Contact préliminaire

- Prise de connaissance de l'entreprise et de ses établissements, des factures, des activités énergétiques, des usages énergétiques, des audits et études précédemment réalisées,...
- Définition du périmètre de l'audit, du degré d'approfondissement
- Définition des engagements en temps et en ressources pour l'auditeur et l'entreprise
- Réalisation, en partie, lors de la phase commerciale de proposition de prestation d'audit énergétique.

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Réunion de démarrage

- Désignation par l'organisme audité d'un responsable de l'audit
- Présentation de l'équipe d'audit et de l'auditeur énergétique principal
- Information des parties intéressées de l'entreprise
- Présentation des dispositions pratiques de réalisation des phases suivantes de collecte des données, de visites des sites, des campagnes de relevés et de mesures

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques Recueil des données disponibles

- Données historiques sur les consommations et dépenses énergétiques et les flux énergétiques: énergies achetées, fluides distribués,...
- Profil des flux énergétiques: variation annuelle, mensuelle, journalières, horaires, « points 10 mn pour l'électricité »
- Caractéristiques énergétiques des objets audités (bâtiments, équipements, procédés, véhicules,...) et conditions de fonctionnement (paramètres relevés, supervisés par l'exploitant) et d'exploitation (temps et période d'exploitation)

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques Recueil des données disponibles

- Analyse des données disponibles: répartition des consommations d'énergie, profil de variation dans le temps, indicateurs de performance énergétique,
- Préparation la phase suivante de travail sur place, de visite des installations, de relevés et mesures

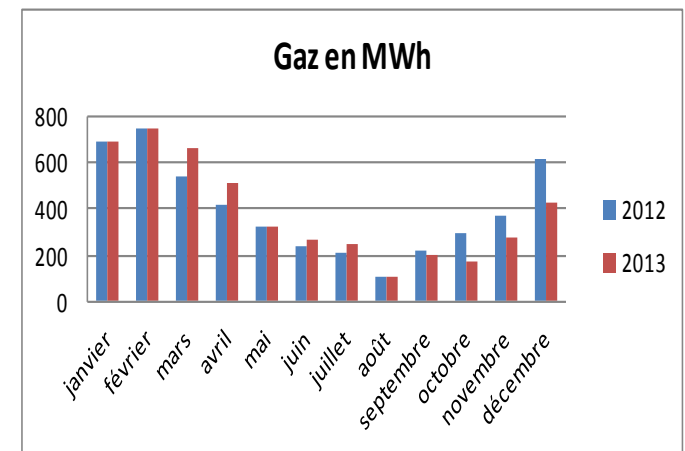
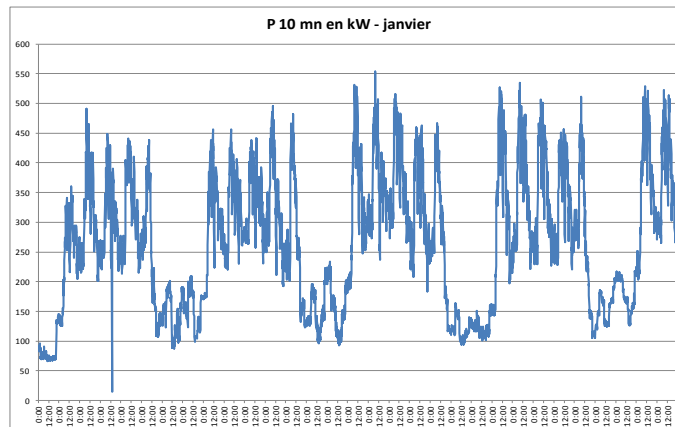
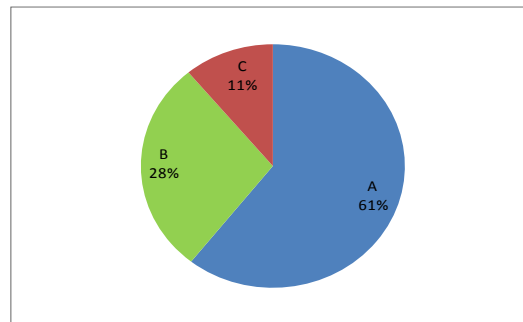
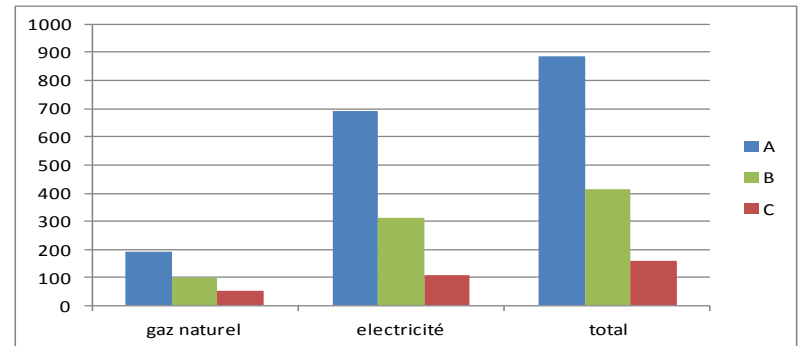
Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Analyse des données disponibles

Exemples Apave

etablissement	gaz naturel	electricité	total	total %
A	191	693	884	61%
B	100	313	413	28%
C	51	110	161	11%
Global €	342	1116	1458	100%
Global %	23%	77%	100%	



Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques Travail sur place- visite du site

- Inspection des activités énergétiques, des systèmes, des équipements: relevés et mesures ponctuelles simples
- Audit des conditions opératoires , du comportement des utilisateurs
- Complément ou confirmation de la collecte des données en phase précédente
- Identification des pertes d' énergie et des opportunités d'amélioration
- Campagnes de mesures adaptées au degré d'approfondissement nécessaires à l'évaluation de la performance et des opportunités d'amélioration

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Travail sur place- visite du site

Exemples de mesures

- intensité, puissance, consommation électrique: atelier, équipement,
- débit de fluides: vapeur, eau, air comprimé, fluide frigorigènes,
- pression et température de fluides
- température de l'air ambiant, sous toiture,
- thermographie infrarouge
- contrôle de la combustion
- détection de fuites
- niveau d'éclairage



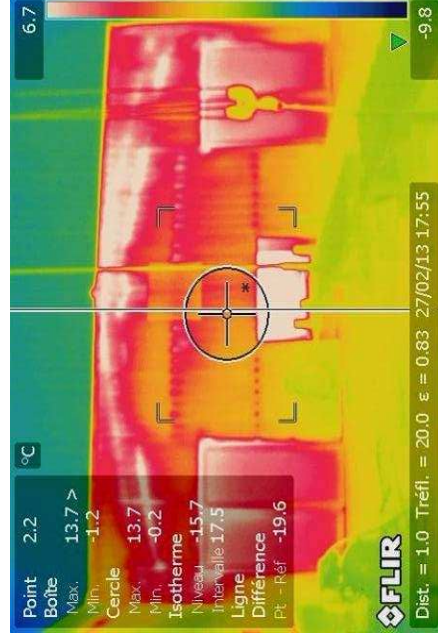
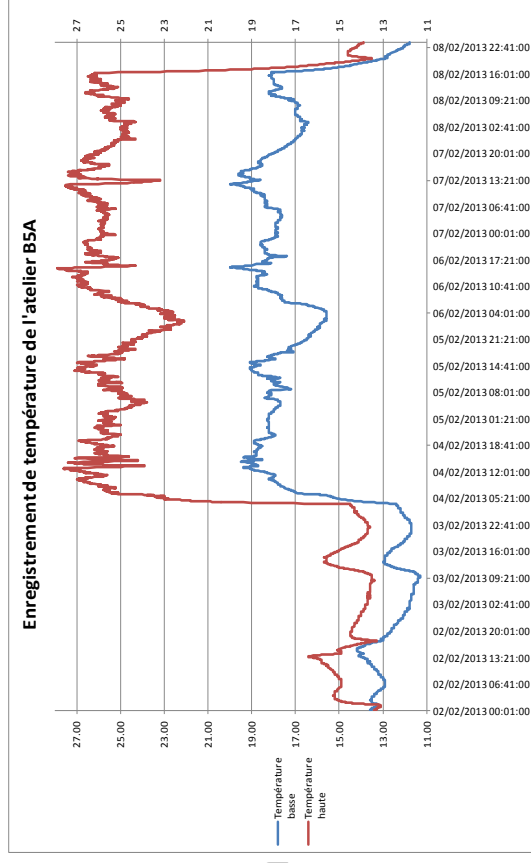
Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Travail sur place- visite du site

Exemples de résultats de mesure Apave

Température ambiante
et sous toiture
Régulation et stratification



Thermographie
Infrarouge
Défaut d'isolation

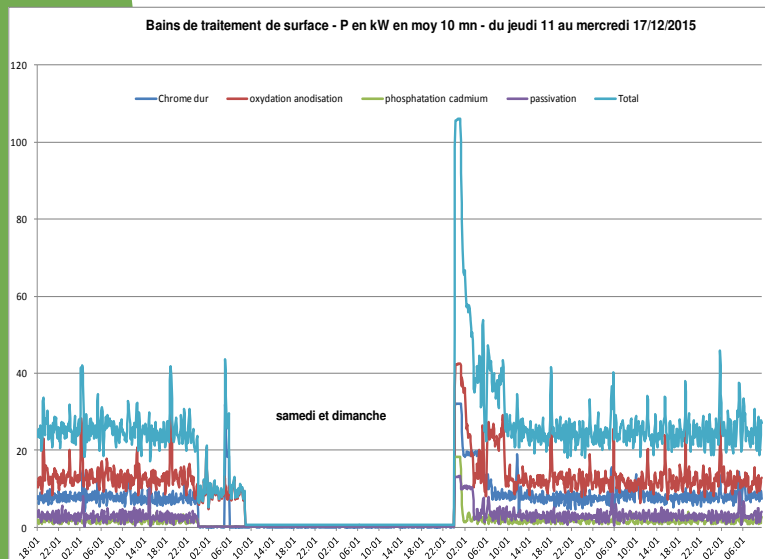
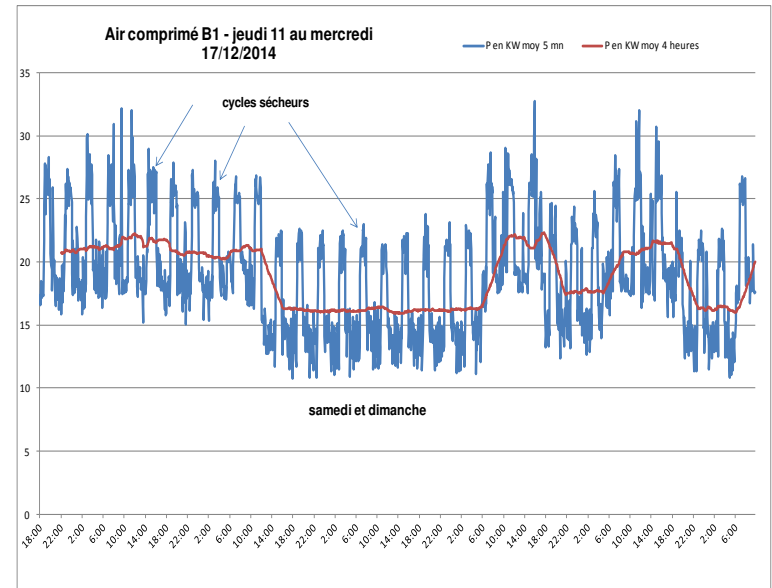
Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Travail sur place- visite du site

Exemples de résultats de mesure Apave

Puissance absorbée par
une centrale d'air comprimé
Variation: jour, nuit, fin de
semaine



Puissance absorbée par des
bains de traitement
Arrêt de fin de semaine et
remise en chauffe le lundi

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Analyse

- répartition par usages et type d'énergie (complément à l'analyse des données recueillies en début d'audit)
- évaluation des flux énergétiques et des pertes d'énergie
- bilan énergétique des objets audités
- définition de ratios et indicateurs de performance énergétique, de consommation de référence,
- comparaison aux équipements et techniques les plus efficaces disponibles

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Analyse

- évaluation des opportunités d'amélioration de l'efficacité énergétique: économie en énergie, financière, coût de mise en œuvre, TRB
- classement des actions d'amélioration de l'efficacité énergétique
- recherche de la valorisation des CEE
- définition des besoins d'approfondissement

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Analyse

Exemples de bilans: centrale d'air comprimé Apave

Bilan caractéristique
Performances
intrinsèques

Valeurs instantanées		Débit refoulé	P électrique en charge	P électrique en charge/débi t	P électrique à vide	
		Nm3/h	kW	kWh/Nm3	kW	% de P en charge
compresseur	C1	480	65	0,135	18	28
compresseur	C2	480	55	0,115	14	25
compresseur	C3	285	32	0,112	9	28
sécheur			6			
radiateur			3			
autre			1			

	MWh	€	% électricité globale usine	1000 Nm3	kWh/Nm3	€/1000 Nm3
Compresseurs	230	11 730	10%	1 586	0,145	7,40
Sécheur	40	2 040	2%	1 586	0,025	1,29
Compresseurs + sécheur	270	13 770	12%	1 586	0,170	8,68
Divers: résistances chauffage	20	1 020	1%	1 586	0,013	0,64
Compresseurs + sécheur + divers	290	14 790	13%	1 586	0,183	9,33

Bilan d'exploitation annuelle
Indicateur de performance

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Analyse

Exemples de bilans: centrale d'air comprimé Apave

Bilan simulé d'une situation optimale

		Actuel	Cible	Cible - actuel
Air à l'utilisation, hors fuites	1000 x Nm3	586	586	0%
Fuites réseau et interne machines	1000 x Nm3	1000	350	-65%
Air produit par la centrale	1000 x Nm3	1586	936	-41%
Electricité compresseurs	MWh	230	98,3	-57%
Electricité compresseurs	kWh/Nm3	0,145	0,105	-28%
Electricité sécheur	MWh	40	9,4	-77%
Electricité sécheur	kWh/Nm3	0,025	0,01	-60%
Electricité compresseur + sécheur	MWh	270	107,6	-60%
Electricité compresseur + sécheur	kWh/Nm3	0,170	0,115	-32%
Electricité Résistances électriques	MWh	20	10	-50%
Electricité totale centrale	MWh	290	117,6	-59%
Coût de l'électricité	€/kWh	0,051	0,051	
Dépense en électricité	€	14 790 €	6 000 €	8 790 €

Récupération de chaleur	% elec compresseurs	0	40	
Récupération de chaleur	MWh	0	39,3	
Coût du gaz naturel	€/kWh	0,035	0,035	
Economie sur la dépense de gaz	€	0	1376	

Dépense résiduelle en énergie	€	14 790 €	4 624 €	10 166 €
-------------------------------	---	----------	---------	----------

Les normes d'audit Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques Analyse

Exemple Apave:
Fiche action d'amélioration de l'efficacité énergétique Apave

Fiche Action Amélioration Efficacité Énergétique		N° 5	NOM DE L'ENTREPRISE Usage : INDUSTRIEL	
Installation d'un système de récupération de chaleur sur l'air extrait zone B7				
Impact	☐ Efficacité Énergétique TRB < 1an ☐ Efficacité Énergétique TRB < 4 ans ☐ Efficacité Énergétique TRB > 4 ans ☐ Impact environnemental ☐ Amélioration process/confort ☐ Sécurité des biens et des personnes			
Observations Permet la récupération de chaleur sur l'air intérieur déjà chauffé avant son rejet à l'extérieur afin d'augmenter sensiblement la température de l'air entrant dans le local par la présence d'un échangeur et de ce fait, permettre une économie non négligeable sur la consommation de chauffage de part l'importance des déperditions par renouvellement d'air d'un bâtiment. La central double flux se situera en sous sol du bâtiment.				
Équipement concerné				
Concerne toutes sources dégagent de la chaleur de manière contrôlé par une régulation basé sur l'ambiance du local.				
Économie				
Type d'énergie: Thermique		kWh		
• Comparatif des besoins de chauffage des locaux existants Sans : 4 368 102 Avec : 3 650 583		- New 717 519 - AE 30 383 €		
• Mentionner les autres gains (résultat des autres actions) Autres gains supplémentaires :		Consommation du système existant Économie annuelle 30 383,4 €		
Aides				
CEE éligible				
Base : 3,80 €/MWh Censoc		MWh Censoc : -- €		
Autres aides		-- €		
		Aide globale -- €		
Bilan technico économique				
Co2 g/kWh		K€ ht avec aides kg CO2		
Gas naturel	234	Montant investissement		300 000 €
Dec chauffage	180	Economies annuelles		30 383,4
Elec Eau & Cens	40			129 081
Base - € / kWh		TRB brut (sans aide)		3,29 en années 39 en mois
0,06 excédent		TRB (avec aide)		3,29 en années 39 en mois
0,06 pénalité		TRB actualisé		3,15 en années 38 en mois
* augmentation du prix de l'énergie				

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Analyse

Plan d'actions d'amélioration de l'efficacité énergétique
Exemple de tableau de synthèse Apave

Actions	Economies						CEE			Priorité de l'action
	MWh élec./an	MWh combust. /an	k€ HT/an	Invest. estimatif k€ HT	Temps de retour brut (TRB)	tonnes de C02 économisées / an	Opération standardisée	Valeur en MWh cumac	Valeur € HT du MWh CUMAC	
Approvisionnement énergétique										
Ajout d'une batterie de condensateur de 176 kVA			3,6 k€	3,2 k€	0,9					immédiat
Eclairage										
Relamper à l'aide de tubes LED mais en laissant les ballasts ferromagnétique	731,3		58,7 k€	200,1 k€	3,4	61,4				utile
Air comprimé										
Mise en place d'un compresseur à vitesse variable	103,2		7,5 k€	66,3 k€	8,8	8,7	IND-UT-14	1 080	3,6 k€	utile
Réduction du taux de fuite	181,3		13,2 k€	9,0 k€	0,7	15,2				immédiat
Vapeur										
Mise en place d'un économiseur sur les fumées		124,9	4,7 k€	38,0 k€	8,0	29,2	IND-UT-04	1 320	4,4 k€	utile
Calorifugeage des canalisations retour condensats		83,2	3,2 k€	7,7 k€	2,4	19,5				prioritaire
Fabrication										
Arrêt de l'oxydeur le weekend	16,2	158,3	7,2 k€	nul	immédiat	38,4				utile
Chauffage										
Mise en place d'un variateur de vitesse sur le débit de soufflage du Make Up DI	111,1	173,7	14,7 k€	8,3 k€	0,6	50,0	IND-UT-02	542	1,8 k€	immédiat
Mise en place d'une consigne de chauffage à 20°C de 8h à 16h du lundi au vendredi et un réduit à 16°C	7,6		0,6 k€	nul	immédiat	0,6				immédiat
TOTAL DES OPERATIONS	1 150,7	540,1	113	332,5	2,9	223	/	2 941,8	9,9	
% DES ECONOMIES CORRESPONDANTES	8,4%	5,6%	/	/	/	6,5%	/	/	/	

Les normes d'audit

Norme NF EN 16 247: Audits énergétiques

Rapport

- document de « reporting » des éléments pertinents de l'audit énergétique

Réunion de clôture

- présentation le rapport d'audit énergétique
- présentation et explication des résultats de l'audit
- faciliter la prise de décision pour la mise en œuvre des actions

Les normes d'audit

Complément à la norme NF EN 16 247

Référentiels spécifiques à des systèmes techniques industriels ou des guides adaptés à des secteurs industriels

- cités dans la bibliographie en annexe des parties de la norme NF EN 16 247
- autres
- exemples:
 - NF ISO 13 579: Fours industriels et équipements associés
 - NF EN ISO 11 011: Air comprimé
 - ISO 14 414: Systèmes de pompage
 -
 - Guide ADEME EDF: Diagnostic énergétiques des installations frigorifiques industrielles
 -



Apave: qualification auditeur énergétique par le LNE

Apave Nord Ouest
51 avenue de l' Architecte Cordonnier
59 LILLE

Tel 03 20 42 76 42

François COEVOET

francois.coevoet@apave.com

apave.com

Un réseau de proximité

En France

130 agences
143 sites de formation
31 laboratoires et centres d'essais

