

L'efficacité énergétique durable

Guide de l'utilisateur



L'efficacité énergétique dans les industries de transformation

Un guide sur l'efficacité énergétique durable et sur l'impact de la directive européenne relative à l'efficacité énergétique.

Auteur: David Stockill



Table des matières

1	Introduction	10
1.1	Préface	10
1.2	Public visé.....	10
1.3	Comment utiliser le Guide.....	11
2	Définitions, Acronymes et Terminologie.....	12
	Le concept de la distribution énergétique industrielle.....	12
3	Défis de l'efficacité énergétique en 2013	15
3.1	Contexte.....	15
3.2	Potentiel de l'industrie de transformation.....	17
3.3	La Directive 2012 sur l'efficacité énergétique.....	17
4	La voie à suivre.....	18
4.1	Le programme global.....	18
4.2	Evaluation de la maturité énergétique du site - le bilan de santé initial.....	20
4.3	Ressources et compétences du programme énergie.....	21
5	Fonctionnement de base - Le système de gestion de l'énergie	23
5.1	Elaboration d'un EMS	23
5.1.1	L'atelier de conception de l'EMS	24
5.1.1.1	Estimation de temps et organisation.....	24
5.1.1.2	Participants.....	24
5.1.1.3	Agenda.....	24
5.1.1.4	Résultats	25
5.1.2	Eléments de base de l'EMS – L'essentiel des meilleures pratiques	25
5.1.2.1	Politique et stratégie	25
5.1.2.2	Responsabilités	27
5.1.2.3	Organisation	27
5.1.2.4	Compétences	27
5.1.2.5	Procédures de travail.....	28
5.2	ISO 50001	28
5.2.1	Plan-Do-Check-Act Planifier - Faire - Vérifier - Agir	30
5.2.2	Avantages de la certification	31
5.3	Liens avec les systèmes Corporate.....	31
5.4	Support de développement et autres informations.....	31

6	Système d'Information de gestion de l'énergie.....	32
6.1	Objectifs	32
6.2	Les composants de l'EMIS.....	33
6.2.1	Configuration système – hardware/software.....	33
6.2.2	Structures des données/KPI et principe de fixation des objectifs	34
6.2.3	Variables impactant l'énergie (Energy Driver Variables)	36
6.2.4	Utilisation des points de perte énergétique.....	36
6.3	Fonctionnement avec l'EMIS et les interfaces utilisateur	37
6.3.1	Interfaces utilisateurs.....	38
6.4	Développement d'un EMIS	42
6.5	Activités de base – Système de construction	42
6.5.1	Attribuer les secteurs d'activités.....	42
	Matières premières.....	43
	Produits.....	43
	Classes d'énergie	43
6.5.2	Bilans énergétiques	44
6.5.3	Identification des points de perte d'énergie	45
6.5.4	Liste préliminaire des KPI (indicateurs de performance clé)	45
6.5.5	Développement des drivers et identification	45
6.5.6	Identification des contraintes.....	46
6.5.7	Objectifs pour les KPI et drivers	46
6.5.7.1	Historique des meilleures performances	46
6.5.7.2	Corrélation statistique	47
6.5.7.3	Modèle de premiers principes	47
6.5.8	Validation des données	48
6.6	EMIS Aptitudes et compétences	48
6.7	Applications et Processus EMS clés	48
7	Détermination des objectifs énergétiques et évaluation de la performance	49
7.1	Le processus de définition de l'objectif énergétique	50
7.1.1	Objectifs de contrôle de l'énergie du site et structure des KPI.....	50
7.1.2	Définition de l'objectif annuel.....	50
7.1.3	Définition de l'objectif mensuel	51
7.1.4	Objectifs opérationnels hebdomadaires et définition des instructions d'exploitation	51
7.1.5	Activités quotidiennes et en temps réel.....	51
7.2	Le processus d'analyse de performance énergétique	51
7.2.1	Evaluation de la performance énergétique quotidienne	51
7.2.2	Evaluation de la performance énergétique hebdomadaire.....	52
7.2.3	Analyse mensuelle de la performance énergétique du site.....	52

8	L'impact des pratiques de maintenance sur la performance énergétique.....	54
9	Mise en place du changement : Opportunités, Contrôle, et projets d'amélioration	56
9.1	L'analyse pas à pas de l'énergie	57
9.2	Projets énergétiques – Identification et évaluation	57
9.2.1	Equipe et préparation.....	58
9.2.2	Processus d'évaluation et études du fonctionnement	58
9.2.3	Création de projet et évaluation.....	59
9.3	Amélioration continue – Le fonctionnement mature	59
9.4	Planification financière et économie de projet.....	60
9.4.1	Techniques d'évaluation de rentabilité d'un projet standard.....	60
9.4.2	Evaluation marginale des utilités	62
9.4.3	Seuils d'investissement pour les projets énergétiques	63
10	Outils et techniques communs pour l'Energie.....	64
10.1	Mesure et contrôle des flux d'énergie.....	64
10.1.1	Bilans massiques et énergétiques.....	64
10.1.1.1	Flux de matières premières et de produits.....	65
10.1.1.2	Vapeur	65
10.1.1.3	Combustibles.....	65
10.1.1.4	Mesures de puissance électrique	66
10.1.2	Contrôle de procédé	66
10.1.2.1	Ajustement des régulateurs et configuration de base	66
10.1.2.2	Régulation prédictive dite Feed-Forward	67
10.1.2.3	La régulation par les contraintes	68
10.1.2.4	Commande prédictive (Model Predictive Control (MPC)).....	69
10.2	Systèmes d'Utilités	71
10.2.1	Production de vapeur.....	71
10.2.1.1	Préchauffage d'eau d'alimentation de chaudière	71
10.2.1.2	Fonctionnement du dégazeur	72
10.2.1.3	Minimiser les purges.....	73
10.2.1.4	Collecte des condensats et Récupération de chaleur	74
10.2.2	Réseaux de vapeur et Optimisation de la distribution	74
10.2.2.1	Optimisation des utilités	75
10.2.2.2	Changements structurels – Mélange de vapeurs.....	76
10.3	Opérations de combustion	76
10.3.1	Equipement installé	77
10.3.1.1	Passer d'un fonctionnement à tirage naturel vers un fonctionnement à tirage forcé	77
10.3.1.2	Améliorer le préchauffage de l'air de combustion	77
10.3.1.3	Mises à niveau des brûleurs – faible émission de NO _x et dynamique de fonctionnement	78
10.3.2	Contrôle des fours	78

10.3.2.1	Mesure de l'air et du combustible	78
10.3.2.2	Contrôle du ratio Air-Combustible.....	78
10.3.2.3	Combustion des effluents gazeux.....	79
10.3.3	Exploitation du four – Formation et compétences	80
10.3.4	Maintenance des équipements de combustion	81
10.4	Maintenance à l'appui de l'efficacité énergétique.....	81
10.4.1	Nettoyage des équipements de transfert de chaleur	82
10.4.2	Programmes de fuites de vapeur	82
	Exemple 'Equipe vapeur'.....	82
10.4.3	Surveillance des purgeurs de vapeur	83
10.4.4	Calorifugeage	84
10.4.5	Utilisation des techniques de surveillance des actifs.....	85
10.5	Analyse Pinch et amélioration de la récupération de vapeur.....	86
10.5.1	Analyse Pinch (méthode du pincement)	86
10.6	Variateurs de vitesse.....	88
11	Aptitudes et compétences pour les activités énergétiques.....	89
11.1	Compétences organisationnelles de base et domaines de compétence.....	89
11.1.1	Gestionnaire de l'énergie du site	89
11.1.2	Ingénieurs Procédé.....	89
11.1.3	Ingénierie des Utilités.....	90
11.1.4	Contrôle et instrumentation	90
11.1.5	Personnel opérationnel	90
11.2	Compétences de grand spécialiste en support technique	90
11.3	Aptitudes et compétences EMS et EMIS	91
11.4	Gestion des compétences.....	92
12	La Directive de l'UE relative à l'Efficacité Énergétique.....	93
12.1	Histoire et développement.....	93
12.2	Points forts	93
12.3	Principales recommandations pour les industries de procédés.....	94
12.3.1	Audits énergétiques.....	94
12.3.1.1	Obligations de se soumettre à un audit.....	94
12.3.1.2	Exemption d'audit liée à un système de gestion de l'énergie (EMS)	95
12.3.1.3	Exigences sur les PME.....	95
12.3.1.4	Normes d'audit minimum	95
12.3.2	Objectifs énergétiques et obligations	95
12.3.2.1	Obligations des états membres	95
12.3.2.2	Secteurs à inclure/exclure	96
12.3.2.3	Mesures politiques alternatives.....	96
12.4	Comment la directive peut-elle être gérée ? Comment s'applique-t-elle à vous ?	97

13	Bénéfices et études de cas	98
13.1	Les avantages des systèmes de gestion de l'énergie	98
13.2	Etude de cas 1 – Modélisation et mesure de la performance.....	99
13.3	Etude de cas 2 – Le rôle de la maintenance et de la gestion	99
	Annexes.....	101
	Annexe A. ISO 50001	102
A.1	Structure.....	102
A.2	Méthodologie.....	102
A.3	Mise en œuvre de la norme ISO 50001.....	103
A.4	Contenu de la norme ISO 50001	104
	Annexe B. Matrice de maturité de gestion énergétique du Carbon Trust.....	105
	Annexe C. Liste de contrôle des objectifs EMIS.....	106
C.1	Fonctionnalité : L'EMIS fournit-il ce qu'il dit ?	106
C.2	Caractéristiques : L'EMIS inclut-il les caractéristiques clés suivantes ?	107
C.3	Composants du système	108
C.4	Support EMIS	109
	Annexe D. Modèle de revue énergétique pas à pas.....	110
D.1	Composition de l'équipe.....	110
D.2	Information préalable à la revue pas à pas devant être fournie par le site.....	110
D.3	Revue du site opérationnel	111
D.4	Questionnaire sur la gestion énergétique à l'échelle du site	112
D.5	Interview d'une unité de procédé typique	113
D.6	Evaluation de la maturité de la gestion de l'énergie.....	114
D.7	Inventorier et hiérarchiser les possibilités d'amélioration	114

Annexe E. Projets énergétiques – Processus d’identification et d’évaluation.....	115
E.1 Préparation	115
E.1.1 Revue des informations.....	115
E.1.2 Plan de période d’évaluation	116
E.1.3 Développer la compréhension de la configuration de l’usine	116
E.1.4 Revues des opérations	116
E.2 Générer des observations et des opportunités	117
E.2.1 Observations.....	117
E.2.2 Opportunités	118
E.2.3 Validation des opportunités	119
E.2.4 Hiérarchisation des opportunités et développement de projet	119
E.2.5 Mise en œuvre rapide (gains rapides)	119
E.3 Exemple de feuille de données de collecte d’observations.....	120
E.4 Exemple de base de données des opportunités.....	122
Opportunités potentielles – Liste de projet société XYZ située à ABC	122
E.5 Modèle de proposition d’amélioration énergétique	123
E.5 Modèle de proposition d’amélioration énergétique (suite)	124
Annexe F. Outils Emerson Process Management et liens techniques Internet.....	125
Annexe G. Liste de l’union européenne des BReF	126
Annexe H. Autres guides sur les bonnes pratiques et sources d’information	127

1 Introduction

1.1 Préface

La directive de l'Union Européenne relative à l'efficacité énergétique 2011/172 (dénommée ci-après EED pour *Energy Efficiency Directive*) est entrée en vigueur en Novembre 2012 et sera mise en œuvre dans les États membres de l'U.E. en 2013/14. Alors que l'EED couvre un éventail complet d'activités allant de la consommation d'énergie domestique via les bâtiments, le transport, la distribution et l'industrie, les questions clés concernant le secteur des procédés industriels sont un encouragement à la mise en œuvre de systèmes de gestion de l'énergie et également à l'obligation pour les grandes installations industrielles de subir régulièrement des audits de performance énergétique effectués par des auditeurs extérieurs agréés. L'EED encourage particulièrement les PME à adopter les meilleures pratiques dans ces domaines.

Des exigences minimum sont précisées dans l'EED servant de base à la législation et aux normes locales établies par les Etats Membres.

Ce manuel a été développé suivant les normes de l'EED, il est conçu pour présenter une méthodologie du meilleur usage pour les utilisateurs de procédés industriels conformément aux exigences de l'EED.

1.2 Public visé

Ce guide vise deux types de lecteurs :

Premièrement les responsables d'exploitation et responsables techniques qui souhaitent comprendre l'impact de la directive sur l'efficacité énergétique et comment mettre en application les meilleures pratiques actuelles pour développer un plan durable d'utilisation efficace de l'énergie à long terme. Il sera également utile aux responsables énergie des entreprises qui cherchent à développer une stratégie énergétique à l'échelle de l'entreprise.

Deuxièmement, il est destiné aux responsables énergie et aux ingénieurs, chargés de mettre en application un tel programme et qui ont besoin d'un cadre pour développer les initiatives des sites, les activités et les projets.

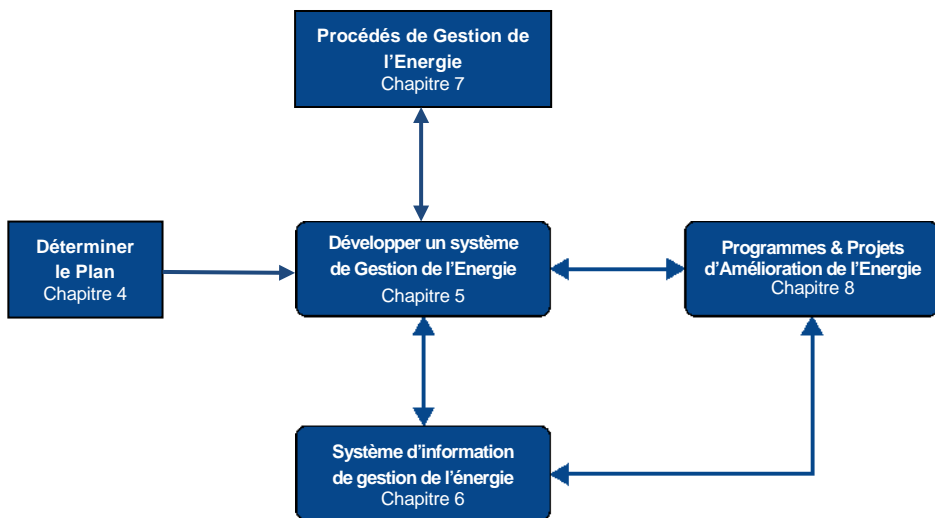
Ce guide a été élaboré sur le modèle de procédés industriels ou sites chimiques de taille moyenne. Cela correspond à une structure organisationnelle traditionnelle bien connue – direction du site, département exploitation (peut concerner plusieurs usines), département maintenance (peut concerner plusieurs secteurs), support technique, finance, ressources humaines, service informatique, etc... Ce modèle pourra peut être ne pas s'appliquer exactement à la situation particulière du lecteur, mais cela pourra l'aider à établir un parallèle avec son propre site et sa propre organisation.

1.3 Comment utiliser le Guide

Le guide n'est pas conçu comme un livre de recettes définitives. L'utilisation courante sera fonction des conditions locales, types d'entreprises et d'organisation. Néanmoins le Guide pourra permettre à une entreprise ou à un site de définir un cadre fiable dans lequel opérer.

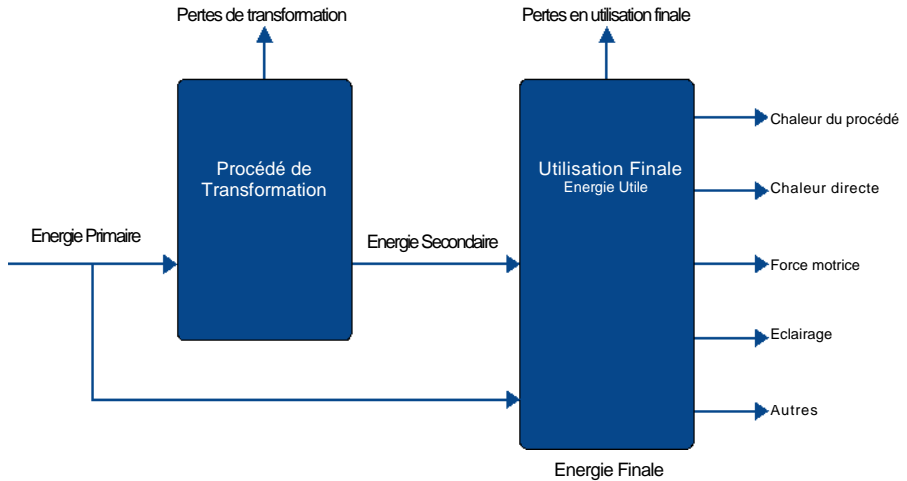
Les chapitres 4 à 8 forment le noyau du Guide– en évaluant les problèmes d'énergie sur le site, en développant un Système de Gestion de l'Energie, en établissant un Système d'information de gestion de l'énergie et en réalisant des audits et des programmes d'amélioration. Ils composent un tableau complet, particulièrement utile si le lecteur vient d'un site sur lequel n'existe aucune structure de gestion de l'énergie. Néanmoins les chapitres peuvent également être considérés séparément.

Il y a des chapitres complémentaires sur les techniques d'efficacité énergétique, les avantages financiers, les études de cas, l'impact de la directive européenne sur l'énergie et diverses annexes détaillées.



2 Définitions, Acronymes et Terminologie

Le concept de la distribution énergétique industrielle :



BReF	Best Available Technology Reference Documents (Documents de référence des meilleures technologies disponibles). Documents regroupant les meilleures pratiques, préparés sous la directive IPPC.
Carbon Trust	Une société à but non lucratif, créée par le Gouvernement Britannique, aidant les organisations à réduire leurs émissions de carbone et à gérer plus efficacement les ressources. Sa mission officielle est d'accélérer le passage à une économie durable faible en carbone et elle réinvestit les excédents de ses activités commerciales pour cet objectif.
Class of Energy	Une description générique des différents types d'énergie utilisés dans la fabrication - gaz combustible, électricité, vapeur, etc..
DCS	Distributed Control System. Nom générique pour un type de Système de commande à base de microprocesseur utilisé pour contrôler la ligne de production dans les industries de transformation. L'ensemble du système des contrôleurs est relié par des réseaux de communication et de surveillance.
EED	Energy Efficiency Directive (Directive relative à l'efficacité énergétique) Publiée en 2012, l'EED est une législation avec des objectifs plus stricts correspondant à une politique énergétique plus harmonisée de l'UE.
EII	Indice d'intensité énergétique. Un indice d'analyse comparative, largement utilisé dans l'industrie du raffinage, permettant de comparer la performance énergétique entre des sites et des entreprises. Fondamentalement un ratio énergie/matière première avec de nombreuses corrections spécifiques à l'industrie concernée.

EMS	Energy Management System (Système de gestion de l'énergie). Un système documenté de processus de travail définissant la façon dont un site doit gérer l'énergie avec efficacité (stratégie, responsabilités, actions, vérifications).
EMIS	Energy Management Information System (Système d'information de gestion de l'énergie). Un système de stockage de données et de reporting, situé généralement dans l'Historique de Procédé, fournissant des données sur l'énergie, des calculs, des rapports et la base de l'analyse de la consommation d'énergie.
ETS	Emissions Trading System (Système d'échange de quotas d'émissions). Créé par l'UE en 2005, l'ETS est une approche fondée sur le marché, utilisant des méthodes de plafonnements et d'échanges, pour contrôler les émissions des gaz à effet de serre et les réduire à l'aide d'incitations économiques.
Energy Drivers	Les variables usines (débits, températures) ayant un impact direct sur la consommation d'énergie d'une unité particulière.
Energy Project Assessment	Evaluation du projet énergétique. Evaluation détaillée de la performance énergétique de l'unité pour établir des recommandations chiffrées et hiérarchisées sur le projet.
Energy Walkthrough	Procédure énergétique. Une rapide évaluation de la stratégie énergétique du site, de sa performance et de ses possibilités d'amélioration.
HPS	High Pressure Steam (Vapeur haute pression). Généralement la vapeur au plus haut niveau de pression obtenue par la chaufferie d'une unité de fabrication. Normalement utilisée pour la production d'électricité dans des ensembles de turbo-alternateurs.
IED	Industrial Emissions Directive (Directive sur les émissions industrielles). La directive 2010 a remplacé la directive IPPC ainsi que d'autres directives sur ce thème dans un seul document actualisé.
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control (Prévention et réduction intégrées de la Pollution). La directive 1996 de l'UE mise à jour en 2008 définit les obligations de réduction de la pollution auxquelles doivent se conformer les activités industrielles. Elle établit une procédure d'autorisation de ces activités et définit des exigences de base à inclure dans les autorisations, notamment en termes de polluants rejetés.
ISO 50001	Norme Internationale pour les systèmes de gestion de l'énergie.
ISO 14001	Norme Internationale pour les systèmes de gestion de l'environnement.
KPI	Key Performance Indicator (Indicateur clé de performance). Un indicateur calculé de la performance à des fins de comparaison et d'analyse, par exemple, des tonnes de fuel par tonne de matière première.
LC(C)A	Life Cycle (Cost) Analysis (Analyse du cycle de vie (coût)). Techniques d'évaluation économique de projets veillant aux coûts et bénéfices totaux et à leur échelonnement au cours de la durée de vie d'un investissement.
LHV	Lower Heating Value (Pouvoir calorifique inférieur). La quantité de chaleur dégagée par la combustion d'une unité de combustible.
LPS	Low Pressure Steam (Vapeur basse pression). La vapeur au niveau de pression le plus bas du site – produite après utilisation de vapeur moyenne pression. Utilisée pour les utilités, le traçage, et pour les applications à basse température.

MPS	Medium Pressure Steam (Vapeur moyenne pression). Souvent produite après utilisation de la vapeur servant à la production d'électricité, elle est utilisée pour la propulsion, les éjecteurs, et les procédés clés nécessitant une vapeur ayant une température de condensation élevée.
Pinch Analysis	Analyse par la méthode du "pincement". Une méthode pour minimiser la consommation d'énergie des unités de traitement en calculant des objectifs énergétiques thermodynamiques réalistes et en les atteignant par l'optimisation des systèmes de récupération de chaleur, des méthodes d'approvisionnement en énergie et des conditions d'exploitation du procédé.
Plan-Do-Check-Act	Planifier-Faire-Vérifier-Agir. Les étapes de base d'une série de certifications ISO relatives aux systèmes de gestion.
Primary Energy Conversion	Conversion d'énergie primaire. La transformation initiale des combustibles externes en flux d'énergie, soit directement dans le procédé, soit dans un complexe de chaufferie / utilités.
Process Historian	Historique de procédé. Un système de stockage à long terme des données du procédé (débits, températures), souvent intégré dans le DCS. Permet la récupération facile des données, la création de rapports, de calculs et de programmations à l'aide des données historiques de l'unité. Actuellement accessible via des applications sur PC.
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition (Système de contrôle et d'acquisition de données). Une forme de contrôle informatique généralement utilisé pour des sites multiples et/ou distants.
Secondary Energy Conversion	Conversion d'énergie secondaire. L'utilisation ultérieure de l'énergie déjà transformée en vapeur et en électricité par le procédé.
SME	Small & Medium Enterprises (Petites et moyennes entreprises). Définies comme <250 employés et <€50 millions de chiffre d'affaire
Stoichiometric combustion	Combustion stœchiométrique. Le point théorique pour lequel une quantité minimum suffisante d'air est fournie pour brûler complètement une quantité donnée de carburant. En dessous de ce point, il n'y aura qu'une combustion partielle ou incomplète.
Utilities systems	Systèmes de production des utilités. Le terme générique pour désigner l'ensemble des équipements, normalement les chaudières et groupes électrogènes, fournissant une énergie commune à l'échelle du site, vapeur, électricité, azote, air comprimé, etc., pour une utilisation ultérieure par les unités de traitement.
Wireless technology	Technologie sans fil. Il s'agit là de l'utilisation de la technologie sans fil pour communiquer entre les appareils d'instrumentation de terrain et les salles de contrôle, remplaçant les systèmes conventionnels câblés 4-20mA.
2020 Targets	Objectifs 2020. Les objectifs de l'union européenne en matière d'efficacité et d'énergie renouvelable, à l'origine annoncés en 2007.

3 Défis de l'efficacité énergétique en 2013

3.1 Contexte

L'histoire des initiatives d'économie d'énergie dans l'industrie de transformation a été mouvementée. Une bonne partie du vécu industriel, spécialement depuis la fin du "pétrole bon marché" au milieu des années 70, les outils et les techniques, sont bien connus et peuvent générer une capacité de rendement intéressante. Mais l'industrie n'a pas évolué vers de nouvelles étapes de l'efficacité énergétique. Le retour global d'information des clients et fournisseurs souligne les problèmes concernant la durabilité à long terme des programmes d'amélioration de l'énergie. L'érosion des avantages est courante. Pourtant, en termes simples, les économies d'énergie semblent attractives : technologie compréhensible et solide, et bon retour sur investissement.

Comment ?

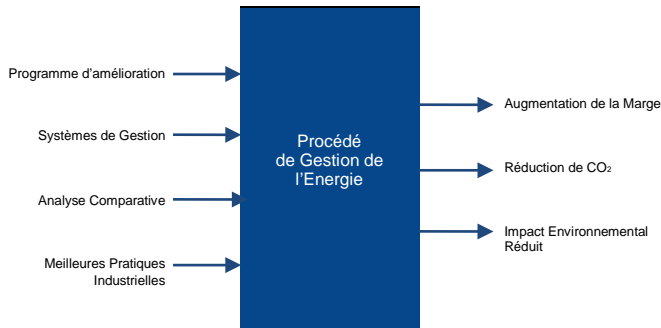
Alors que les gros investissements peuvent seuls produire un changement structurel dans la performance énergétique (par exemple l'installation d'une unité de cogénération), la performance énergétique d'une usine est généralement obtenue par un large éventail de facteurs (parfois contradictoires) :

- Adhésion aux objectifs opérationnels
- Activité de maintenance (efficacité et fiabilité de l'équipement)
- Technologie utilisée
- Normes de conception
- Culture et compétence
- Equilibre entre rendement, marge et énergie.

Il n'y a pas un facteur unique constituant l'énergie. Les conditions d'exploitation changent continuellement. Un fonctionnement efficace de l'énergie requiert une attention permanente à tous ces facteurs. Résultat, l'énergie est souvent passée entre les mailles du filet et s'est détériorée sous la contrainte des gains à court terme et des pressions budgétaires. Les prix bas de l'énergie au début des années 2000 n'ont pas aidé. Les priorités étaient ailleurs.

Il n'y a pas de solution miracle. L'efficacité énergétique durable exige une combinaison de technologies et de procédures administratives. Elle est résumée dans les nouvelles normes sur l'énergie et la gestion du CO₂ (ISO 50001). Des solutions ciblées concrètes sont généralement simples et bien connues mais la gestion globale est plus complexe.

Il s'agit essentiellement d'un problème de contrôle, au niveau gestion, en utilisant les données du procédé pour analyser la performance et l'améliorer, et au niveau opérationnel, en utilisant les contrôles techniques modernes pour s'ajuster aux contraintes (efficacité énergétique). Des mesures précises et fiables de l'énergie d'une usine, associées à un système de contrôle distribué (DCS) et à un historique du procédé, permettent d'établir un système de gestion de l'énergie cohérent.



Ceci doit être appuyé par une gestion systématique pour assurer une durabilité à long terme et favoriser l'amélioration. Ce schéma définit le cadre de l'entreprise dans lequel interfèrent les divers niveaux de contrôle. L'ISO 50001 précise les règles pour qu'une organisation puisse établir, mettre en œuvre, maintenir et améliorer un Système de Gestion de l'Énergie. Il s'applique à tous les aspects touchant la consommation d'énergie pouvant être gérés et contrôlés par une organisation.

La démarche consiste à adopter une vision adaptée qui définisse les objectifs et s'assure de l'engagement de la direction et de l'organisation avec une démarche étape-par-étape de l'amélioration opérationnelle.

- Examiner l'efficacité de la gestion énergétique actuelle.
- Définir les responsabilités de la Direction.
- Réaliser une évaluation simple de la performance.
- Identifier et mettre en œuvre des applications initiales de bas niveau. Gains rapides.
- Examiner et améliorer.

La situation se précise à l'aide de mesures de haute qualité des flux d'énergie, archivées dans l'historique de procédé de l'ensemble du site, accessibles via des interfaces PC. Ces données sont utilisées par des outils de contrôle moderne, de modélisation et d'analyse. De nouvelles techniques de mesure (par exemple la technologie sans fil) permettent d'accéder facilement aux variables énergétiques qui étaient habituellement exclues de l'instrumentation d'une usine. Ceci fait partie d'un processus de gestion formalisé définissant les responsabilités et les méthodes pour garantir l'évaluation continue de la performance et son amélioration.

Ceci fournit alors l'environnement pour des projets d'énergie durable et des programmes d'amélioration. On pourra poursuivre par des audits, des évaluations d'installations, des développements d'opportunités et des projets d'investissement basés sur un soutien et une évaluation continus, nécessaires pour garantir le maintien régulier de gains.

3.2 Potentiel de l'industrie de transformation

Compte tenu de l'avenir incertain de la fourniture d'énergie, des prix fluctuants et de l'intérêt permanent porté aux émissions de CO₂, la gestion efficace de la consommation d'énergie des installations industrielles doit devenir une activité importante incontournable. Cette complexité et cette incertitude montrent que le carbone, le changement climatique, l'efficacité énergétique deviennent des préoccupations importantes pour les dirigeants avec des impacts majeurs sur la compétitivité, les stratégies produit, la marque et la renommée. Il est prévisible que les comportements des industriels vis à vis de l'efficacité énergétique seront similaires à ceux que l'on a observés vis-à-vis de la santé et la sécurité.

L'efficacité industrielle énergétique dépend d'un large éventail de facteurs : la technologie, les activités de maintenance, l'excellence opérationnelle, la conception, les compétences et la formation. Les initiatives écoénergétiques entreprises par les industries pendant plusieurs années ont eu des succès divers et on a noté des problèmes de durabilité. Les gains en efficacité ne se sont pas traduits en économie d'énergie à long terme. C'est là le reflet de la complexité de ce problème à multiples facettes et de l'intérêt contradictoire historiquement porté à l'énergie en fonction de ses coûts et du changement de priorités industrielles au fil du temps.

Fondamentalement, pour réussir des économies d'énergie à long terme, il est nécessaire de résoudre les problèmes essentiels de gestion et de stratégie énergétique au sein de l'organisation industrielle. On doit fixer les priorités et prendre en compte les problèmes énergétiques à tous les niveaux de l'organisation. Est ce que les responsabilités, les processus et les pratiques sont mises en œuvre pour garantir à long terme des économies d'énergie ? C'est la clé de la réussite des améliorations technologiques.

3.3 La Directive 2012 sur l'efficacité énergétique

L'Union Européenne a reconnu que sans nouvelle action il sera difficile d'atteindre les objectifs* de l'UE pour 2020. Pour les entreprises concernées par le système d'échange de quotas d'émissions (ETS), il peut y avoir un fossé entre l'échange des quotas carbone et le fonctionnement au jour le jour de l'installation. En conséquence on a établi une nouvelle directive de l'efficacité énergétique (EED) fixant un cadre législatif plus rigoureux pour orienter l'industrie vers une plus grande efficacité énergétique, davantage destinée aux niveaux opérationnels. Alors que l'EED doit concerner toute une gamme de thèmes et d'activités relatifs à l'énergie, depuis l'usage énergétique domestique, en passant par les bâtiments, le transport, la distribution, on peut réfléchir aux impacts sur l'industrie de procédés, symbolisée par les installations de transformations de produits chimiques dévoreuses d'énergie. Les problèmes majeurs du secteur de l'industrie de transformation incitent à la mise en œuvre de systèmes de gestion énergétique et montrent la nécessité pour les grandes installations industrielles d'effectuer régulièrement des audits de performance énergétique par des auditeurs externes agréés. L'EED encourage particulièrement les PME à adopter de "bonnes pratiques" dans ces secteurs.

L'EED définit un minimum d'exigences de base pour que les Etats membres établissent leur législation et standards locaux. Ce manuel a été rédigé en accord avec les critères de l'EED et présente une méthodologie de "bonne pratique" conforme à ses exigences.

**20% réduction des émissions de gaz à effet de serre, 20% d'énergie renouvelable, 20% réduction de la consommation d'énergie.*

4 La voie à suivre

Les projets traditionnels d'amélioration de l'énergie se sont concentrés sur la technologie, généralement suite à l'identification d'opportunités énergétiques associées à la mise en œuvre d'un projet, sans doute un projet clé en mains. Comme évoqué précédemment, on a observé des problèmes avec l'exploitation en continu et le maintien à long terme des économies d'énergie. Si le problème est traité de façon isolée, les problèmes les plus complexes de l'environnement opérationnel englobant l'application ne seront pas réglés. On peut rater l'objectif. De même, l'identification de projets d'audit énergétiques peut être une activité stérile

conduisant à une " liste d'achats" de projets avec peu de chances de succès s'il n'y a pas de stratégie claire, d'organisation et d'engagement pour les voir aboutir.

Cependant quand une usine de transformation ou une entreprise s'engage dans un programme visant à améliorer sa performance énergétique, on doit dresser un tableau plus large pour cette raison et les autres déjà soulignées dans la section 3. Les

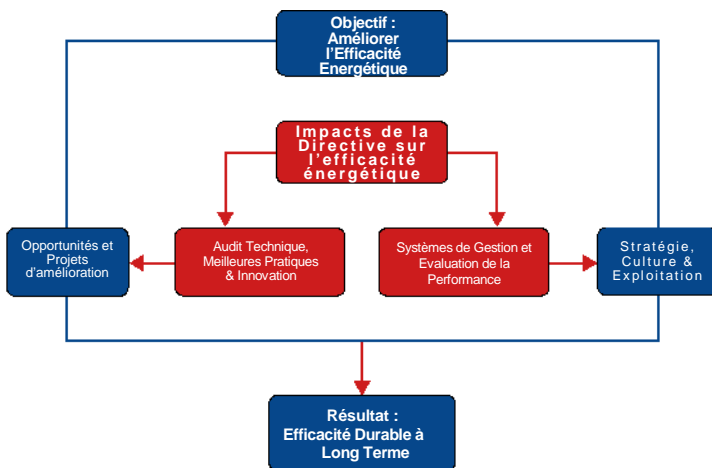
meilleures pratiques, la technologie et les projets doivent être exploités dans un environnement qui tient compte de la stratégie énergétique de l'entreprise et s'assure que tous les éléments de soutien à cette stratégie - le Système de gestion de l'énergie EMS - sont en place. Sans cette approche, il ya un risque évident que les gains d'efficacité obtenus s'estompent sans opportunité de récupération. La directive relative à l'efficacité énergétique (EED) en tient compte et favorise à la fois l'audit technique et l'identification des opportunités, et soutient la mise en œuvre de systèmes de gestion de l'énergie.

Ces questions complémentaires seront reprises dans les prochains chapitres.

4.1 Le Programme global

Le scénario qui va être présenté concerne le cas d'un site de fabrication type qui souhaite établir un programme d'efficacité énergétique durable. Plusieurs raisons peuvent en être à l'origine, une analyse concurrentielle, une initiative de l'entreprise, une analyse des coûts opérationnels ciblée sur les coûts énergétiques ou plus simplement l'apport d'expérience d'un nouveau gestionnaire. Quoi qu'il en soit, le site souhaite se lancer dans une initiative d'amélioration énergétique.

Tous les sites sont différents bien sûr et leurs contraintes diverses : un réseau d'utilités limité, un approvisionnement en combustible spécifique, une réglementation locale des émissions, etc. Les solutions spécifiques à ces situations ne seront pas détaillées ici mais l'approche globale du programme d'amélioration permet d'affronter les problèmes locaux.



En général le programme sera construit sur la base des éléments suivants :

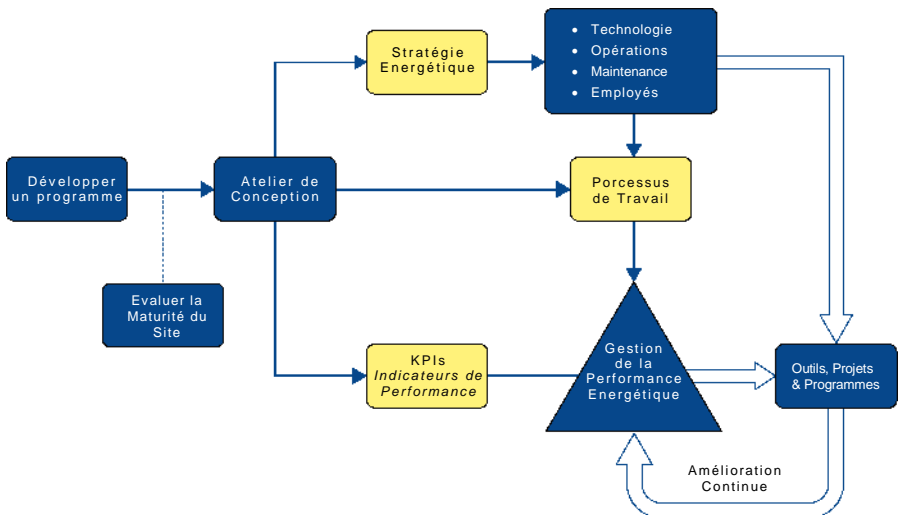
- Investissement sur la technologie d'économie d'énergie
- Changement d'installation et outils d'excellence opérationnelle
- Systèmes de gestion de l'énergie (stratégies, organisation, processus, compétences)
- Outils d'information et d'analyse de l'énergie (mesures, objectifs, rapports etc.)

En fonction de la maturité du site, plus ou moins de ces éléments peuvent être en déjà en place ou en cours de développement.

Le but de l'exercice est d'établir la base correcte des systèmes de gestion et des outils d'aide ce qui permet ensuite d'établir un programme d'amélioration et d'investissement ainsi que des activités à développer et à réaliser d'une manière durable et rentable. Programme développé selon une stratégie et une vision claires de la performance énergétique du site.

Le processus global est le suivant :

1. Evaluer la performance et les priorités énergétiques du site.
2. Elaborer une stratégie.
3. Développer des systèmes de gestion et des outils.
4. Lancer un audit d'amélioration énergétique, identifier des projets et les mettre en œuvre.



Idéalement, un processus complet d'amélioration et un programme complet de déroulement du projet devraient être la conséquence naturelle du système de gestion de l'énergie (EMS) et de la stratégie, néanmoins il peut être souhaitable de commencer par un programme de projets à effets rapides pour donner l'impulsion et obtenir rapidement de bons résultats.

4~2 Evaluation de la maturité énergétique du site - le bilan de santé initial

La première étape de l'élaboration d'un programme énergétique est l'évaluation des priorités pour l'énergie et aussi de la maturité de la gestion énergétique d'un site de fabrication. Généralement un rapide examen (2-3 jours) effectué par un spécialiste expérimenté de la gestion énergétique peut suffire. Cela permettra d'esquisser le déroulement et les priorités du programme.

Informations nécessaires :

- Entretiens avec la direction et le management opérationnel
- Analyse comparative et historique des données de performance
- Examen des futures contraintes énergétiques, des facteurs externes et des répercussions attendues.
- Réalisation de l'évaluation de la maturité (par exemple, le modèle Carbon Trust)

L'objectif est de comprendre la maturité énergétique du site pour être en mesure de concevoir et établir le programme. Voir le déroulement type du bilan de santé et le questionnaire correspondant en annexe B.

Les résultats de l'évaluation seront :

- Compréhension des enjeux et des opportunités énergétiques pour le site.
- Plan de base de l'utilisation de l'énergie sur le site.
- Compréhension des contraintes et des éléments affectant la stratégie de la future efficacité énergétique.
- Forces et faiblesses de la gestion actuelle de l'énergie du site.

Cela devrait être suffisamment détaillé pour permettre d'établir le canevas d'un programme d'amélioration et surtout de définir le rayon d'action de l'atelier de conception pour qu'il restitue au mieux la situation du site.

L'évaluation de la maturité est un outil efficace pour comprendre le niveau de l'organisation et de la stratégie du site face à la gestion énergétique. Différents modèles sont disponibles mais la plupart sont des variantes sur le même thème. Exemple, le modèle Carbon Trust (1) et le guide Energy Star pour les responsables de site (2). L'Annexe B présente la matrice de maturité du Carbon Trust. Les résultats de l'évaluation auront un rôle important dans la définition des priorités du programme d'amélioration et également dans la conception du système de gestion énergétique du site (voir section 5.2).

Ces deux guides donnent des indications plus claires sur la façon d'utiliser la méthode d'évaluation et de développer les programmes.

- 1) Good Practice Guide: A Strategic Approach to Energy & Environmental Management (Guide de bonnes pratiques. Une approche stratégique de la gestion énergétique et environnementale).
Le Carbon Trust GPG376
- 2) An Energy Star Guide for Energy & Plant Managers (Un guide Energy Star pour les responsables de sites et de l'énergie).
Berkeley National Laboratory, LBNL-56183.

4-3 Ressources et compétences du programme énergie

Deux postes sont essentiels pour un programme d'amélioration énergétique : un représentant de l'équipe de la direction du site et un responsable du programme à plein temps. Ce sont eux qui feront la mise en œuvre (à temps plein ou partiel) avec le support de spécialistes si nécessaire. Après la mise en œuvre du programme le poste de Responsable Energie du site est une nécessité à long terme.

Les problèmes inévitables entre les services et les priorités que le programme énergétique va soulever devront être réglés au niveau adapté, c'est pourquoi la **représentation de l'équipe de la direction** est indispensable. Elle est un gage de sérieux et d'engagement au programme et devrait être maintenue à long terme comme responsabilité permanente (par ex. voir Matrice d'évaluation de maturité en annexe B).

Le rôle du Responsable du programme est d'exécuter le programme au jour le jour et d'effectuer les modifications. En fonction de l'importance des activités, il sera seul ou dirigera une équipe.

Compétences de base de l'équipe

- Ingénierie des procédés
- Connaissance de la gestion opérationnelle - comment le site fonctionne, compréhension des responsabilités, flux d'information avec moyens de communication et délégation.
- Connaissance du contrôle de base et de l'instrumentation
- Connaissance de l'économie d'entreprise et de la planification
- Gestion de programme et planification de projet.

Compétences spécialisées (si besoin):

- Ingénierie des utilités
- Spécialistes des procédés
- Conception et fonctionnement de la combustion
- Transfert de chaleur (par exemple la technologie Pinch)
- Production d'électricité
- Air comprimé
- Spécialiste turbines
- Contrôle avancé et optimisation
- Spécialiste Instrumentation
- Modélisation des procédés et des statistiques

Représentant de l'équipe opérationnelle

Le représentant de l'équipe opérationnelle a un rôle important particulièrement sur les grands projets. Agent de maîtrise ou opérateur de jour, il ou elle peut transmettre des connaissances opérationnelles spécifiques indispensables et être le lien entre l'équipe énergie et le site.

Responsable énergie du site

Toutes les organisations doivent avoir un poste permanent de responsable énergie ou un coordinateur en charge de :

- Suivi et communication de la performance du site.
- Responsabilité des données et des enregistrements énergétiques du site
- Recherche de mesures d'amélioration énergétique
- Technologie et rigueur
- Liaison énergie du site avec les organismes externes (siège, institutions)
- Responsable du système ISO 50001/EMS

Ce poste doit être suffisamment élevé dans l'organisation pour être en mesure de communiquer avec le site et les responsables de départements et avoir une influence. Il sera le lien avec le représentant de la direction sur le site.

5 Fonctionnement de base - Le système de gestion de l'énergie

La gestion de l'énergie forme le cadre de la prise de décision énergétique de l'organisation, c'est le lien qui assure la cohérence et l'intérêt pour ce problème à multiples facettes qu'il serait autrement bien difficile de régler via les structures opérationnelles standard. Un point important à prendre en compte dans l'élaboration d'un EMS est qu'il doit être "sur mesure". Il n'y a pas une "taille unique", il doit correspondre aux installations, aux priorités, à la stratégie et à la culture du site ou de l'entreprise concernée.

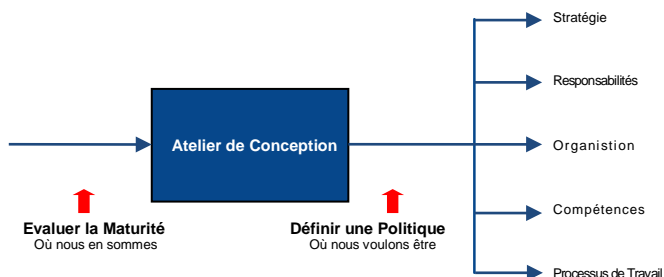
Un EMS est essentiellement la description de la manière dont l'énergie est gérée dans un site ou une entreprise. Il comprend la stratégie, les responsabilités, les procédures à suivre et les moyens de vérifier qu'elles sont respectées. Il peut suivre la philosophie du Plan Do Check Act (Planifier, faire, vérifier, agir) bien connu, inclus dans les différents modèles de gestion ISO. En général un ensemble d'outils, de rapports énergétiques et de paramètres connexes (le système d'information de gestion énergétique) sert de support au processus de gestion (par ex en fournissant des données spécifiques de la consommation énergétique pour l'évaluation de la performance).

Les chapitres suivants donnent des indications pour établir une stratégie de gestion de l'énergie et un système d'information de gestion de l'énergie (EMIS). L'ISO 50001, la norme internationale de gestion de l'énergie, peut fournir un cadre utile pour de tels développements et cette question est abordée dans la section 5.2. La certification ISO 50001 apporte également la méthodologie et la reconnaissance externe que certaines organisations peuvent souhaiter. Mais ce n'est en aucun cas une étape obligatoire.

5.1 Elaboration d'un EMS

Les éléments principaux dans l'élaboration d'un EMS sont:

1. Comprendre comment l'énergie est gérée actuellement.
2. Développer une vision commune de la façon dont l'énergie sera gérée à l'avenir.
3. Déterminer les actions pour y parvenir, définir les processus
4. Exécuter



Bien qu'il existe différents moyens d'y parvenir, l'EMS est au vu de l'expérience de l'auteur le moyen le plus efficace de mobilisation autour du procédé.

5.1.1 L'atelier de conception de l'EMS

L'atelier de conception définit les objectifs et les résultats de l'EMS. Il sera à la base de la conception du système. Il s'agit essentiellement d'une organisation axée sur l'équipe et d'un processus de conception de processus. Diverses entreprises ou sites peuvent avoir leurs propres techniques de résolution de problèmes, auquel cas on les utilisera.

5.1.1.1 Estimation de temps et organisation

En général un atelier d'un jour ou deux est suffisant, idéalement organisé à l'extérieur du site. Il est préférable que l'étude de maturité de l'énergie (section 4.2) ait été réalisée avant et que les résultats aient été communiqués aux participants. Les participants doivent réfléchir à leur fonction actuelle et à la façon dont la consommation énergétique est affectée par leur fonction ou leur activité. Il faut développer au préalable une liste précise d'objectifs et de résultats pour l'atelier.

5.1.1.2 Participants

L'objectif est d'avoir un échantillon représentatif du personnel des divers secteurs de l'entreprise influant sur la consommation énergétique. Une large représentation est importante pour arriver à un consensus sur la gestion énergétique et le moyen de l'améliorer.

Suggestion de participants (pour un site de fabrication type)

- Membre de l'équipe de gestion du site avec responsabilités sur l'énergie.
- Responsable/Coordinateur Energie
- Responsable des opérations
- Ingénieur procédé
- Représentant(s) des opérations
- Représentant(s) de l'ingénierie de maintenance
- Planning
- Responsable/Ingénieur des utilités
- Contact énergie pour l'entreprise
- Coordinateur Formation
- Finance, audit, qualité, gestion de données.
- Facilitateur externe
- Autres ingénieurs spécialisés

5.1.1.3 Agenda

Propositions de thèmes à inclure dans l'ordre du jour de l'atelier, qui peuvent être l'objet de débat en séance plénière ou en groupes de travail. Ils peuvent ne pas tous correspondre et on peut en ajouter d'autres, l'important est d'arriver à un consensus sur le fonctionnement actuel de l'énergie et lister les problèmes à régler pour élaborer l'EMS (y compris en proposant des solutions).

- Examen de la performance énergétique actuelle
- Besoin de changement
- Comment le site/l'entreprise gère actuellement l'énergie ?
- Définir l'organisation énergétique actuelle et établir un organigramme d'analyse de performance
- Blocages actuels aux bonnes pratiques en matière d'efficacité énergétique
- Futur environnement énergétique et contraintes correspondantes
- Description des bonnes pratiques à 5 ans : opérations, technologie, maintenance, personnes, etc...
- Identifier de nouvelles pratiques de travail et responsabilités.

- Comment le fonctionnement énergétique du site s'inscrit-il par rapport au modèle de l'entreprise ?
- Mesures de l'énergie et structures d'information
- Familiarisation à l'ISO 50001 et conditions requises
- Questions de compétences et de formation
- Comment obtenir l'engagement le plus large de l'ensemble du site sur les questions énergétiques
- Actions à entreprendre

5.1.1.4 Résultats

Le style et le fonctionnement de l'atelier dépendra des habitudes et de la culture d'entreprise.

Néanmoins l'objectif de base est de repartir avec une compréhension claire du fonctionnement actuel de l'énergie et des questions qui doivent être résolues pour répondre aux contraintes et futurs conditions de travail de l'entreprise. C'est ce qui apportera les éléments constitutifs de l'EMS personnalisé. Ce travail de conception peut être effectué par une équipe dédiée ou (en partie) par des sous-groupes avec des actions à entreprendre issues de l'atelier.

5.1.2 Eléments de base de l'EMS – L'essentiel des meilleures pratiques

On peut développer un système complet suivant la norme ISO50001 : voir section 5.2 et annexe A si l'on souhaite aller dans cette voie. Sinon une organisation souhaitant établir une gestion efficace de l'énergie trouvera des solutions dans les paragraphes suivants reprenant les éléments de base de "l'Essentiel des meilleures pratiques"

5.1.2.1 Politique et stratégie

La politique énergétique constitue le cadre et l'environnement de tout ce qui suit. Les actions et plans énergétiques mis en œuvre doivent en être le reflet. Il peut y avoir une politique énergétique de l'entreprise, qui devra être suivie. Il peut être nécessaire de la développer en partant de zéro.

Les aspects de la Politique à prendre en compte concernent :

- Objectifs d'énergie à long terme
- Positionnement industriel (par exemple, être classé dans le premier quartile)
- Politique d'investissements pour l'énergie
- Contraintes d'exploitation inviolables (par exemple, une politique de non-brûlage à la torche)
- Stratégies d'entreprise – (par ex. pouvoir faire face aux irrégularités de l'alimentation énergétique locale)
- Compétence du personnel et moyens de communication
- Normes de pratiques de travail – sécurité du fonctionnement – exigences légales
- Aspirations et objectifs du plus grand nombre.

Une fois la politique établie elle conduit invariablement au document de stratégie et plan d'action qui en découle. La stratégie énumère les étapes à franchir pour effectuer la politique et le plan d'actions en détaille la réalisation.

Il est indispensable que toutes les parties concernées de l'organisation soient abordées dans l'élaboration de la stratégie énergétique du site. Nous avons vu que beaucoup de facteurs influent sur la consommation d'énergie et en conséquence doivent être pris en compte dans la stratégie pour en assurer la durabilité. Il est recommandé de prendre en compte chaque activité principale pour s'assurer l'adhésion de tous les éléments moteurs. Principales questions à aborder :

Site:

- Objectifs énergétiques globaux du site et développement des rôles et responsabilités sur le site en ce qui concerne l'énergie.
- Principaux liens avec la stratégie énergétique de l'entreprise.
- Principaux objectifs de réalisation du projet énergétique.
- Enjeux communautaires
- Dispositions financières pour l'énergie.
- Normes d'équipements
- Certification ISO 50001

Fonctionnement:

- Développement de la fixation d'objectifs et procédés d'évaluation de la performance (EMIS)
- Changements opérationnels clés (par exemple élimination de combustibles à haute teneur en soufre)
- Développement des rôles opérationnels pour l'énergie et responsabilités.
- Objectifs des procédures de fonctionnement liées à l'énergie – (ex fréquence de soufflage des suies, rondes des opérateurs)
- Utilisation des listes de contrôle énergétique.

Maintenance:

- Comment les activités de maintenance et de disponibilité affectent-elles la consommation énergétique ?
- Planification des contrats d'entretien et de nettoyage.
- Développement d'un registre et d'une stratégie pour les équipements énergétiques critiques.
- Fuites de vapeur, purgeurs et calorifugeage
- Stratégies de contrôle de la performance et de l'état des équipements.

Technologie :

- Normes de conception d'efficacité énergétique
- Stratégies d'exploitation des nouvelles technologies et de la R&D.
- Audit technique et analyse comparative.
- Programmes d'amélioration du site.
- Sensibilisation et contrôle de l'accès de développements externes. Initiatives externes / possibilités de financement collaboratif.

Investissement en capital :

- Plan d'investissement à 5 ans
- Elaboration de mesures de planification des immobilisations et des critères de rendement minimal pour les projets énergétiques
- Options de financement
- Joint ventures

Culture et Communication :

- Objectifs énergétiques dans l'évaluation du personnel, communications, analyse des écarts de compétence
- Cours de formation et de développement (général et spécifique)

Ce qui précède n'est ni exhaustif ni obligatoire, mais basé sur quelques cas réels – cela donne une idée à l'exécutif du genre de questions qui devront être traitées dans les stratégies énergétiques du site et des services. Dans chaque cas, la stratégie doit ensuite être traitée dans un plan d'action visant à fournir les éléments stratégiques sur une période de temps donnée. Des documents tels que le Guide des bonnes pratiques du Carbon Trust contiennent des informations utiles sur le développement d'une stratégie.

5.1.2.2 Responsabilités

La matrice d'évaluation Carbon Trust (section 4.2) et ce qui précède ont mis en évidence un problème de longue date concernant les responsabilités de l'énergie. Les influences intra-sites sur l'énergie montrent que la responsabilité de l'énergie doit être prise au niveau le plus haut (Direction du site). C'est seulement ainsi que l'on pourra exercer un contrôle total. De même, les responsables de production, responsables secteurs et autres membres du personnel ayant des activités liées à l'énergie doivent en rendre compte. Cela doit être précisé dans le document EMS.

5.1.2.3 Organisation

De nombreuses organisations ont un responsable énergie ou un coordinateur. C'est un bon début. Ils peuvent exercer des fonctions différentes, opérations, process engineering, ou faire partie de l'équipe d'audit interne. Les titulaires sont ingénieurs ou analystes financiers. Ce peut être un poste à temps complet ou partiel. Malheureusement il s'agit souvent de postes situés à un niveau hiérarchique insuffisant qui ne permet pas d'avoir l'influence et l'autorité nécessaire pour faire remonter les problèmes. Ce n'est pas simplement un poste de mesure de performance ou d'analyse de résultats. Le responsable énergie doit être un catalyseur pour le changement et avoir le pouvoir et l'autorité pour régler les problèmes interservices qui affectent l'efficacité. Idéalement il devrait occuper une position importante au sein de la structure Process Engineering.

La matrice Carbon trust peut aider à définir le rôle et les responsabilités de ce poste. La section 11.11 traite des compétences professionnelles du responsable énergie en détail.

Cela ne s'arrête pas là. Il devrait y avoir dans tous les secteurs opérationnels des coordinateurs opérationnels énergie responsables du programme énergétique de leur secteur. L'auteur fait part d'une solution intéressante sur un site, il s'agit de la mise en place d'une équipe opérationnelle en tant qu'équipe énergie. L'équipe avait des responsabilités spécifiques liées à l'énergie et développait des compétences particulières dans ce domaine notamment en profitant du service de nuit plus tranquille pour poursuivre leur tâche (d'autres équipes avaient des objectifs similaires, fiabilité, environnement, etc...)

Le développement d'un système de gestion de l'énergie exige que l'entreprise confie, au sein de l'organisation, des responsabilités pour la gestion de l'énergie. C'est un besoin fondamental.

5.1.2.4 Compétences

Pour satisfaire aux exigences de l'EMS, le site devra évaluer ses besoins en compétences pour appliquer le programme et organiser la formation correspondante. Cela englobe plusieurs niveaux d'expertise, des compétences techniques spécialisées à la sensibilisation générale du personnel. On verra localement comment trouver les compétences soit en interne soit en faisant appel à des compétences énergétiques externes ou à des fournisseurs de l'entreprise.

Il y a dans le commerce beaucoup d'outils d'analyse de compétence et de planification disponibles pour gérer une base de données des compétences du personnel à partir de l'organisation précédemment définie. Il est très probable qu'un tel système existe déjà au sein du service RH, auquel cas l'ajout de compétences liées à l'énergie devrait être relativement simple.

Liste de contrôle de la formation et des compétences :

- Stratégie et projet énergétique
- Echange des émissions et du CO₂
- Ingénierie des utilités
- Techniques générales de l'efficacité énergétique pour les ingénieurs procédés
- Techniques de bonnes pratiques pour opérateur
- Formation d'opérateur spécialisé (par ex. fonctionnement des fours)
- Formation d'opérateur spécialisé – (par ex. analyse par la méthode Pinch et réduction des encrassements)

Les compétences énergétiques et la formation seront détaillées au chapitre 11

5.1.2.5 Procédures de travail

Après la mise en place de la stratégie, de l'organisation et de la définition des compétences, le dernier élément fondamental de l'EMS est d'établir les procédures de travail liées à l'énergie. Elles n'ont pas besoin d'être complexes. L'objectif est de définir et fixer les étapes importantes de ces activités clés sans lesquelles la politique énergétique serait risquée. Elles constituent également la base de la boucle d'amélioration – c'est-à-dire la procédure écrite qui peut être améliorée et mise à jour par les audits et l'expérience de façon à améliorer l'opération.

Les formats peuvent et doivent être simples, peut être juste un organigramme. Clarté et simplicité sont les facteurs clés d'une procédure compréhensible que l'on peut suivre et exécuter facilement. Comme toujours, la procédure d'audit/contrôle pour assurer la conformité est une procédure importante.

Suggestion de procédures applicables dans un site de transformation chimique type :

- Définition des objectifs et évaluation de la performance
- Procédures de maintenance efficace de l'énergie
- Rapports énergétiques
- Procédures opérationnelles
- Aspects énergétiques liés à la conception et aux modifications de l'usine
- Contrôle de la performance énergétique
- Procédures financières et comptables liées à l'énergie (achats, contrats)
- Gestion de l'énergie avec prévisions et planning.
- Calculs et corrélations clés (par exemple le pouvoir calorifique du gaz, les compensations de mesure)
- Contrôle de la conformité du système de gestion.

Cette liste n'est ni prescriptive ni exhaustive. Les deux premiers thèmes seront examinés plus en détail au chapitre 7.

5-2 ISO 50001

Ce qui précède décrit le développement de base d'un EMS. Il devra remplir les conditions importantes liées à ce thème. Avec un engagement fort et une discipline organisationnelle, une entreprise ou un site récoltera de nombreux bénéfices en travaillant de cette façon.

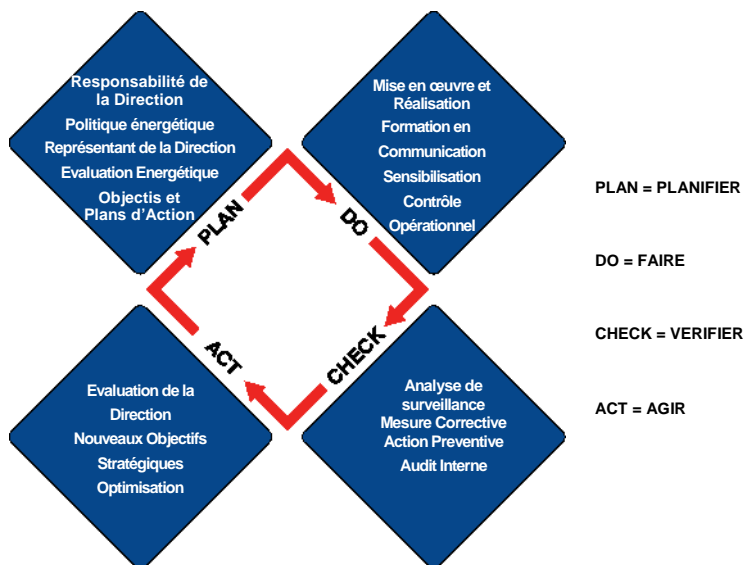
Cependant, notamment si l'entreprise ou le site a déjà une forte culture des procédures de gestion (certification ISO 9001 et ISO 14001) le développement et la certification formelle aux nouvelles normes de gestion de l'énergie est une étape logique garantissant la discipline de l'audit externe et du contrôle du système qui peut jouer un rôle majeur pour assurer la viabilité à long terme des procédures de gestion.

Après le développement dans le monde de diverses normes locales de gestion de l'énergie (EN16001: 2009 en Europe et ANSI MSE 200:2005 aux Etats-Unis), la norme ISO 50001 a été publiée par l'ISO en Juin 2011 et est adaptée à toute organisation - quelle que soit sa taille, secteur ou situation géographique. Le système est calqué sur la norme ISO 9001 de gestion de la qualité et ISO 14001 de gestion environnementale et comme celles-ci, la norme ISO 50001 met l'accent sur un processus d'amélioration continue pour atteindre les objectifs liés à la performance environnementale d'une organisation. Le processus suit la même approche Planifier-Faire-Vérifier-Agir (Plan-Do-Check-Act, PDCA).

Cependant, il y a dans ISO 50001 une nouvelle caractéristique, l'exigence de "...améliorer l'EMS **et la performance énergétique en résultant** " (clause 4.2.1 c). Les autres normes (ISO 9001 et ISO 14001) requièrent une amélioration de l'efficacité du système de gestion mais pas de la qualité du produit/service (ISO 9001) ou de la performance environnementale (ISO 14001). Bien sûr on s'attend à ce que la mise en place des normes ISO 9001 et 14001 dans une organisation améliore la qualité et la performance environnementale, mais ce n'est pas indiqué comme une exigence.

L'ISO 50001, par conséquent, a fait un grand pas et met la barre plus haute, en demandant à une organisation de prouver qu'elle a amélioré la performance énergétique. Il n'y a pas d'objectifs quantitatifs spécifiés, c'est l'organisation qui les définit et crée le plan d'action pour atteindre ses objectifs. Avec cette approche l'organisation peut mieux voir les avantages financiers tangibles.

5.2.1 Plan-Do-Check-Act Planifier-Faire-Vérifier-Agir



Les 4 phases du cercle PDCA sont:

PLAN (PLANIFIER) : La responsabilité globale pour le système de gestion de l'énergie mis en place doit être située au plus haut niveau de la direction. Un responsable de l'énergie et une équipe énergie doivent être nommés. En outre, l'organisation doit définir la politique de l'énergie sous forme d'une déclaration écrite précisant l'intention et l'orientation de la politique énergétique. La politique énergétique doit être communiquée dans l'organisation. L'équipe énergie est le lien entre la direction et les employés. Dans cette phase, l'organisation doit identifier les usages énergétiques significatifs et prioriser les possibilités d'amélioration de la performance énergétique.

DO (FAIRE) : Les objectifs et les processus définis ont été présentés et sont maintenant en place. Les ressources sont mises à disposition et les responsabilités déterminées. Assurez-vous que les employés et les autres participants sont conscients et capables de s'acquitter de leurs responsabilités en matière de gestion de l'énergie. La réalisation du système de gestion de l'énergie commence.

CHECK (VERIFIER) : Un système de gestion de l'énergie nécessite un processus de mise en conformité et d'évaluation des règles liées à l'énergie. L'audit interne peut aider à vérifier que le système de gestion de l'énergie fonctionne correctement et obtient les résultats escomptés. On surveille que les processus correspondent aux exigences légales et autres (exigences clients, politiques internes) ainsi qu'aux objectifs de la gestion énergétique de l'organisation. Les résultats sont consignés et communiqués à la direction générale.

ACT (AGIR) : La Direction prépare une évaluation écrite sur le modèle de l'audit interne. Ce document est appelé la revue de direction. On évaluera les résultats sur leur niveau de performance. Si nécessaire on prendra des mesures correctives ou préventives. Les processus énergétiques sont optimisés et de nouveaux objectifs stratégiques définis en fonction.

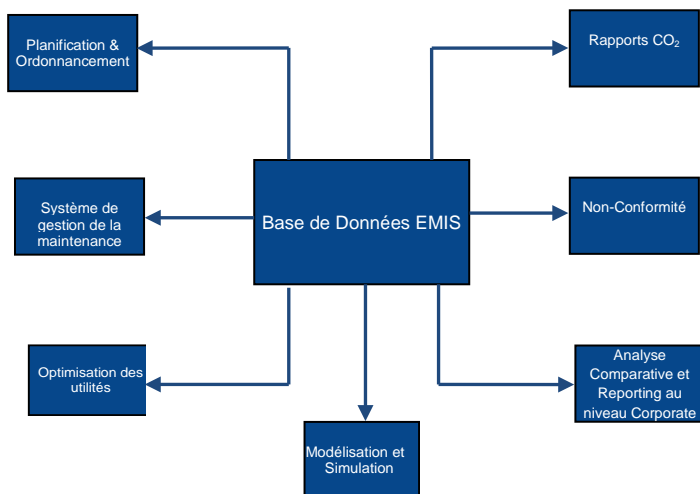
5.2.2 Avantages de la certification

La certification prouve que le système de gestion de l'énergie satisfait aux exigences de la norme ISO 50001. Cela donne plus confiance aux clients, parties prenantes, employés et direction sur le fait que l'organisation économise l'énergie. Cela permet aussi de s'assurer du bon fonctionnement de l'EMS au sein de l'organisation.

Un autre avantage de la certification est l'accent mis sur l'amélioration continue. L'organisation continuera à mieux gérer son énergie. Des économies supplémentaires peuvent être réalisées sur plusieurs années. En outre la certification d'une organisation montre son engagement public à la gestion de l'énergie.

5.3 Liens vers les systèmes Corporate

Le tableau dressé jusque là décrit un système de gestion de l'énergie pour un seul site de production. Cela peut faire partie d'une stratégie d'entreprise plus vaste contribuant aux objectifs de performance énergétique de la politique globale d'entreprise. Dans ce cas certains des processus, rôles et informations requis peuvent être indiqués comme faisant partie du système Corporate.



Par exemple il peut y avoir des exigences de retours d'information périodiques sur la performance énergétique et la mise en place d'outils standards et de packages. Il peut y avoir des rôles et responsabilités spécifiques. Cela dépendra beaucoup de la culture d'entreprise et du degré d'autonomie des sites.

5.4 Support de développement et autre information

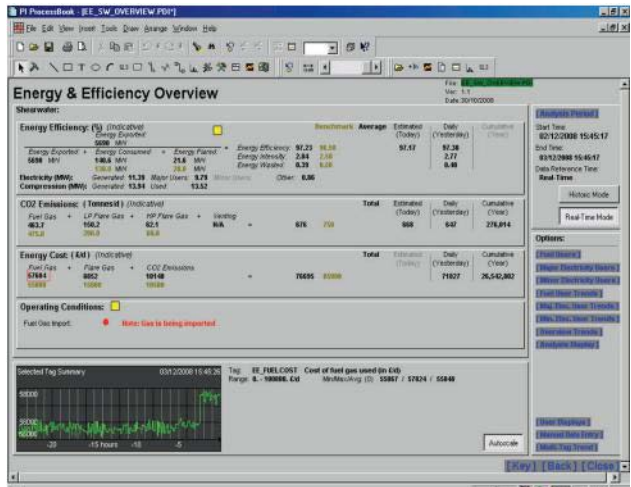
Vous trouverez plus d'information sur ISO 50001 y compris le développement et la certification en Annexe A.

6 Systèmes d'information de gestion de l'énergie

Le système d'information de gestion de l'énergie (EMIS) est un élément essentiel dans la gestion de l'énergie sur un site de fabrication. En ce qui concerne le format il peut s'agir d'un rapport de quelques feuilles jusqu'à un système sophistiqué complet avec des graphiques, des modèles en ligne et des bilans énergétiques. Ce choix est dicté par les circonstances locales, il est important que les données de performance énergétique de l'usine et de l'ensemble du site soient présentées régulièrement aux personnes qui influent sur l'efficacité énergétique et leur permettent d'apporter rapidement des améliorations.

Citons l'adage bien connu ; "Si vous ne pouvez pas mesurer, vous ne pouvez pas améliorer."

Un EMIS est l'outil le plus important à la disposition d'un site pour parvenir à l'amélioration de l'efficacité énergétique. Le concept de fiabilité et cohérence des données énergétiques est identique que ce soit pour étudier les résultats d'hier, signaler une prochaine échéance ou analyser en profondeur l'historique de données en vue d'une d'initiative d'amélioration importante. Compte tenu de la disparité de provenance et de nature des questions énergétiques, l'EMIS est le moyen de rassembler toutes les informations sous une forme cohérente et compréhensible.



Un EMIS doit définir les conditions de stockage de données dans un format utilisable, le calcul d'objectifs efficaces pour l'utilisation de l'énergie, et la comparaison de la consommation réelle avec ces objectifs. Ces éléments incluent des capteurs, compteurs d'énergie, hardware et software (qui peuvent déjà exister comme systèmes de contrôle de performance de l'entreprise et des processus. Pour un vrai soutien il faut l'engagement de la direction, l'attribution de la responsabilité, les procédures, la formation, les ressources et des audits réguliers.

6.1 Objectifs

Il y a une grande variété d'utilisateurs de données de performances énergétique à des fins, des responsabilités et des périodes différentes. Différents liens ou méthodes peuvent affecter les calculs énergétiques (par ex. corrélations du pouvoir calorifique du gaz, méthodes clés d'indicateurs de performance).

L'objectif de l'EMIS est de fournir une structure de reporting de données standard servant de base à l'analyse et à la prise de décision des utilisateurs de l'EMS. Il doit comprendre :

- Une base de données unique multi site
- Des calculs, modèles et corrélations approuvés par tous
- Un reporting souple à l'intention de l'utilisateur
- Une hiérarchie des KPI validée
- Un accès facile à l'historique des données.

Que l'utilisateur soit un technicien d'entretien cherchant l'historique d'encrassement d'un équipement, un opérateur faisant l'entretien d'un point opérationnel ou un responsable de site regardant les résultats annuels, tous travaillent à partir d'une base de données cohérente. Elle devient le langage énergétique commun au site. Les informations génériques obtenues sont :

- Détection précoce d'une mauvaise performance
- Aide à la prise de décision
- Rapport sur l'efficacité de la performance
- Contrôle de l'historique des opérations
- Identification et justification des projets énergétiques
- Preuve de réussite
- Aide à l'établissement du budget énergie et à la gestion comptable
- Informations énergétiques pour d'autres systèmes

Leur réalisation dépendra des circonstances locales. Le lecteur trouvera dans les sections suivantes les conditions à préciser pour qu'un site particulier réponde aux exigences de l'EMIS. Une liste de contrôle de la structure et de la fonctionnalité est fournie en annexe C.

6.2 Les composants de l'EMIS

6.2.1 Configuration système – hardware/software

Actuellement le noyau de l'EMIS sera un historique de processus commercial qui analyse les données process du système d'instrumentation (DCS, SCADA) régulièrement. Cela peut être une partie intégrée à la structure DCS. Pour la plupart des variables énergétiques de l'unité de process (compressées) deux minutes de données sont suffisantes. La base de données peut être une structure virtuelle - c'est à dire une partie de plusieurs bases de données existantes. Cependant, il est important qu'elle soit à l'échelle du site permettant ainsi de rassembler facilement les bilans énergétiques, les KPI et les rapports.

Pour les multi sites et/ou opérations à distance des solutions internet ou cloud peuvent convenir.

On peut étudier une interface avec d'autres systèmes de support à la fabrication incluant des bases de données relationnelles type SAP comme la gestion de maintenance, la comptabilité, et le rapport des résultats d'entreprise.

Au cours des 10-15 dernières années les systèmes basés sur Windows sont devenus la norme permettant une interface facile entre les données énergétiques et la grande variété d'outils de présentation, de reporting et d'analyse qui utilisent tous maintenant Windows comme système d'exploitation. Le système Windows est idéal avec ses interfaces intuitives pour permettre une analyse et un reporting flexible et individualisé correspondant aux exigences des différents niveaux de gestion d'un site.

Options de reporting. Encore une fois, le choix est ouvert, pourvu qu'il puisse délivrer des rapports aptes à l'usage à l'aide d'outils standard de Windows tels que Microsoft Excel ou tout autre solution sophistiquée utilisant l'un des packages de rapports graphiques complexes qui sont maintenant disponibles.

6.2.2 Structures des données/KPI et principe de fixation des objectifs

L'EMIS est essentiellement une fixation d'objectifs en cascade et une structure de reporting pour les données énergétiques et les variables opérationnelles. L'EMIS commence par des mesures de performance à haut niveau concernant les responsables du site et passe par les secteurs et structures opérationnels pour contrôler les paramètres à court terme au niveau de l'opérateur de site (par ex. chaudière, four, conditions d'allumage des turbines à gaz). A tous niveaux on doit définir la fréquence d'analyse des mesures de performance (KPI - indicateurs clé de performance) et la boucle d'actions correctives correspondante (les processus EMS). Pour y parvenir on a besoin d'outils basés sur l'analyse des données de l'usine en temps réel pour obtenir des informations appropriées en temps opportun.

Généralement un EMIS va chercher à regrouper les unités d'un site sur leur points communs, par ex. un fournisseur commun, des objectifs opérationnels communs, une direction opérationnelle commune avec une responsabilité hiérarchique, etc... Typiquement un bilan énergétique est réalisé autour de ces unités et on établit et calcule les KPI en ligne. Les KPI peuvent inclure : index énergétique d'un site, perte totale d'énergie par les cheminées, ratio énergie/matière première.



Objectif	Période de Revue	Fréquence de Calcul	Période de mise à jour de l'objectif	Outils d'Aide
Indice Énergétique du Site	Mensuelle	Quotidien ou Mensuel	Annuelle avec revisite mensuelle	Modèles LP, Business Plans
Données Unité Groupées + Utilisés Communes	Mensuel	Mensuel	Mensuel	Mensuel
Indice Énergétique de l'Usine	Quotidien	Temps Réel	Mensuel avec revisite hebdomadaire	Outils énergétiques, Diagrammes
Energie Spécifique à l'Équipement ou Perte	Temps Réel	Temps Réel	Selon le mode d'exploitation	Outils énergétiques, Diagrammes

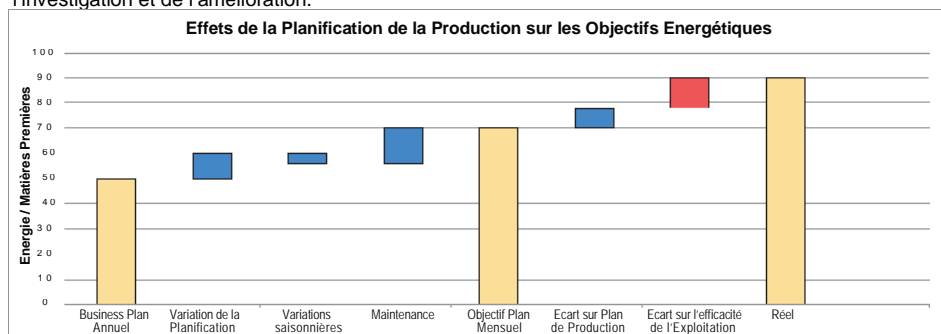
On construit l'image du site en assemblant les bilans énergétiques et KPI des unités individuelles, à partir des zones opérationnelles vers l'image globale du site. Il est important d'adopter cette approche commune car elle permettra finalement une étude approfondie des données : le tableau énergétique complet. De même qu'il est important d'utiliser à tous les niveaux un ensemble cohérent de corrélations, d'hypothèses de calculs et de valeurs économiques, un principe standardisé de modélisation est adopté.

Le format des KPI adopté dépendra beaucoup de l'industrie et des circonstances locales. Certaines industries ont des approches communes (internationales) (par ex l'EII, indice d'intensité énergétique développé par Solomon Associés qui est de fait la norme dans l'industrie pétrolière). En général, ce seront des chiffres ou ratio représentatifs de la consommation d'énergie en fonction de l'alimentation en matière première. C'est particulièrement au niveau reporting du site qu'il est bon d'adopter des calculs d'analyse comparative standard et les harmoniser .

D'autres KPI peuvent être spécifiques au site, peut être concernant un problème clé lié à l'énergie, (par ex. le pourcentage de gaz combustible importé), et il convient de prévoir, si possible, des provisions pour "non conformité des prix" cela devrait être facilement calculé à partir des écarts de performance des objectifs énergétiques et les coûts correspondants des combustibles. Avoir ces informations pour chaque objectif et l'inclure dans les rapports de l'unité et du site permet aussi une analyse complète rapide pour identifier les mauvais éléments en cause. Les rapports et affichages des tableaux de bord modernes peuvent facilement exploiter de telles données avec un bon résultat.

Les processus organisationnels de définition d'objectifs et d'analyse seront étudiés au chapitre 7. Il est important de prendre en compte la mise à jour en temps réel des KPI et des objectifs au fur et à mesure de la disponibilité des nouvelles données du planning de production au cours de l'année. En particulier, il peut être important de passer de grands objectifs annuels à des objectifs d'exploitation mensuels reflétant les plans de production réels ; différentes matières premières et changements dans les modes de production affectent tous la consommation d'énergie et devraient idéalement être quantifiés dans le processus de fixation des objectifs. Le schéma ci-dessous montre qu'il est nécessaire d'adapter les objectifs du business plan annuel en tenant compte des variations saisonnières et des activités de maintenance pour définir un objectif énergétique mensuel pertinent.

Le planning réel de production réalisée (réel/objectif) tient compte également de la variation avant que l'écart d'inefficacité énergétique opérationnelle ne soit démontré, ce qui constitue la base de l'investigation et de l'amélioration.



Ce qui précède met en lumière un problème majeur dans le développement des KPI énergétiques et des objectifs. De tels effets peuvent mettre à rude épreuve la validité des objectifs (et donc l'acceptation de l'utilisateur). De même, des variations entre les modes de production peuvent nécessiter d'y porter attention lors de la fixation des objectifs. Cela peut conduire à une prolifération de systèmes évolués de fixation d'objectifs impliquant des combinaisons de principes premiers et de modélisation statistique pour justifier les variations ci-dessus mentionnées. Cela peut être fait et a été fait. Toutefois la prudence est conseillée. L'équilibre entre la complexité de la modélisation, les niveaux de support et le bénéfice final est mince. Il peut être préférable d'utiliser des structures de définition d'objectifs simples sur un site et de limiter l'utilisation de techniques plus complexes à des secteurs spécifiques de haut rendement. Il est important d'interpréter les résultats de façon sensée et "éclairée".

6.2.3 Variables impactant l'énergie (Energy Driver Variables)

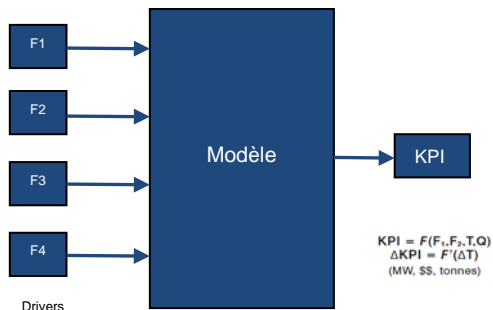
(Parfois appelées variables d'influence sur l'énergie)

Alors que les KPI sont la représentation visible des calculs de performance énergétique, les variables impactant l'énergie sont les variables procédés ayant les principales influences juste après les modifications et la variabilité dans les indicateurs de performance clés énergétiques. C'est donc sur elles que vont se concentrer tous nos efforts pour ajuster les KPI aux objectifs fixés.

Généralement les KPI peuvent être classés en deux catégories : les paramètres sur lesquels on n'a pas d'action et les variables sur lesquelles on peut agir. L'opérateur n'a pas le contrôle des paramètres de la première catégorie (ex. température ambiante, qualité des matières premières, ou prix du produit). Ils ont une incidence sur la consommation d'énergie mais ne dépendent pas de l'action de l'opérateur. La deuxième catégorie correspond aux variables sur lesquelles l'opérateur peut intervenir pour modifier l'opération. Par exemple, taux de reflux, taux du rebouilleur, débit des boucles de recyclage et ratio air/combustible des fours. On utilise le terme "driver" pour toute variable contrôlable qui a une incidence directe ou indirecte sur la consommation d'énergie prévue (et qui aura donc une influence sur les KPI).

On utilise des outils d'analyse (statistiques d'exploration de données) et/ou l'expérience en ingénierie des procédés pour déterminer quels sont les "drivers" les plus influents et les plus contrôlables pour gérer la perte d'énergie. Ces "drivers" seront passés en revue en fonction des contraintes comme les spécifications produits, la sécurité et l'enveloppe opérationnelle de l'équipement. On fixera alors des objectifs pour une utilisation optimale de l'énergie en tenant compte des autres éléments influents hiérarchisés tels que les demandes de production, les spécifications produits, etc...

Si appropriés, des modèles (statistiques procédé ou techniques hybrides de boîtes grises combinant les premiers principes et les statistiques) peuvent être établis en reliant les variables impactant l'énergie et les KPI, peut être en incluant une fonction de pénalité de coût. Ceci permettra une analyse plus détaillée des coûts de non-conformité jouant sur les KPI et pourra être utile en fournissant une structure d'exploration détaillée des mauvais contributeurs.



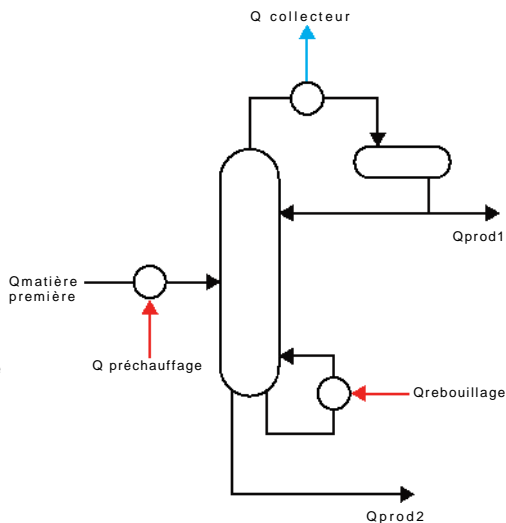
Bien qu'il ne soit évidemment pas possible de fixer des objectifs opérationnels pour les variables hors contrôle, il est important d'en comprendre les effets sur la consommation d'énergie (et de pouvoir les simuler) car ils auront un rôle important dans l'analyse de la performance (et peut être dans la fixation d'objectif si on l'affine davantage)

6.2.4 Utilisation des points de perte énergétique

Le KPI probablement le plus répandu dans l'industrie correspond à une consommation énergétique spécifique (ex. énergie/matière première). Il est bien compris, logique à calculer et a un des plus forts impacts sur la consommation d'énergie, le rendement.

Il peut cependant y avoir des problèmes, par exemple lorsque le ratio énergie-matière première n'est pas linéaire. En particulier lorsque l'on regarde la performance d'une unité ou d'un équipement, dans ce cas on peut réfléchir à l'idée de fixer des objectifs de perte énergétique. Le but est évidemment de restreindre la perte énergétique.

Considérons une simple colonne de distillation. L'énergie est apportée par le préchauffeur et le rebouilleur. Elle quitte la colonne avec le produit et avec la chaleur ôtée par le condenseur de tête. Typiquement, ce sont des pertes d'énergie non récupérables (atmosphère, eau de refroidissement, etc.) Les conditions de fonctionnement de la colonne (température, pression, reflux, etc.) déterminent cette valeur énergétique. Ce sont ainsi les variables (drivers) ayant une influence sur les KPI.



Dans le cas d'un four, l'énergie perdue est celle perdue par la cheminée, par opposition à celle transférée en tant que chaleur vers le produit circulant dans les tubes.

Le concept de perte d'énergie étant la mesure de la performance ou le KPI qui est la perte d'énergie calculée à partir de l'unité, c'est donc une mesure directe du gaspillage énergétique. On peut définir une valeur normale de perte acceptable et des modèles peuvent être construits pour établir la relation entre les pertes et les conditions de fonctionnement. De même, le prix des calculs de non-conformité peut être inclus.

Alors que les points de perte sont plus complexes à calculer et à visualiser comparés à une consommation d'énergie simple, ils mettent l'accent sur l'énergie gaspillée, la consommation d'énergie étant bien sûr la somme de l'énergie utilisée et de l'énergie gaspillée.

6.3 Fonctionnement avec l'EMIS et les interfaces utilisateur.

L'EMIS est effectivement la plaque tournante de l'énergie pour un site de fabrication, avec, à ce titre, de nombreux utilisateurs et applications. Ceux-ci peuvent varier depuis des rapports officiels multi-utilisateurs jusqu'à de larges applications personnalisées ad hoc.

- Rapports de performance mensuels et annuels à destination de la direction
- Suivi en temps réel des drivers énergétiques dans la salle de contrôle
- Applications techniques spécialisées souvent intégrées aux outils de simulation/optimisation.
- Analyse des données et dépannage
- Interfaces de données vers d'autres systèmes informatiques

Heureusement les serveurs modernes et les historiques de procédés peer to peer utilisent généralement une interface Windows et sont bien adaptés à la variété des utilisations indiquées.

La désignation d'un responsable système et/ou responsable application est importante. Les rapports plus formels doivent être effectués correctement et il est préférable d'utiliser un outil dédié qui garantit contrôle et cohérence. De même, intégrer des objectifs opérationnels à des procédures locales existantes et à la base de données du DCS nécessite une attention particulière.

Depuis ces dernières années, l'intégration d'application pour des outils ou logiciels fonctionnant sous Windows est devenue très facile. Le transfert d'archives de données de process dans un progiciel de simulation ou d'optimisation par exemple est maintenant un exercice très facile et qui s'adapte bien au concept d'EMIS comme plaque tournante de l'énergie. Cependant il y a une marge entre les logiciels et les développements de corrélation et modèles servant aux recherches d'un utilisateur unique et une situation durable avec des outils et des calculs servant de base à une utilisation reproductible à long terme. Le phénomène bien connu des tableurs "voyous", complexes, et non homologués impossibles à transférer à un nouvel utilisateur, en est l'illustration...

Les entreprises commencent à s'attaquer à ces problèmes et mettent en place des normes et des procédures. Le responsable EMIS a un rôle majeur dans la gestion de ce processus ; l'équilibre entre encourager et faciliter l'exploitation des données énergétiques et garantir le maintien des applications à long terme est fragile.

6.3.1 Interfaces utilisateurs

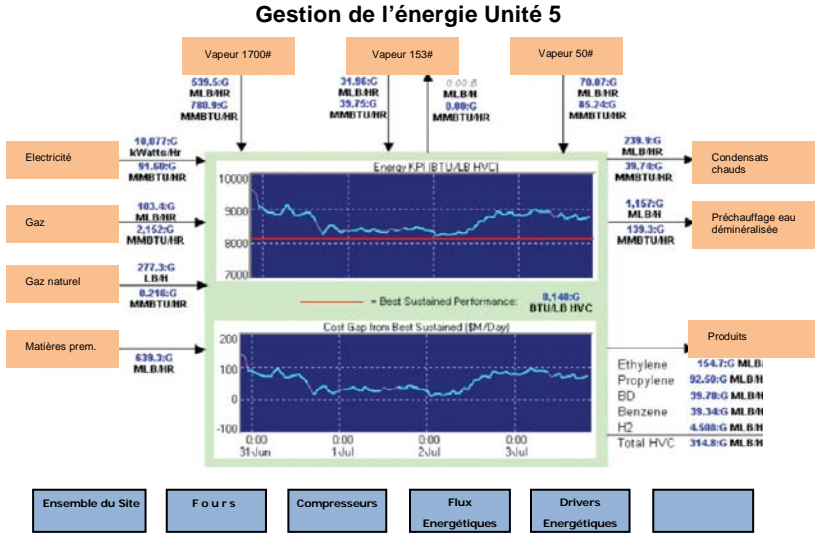
Il existe de nombreuses options pour effectuer des rapports utilisateurs et des interfaces avec des degrés divers de tableaux dynamiques. Les outils modernes d'élaboration d'écrans peuvent être très puissants. Les règles et normes locales jouent un rôle. Les lignes directrices suivantes sont présentées pour aider au processus de conception.

- Il est indispensable de savoir qui sera l'utilisateur du rapport.
- Seules doivent être affichées les informations concernant l'utilisateur.
- Les affichages EMIS doivent être fonctionnels et cohérents. Cela signifie que la fonctionnalité de chaque écran doit être claire et une fois le travail réalisé sur un écran, il doit indiquer les liens vers l'écran suivant pour terminer l'analyse énergétique.
- Envisager d'utiliser des techniques d'extractions pilotées par des indices énergétiques ou des calculs de coût financier pour naviguer dans les rapports multicouches imbriqués, à partir d'indices de haut niveau jusqu'à des éléments individuels de l'équipement énergétique. Les cadrans et des graphiques à barres peuvent être utilisés pour afficher les mauvais éléments et faire le lien avec l'écran suivant.
- Les écrans multiples peuvent être très utiles pour la reconnaissance des formes (par ex. des écrans multiples de tendance pour plusieurs fours similaires)
- Prévoir d'inclure des informations sur les causes, par exemple :
 - Calculs en ligne montrant l'impact énergétique des drivers hors objectifs.
 - Correction des KPI en ligne (par ex. influence des conditions extérieures sur la performance, objectifs dépendant de la charge)
 - règles pour conseiller l'opérateur
- Des liens rapides pour trouver les informations sont très utiles.

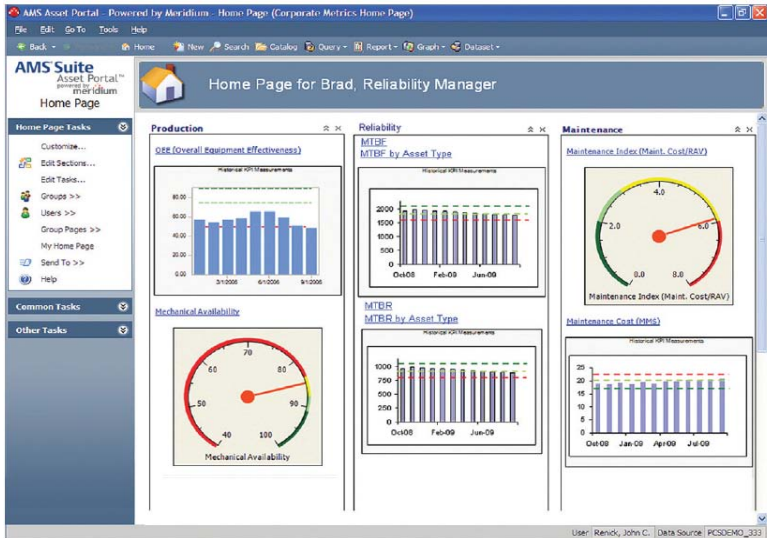
On peut trouver de nombreux exemples, on présente une petite sélection pour guider ou inspirer le concepteur. Ils ont tous été réalisés à partir de l'historique de données d'un site et en temps réel avec des interfaces utilisateurs PC.

(Les exemples ont été pris dans les documentations commerciales, présentations de conférences, etc....)

Vue générale du site avec les principales classes énergétiques :



Historique des KPI et tableau de bord :



Partie d'une structure approfondie au niveau d'un driver énergétique montrant l'objectif, le réalisé et l'impact sur la consommation d'énergie :



Graphe indiquant la performance réelle par rapport au modèle charge/efficacité :

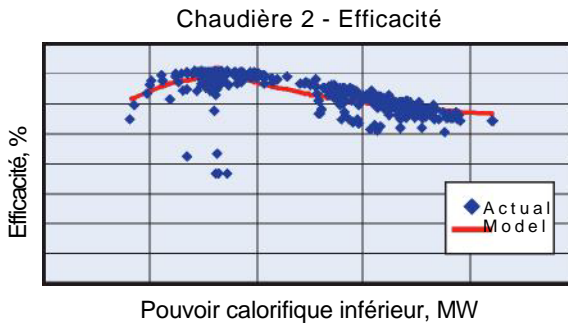
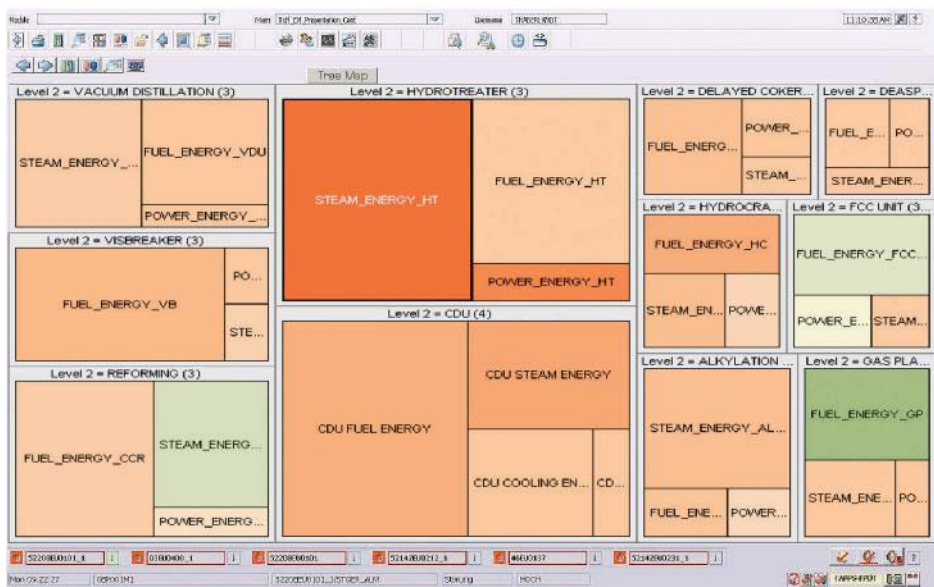


Tableau et graphique à barres montrant les drivers énergétiques et leur contribution à l'efficacité d'une turbine à gaz :

	Réel	Prévu	Ecart MW	-3	-2	-1	+1	+2
DEGRADATION MECANIQUE								
Sortie du générateur MW	25,231	26,544	-1,313					
PARAMETRES DE FONCTIONNEMENT								
Température d'entrée deg C	485,1	520,0	-1,405					
Pression à l'extraction kPa	480,2	500,0	+0,108					
Pression à l'échappement kPa	9,5	8,0	-0,878					
ECART TOTAL			-3,488					

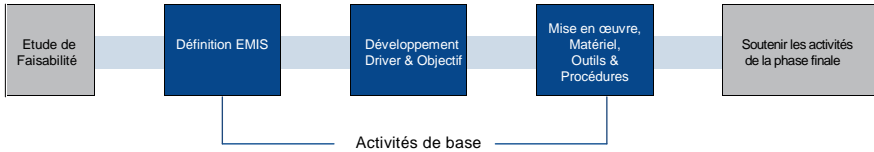
Affichage de présentation dynamique :

La taille des cases indique la consommation énergétique du secteur correspondant, la couleur indique l'écart par rapport à l'objectif. On obtient plus de détails à partir des cases.



6.4 Développement d'un EMIS

Vous trouverez ci-dessous des orientations générales pour développer un EMIS. Cela peut aller du simple rapport "sur mesure" à un ensemble important de simulations et de graphiques. Le plan final devra être ajusté en conséquence. Le programme suit un plan de projet d'exécution type et devrait idéalement s'intégrer dans le déploiement global d'un EMS.



On réalise une courte étude de faisabilité pour déterminer les principaux enjeux, les opportunités et les entraves à un EMIS, afin de savoir si la proposition est réaliste pour le site. Généralement il s'agit d'une semaine d'activité sur site, le but de l'étude de faisabilité est de faire une évaluation préliminaire de la viabilité de la mise en œuvre d'un EMS. Les questions clés, les contraintes et la présence de conditions préalables essentielles qui pourraient avoir un impact sur la réussite du projet doivent être identifiées en même temps que la première étude économique du projet pour valider sa viabilité. L'atelier de conception de l'EMS (section 5.1.1) peut fournir une grande partie des renseignements et des situations de site nécessaires.

La phase de définition est essentiellement le processus de conception. Le but est de produire un plan détaillé qui définisse parfaitement l'EMIS en termes de structure, architecture technique, domaine, interface, système de gestion, etc., et adapté au site en question. Le site est divisé en secteurs EMIS ; on définit des bilans énergétiques et des KPI. Cela permettra de préparer une estimation (à 10 % près) du coût du projet final. A partir de là on peut commencer le travail de codage, d'analyse et de mise en œuvre finale. Les caractéristiques d'approbation du projet, les niveaux d'évaluation dépendront clairement des procédures locales - le modèle présenté est un cycle de développement d'un projet type. La phase Driver et développement d'objectifs traite de la conception détaillée et du codage de l'EMIS avant mise en œuvre finale et développement. A la fin de cette phase tous les calculs auront été définis et vérifiés, les pilotes, les contraintes et les KPI dûment identifiés, les écrans préparés, tout sera prêt pour la mise en service finale dans le système opérationnel. L'achèvement de cette phase marque la fin des travaux de développement.

La phase finale aborde la formation, le développement et la mise en œuvre du système finalisé et sa mise en service opérationnelle. Cela implique clairement de nombreuses personnes et la réussite à cette étape détermine inévitablement le potentiel de succès à long terme du projet. Il peut être intéressant d'impliquer des techniques de gestion de changement pour aider à concevoir et soutenir le processus.

6.5 Activités de base - Système de construction

Le reste de cette section traite plus en détail l'élaboration de l'EMIS avec une approche pas à pas.

6.5.1 Attribuer les secteurs d'activités.

Définition des limites du système EMIS ou secteurs d'activités. La définition d'un secteur EMIS dépend de plusieurs facteurs, objectifs communs, gestion opérationnelle commune, fourniture de matières premières commune, etc. Généralement des groupes d'unités qui sont liés par une fonction associée dans un secteur opérationnel. Cartographier le site en un ensemble logique de secteurs est la première étape d'un EMIS. Il est susceptible d'être influencé principalement par des limites organisationnelles ou de services.

Il est nécessaire d'identifier pour chaque secteur opérationnel EMIS les flux suivants et lister les mesures correspondantes (repères). Le but est d'identifier tous les flux transportant de l'énergie à l'intérieur d'une zone, les repères associés, les moyens d'estimer l'instrumentation manquante ainsi que les équations afin de déterminer leur consommation d'énergie.

On doit lister toutes les mesures essentielles avec le type d'instrumentation, la plage de mesure. Les problèmes identifiés devraient être listés. On doit identifier l'instrumentation manquante.

Matières premières

Toutes les matières premières entrant dans la zone EMIS doivent être incluses. L'énergie thermique des matières premières (chaleur sensible et latente) est nécessaire à un bilan énergétique de l'EMIS. Des mesures en ligne appropriées (par exemple les températures) sont nécessaires si le pouvoir calorifique des matières premières change de manière significative.

Instrumentation nécessaire :

Instruments de qualité appropriés pour mesurer le débit, la température et la pression pour déterminer le débit massique et le pouvoir calorifique.

Produits

En plus des matières premières, la distribution de produits détermine aussi l'énergie requise par le procédé et les pertes correspondantes. Tous les flux de produits quittant la zone EMIS doivent donc être inclus. Les flux de produits sont les flux vers les réservoirs de stockage ou d'autres unités en dehors de la zone opérationnelle. Comme les matières premières, les produits aussi véhiculent une puissance calorifique variable, applicable à l'EMIS. Des mesures en ligne appropriées sont nécessaires si les conditions des produits changent.

Instrumentation nécessaire :

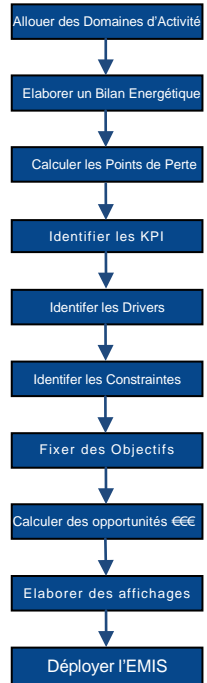
Instruments de qualité appropriés pour mesurer le débit, la température et la pression pour déterminer le débit massique et le pouvoir calorifique.

Classes d'énergie

Tous les types de flux énergétiques entrant ou sortant de la zone qui servent au fonctionnement de l'installation sont appelés Classes d'énergie (CoE pour *Classes of Energy*). Il est possible qu'une Classe d'énergie (CoE) traverse uniquement virtuellement la zone, comme c'est généralement le cas s'il y a une production locale de combustible ou d'électricité. Les CoE types sont :

- Vapeur à différents niveaux de pression
- Eau douce
- Fuel (gaz de pétrole, mazout, gaz naturel, charbon, etc.),
- Electricité
- Eau d'alimentation des chaudières et condensats
- Air (si important)

Toutes ces classes d'énergie sont nécessaires pour établir le bilan énergétique d'une zone ou d'une unité.



Besoins en instrumentation :

- **Vapeur et eau douce :**

Débit, température et pression (débitmètre sur lignes de vapeur de préférence dans des conditions de surchauffe pour éviter la condensation dans les prises de pression.)

- **Gaz de pétrole :**

Le débit (pression, température et masse molaire pourraient être nécessaires pour la compensation de masse volumique), le pouvoir calorifique inférieur (PCI) ou la composition ou la masse volumique doivent être utilisés dans une corrélation de pouvoir calorifique inférieur.

- **Mazout :**

Le débit, le pouvoir calorifique inférieur ou alternativement la masse volumique et la teneur en soufre doivent être utilisés dans une corrélation de pouvoir calorifique inférieur.

- **Electricité :**

En général, la consommation d'électricité se dissipe sous forme de chaleur (sauf s'il y a des gains d'élévation hydraulique pour des flux de produits quittant la zone EMIS à des pressions supérieures aux flux d'alimentation). Selon le type de zone EMIS, l'électricité est ou n'est pas une source importante d'énergie. Même lorsque l'électricité est une source importante, les relevés de compteurs ne sont disponibles que mensuellement. Dans ces cas là une corrélation entre la charge mensuelle de la zone ou de l'unité et la consommation mensuelle énergétique peut aider. Pour les besoins de l'EMIS on peut utiliser la consommation spécifique d'électricité et la charge en ligne en remplacement des mesures (*compteurs*) d'électricité manquante.

Il faut également tenir compte du fait que les unités approvisionnées par un réseau de distribution d'électricité ne correspondent pas obligatoirement avec les unités d'une zone EMIS. Dans la plupart des applications il n'y a pas beaucoup d'opportunités d'économies d'électricité. Par conséquent des estimations raisonnables de la consommation d'électricité suffiront. Cependant dans les applications où une consommation réduite d'électricité entrainerait des économies significatives d'énergie (par ex. utilisation de variateurs de vitesse), l'implantation de compteurs d'électricité locaux sera nécessaire pour un suivi précis et le maintien des économies.

6.5.2 Bilans énergétiques

L'analyse ci-dessus mentionnée par zone et par variable permettra d'établir des bilans énergétiques pour chaque zone opérationnelle. C'est une étape clé dans la conception d'un EMIS. Nous devons nous assurer que tous les flux énergétiques sont identifiés et disponibles avec une précision suffisante. Etablir la tendance des déséquilibres énergétiques sur une période assez longue (environ 1 an) va permettre d'en contrôler l'exactitude.

Le bilan énergétique du site devrait inclure les points de perte d'énergie cités ci-dessous (eau de refroidissement, air ambiant etc.) Bien qu'il ne soit pas essentiel d'avoir une clôture parfaite du bilan énergétique, on préfère qu'il soit aussi précis et pratique que possible. La précision de la clôture dépend de la disponibilité et de la qualité des mesures, de la qualité des estimations, des propriétés physiques et de l'identification exhaustive des variables. Si la perte d'énergie ne peut pas être quantifiée à cause du manque de mesures, on doit au moins calculer la somme de tous les points de perte comme la différence entre l'énergie utile entrante et sortante.

6.5.3 Identification des points de perte d'énergie

Si l'on comprend d'où vient la perte d'énergie et quels sont les paramètres qui entraînent cette perte, nous avons alors les moyens de faire en sorte que ces pertes soient minimales. Parallèlement au bilan énergétique de la zone /unité il est nécessaire d'identifier les principaux points de perte d'énergie de chaque zone. Les points de perte types sont :

- Cheminée de four
- Refroidisseurs d'air
- Refroidisseurs d'eau
- Purge/ventilation

Lorsque l'on sélectionne les points de perte, il faut étudier leurs tailles absolues, la possibilité ou non d'avoir un impact sur les pertes et leurs tailles relatives par rapport au bilan énergétique de l'unité et à la quantité totale de points de perte. Généralement nous prenons en compte les points de perte >5% du bilan énergétique de l'unité bien que ce ne soit pas un chiffre élevé. En fait on devrait se concentrer sur les points de perte contrôlables, c'est à dire ceux qui sont affectés par des paramètres contrôlables et qui présentent assez de variations pour pouvoir établir des relations de cause à effet.

Besoins de mesures :

- **Pertes par les cheminées de chaudières ou de fours:**

Taux d'oxygène et température des gaz de cheminée, plus chaleur émise ou absorbée, ou chaleur émise et absorbée.

- **Refroidisseurs d'air :**

Débit de produit plus températures d'entrée et de sortie

- **Refroidisseurs d'eau :**

Débit de produit ou d'eau et températures d'entrée et de sortie correspondantes.

- **Flux chauds transférés vers stockages froids :**

Débit approprié et mesures de température.

Il est important de préciser que la mesure n'a pas besoin d'être directe (même si c'est néanmoins préférable). Par exemple le débit peut ne pas être disponible sur une ligne en refroidissement. Cependant, il peut être possible de calculer le débit en utilisant le bilan massique soit en amont, soit en aval du point de perte.

6.5.4 Liste préliminaire des KPI (indicateurs de performance clé)

On doit établir une liste type de KPI liés à l'énergie à partir des modes de comptabilisation ci-dessus, des points de pertes d'énergie etc.. Cette liste peut inclure des KPI comme :

- Indices énergétiques sur un site, une zone ou une unité.
- Débit total lié aux pertes, exprimé par exemple en GJ/t, tonnes de combustibles/tonnes de matières premières, etc.
- KPI spécifiques de points de perte, comme la perte totale d'un refroidisseur d'eau spécifique, etc.

Voir la section 6.2.2 pour approfondir la sélection des KPI; Généralement une hiérarchie des KPI à 3 niveaux (site, zone, unité) serait adaptée

6.5.5 Développement des drivers et identification

Les drivers sont les variables procédés qui sont les principales forces motrices des changements et de la variabilité des KPI énergétiques sélectionnés. Par conséquent ils focalisent tous nos efforts pour ajuster les KPI à leurs valeurs cibles. Si nous maintenons les drivers en phase avec leurs cibles nous serons en mesure d'être efficaces. Inversement, une déviation par rapport à la cible nous permet de comprendre pourquoi l'efficacité énergétique n'est pas ce qu'elle devrait être.

On peut identifier les drivers de plusieurs façons. Dans certains cas, une bonne appréciation technique et l'expérience de l'usine seront suffisantes. Dans d'autres cas on dépassera la simple règle empirique pour détecter les drivers qui ne se voient pas clairement grâce à une analyse statistique. Les résultats seront évidemment validés par du personnel opérationnel expérimenté. Pour que ces techniques fonctionnent, il faut qu'il y ait suffisamment de variabilité dans l'ensemble des données du driver potentiel.

Comme il peut y avoir plusieurs drivers qui agissent sur le même KPI, il faudra définir avec suffisamment de précision les corrélations entre eux. Alors même qu'on s'intéresse aux contraintes et aux objectifs des drivers, il est important de garder à l'esprit que tous les drivers ne peuvent être manipulés aisément. Ils peuvent être fermement contraints ou sous contrôle malgré l'indication ou même la preuve d'occasions manquées d'améliorer davantage les KPI.

Notez que la bonne compréhension de la causalité sous-jacente est cruciale et donc une certaine forme d'analyse de cause à effet doit être effectuée. En cas de données insuffisantes ou d'une mauvaise qualité de données, des simulations par organigramme peuvent être envisagées. Encore une fois, l'importance de l'engagement opérationnel et du ralliement à cette étape ne peut pas être surestimée.

6.5.6 Identification de contraintes

Les drivers peuvent être manipulés pour répondre aux objectifs souhaités de KPI. Cependant il est essentiel de veiller à ce que tout changement dans les objectifs du driver ne pousse pas l'usine à fonctionner en violation d'autres contraintes. Les contraintes du procédé rencontrées incluent les limites du procédé opérationnel, les restrictions des matériaux de construction, les meilleures pratiques, la qualité des produits et les limites de sécurité. Il est important de s'assurer que toutes les contraintes sont identifiées et qu'on ne passera pas outre en faisant des recommandations de changements dans les drivers. On observe une croissance dans les entreprises qui mettent en œuvre des alarmes intégrées et des systèmes de surveillance du procédé avec une unique base de données réconciliée traquant les variables depuis les fenêtres opérationnelles jusqu'aux alarmes orientées sécurité du matériel. Il est donc important que dans le cadre de l'identification des contraintes, les limites et fenêtres du procédé relatives aux drivers et aux variables associées soient identifiées dans cette base de données et que leurs cohérences soient vérifiées. Une fois établies, les contraintes doivent être incluses dans la base de données des KPI et des drivers pour veiller à ce que l'objectif conseillé n'enfreigne pas ces limites. Lorsque c'est possible on peut les inclure dans les rapports du driver et des KPI pour indiquer les limites à ne pas dépasser pour un driver (par ex le minimum de teneur en oxygène dans une cheminée).

6.5.7 Objectifs pour les KPI et drivers

Il existe plusieurs approches pour aider à déterminer les objectifs des KPI et des drivers.

6.5.7.1 Historique des meilleures performances

La méthode rapide et efficace pour fixer les objectifs des KPI à chaque niveau de la hiérarchie est d'identifier une période de "meilleure performance possible" d'un point de vue énergétique. Le KPI moyen atteint au cours de ce laps de temps continu sera un bon objectif pour le KPI.

Dans le cas où un site puisse avoir des performances énergétiques nettement différentes liées à des situations de nature opérationnelle ou naturelle, il est impératif de tenir compte de ces différentes situations pour fixer les objectifs. Par exemple, les variations hiver /été ou le mode de fonctionnement diesel ou essence d'une raffinerie influenceront la performance énergétique d'une ou plusieurs unités.

Un historique de "meilleure performance" doit être établi séparément pour chaque situation dans les unités concernées.

Les objectifs du driver correspondent généralement à l'optimisation de base de l'exploitation de l'unité et il est nécessaire qu'ils soient en conformité avec les autres objectifs et contraintes qui déterminent le fonctionnement au jour le jour du procédé. Par conséquent, on utilise des outils à base d'organigramme, des bibliothèques de modèles, des techniques de simulation et l'expérience opérationnelle pour déterminer le niveau de base des objectifs du driver.

De plus on doit tenir compte des modifications opérationnelles à long terme ou permanentes qui impactent la performance énergétique et réinitialiser les objectifs en conséquence.

6.5.7.2 Corrélation statistique

Il est souvent possible d'établir une corrélation entre un KPI et les variables procédé du driver qui influent sur lui. Il s'agit d'une approche indirecte qui est souvent utile en l'absence d'un modèle clair de simulation de premiers principes décrivant les relations entre les indicateurs de performance clés et les drivers. Par conséquent, une corrélation mathématique entre les indicateurs de performance clés et les drivers pourrait être développée comme suit:

$$KPI = f(Drivers)$$

Les outils statistiques et d'extraction de données susceptibles d'être utilisés pour développer ces corrélations sont aisément disponibles. Il est important cependant que les bases de données soient suffisamment "riches" pour permettre d'établir des corrélations sensées.

Une fois la corrélation développée et validée, on peut utiliser la même équation pour évaluer les objectifs des KPI, en utilisant les valeurs des objectifs à la place des drivers dans l'équation. Ainsi la cohérence est établie. Une telle modélisation est particulièrement importante si l'on souhaite évaluer les contributions relatives de la performance réelle du driver par rapport à l'écart de la performance énergétique. Les objectifs du driver sont fixés en gardant à l'esprit des considérations comme la sécurité, la marge, l'énergie, etc...

6.5.7.3 Modèle de premiers principes

La méthode la plus efficace, mais aussi la plus coûteuse pour déterminer les objectifs des KPI est d'utiliser un modèle de simulation de premiers principes pour déterminer à la fois le driver et les objectifs. Cette étape n'est généralement pas recommandée pour tous les indicateurs clés de performance, mais on devrait y recourir dans les cas où l'une des autres options décrites précédemment n'est pas soutenable. Ces modèles peuvent être déjà retenus par l'organisation pour d'autres utilisations.

Le plus grand avantage de cette méthode est la possibilité de porter un seul regard sur plusieurs facteurs concurrents jouant un rôle dans la fixation des objectifs KPI. A titre d'exemple, les objectifs KPI sont souvent entraînés dans des directions opposées en fonction de l'énergie ou de la marge. Dans ce type de scénario, le modèle de simulation peut être utilisé pour générer un objectif KPI optimal avec le maximum de marge et le minimum de coût énergétique.

6.5.8 Validation des données

Une fois les KPI et les sous KPI tous identifiés on devra les configurer dans le système en temps réel et assurer un suivi sur une certaine période pour en contrôler la cohérence et la solidité.

Les problèmes d'instrumentation tels que mesureurs ou contrôles de précision manquants doivent être résolus. On recommande de vérifier tous les instruments faisant partie des calculs de l'EMIS avant son développement. Ainsi le calcul des KPI aura une base saine. Il est essentiel qu'à la fin de ce processus on puisse effectuer des calculs sérieux en temps réel sur un large éventail de scénarios d'exploitation. En cas de données insuffisantes ou de mauvaise qualité on pourra avoir recours à des simulations par organigrammes.

6.6 EMIS Aptitudes et compétences

Le développement et la mise en œuvre d'un EMIS nécessitent un échantillonnage complet d'aptitudes. Celles-ci varieront suivant la phase du projet. Fondamentalement, il s'agit d'un projet de gestion du changement bien qu'il y ait un besoin fort en ingénierie d'exploitation et de procédé ainsi que certaines compétences en informatique des procédés. Ce qui sous-entend clairement que les domaines de compétences techniques sont des éléments forts de compétences en communication et en gestion de projet.

Une étude complète des aptitudes et compétence en gestion de l'énergie se trouve au chapitre 11.

6.7 Applications et Processus EMS clés

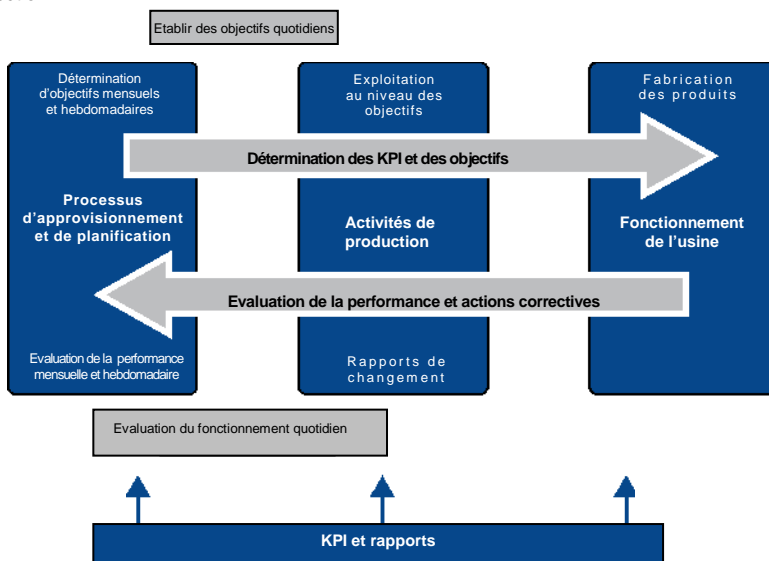
Pour faciliter le développement documenté du système de gestion de l'énergie, deux secteurs clés seront examinés en détail. Faire fonctionner l'usine et entretenir l'équipement avec efficacité sur le plan énergétique est essentiel à tout programme d'efficacité, c'est la base du fonctionnement quotidien. De nombreux facteurs influent sur l'efficacité et le succès des activités. Il y a souvent des objectifs potentiellement contradictoires. Compte tenu de cette situation, il est important que les décisions concernant les problèmes énergétiques soient prises au niveau approprié.

Les chapitres 7 et 8 parlent des processus de gestion de l'énergie pour la gestion de la performance opérationnelle et la gestion de la maintenance, respectivement, et suggèrent des méthodes génériques qui pourraient servir de base au développement de pratiques EMS spécifiques au site.

7 Détermination des objectifs énergétiques et évaluation de la performance

Compte tenu de la diversité des facteurs qui influent sur l'énergie, le processus de détermination des objectifs de l'évaluation de la performance devient l'activité majeure pour obtenir une consommation énergétique efficace. C'est l'occasion de rassembler les différents éléments relatifs à l'énergie dans un seul processus équilibré au niveau d'un site, d'un secteur ou d'une unité. Avec un tel concept, il est nécessaire d'accepter les principes primordiaux suivants.

- Une base de données énergie intégrée est essentielle. Elaborée par les données du procédé et ayant un accès aisé aux données historiques pouvant être trouvées dans des rapports axés utilisateurs.
- On doit définir des objectifs cohérents, des KPI, des rapports et un processus d'évaluation appropriés à tous les niveaux de l'organisation.
- Les KPI et l'évaluation de la performance doivent être adaptés au niveau du regard de la direction.



Deux processus fondamentaux et complémentaires sont développés : le processus de définition d'objectif énergétique qui s'établit aussi bien à partir des objectifs annuels fixés à haut niveau, qu'à partir des variables procédé en temps réel contrôlées par l'opérateur, et le processus d'évaluation de la performance énergétique qui de la même manière se construit aussi bien à partir d'une action corrective en temps réel qu'à partir de l'estimation de la performance énergétique par la direction.

7.1 Le processus de définition de l'objectif énergétique

La base du contrôle de performance est de fixer des objectifs de performance adaptés. Ce processus démarre avec les objectifs annuels du site à un niveau élevé et se développe avec une fréquence et une granularité croissantes vers des objectifs opérationnels quotidiens pour les drivers de l'usine ayant une influence sur l'énergie.

Il est important de considérer les paramètres opérationnels **sous contrôle de l'opérateur** comme l'objectif final de la définition au niveau opérationnel, car ce sont eux qui ont une influence sur la consommation d'énergie de l'unité en question. Ainsi on veut avant tout définir des objectifs optimaux pour ces variables et contrôler les écarts par rapport à l'objectif. Ce sont les variables dénommées "Energy Driver". Ce sont typiquement les températures, les pressions, etc...

Par exemple on sait bien que l'efficacité énergétique d'une colonne de distillation est améliorée si la pression de la colonne est réduite. Ainsi on fixe un objectif de pression minimum de colonne (compatible avec les contraintes qualité produit) et on contrôle le fonctionnement de la colonne sous cette pression.

7.1.1 Objectifs de contrôle de l'énergie du site et structure des KPI

Chaque site tiendra un tableau de bord des indicateurs énergétiques et des émissions afférentes. Il inclura à la fois les KPI au niveau du site et ceux des principales unités du site.

On désignera un responsable de ces indicateurs et du processus de fixation d'objectifs de ces indicateurs et de leur suivi (par exemple, fréquence de définition, contrôle, validation et mise à jour).

Les objectifs des KPI (indicateur clé de performance) seront définis comme indiqué dans les sections suivantes (définition annuelle, mensuelle, hebdomadaire) et l'analyse de la performance par rapport aux KPI sera passée en revue) à la section 7.1.2. Vous trouverez plus de détails sur les structures des KPI énergétiques et les différents indicateurs utilisés dans le chapitre 6 sur l'EMIS (Système d'information de la gestion énergétique). Typiquement il comprend un objectif énergétique annuel pour le site (énergie/matière première) et s'oriente vers les objectifs de consommation énergétique et d'émissions de l'unité (Consommation de l'unité et/ou perte) établis sur une base mensuelle.

Les indicateurs calculés à des fréquences plus élevées (hebdomadaires ou quotidiennes) ne feront pas partie du tableau de bord du site mais seront néanmoins utilisés dans le processus global de contrôle de la performance décrit dans ce manuel. Ces indicateurs devront être cohérents avec les objectifs fixés dans le tableau de bord du site. C'est le processus de définition d'objectifs en cascade qui relie les objectifs annuels du site à haut niveau et les variables usines en temps réel directement sous contrôle de l'opérateur.

7.1.2 Définition de l'objectif annuel

Les objectifs de performance du site sont approuvés et validés chaque année dans le cadre du budget et du plan annuel. Cela comprend les objectifs énergétiques du site à haut niveau, tels que l'intensité énergétique ou un objectif énergétique spécifique. On définira la valeur de cet objectif en accord avec les hypothèses de matières premières et de production dont le plan annuel prend en compte les prévisions de facteurs ayant un impact sur la performance énergétique : arrêts, changements d'équipement et de configuration, etc.. Idéalement un arrêt saisonnier, par exemple dans les objectifs de planification trimestrielle, fournira une base plus réaliste pour l'année suivante.

7.1.3 Définition de l'objectif mensuel

Chaque mois le site devrait fixer des objectifs pour la période suivante sur le tableau de bord énergie (KPI du site et KPI au niveau unité). Ces objectifs seront fonction des objectifs annuels mis à jour avec le plan de production des 30 derniers jours (liste de matières premières, type de produit, disponibilité attendue de l'usine). Ces objectifs au niveau de l'unité seront alors utilisés pour évaluer la performance des unités pendant le mois suivant et serviront de base à des objectifs énergétiques plus précis dans les unités respectives.

Contraintes énergétiques – Le plan de production devrait être comparé avec les contraintes énergie/émissions (par ex. exploitation à des niveaux de CO₂ plafond). En outre on devrait mettre à jour mois par mois sur la base du dernier plan de production la projection à fin d'année des KPI du site pour disposer d'une image reflétant les dernières productions et disponibilités pour l'année complète.

7.1.4 Objectifs opérationnels hebdomadaires et définition des instructions d'exploitation

En fonction du calendrier de production de la semaine suivante (établi par le Département Prévisions et Planification) on préparera une liste détaillée d'objectifs énergétiques pour les sous-unités et l'équipement de la zone de production concernée. Cela permettra de prendre les décisions (productions, modes opératoires, etc.) compatibles avec des objectifs énergétiques réalistes au niveau de l'usine. Généralement ces objectifs seront les variables opérationnelles des drivers tels que débits, températures, taux de reflux dans la colonne, etc. Ces objectifs seront ensuite validés et inclus dans les instructions d'exploitation quotidiennes.

(Voir section 6.6.7 pour les techniques de définition d'objectifs).

Les performances quotidienne et hebdomadaire seront évaluées par rapport aux objectifs sur la base de la performance en cours.

7.1.5 Activités quotidiennes et en temps réel

Les objectifs énergétiques sont inclus dans les instructions d'exploitation de l'unité transmises à l'opérateur. La tâche des techniciens d'exploitation est de maintenir l'exploitation au niveau de l'objectif et de noter les causes de variation.

7.2 Le processus d'analyse de performance énergétique

La performance énergétique sera passée en revue de manière structurée, en estimant la consommation d'énergie avec les indicateurs appropriés à la fréquence, au contrôle et à la durée des opérations pour le processus d'évaluation en question. Des actions correctives d'amélioration seront identifiées, documentées et devront ultérieurement faire l'objet d'un suivi. Les problèmes qui nécessitent une action hors contrôle ou compétence de l'évaluation en question seront transmis au niveau supérieur pour résolution.

7.2.1 Evaluation de la performance énergétique quotidienne

La performance énergétique d'un secteur durant les dernières 24 h sera passée en revue dans le cadre de la réunion quotidienne exploitation/maintenance. L'objectif premier est de faire fonctionner l'usine conformément aux objectifs.

Les entrées :

- Les rapports de l'équipe de nuit
- Le rapport de performance de gestion énergétique sur 24 h avec les détails de la performance actuelle par rapport aux objectifs énergétiques pour la période.

Les actions identifiées incluront :

- Suggestions de modifications des instructions d'exploitation pour la période à venir.
- Entretien à court terme et réparations à prendre en compte par le personnel de jour.
- Problèmes qui doivent être remontés au niveau de l'équipe de production ou du site pour action.

Le cas échéant, les problèmes doivent être notés dans les systèmes de rapport d'entretien et/ou de non conformité.

7.2.2 Evaluation de la performance énergétique hebdomadaire

On passera en revue la performance énergétique d'un secteur de production sur la semaine lors de la réunion hebdomadaire de l'équipe de production (ou mensuelle selon la fréquence des réunions). Le but ici est d'identifier les problèmes et les actions correctives correspondantes pour la performance énergétique au delà des précédentes 24 h. En particulier, les sujets nécessitant une enquête plus approfondie et un suivi.

Les entrées incluront :

- Rapport EMIS de performance pour la période précédente avec performance réelle comparée à l'objectif.
- Problèmes remontés de la réunion quotidienne de secteur
- Actions prises lors de la réunion mensuelle d'analyse de la performance énergétique du site.

Idéalement on passera en revue la performance énergétique du site pour les 7 jours passés dans une réunion de production à l'échelle du site (si elle existe) pour prendre en considération tous les aspects (par ex. les approvisionnements des utilités et en combustible).

Les entrées peuvent inclure :

- Les problèmes remontés des diverses réunions de secteur quotidiennes
- Données de performance énergétique du site hebdomadaires ou mensuelles à ce jour
- Problèmes d'énergie exceptionnels issus du planning de production à venir (par ex. séries spéciales, charges anormales de matières premières)

Les sorties identifiées pourraient inclure :

- Instruction liée à l'énergie commune à toutes les unités
- Suggestions de modifications des instructions d'exploitation pour la période à venir.
- Instructions spécifiques à une unité particulière suite à débat au sujet du site
- Contraintes liées aux utilités et implications pour les usines, pour la période à venir.

7.2.3 Analyse mensuelle de la performance énergétique du site

La performance globale de l'énergie du site devrait être passée en revue chaque mois lors de la réunion mensuelle d'analyse de la performance énergétique du site. Il s'agit d'un élément essentiel de la gestion de l'énergie du site et le responsable énergie du site et idéalement le responsable du site devraient y participer. Les indicateurs à analyser comprendront les calculs d'énergie à échelle du site et le KPI le plus élevé pour chaque unité sur la base de la performance du mois précédent. On étudiera dans cette réunion la performance du mois précédent et aussi la performance à ce jour par rapport aux objectifs annuels.

Les entrées incluront :

- Les indicateurs de performance mensuelle (réelle) pour le site et les principales unités.
- Le plan annuel et les objectifs mis à jour (site et unités)

Les sorties identifiées incluront :

- Les questions à plus long terme (études spéciales) qui relèvent du processus d'amélioration de l'activité de l'entreprise, pouvant conduire peut être à des investissements financiers.
- Questions énergétiques pour consolidation à la réunion mensuelle des non conformités du site. (formation, aptitudes, responsabilités sur l'énergie, procédures de travail)
- Les questions liées à l'amélioration et aux actions correctives à transmettre (via le responsable de l'unité de production) aux réunions d'équipes production du secteur.
- Mise à jour des plans de l'énergie pour le reste de l'année.

Quelles que soient les procédures d'amélioration adoptées par l'entreprise, le point clé est que le contrôle de la performance énergétique devrait générer des actions correctives d'amélioration. Pendant de nombreuses années de telles réunions ont servi à justifier des écarts lorsque les objectifs n'étaient pas atteints, et non pas à mettre en place un vrai processus d'amélioration.

8 L'impact des pratiques de maintenance sur la performance énergétique

Le rôle que joue la maintenance des équipements dans l'efficacité énergétique est souvent sous-estimé. Des problèmes tels que le nettoyage optimal des échangeurs de chaleur pour en assurer la meilleure récupération et de l'entretien d'équipements clé comme les turbines à vapeur et les souffleurs de suie de fours, jusqu'à des sujets plus terre à terre de fuites de vapeur, de purgeurs de vapeur et de calorifugeage de tuyauterie, tous jouent un rôle important dans le maintien de la performance énergétique. Il est prouvé que les contrats d'entretien, souvent gérés par des services qui ne sont pas nécessairement concernés par l'optimisation des procédés, ont souffert des réductions de coûts fixes au cours des derniers exercices. D'où la nécessité de stratégies énergétiques claires et de processus de travail pour les activités de maintenance.

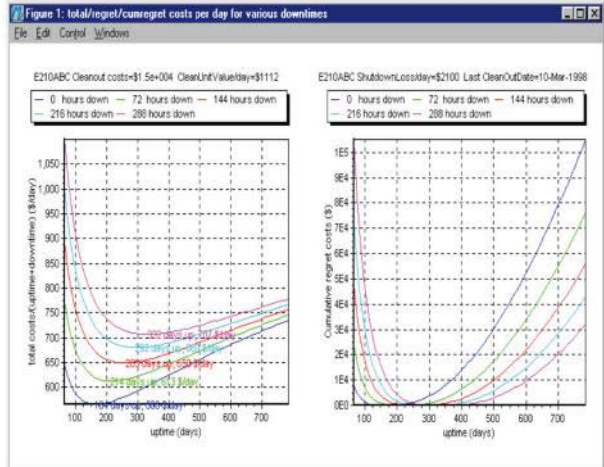
Lors de l'élaboration d'une stratégie et des processus de travail pour les activités de maintenance liées à l'énergie, le concept du registre de l'équipement critique en matière d'énergie doit être présenté. Ceci est analogue aux idées les plus connues sur les équipements critiques de sécurité et les équipements critiques de qualité. En d'autres termes, un équipement dont la défaillance a un impact significatif sur l'efficacité énergétique de l'usine doit être identifié et des mesures d'entretien appropriées doivent être mises en place pour en atténuer le risque de défaillance.

Les outils de maintenance et de logiciels modernes signifient que c'est une tâche simple et devrait faire partie des outils de planification de la maintenance normales. Idéalement, il ya 2 composants :

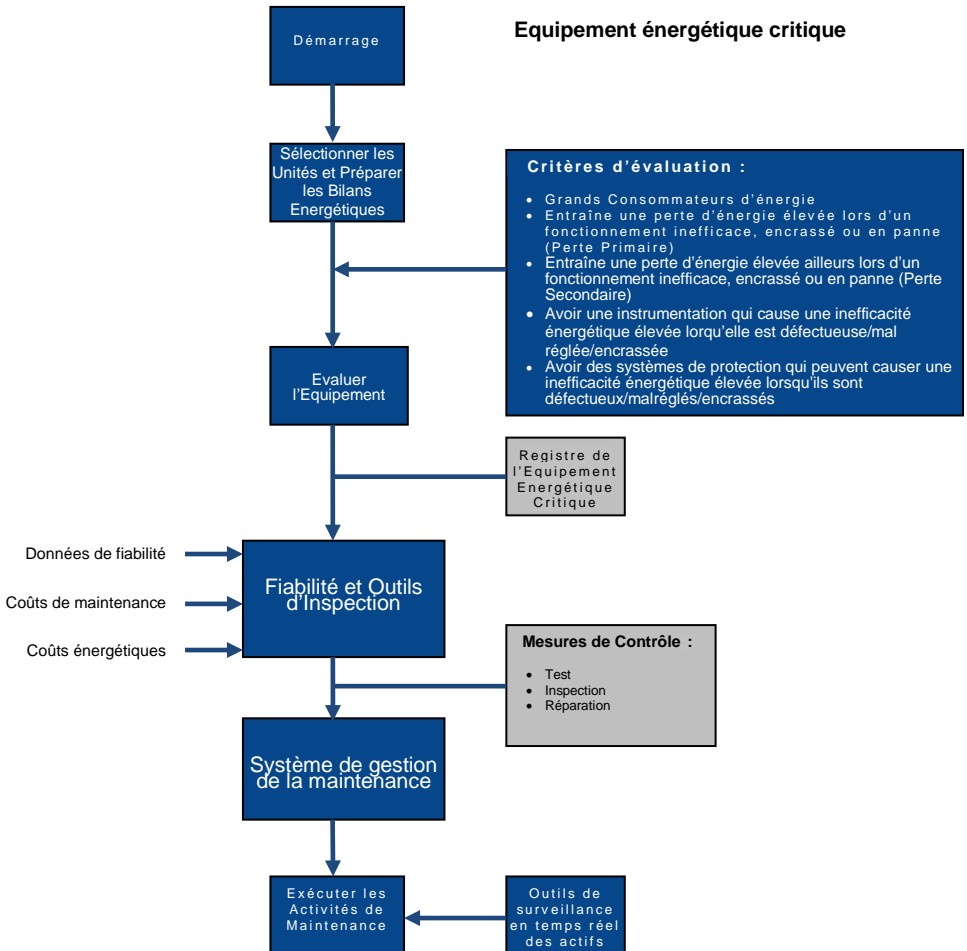
2) Outils d'inspection axés sur les risques statistiques qui déterminent de

façon proactive et rentable le plan optimal des tâches de maintenance / inspections / tests ou les exigences spécifiques de l'équipement dans son contexte d'exploitation. Le but est généralement de maximiser la fiabilité, l'intégrité et la disponibilité. Les coûts de défaillance, de l'impact sur la performance énergétique et de réparation sont combinés avec des modèles de disponibilité et de performance statistiques pour déterminer le calendrier d'inspection / réparation / entretien le plus rentable. Donc, cela pourrait être un plan de nettoyage optimisé pour un échangeur de chaleur (équilibre des coûts de nettoyage contre l'amélioration de la performance) ou un programme de maintenance préventive pour un ensemble turbo-alternateur clé. Une autre application pourrait consister en un programme d'inspection des purgeurs de vapeur par échantillonnage.

1) Les systèmes de gestion de maintenance (par exemple SAP) qui programment et enregistrent les résultats des tests de maintenance, des inspections et des réparations. C'est le cheval de bataille qui crée les plannings, conserve les enregistrements des inspections et qui est aujourd'hui couramment utilisé.



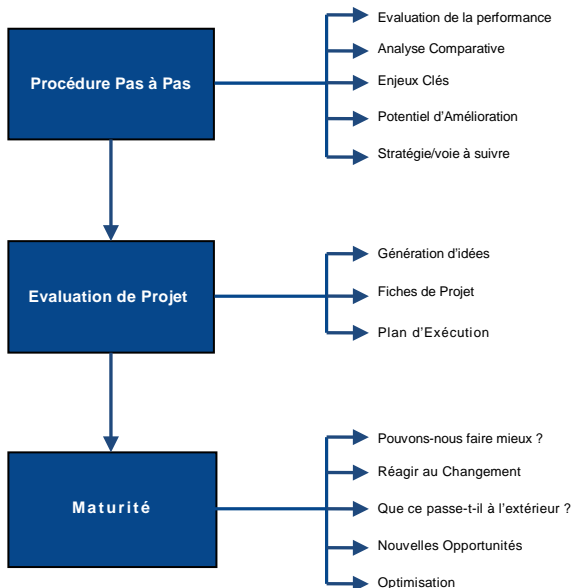
Ceux-ci peuvent être complétés par des outils de surveillance en ligne des machines et équipements, fonctionnant typiquement avec l'historique de l'exploitation de l'usine qui mesure et évalue la performance de l'équipement. La combinaison de ces outils dans un processus intégré permet le développement d'une stratégie d'équipement critique pour l'énergie. Le processus opérationnel sera fixé dans le cadre du système de gestion de l'énergie.



9 Mise en place du changement : Opportunités, Contrôle et projets d'amélioration.

Les chapitres précédents ont traité de la construction du Système de Gestion de l'Energie (EMS) et des sources d'information afférentes. Elles fournissent la base de la culture, de l'organisation, du processus et des données sur lesquelles bâtir les projets d'amélioration énergétique. Ce chapitre examine maintenant les mécanismes permettant d'identifier des idées et des projets spécifiques à l'amélioration de l'énergie.

Inévitablement, il existe plusieurs approches possibles avec beaucoup de possibilités de chevauchement en termes de timing et de contenu technique. Les méthodes adoptées reflèteront forcément les conditions et les priorités locales. Les méthodes présentées ici ont des objectifs distincts mais que l'utilisateur peut combiner ou rationaliser à son gré. Elles peuvent être suivies par le personnel local, des spécialistes de l'entreprise ou des consultants externes et des fournisseurs dans le cadre d'une approche clé en mains. Chaque voie a ses avantages et ses inconvénients, en particulier en ce qui concerne l'équilibre entre les connaissances locales et celles des spécialistes.



Etude énergétique pas à pas – une courte (c'est à dire une semaine) évaluation de la performance énergétique globale et de l'étendue des économies d'énergie sur un site de fabrication. Elle donne un bilan de santé de l'énergie, des questions stratégiques clés, des grandes lignes, et des suggestions d'amélioration.

Identification d'opportunités et évaluation du projet – généralement un exercice d'une durée de 1 à 2 mois avec une analyse en profondeur, pour identifier les opportunités d'efficacité énergétique et établir une liste de priorités qui peuvent être utilisées comme base de développement d'un projet détaillé.

Générer des améliorations continues –Un site mature peut avoir commencé avec un plan d'amélioration spécifique et un premier lot de projets énergétiques mais on peut espérer qu'après avoir acquis une certaine maturité les processus EMS continueront à produire des idées pour améliorer l'efficacité énergétique, c'est ainsi qu'on voit l'aboutissement d'une véritable culture de l'amélioration énergétique.

9~1 L'analyse pas à pas de l'énergie

L'analyse pas à pas de l'énergie, généralement une semaine d'étude, a pour but d'identifier les défauts d'efficacité dans le processus des organisations, des unités de stockage, de manutention, et des utilités .C'est une analyse comparative entre les utilisations des installations et les "meilleures pratiques", elle fait des recommandations pour améliorer l'efficacité énergétique dans ces installations. Il en résulte un tableau des points forts et points faibles de la performance énergétique actuelle d'une installation, qui aide à esquisser un programme d'amélioration et plante le décor pour développer une stratégie énergétique du site.

L'analyse pas à pas est une démarche d'entretiens interactive. La direction, les ingénieurs procédé et les techniciens seront interrogés et sollicités pour fournir des informations.

Les entretiens porteront sur l'analyse des régimes des flux procédé. Les régimes des flux fournissent une base de discussion sur le thème de l'énergie. Peut être 2 ou 3 heures de discussion par unité. L'observation des régimes des flux commence au début du procédé et se déplace au travers du diagramme des flux vers toutes les extrémités. L'objectif de l'entretien est d'identifier tous les secteurs où l'énergie entre, sort ou est échangée dans le procédé et de s'interroger sur l'efficacité de ce fonctionnement.

Les résultats des entretiens servent à identifier des opportunités d'amélioration de l'efficacité énergétique. On identifie des critères techniques, économiques et de fonctionnement simples pour trier et prioriser les opportunités d'amélioration. A ce stade on ne cherche pas à faire une liste détaillée de propositions de projets élaborés, c'est le rôle du programme d'évaluation, mais l'analyse pas à pas doit indiquer les forces et les faiblesses du fonctionnement actuel et les secteurs qui ont besoin d'être corrigés.

Il est utile d'inclure une évaluation de la maturité de la gestion énergétique (voir annexe B) dans le programme. Un des objectifs de l'analyse pas à pas est d'évaluer la situation et la maturité du fonctionnement énergétique des sites et de poser les bases d'une stratégie de développement à plus long terme et d'actions d'amélioration.

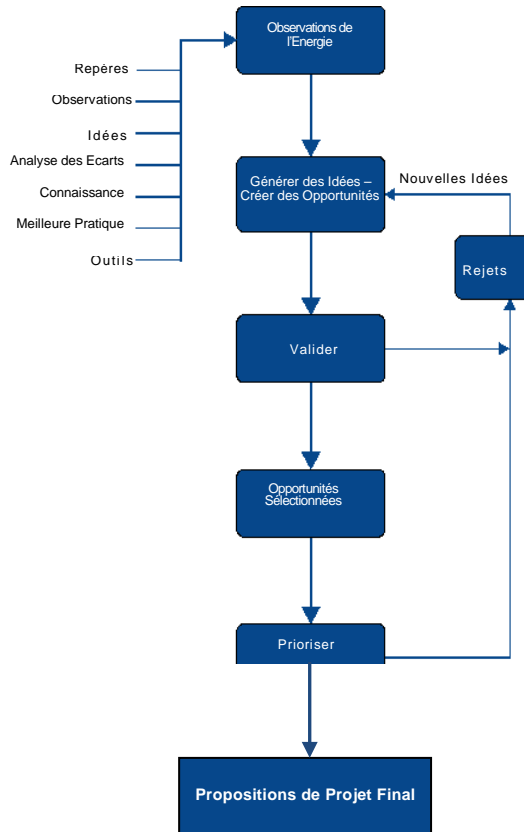
Un modèle d'analyse pas à pas et une liste de questions pour les entretiens figurent en annexe D.

9~2 Projets énergétiques - Identification et évaluation

Alors que l'analyse pas à pas cherche surtout à identifier les écarts et le potentiel, l'évaluation du projet énergétique est centrée sur la création d'idées d'amélioration. C'est un processus plus conceptuel et rigoureux qui fournira un éventail de projets individuels d'efficacité énergétique, chacun avec une estimation des avantages, des coûts préliminaires et de la faisabilité. Le processus peut prendre un ou deux mois selon la taille de l'installation et nécessitera des discussions plus approfondies avec les unités que pour l'analyse pas à pas. L'objectif est généralement d'identifier une liste de propositions de projets adaptés pour être développés, autorisés et mis en œuvre. C'est donc essentiellement un processus de détermination de la portée d'un projet, constitué par la génération d'idées, leur validation et par les phases de définition de projet.

Au cours de la phase finale d'élaboration d'idées ; on rédige une liste de nombreuses observations sur la performance énergétique. A ce stade ce ne sont simplement que des observations (par ex. le relevé de la température du flux X est supérieur de 25°C à ce qui est prévu) – la cause et l'action possible ne sont pas prises en compte. Les observations sont alors validées, réduites à l'essentiel, et servent à établir une liste d'opportunités d'amélioration. Ces opportunités sont alors étudiées et validées, testées par rapport aux contraintes afin d'établir un portefeuille priorisé de projets à mettre en œuvre.

On peut imaginer que d'environ 250 observations sortiront 75 opportunités dont 40 seront validées dans une liste restreinte et 15-20 formeront la liste de propositions de projets réalistes. Ceux ci représenteront un avantage financier (de +/- 30 %) et seront étudiés en détail pour permettre à un développeur de procédé d'élaborer un projet prêt à être soumis à l'approbation de la Direction.



processus d'évaluation de projet peut impliquer une équipe de 3 ou 4 ingénieurs sur site sur une période de deux mois avec le support d'ingénieurs spécialisés si nécessaire. Il peut être bien sûr être utile de faire venir par exemple un spécialiste four ou turbine pour une étude de l'équipement intra site comme élément de l'évaluation si cela est jugé nécessaire. Généralement il est utile d'avoir un spécialiste des utilités à plein temps dans l'équipe.

Outre la pré-visite habituelle de fourniture des schémas de tuyauterie et d'instrumentation (P&IDs), des manuels procédé et ainsi de suite, une préparation clé ou un élément de début de phase doit être en accord avec les seuils financiers et commerciaux, le prix de l'énergie, les méthodologies et des contraintes avec le site. Ceci détermine la prise de décision du processus et beaucoup de temps sera économisé si ceux-ci sont acceptés et compris par toutes les parties au début de l'évaluation.

9.2.2 Processus d'évaluation et études du fonctionnement

Une proposition d'approche pas à pas au processus d'évaluation et au développement des premières observations liées à l'énergie dans la liste finale des propositions de projets figure en annexe E.

9.2.3 Création de projet et validation

Il existe de nombreuses méthodes bien connues pour l'évaluation financière du coût d'un projet (simple retour sur investissement, coût du cycle de vie, indice de rentabilité, etc.) Ces sujets sont abordés dans la section 9.4. La plupart des entreprises ont une méthodologie d'évaluation de projet standard et un ensemble de critères / seuils d'investissement qui doivent être appliqués. Il est essentiel qu'ils soient bien compris avant de commencer l'évaluation.

Alors que ces calculs sont une exigence normale de l'évaluation financière finale pour la mise en œuvre des propositions de projets, il est utile d'avoir une méthode préliminaire de validation de projet. Le système matriciel suivant est un outil de tri utile qui peut être utilisé pour réduire les opportunités dans une liste de projets potentiels. Ces techniques sont courantes et il existe des variantes du système de base. Les limites dépendront de la nature de l'entreprise et devraient être définies et validées avec le personnel de l'entreprise avant le début de l'évaluation. On peut ajouter plus de catégories et il est également possible d'ajouter des facteurs de pondération à ces catégories. Encore une fois, tout ce qui est finalement adopté nécessite un accord initial.

	Classement			
	1	2	3	4
Avantages Nets	<£50k pa	£50k – £500k pa	>£500k pa	>£1m pa
Facilité de Mise en Œuvre	Très Difficile	Nécessite un Arrêt	Nécessite des travaux pour le Projet	Facile/Rapide
Capex	>£1m pa	>£500k pa	£50k-£500k pa	<£50k pa

Score = Bénéfices nets x Facilité de mise en œuvre x Capex (score max 64)

'Gains Rapides' = Facilité de mise en œuvre = 4 et score (Bénéfice x Capex) >8.

Ces techniques de validation sont très utiles et fournissent un élément rapide et vérifiable dans la conception et le processus de décision. Elles ne sont pas destinées à remplacer une rigoureuse justification financière du projet mais sont simplement un moyen d'éliminer les idées irréalisables d'une manière logique et cohérente.

9.3 Amélioration continue – Le fonctionnement mature

Le scénario présenté jusque là a porté sur le développement d'une forme de programme structuré d'amélioration, généralement dans le cadre d'une nouvelle initiative visant la performance énergétique d'un site. Cela va générer des idées et des projets.

Cependant il est également important qu'une fois le projet initial mis en service, avec un meilleur rendement énergétique du site, il doit y avoir une culture de processus de soutien mis en place pour garantir le renouvellement permanent d'idées sur l'efficacité énergétique. Les questions sur la performance énergétique durable ont été examinées ; la nature des drivers énergétiques est telle que des changements opérationnels peuvent rapidement modifier les questions concernant l'énergie. Deux ou trois changements consécutifs dans le fonctionnement et sans rapport entre eux peuvent modifier l'équilibre des utilités d'un site, disons d'un surplus de vapeur MP à une pénurie, et donc changer radicalement la stratégie énergétique d'un site. Il en est de même des considérations externes comme le prix des combustibles. Cependant le cycle d'opportunités et d'identification de projets doit continuer, idéalement comme élément de l'évaluation de performance (section 7.2). On peut imaginer qu'une modification des priorités opérationnelles et des conditions économiques pourrait relancer des idées de projet précédemment rejetées. C'est pourquoi il faut conserver toutes les opportunités dans la base de données y compris celles qui n'avaient pas été retenues jusque là.

Le processus d'évaluation de la performance générera sans aucun doute de nombreux éléments nécessitant une solution rapide ou des mesures correctives à court terme et une réparation. Toutefois, l'étude et la discussion doivent également garder un œil ouvert pour des questions plus structurelles qui nécessitent une intervention à plus grande échelle, des projets d'immobilisations et ainsi de suite. La surveillance des développements externes, des nouvelles technologies et des services qui peuvent être exploitées dans la recherche de l'amélioration de l'efficacité énergétique est un élément important de cette activité.

C'est cette attitude qui est absolument indispensable à une approche durable à long terme de l'efficacité énergétique. Un ensemble unique de projets énergétiques va inévitablement devenir obsolète, tomber dans l'oubli et la performance énergétique du site va se détériorer.

9.4 Planification financière et économie de projet

L'investissement du projet implique d'importants capitaux ainsi que les coûts associés au cours de la vie économique du projet. Il est généralement possible d'obtenir le même résultat de plusieurs manières et nous devons être en mesure de prendre des décisions d'investissement économique sur la bonne façon de procéder avec le projet. Il existe de nombreux manuels et guides qui fournissent des introductions complètes à l'économie du projet mais cette brève section donne un résumé introductif. Dans tous les cas, le soutien des économistes locaux de l'entreprise doit être recherché dans le choix des taux d'actualisation, des seuils d'investissement, etc.

9.4.1 Techniques d'évaluation de rentabilité d'un projet standard

Le principe qui sous-tend tous les types d'investissement est le rendement net que l'on attend de l'investissement proposé. Ce rendement net doit être évalué et comparé à l'investissement global dans le projet. La technique économique utilisée pour comparer différentes alternatives de conception en projetant (actualisation ou la composition) les coûts associés au cours de la vie économique du projet, est connu sous le nom d'Analyse du Cycle de Vie (LCA).

La Directive européenne relative à l'efficacité énergétique encourage en particulier l'utilisation de la LCA dans le cadre de ses exigences minimales en matière d'audit de l'efficacité énergétique (réf. EED Annexe VI).

La période de récupération et le retour sur investissement sont deux méthodes d'analyse utilisées fréquemment. Elles ne sont pas pleinement compatibles avec l'approche du coût du cycle de vie (LCC) en ce qu'elles ne prennent pas en compte toutes les valeurs pertinentes sur la période de vie et sur une base de temps commune. Malgré leurs inconvénients, ces méthodes peuvent fournir une mesure de premier niveau de rentabilité qui est, relativement parlant, rapide, simple et peu coûteuse à calculer. Par conséquent, elles peuvent être utiles en tant que dispositifs de dépistage initial pour éliminer les mauvais investissements les plus évidents.

Les quatre principaux types d'analyse qui suivent sont pleinement compatibles avec l'approche LCC : Coût total du cycle de vie (méthode de la valeur actuelle), Valeur actuelle nette (VAN), Indice de profitabilité ou ratio bénéfices/coûts et Taux de rentabilité interne (TRI).

Période de récupération

La période de récupération détermine le nombre d'années pour que le capital investi soit compensé par les bénéfices résultant :

$$\text{Période de récupération} = \frac{\text{Gain de l'investissement} - \text{Coût de l'investissement}}{\text{Bénéfices annuels} - \text{Coûts de fonctionnement annuels}}$$

Toutes autres choses étant par ailleurs égales, le meilleur investissement est celui ayant la période de récupération la plus courte.

Retour sur investissement (RSI)

Le RSI est une mesure de rendement utilisé pour évaluer l'efficacité d'un investissement ou pour comparer l'efficacité d'un certain nombre de différents investissements. Pour calculer le retour sur investissement, le bénéfice d'un investissement est divisé par le coût de l'investissement :

$$\text{ROI} = \frac{\text{Gain de l'investissement} - \text{Coût de l'investissement}}{\text{Coût de l'investissement}}$$

L'analyse du RSI compare l'ampleur et le calendrier des gains de l'investissement directement avec l'ampleur et le calendrier des dépenses d'investissement. Un retour sur investissement élevé signifie que les gains d'investissement se comparent favorablement aux coûts d'investissement. Les avantages de la méthode du RSI est qu'il est simple à calculer et qu'il est un concept familier dans le milieu des affaires.

Valeur actuelle nette (VAN)

La VAN est une analyse du flux de trésorerie actualisé (DCF pour discounted cash flow) qui compare le montant investi aujourd'hui à la valeur actualisée des flux de trésorerie futurs de l'investissement. En d'autres termes, le montant investi est comparé aux montants futurs de trésorerie après qu'ils soient actualisés par un taux de rendement spécifié. La VAN actualise tous les flux de trésorerie d'un projet pour une année de base. Ces flux de trésorerie comprennent, mais n'y sont pas limités, les frais d'équipement, les frais d'entretien, les économies d'énergie, et les valeurs de radiation. Les flux de trésorerie sont actualisés pour tenir compte de leur valeur temps. Une fois que tous les flux de trésorerie sont actualisés pour l'année de base, les flux de trésorerie sont pesés sur une base commune et peuvent être additionnés pour obtenir une «valeur actuelle nette totale». Une valeur actuelle nette positive indique un projet acceptable. Une VAN négative indique que le projet ne devrait pas être envisagé.

Indice de Profitabilité (IP)

L'indice de profitabilité, ou IP, (aussi connu comme ratio bénéfice/trésorerie (B/C pour benefit/cash ratio) ou ratio économies/investissement (SIR pour savings/investment ratio) compare la valeur actuelle des flux futurs de trésorerie de l'investissement initial sur une base relative. Par conséquent, l'IP est le rapport de la valeur actualisée des flux de trésorerie à l'investissement initial du projet.

$$\text{IP} = \frac{\text{Valeur actuelle des flux de trésorerie futurs}}{\text{Coût initial de l'investissement}}$$

Un IP de 0,75 signifie que le projet génère une unité monétaire en valeur actuelle pour chaque unité monétaire actuelle investie. Avec cette méthode, un projet est accepté si $\text{IP} > 1$ et rejeté si $\text{IP} < 1$.

Notez que la méthode de l'IP est étroitement liée à l'approche de la VAN. En fait, si la valeur actuelle nette du projet est positive, l'IP sera supérieur à 1. En d'autres termes, si la valeur actuelle des flux de trésorerie dépasse l'investissement initial, il y a une valeur actualisée nette positive et un IP supérieur à 1, ce qui indique que le projet est acceptable.

Taux de rentabilité interne (TRI)

Un taux de rentabilité interne est également une analyse de flux de trésorerie actualisé (DCF) couramment utilisée pour évaluer l'opportunité des investissements ou des projets. Le TRI est défini comme le taux d'intérêt qui rend la valeur actuelle nette de tous les flux de trésorerie égale à zéro. En termes d'analyse financière, le TRI peut être défini comme un taux d'actualisation qui rend la valeur actualisée des flux de trésorerie estimatifs égale à l'investissement initial. Plus le TRI d'un projet est élevé, plus il est souhaitable d'entreprendre le projet.

En supposant que tous les autres facteurs soient identiques entre les différents projets, le projet avec le plus grand TRI serait probablement considéré comme le meilleur et le premier à entreprendre. Le TRI ne doit pas être confondu avec la méthode du RSI qui calcule le taux de rentabilité qu'un investissement devrait donner. Le TRI exprime chaque alternative d'investissement en termes de taux de rentabilité, un taux d'intérêt composé.

Taux d'actualisation

Un élément important de l'analyse du DCF est la détermination du taux d'actualisation approprié qui doit être appliqué pour ramener les flux de trésorerie à leur valeur actuelle. En général, le taux d'actualisation doit être déterminé en fonction de plusieurs facteurs :

Risques associés au projet, taille du projet et durée de vie, horizon temporel, différents flux de trésorerie, considérations fiscales, etc.

Il s'agit d'un domaine spécialisé et la consultation avec l'économiste du site ou de l'entreprise devrait avoir lieu pour déterminer le taux d'actualisation approprié pour les projets en question.

Prendre la décision de lancer le projet ou non

Voici les 4 recommandations génériques pour prendre de meilleures décisions d'investissement :

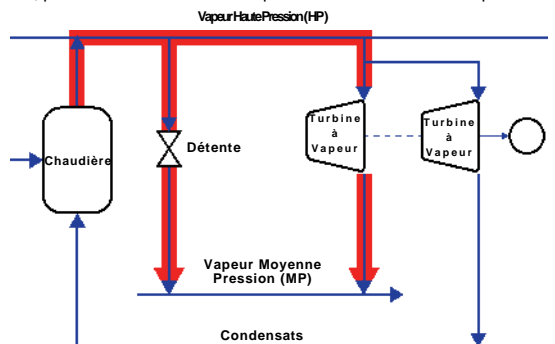
1. Se concentrer sur les flux de trésorerie, pas sur les bénéfices. Rester aussi proche que possible de la réalité économique du projet. Les bénéfices comptables contiennent de nombreux types d'anomalies économiques, les flux de trésorerie, en revanche, sont des faits économiques.
2. Se concentrer sur les flux de trésorerie supplémentaires. Se concentrer sur les variations des flux de trésorerie affectés par le projet. L'analyse peut exiger un peu de réflexion : une décision de projet identifiée comme le lancer ou pas peut cacher une substitution subtile ou le choix entre plusieurs options.
3. L'importance du temps. Le temps, c'est de l'argent. Selon la théorie de la préférence temporelle, les investisseurs préfèrent avoir de l'argent immédiatement (plus tôt que plus tard). Utilisez la Valeur actuelle nette (VAN) comme technique permettant de résumer l'attrait quantitative du projet.
4. L'importance du risque. Tous les projets ne présentent pas le même niveau de risque. On veut être compensé par un rendement plus élevé pour prendre davantage de risques. La façon de contrôler les variations de risque d'un projet à l'autre est d'utiliser un taux d'actualisation pour valoriser un flux de trésorerie compatible avec le risque de ce flux.

9.4.2 Evaluation marginale des utilités

Généralement, une entreprise utilise un ensemble de valeurs de produits pour l'estimation des projets d'investissement, peut-être y incorporant des primes de qualité, etc. Cependant les systèmes utilitaires, et en particulier les réseaux de vapeur à plusieurs niveaux, peuvent devenir un défi lorsque l'on examine en détail le prix des flux des utilités pour l'évaluation du projet.

Sur la plupart des sites, il ya différents circuits opérationnels disponibles pour générer une tonne supplémentaire de vapeur. Les coûts moyens historiques ne doivent pas être utilisés car ils ne reflètent pas les différents rendements de production, les contraintes actuelles et ce qui pouvait être obtenu à l'époque.

Considérons un réseau de vapeur à 2 niveaux, comme illustré. Il ya deux façons de valoriser la vapeur moyenne pression (MP). La valeur de vapeur MP généré à travers le poste de dilution est essentiellement



la valeur de la vapeur haute pression (HP) ajustée pour la différence d'enthalpie de HP/MP. Cependant la valeur de la vapeur MP générée par la turbine à vapeur est la valeur de la vapeur HP moins la production d'électricité. Ainsi, la valeur de la vapeur MP à partir de ces deux moyens de valorisation est différente et n'est pas la même que le coût moyen de la vapeur MP.

Il s'agit d'une considération importante et cela exige une compréhension des contraintes actives lors de l'attribution des prix des utilités. En réalité, ce sera plus complexe que le simple exemple cité ci-dessus : plusieurs turbines avec des efficacités différentes, des niveaux de vapeur multiples, etc.

L'utilisation de la rentabilité marginale :

- Etablit une distinction entre les différents niveaux de la production de vapeur
- Fournit les signaux nécessaires pour permettre l'optimisation du réseau vapeur
- Fournit la valeur réelle de l'énergie économisée lors de l'exécution de projets d'efficacité
- Cependant, elle est dynamique – comme le prix des combustibles ou comme le profil des demandes du site qui changent en fonction des contraintes actives des utilités et constituent ainsi des coûts marginaux

Cela illustre bien les avantages potentiels d'un système d'optimisation des utilités en ligne qui reconnaîtra les contraintes actuelles et ce qui affecte le prix, et prendra des décisions opérationnelles sur la stratégie de prix pertinent.

9.4.3 Seuils d'investissement pour les projets énergétiques

Les critères d'investissement traditionnels n'ont pas toujours bien servi les projets d'efficacité énergétique. Les investissements axés sur la production à court terme peuvent apparaître plus attrayant que les projets énergétiques à long terme dont on ne récupère les bénéfices qu'après de nombreuses années. Dans le climat économique difficile actuel où les budgets de capex sont limités, les projets d'efficacité énergétique peuvent ne pas avoir la priorité face à des investissements en matière de sécurité ou de produits connexes.

Pour atténuer ces effets, les entreprises se tournent de plus en plus vers des propositions de critères spéciaux d'investissements énergétiques qui reflètent mieux la nature à plus long terme de tels projets. Ainsi, alors qu'un seuil d'indice de rentabilité de 4 (par exemple) peut être nécessaire pour des projets standards, un seuil de 2 peut être utilisé pour les projets énergétiques.

Une telle philosophie se reflète dans la matrice de maturité du Carbon Trust (annexe B) où "une discrimination positive en faveur de programmes "verts"... est considérée comme la meilleure pratique.

Exemple. L'Entreprise X (un grand site raffinerie / pétrochimique) a eu un grand surplus de vapeur basse pression - la contrainte était sur la vapeur à moyenne pression. Donc l'approche traditionnelle du prix des utilités a donné une valeur nulle à la vapeur basse pression - il n'y avait aucun avantage apparent à économiser de la vapeur basse pression. Cependant, c'était contraire au sens commun technique et opérationnel - cela impliquait qu'il n'y avait aucun avantage financier à réparer les fuites de vapeur. Ainsi, en collaboration avec l'économiste du site, une valeur de vapeur basse pression a été choisie pour constituer une incitation à un programme de réparation des fuites de vapeur. Parallèlement à cela, les activités visant à rééquilibrer la répartition moyenne/basse pression ont aidé à l'économie de vapeur basse pression.

10 Outils et techniques communs pour l'Energie

Une liste de techniques d'amélioration du rendement énergétique couvrant tous les secteurs ne peut être présentée dans cet ouvrage - le lecteur est invité à la littérature spécifique par secteur tel que les meilleures techniques disponibles de l'UE qui sont spécifiquement écrites pour chaque secteur (acier, papeteries, pétrole, textiles, etc. - voir l'annexe G).

Cependant il existe de bonnes pratiques génériques généralement applicables dans les industries chimiques et les procédés industriels et qui sont susceptibles de convenir dans la plupart des plans d'amélioration énergétique. Ce sont les bonnes pratiques de base dont un aperçu est présenté ici. Des conseils détaillés de mise en œuvre peuvent être trouvés dans de nombreux textes et manuels standard.

10.1 Mesure et contrôle des flux d'énergie

Une mesure précise des flux d'énergie et une bonne maîtrise des paramètres influençant l'énergie constituent un fondement essentiel absolu pour presque toutes les initiatives d'amélioration énergétique. En effet, il s'agit probablement d'un des moyens les plus efficaces d'améliorer l'efficacité énergétique.

Le chapitre 6 sur les systèmes d'information de gestion de l'énergie examine en détail le rôle de l'information sur l'énergie dans le processus décisionnel. Le fondement de ceci est un ensemble efficace et complet de mesures. Malheureusement, parfois, dans le passé, la fourniture de mesures d'énergie a souvent été sacrifiée lors de la conception de l'usine pour une raison d'économie. De même, la fourniture de mesures sur les unités fournies clé en main telles que les turbines a été laissée à l'initiative du fournisseur et n'a pas été pleinement intégrée dans le système d'instrumentation de l'usine. Ainsi, il est assez fréquent pour un projet d'énergie d'avoir besoin d'instrumentation supplémentaire. À cet égard, la croissance de l'instrumentation sans fil au cours des dernières années a fait de la rénovation des points de mesure une perspective plus économique. Des mesures locales peuvent désormais facilement être ramenées à la salle de contrôle et au DCS.

10.1.1 Bilans massiques et énergétiques

Être capable d'élaborer un bilan énergétique autour de l'unité de fabrication en question est un élément fondamental dans le reporting et l'analyse de données sur l'énergie. Il permet une compréhension de la répartition de la consommation d'énergie et des pertes, et est la ligne de base permettant de déterminer les possibilités d'amélioration. Lorsqu'il est contrôlé en temps réel, il fournit une base pour le calcul des rapports énergétiques, des indicateurs de performance (KPI) et l'identification consécutive des changements dans le fonctionnement. Une mesure de haute qualité des flux d'énergie (enthalpies) est essentielle.

Dans certains cas - par exemple la perte d'énergie par l'intermédiaire d'un refroidisseur d'air, il n'est évidemment pas possible de mesurer directement l'énergie perdue dans l'atmosphère. Dans de tels cas, elle devra être calculée par différence à partir d'un bilan énergétique autour de l'équipement en question.



Examinons les quatre principales classes d'énergie impliquée :

10.1.1.1 Flux de matières premières et de produits

La clé, c'est une mesure précise et complète de tous les flux de matières premières et de produits entrants et sortants. Lors de l'élaboration des bilans énergétiques, les conditions d'étalonnage des mesures de débit doivent être vérifiées. Dans le calcul de l'enthalpie des flux, la température de fonctionnement correcte doit être utilisée pour la détermination des valeurs de chaleur spécifique. S'il existe de grandes variations de températures de fonctionnement (à différents modes) alors la compensation de température doit être envisagée. (Par exemple, la chaleur spécifique d'un produit pétrolier léger change de 0,625 à 0,675 kcal / kg.°C lorsque la température s'élève de 150 à 200°C). Donc attention, car ces détails sont importants. Dans le cas de l'écoulement de gaz, la compensation en pression doit être envisagée.

10.1.1.2 Vapeur

Les enjeux relatives à la mesure de vapeur nécessitent une installation correcte (pour éviter les problèmes de condensation) et (le cas échéant) les corrections appropriées pour compenser l'effet des changements de température et de pression. Il ya une foule d'instruments disponibles à la fois pour la vapeur (et les débits d'air), mais les deux technologies dominantes sont le Vortex et les mesures de pression différentielle utilisant des éléments primaires (diaphragmes, tubes de Pitot, tuyères). L'avancement de la technologie par mesure de pression différentielle permet maintenant l'utilisation de transmetteurs multivariables qui peuvent mesurer la pression différentielle (débit volumique), la pression statique et la température au sein du même instrument. Ainsi, l'instrument est capable de calculer le débit massique entièrement compensé de vapeur d'eau ainsi que sa teneur en énergie. Lorsqu'il est utilisé avec un Annubar (tube de Pitot), la perte de charge est négligeable et les coûts d'installation sont très réduits par rapport à l'installation d'un débitmètre en ligne (ne nécessite qu'un seul support de montage à souder en place et qu'un seul point d'entrée dans la tuyauterie).



10.1.1.3 Combustibles

De même qu'il est évident de mesurer avec précision les débits, pour lesquelles de nombreux commentaires précédents s'appliquent, un paramètre important est le pouvoir calorifique des combustibles. Si le combustible est d'une composition conforme - par exemple, du fioul ou du gaz naturel provenant d'un fournisseur, alors une valeur fixe peut être utilisée. Les systèmes utilisant des sources différentes de gaz combustibles internes sont beaucoup plus susceptibles d'avoir des pouvoirs calorifiques soumis à forte variation. Dans de tels cas, la compensation en ligne par un appareil de mesure de densité relative du combustible peut apporter une amélioration significative de la précision. En général, pour les types de gaz similaires, le pouvoir calorifique diminue à mesure que le poids moléculaire augmente. Les problèmes de dynamique de mesure doivent également être considérés - en particulier si des mesures de débit de type racine carrée / pression différentielle sont utilisées. Des systèmes de transmetteurs à double portée peuvent être appropriés.

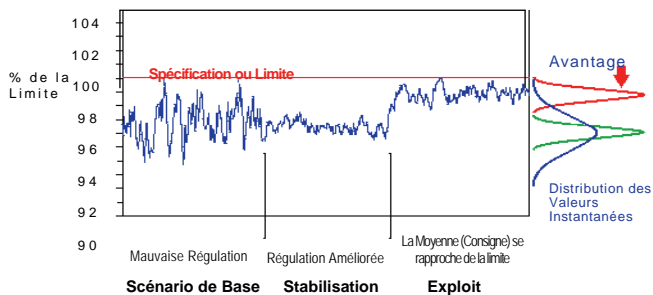


10.1.1.4 Mesures de puissance électrique

La plupart des usines de procédés industriels contrôlent les équipements soumis à des moteurs électriques à partir d'un Centre de Contrôle Moteur (MCC) via le système de contrôle. Beaucoup sont équipés avec des compteurs électriques et la puissance consommée par l'équipement respectif peut être contrôlée et enregistrée. Lorsque des compteurs ne sont pas installés, on peut utiliser des transducteurs à pince et des capteurs câblés en permanence. Il ya littéralement des centaines de types de capteurs et transducteurs permettant de mesurer l'intensité et la tension, et donc de déterminer l'énergie électrique.

10.1.2 Contrôle de procédé

Comme avec beaucoup d'autres considérations; qualité, rendement et fiabilité, un bon contrôle est une condition essentielle pour un fonctionnement énergétique efficace. Être capable de fonctionner solidement et stablement avec une contrainte opérationnelle est important, tout comme la capacité de changer le fonctionnement de manière contrôlée, car des facteurs externe de changement arrivent toujours lorsque l'on fonctionne au point énergétique optimal.



Le concept de l'amélioration de la stabilité permettant à une contrainte d'être approchée de plus près est illustré : l'augmentation de la stabilité permet au point de fonctionnement moyen de se déplacer plus près d'une cible ou contrainte opérationnelle sans enfreindre la limite de fonctionnement. Et cela se traduit par moins de déchets et une réduction des coûts d'exploitation. Ainsi, par exemple, un four avec un contrôle de l'air de combustion de bonne qualité peut fonctionner en toute sécurité avec un taux d'oxygène idéalement bas sans risque de passer en conditions sub-stœchiométriques, économisant ainsi du combustible. Ou une colonne de distillation peut fonctionner aux conditions de fonctionnement idéales du rebouilleur et produire régulièrement des produits conformes aux spécifications sans la nécessité de surbouillage ou sur-reflux (nécessitant plus d'énergie).

Les techniques génériques de contrôle typique jouant un rôle dans le fonctionnement énergétique efficace sont les suivantes :

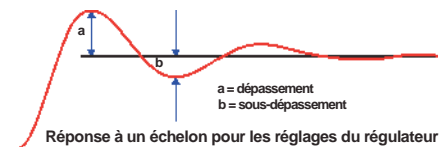
10.1.2.1 Ajustement des régulateurs et configuration de base.

Les boucles de régulation de base, généralement équipées de régulateurs à 2 ou 3 actions PID, sont largement utilisées et doivent être en mesure de fonctionner de manière fiable et cohérente. Sans elles, aucun contrôle d'économie d'énergie à haut niveau ne pourra fonctionner. Tous les régulateurs doivent être contrôlés périodiquement. Un simple test d'observation du changement de point de consigne est suffisant. On recherche idéalement un amortissement dont chaque amplitude est limitée au quart de la précédente (méthode dite *Quarter Amplitude Damping*).

Sinon, la performance sera trop lente ou trop réactive.

Le réajustage de régulateurs est une activité bien documentée – des méthodes telles que celles de Ziegler-Nichols et Cohen-Coen sont bien connues et se trouvent dans de nombreux manuels et guides.

Des packages d'ajustage fonctionnant sur PC sont largement disponibles, bien que l'observation manuelle avec un chronomètre et un ordinateur portable puisse être aussi efficace. Beaucoup de DCS modernes intègrent des fonctionnalités d'auto-ajustage. Celles-ci peuvent être très utiles, bien que leur utilisation en mode arrière-plan continu soit discutable.



Dans le même temps, le fonctionnement des vannes et la portée des instruments doivent être vérifiés – des régulateurs fonctionnant avec des vannes toujours grandes ouvertes ou presque fermées ne donneront pas de bons résultats – et de même, des instruments fonctionnant aux extrémités de leurs échelles de mesure ne pourront pas fournir des données précises et cohérentes. Redimensionner les transmetteurs et les ensembles siège-clapet des vannes peut être nécessaire.

Enfin, pour les systèmes maître-esclave, le maître doit toujours être ajusté plus lentement que le régulateur esclave.

10.1.2.2 Régulation prédictive dite Feed-Forward

Dans la plupart des industries de transformation, il y a une proportionnalité entre la consommation d'énergie et les matières premières traitées – plus vous traitez de matières premières, plus vous aurez besoin d'énergie. La nature précise de cette relation peut être non-linéaire avec des charges fixes importantes, mais la proposition de base est généralement un bon point de départ.

Donc dans les usines où il y a des variations régulières de charges en matières premières, la régulation prédictive joue un rôle important en permettant le maintien de la consommation d'énergie au plus bas.

Ceci est particulièrement important pour les consommateurs finaux d'énergie dans le procédé. Alors que comparé à de nombreuses unités, le complexe Utilités, étant le plus important consommateur d'énergie, fait l'objet, à juste titre, d'une attention particulière, il est également important que la consommation ultérieure de cette énergie fournie par les Utilités soit étroitement contrôlée au niveau des utilisateurs finaux. Il s'agit de l'énergie réelle qui entre dans le procédé de fabrication.

Des mécanismes de feed-forward peuvent varier d'un système de ratio simple, par le biais d'une variable de perturbation faisant partie d'un régulateur basé sur un modèle à variables multiples (voir ci-dessous), à l'autre. La dynamique est à considérer. Si la mesure de la charge en matière première qui est utilisée pour piloter le système est physiquement éloignée en amont du procédé, alors il peut être approprié d'inclure un terme de compensation dynamique (typiquement un retard du premier ordre) pour empêcher la réaction "prématurée" de la boucle esclave avant que les changements de flux n'aient fait leur chemin à travers le procédé. Bien sûr, la boucle globale a besoin d'avoir un mécanisme de rétroaction pour permettre à l'opérateur d'ajuster la qualité du produit (par exemple, changer le rapport rebouillage / alimentation sur une colonne de distillation).

Moins explicites, des formes de régulation feed-forward peuvent être considérées pour traiter des perturbations de manière prédictive. Cela comprend l'utilisation de régulateurs de puissance calorifique (par opposition à des régulateurs de débit) pour des systèmes de chauffe (par exemple des rebouilleurs) qui permettront de compenser les variations de température du fluide caloporteur. Ou pour effectuer des corrections de pouvoir calorifique sur du gaz ou de la vapeur. Tout cela permet un réglage plus précis de l'apport de chaleur en évitant du gaspillage.

10.1.2.3 La régulation par les contraintes

Les perturbations issues des contraintes permettent d'identifier qu'il y a souvent des degrés de liberté supplémentaires dans le fonctionnement de l'unité, pouvant être exploités pour atteindre un objectif de régulation secondaire au delà de la structure conventionnelle de base. Ceci est particulièrement important d'un point de vue énergétique lorsque la conduite de l'usine vers une position énergétique efficace est un résultat souhaitable, mais pas nécessairement au détriment des considérations de qualité ou de sécurité.

On peut aussi l'utiliser lorsque la régulation conventionnelle à réaction rapide est le premier objectif, et qu'ensuite un contrôle par les contraintes plus lent rend le fonctionnement plus efficace tout en maintenant la contrôlabilité primaire. Typiquement, cela correspond aux régulateurs de position de vanne qui permettent de pousser continuellement le fonctionnement vers une consommation énergétique basse sans rien perdre quant à la qualité de la régulation. L'objectif étant de fonctionner avec les vannes en question à environ 90% d'ouverture. Trois exemples illustrent ceci :

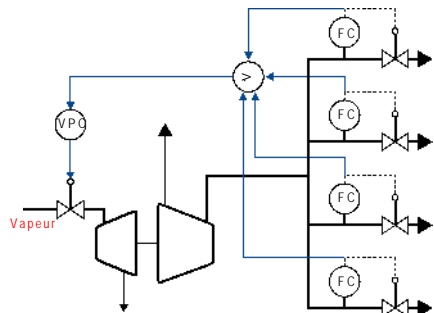
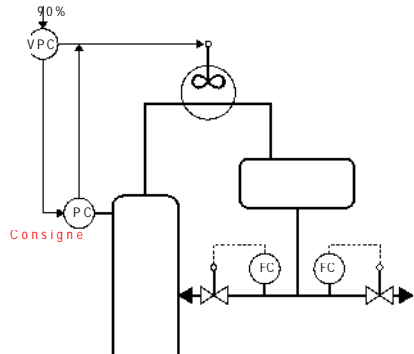
Régulation de la pression flottante dans une colonne de distillation. Il est bien connu que, sous contraintes hydrauliques, les colonnes de distillation nécessitent d'autant moins d'énergie pour obtenir une même séparation que la pression est réduite. Cependant, à n'importe quel moment de stabilisation de la

colonne, on a besoin de la pression pour favoriser une séparation uniforme des produits. La pression la plus basse est généralement atteinte lorsque le condenseur de tête fonctionne à son taux d'utilisation maximum - c'est à dire lorsque la sortie du régulateur de pression qui pilote le condenseur est au maximum. Ainsi, une régulation par contrainte peut être ajoutée à la configuration de base pour manipuler la valeur de consigne du régulateur de pression de telle sorte que sa sortie soit idéalement 90%. Il s'agit d'une régulation à action lente, qui fera de petits ajustements graduels pour réduire la consigne du régulateur de pression, permettant ainsi au contrôle de la pression de toujours maintenir un contrôle de base stable.

(Normalement, un tel système nécessitera de compenser les températures en fonction de la pression et l'ajustement de la chaleur de rebouillage pour correspondre à la poussée de contrainte en conséquence de minimiser l'apport de chaleur).

Réseaux de vannes et variateurs de vitesse. Le fonctionnement de vannes de régulation à moins de 50% d'ouverture est une aberration car l'énergie hydraulique fournie par la pompe est gaspillée par la forte chute de pression au travers de la vanne. Considérons le réseau de distribution illustré ici : un compresseur de vapeur piloté alimente plusieurs réseaux, tous régulés en débit. Il y a là clairement le potentiel pour une grande dynamique de fonctionnement.

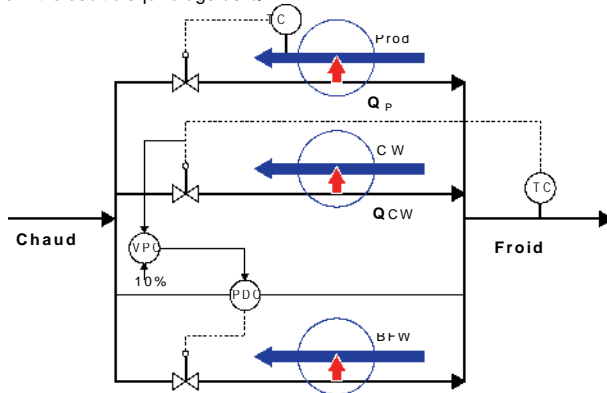
Là encore, l'utilisation d'un régulateur de position de vanne est suggéré pour surveiller la position des vannes dans un réseau et donc réduire lentement la vitesse du



compresseur de telle sorte que l'ouverture de vanne la plus grande soit de 90%. Ceci est un excellent moyen de réduire la consommation d'énergie du compresseur tout en maintenant une bonne régulation de débit.

Des exemples similaires pourraient être considérés en utilisant un variateur de vitesse sur des pompes électriques ou en contrôlant une chaudière de réchauffage de fluide caloporteur commun qui fournit plusieurs utilisateurs indépendants.

Contrôle préférentiel d'un échangeur. De la même manière, il peut y avoir des choix dans l'équilibrage de la distribution d'un échangeur de chaleur car les charges relatives et leurs fonctionnements varient en fonction de l'exploitation. Examinons la situation illustrée du fluide qui se refroidit au contact avec un échangeur de chaleur (Q_P), un réchauffeur d'eau d'alimentation de chaudière (Q_{BFW}) et un échangeur d'équilibrage d'eau réfrigérante (Q_{CW}). Le contrôle rapide de la température de sortie est élaboré en agissant sur la vanne de QCW. Les variations de débit de Q_P et Q_{CW} sont découplées par le contrôle de la pression différentielle au travers de l'échangeur qui définit le débit d'équilibrage de Q_{BFW} .



Cependant, il est souhaitable que le plus de chaleur possible soit récupérée par Q_{BFW} . Donc, un régulateur de position de vanne ou de contrainte regarde le signal de la vanne Q_{CW} et agit sur la consigne du régulateur de pression différentielle (PDC) afin de réduire le débit au travers de Q_{CW} : si la vanne Q_{CW} s'ouvre trop, la consigne du PDC sera réduite de manière à détourner le débit au travers de Q_{BFW} ce qui est économiquement plus intéressant.

Les exemples ci-dessus indiquent les options relativement simples qui peuvent être élaborées autour de ce concept. Le fonctionnement relatif d'une grande variété d'équipements et de procédés peut et va changer sur une base continue. De telles techniques sont très utiles pour maintenir le procédé dans une zone de fonctionnement énergétique efficace.

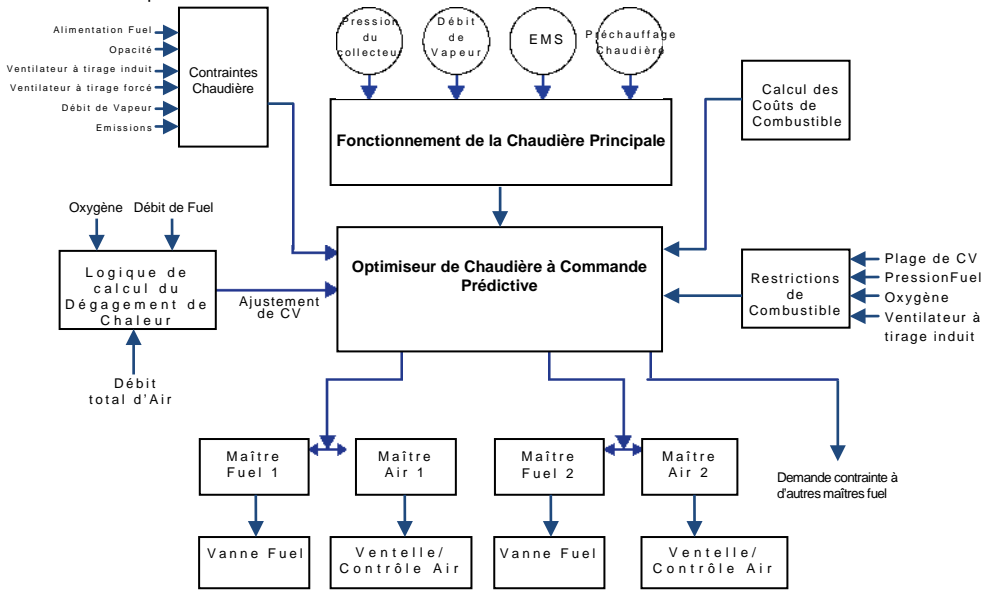
10.1.2.4 Commande prédictive (Model Predictive Control (MPC))

Les techniques mentionnées ci-dessus sont toutes construites à partir de composants de contrôle classiques qui sont largement disponibles à commande pneumatique, dans une boucle électronique unique, ou dans un DCS. La base en est le régulateur à 3 actions PID.

Cependant tout ce qui précède peut être combiné en un seul ensemble algorithmique. Au cours des dernières 25 années, la régulation basée sur un modèle a été de plus en plus utilisée dans les industries de transformation. Il existe de nombreux algorithmes bien connus vendus par le biais d'une

variété de fournisseurs de systèmes et de conseil - PredictPro, DMC, SMOC, RMPTC etc. - qui suivent une philosophie de base commune.

La structure du régulateur prévoit un ensemble de variables contrôlées (cibles usine comme par exemple la qualité produit) et une série de variables manipulées (régulateurs de débit, de niveau, contrôleurs de vannes), plus les perturbations associées (feed-forward) et les variables de contraintes de contrainte (limitation). Des modèles dynamiques (typiquement du 1er ou du 2ème ordre) sont établis entre les variables d'une manière multivariable totalement prédictive. A chaque cycle de régulation, une routine d'optimisation linéaire calcule un ensemble optimal de signaux de variables manipulées de manière à répondre aux points de consigne des variables contrôlées et honorer toutes les contraintes et perturbations. Il est parfois également possible d'inclure une fonction objectif économique qui peut orienter l'usine vers un objectif donné, si il ya suffisamment de degrés de liberté disponibles.



Initialement ces applications étaient plus modestes – c'est à dire un contrôleur 4x4 sur une seule colonne de distillation. Aujourd'hui nous avons des matrices beaucoup plus étendues, à l'échelle de l'usine, jusqu'à des variables 40x40 ou plus. Ces contrôleurs jouent un rôle très utile dans l'efficacité énergétique, leur manipulation de contrainte multivariable permet de mieux gérer un objectif de minimisation de l'énergie ou une contrainte qu'un régulateur traditionnel rétroactif à entrée / sortie unique.

Ces contrôleurs se sont révélés très efficaces dans la réduction des coûts de l'énergie, en particulier pour des procédés tels que la distillation où des économies d'énergie de > 5% sont généralement signalées (en plus du rendement et de la qualité). Cependant, ils exigent des compétences spécialisées pour la conception, la mise en œuvre et le support. Il peut être mieux d'envisager une telle mise en œuvre dans le cadre d'un projet plus vaste d'amélioration de la qualité ou de décongestion, que seulement pour des considérations énergétiques.

10.2 Systèmes d'Utilités

La vapeur est probablement le fluide utilitaire le plus répandu (les autres étant l'eau douce et les combustibles thermiques). La plupart des sites produisent de la vapeur dans les chaudières, à une haute pression qui va baisser en circulant dans des compresseurs, des pompes, des turbo-alternateurs et autres utilisateurs, pour produire de l'électricité et répondre aux besoins du procédé. En général, les sites possèdent deux ou trois niveaux de vapeur. Deux grands domaines d'attention définissent l'accent sur l'efficacité énergétique :

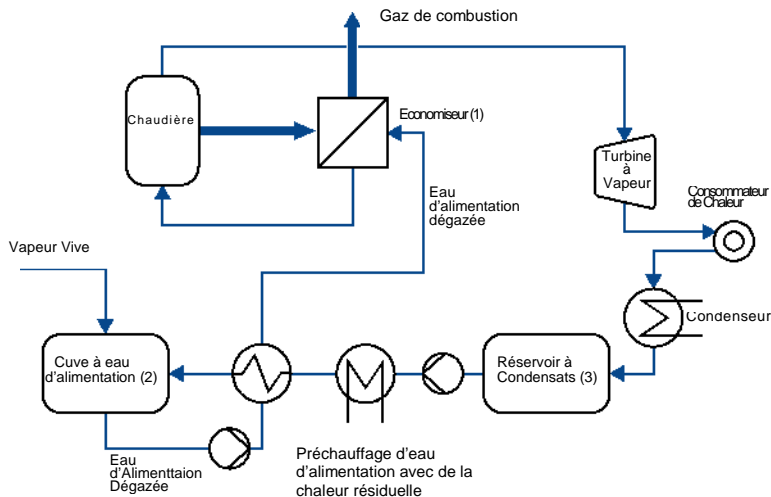
- Efficacité de la production – la chaufferie
- La distribution et la demande correspondante – le réseau de vapeur

10.2.1 Production de vapeur

L'allumage de la chaudière fait partie des considérations générales autour de la combustion à l'article 10.3. Toutefois, étant donné la taille de nombreux systèmes de production de vapeur – pour fournir de la vapeur à l'échelle du site - il y a une marge importante pour l'optimisation du fonctionnement de la chaudière, en particulier pour l'eau secondaire. Les grands flux d'énergie sont impliqués - souvent à des niveaux de température relativement bas. Les problèmes de corrosion et la qualité de l'eau jouent un rôle important et fournissent ainsi un exercice d'équilibre délicat pour la configuration et l'exploitation de la chaudière.

10.2.1.1 Préchauffage d'eau d'alimentation de chaudière

La température de l'eau d'alimentation sortant du dégazeur et retournant à la chaudière est généralement de l'ordre de 105 °C. La température de l'eau dans la chaudière (à une pression plus grande) est plus élevée. La chaudière est alimentée en eau pour remplacer les pertes et les condensats, etc. Il est possible de récupérer de la chaleur en préchauffant l'eau d'alimentation, ce qui réduit ainsi les besoins en combustible de la chaudière.



Le réchauffage est réalisé de plusieurs façons :

- Utilisation de la chaleur des résidus (du procédé) : l'eau d'alimentation peut être réchauffée par la chaleur résiduelle disponible. C'est un excellent moyen de récupérer la chaleur de faible niveau d'un procédé, par exemple à partir des flux de produits dégradés
- Installation d'un économiseur (1) – c'est à dire un échangeur de chaleur des gaz de combustion vers l'eau d'alimentation de chaudière.

- Utilisation de l'eau d'alimentation dégazée : de plus, les condensats peuvent être préchauffés avec l'eau d'alimentation dégazée avant d'atteindre la cuve d'eau d'alimentation (2). L'eau d'alimentation provenant du récepteur de condensats (3) a une température plus basse que l'eau dégazée de la cuve d'eau d'alimentation. À travers un échangeur de chaleur, l'eau d'alimentation dégazée est refroidie davantage (la chaleur est transmise à l'eau d'alimentation provenant du réservoir de condensats). En conséquence, l'eau d'alimentation dégazée transmise à travers la pompe d'eau d'alimentation est plus froide quand elle traverse l'économiseur. On augmente ainsi son efficacité en raison de la plus grande différence de température et on réduit la température des gaz de combustion et les pertes liées aux gaz de combustion. En définitive, cela fait économiser de la vapeur, étant donné que l'eau de la cuve d'alimentation est plus chaude et que l'on a besoin de moins de vapeur pour la dégazer.

En pratique, les économies effectuées sur le réchauffage de l'eau d'alimentation peuvent atteindre plusieurs pour cent du volume de vapeur produite. Par conséquent, même avec de petites chaudières, les économies d'énergie peuvent représenter plusieurs GWh par an. Par exemple, avec une Chaudière de 15 MW, on peut atteindre des économies de l'ordre de 5 GWh/an, ce qui représente environ 60 000 €/an et encore 1 000 tonnes de CO₂/an. Les gaz de combustion des chaudières sont souvent rejetés par la cheminée à des températures supérieures de 100 à 150°C par rapport à la température de la vapeur. En général, l'efficacité de la chaudière peut être augmentée de 1% à chaque fois que la température des gaz de combustion est réduite de 20°C. En récupérant la chaleur perdue, un économiseur peut souvent réduire les besoins en combustibles de 5 à 10% et se rentabilise en moins de 2 ans.

10.2.1.2 Fonctionnement du dégazeur

Le dégazage protège le système de production de vapeur contre les effets des gaz corrosifs en éliminant les gaz dissous de l'eau d'alimentation de chaudière. On y parvient en réduisant la concentration en O₂ et en CO₂ dissous à un niveau où la corrosion est réduite au minimum. Un niveau d'oxygène dissous de 5 parties par milliard (ppb) ou plus faible est nécessaire pour éviter la corrosion dans la plupart des chaudières haute pression (> 13,79 bar rel.). Bien que des concentrations d' O₂ jusqu'à 43 ppb puissent être tolérées dans les chaudières à basse pression, la vie de l'équipement est prolongée à coût faible ou nul en limitant la concentration en oxygène à 5 ppb. Le CO₂ dissous est essentiellement enlevé par le dégazeur.

La conception d'un système de dégazage efficace dépend de la quantité de gaz à enlever et de la concentration finale (O₂) désirée. Ceci à son tour dépend du ratio eau d'alimentation / condensats renvoyés et de la pression de fonctionnement du dégazeur. Les augmentations soudaines de vapeur libre ou de revaporisation peuvent provoquer une hausse de la pression dans le dégazeur, résultant en une ré-oxygénation de l'eau d'alimentation. Une vanne de régulation de pression dédiée doit être prévue pour maintenir le dégazeur à une pression constante.

La vapeur envoyée au dégazeur permet d'extraire physiquement les gaz indésirables et de chauffer le mélange condensats – eau d'alimentation à la température de saturation. L'écoulement de la vapeur peut être parallèle, croisée, ou à l'encontre de l'écoulement de l'eau, bullant à travers l'eau, les deux chauffant et agitant. La vapeur en sortie est refroidie par de l'eau et condensée au niveau du condenseur. Des gaz non condensables et de la vapeur sont libérés par l'évent. La plupart de la vapeur va se condenser, mais une petite fraction (habituellement 5 –14%) doit être mise à l'évent pour satisfaire aux besoins d'extraction. Une pratique normale est de calculer la vapeur nécessaire pour le préchauffage, puis de s'assurer que le débit est suffisant pour l'opération d'extraction. Si le taux de retour de condensats est élevé (>80%) et que la pression de condensation est élevée par rapport à la pression du dégazeur, alors très peu de vapeur sera nécessaire pour le préchauffage et des dispositions peuvent être prises pour condenser le surplus de vapeur de revaporisation. L'optimisation de la pression du dégazeur et du taux de mise à l'évent est une considération importante quant à l'économie énergétique.

L'énergie contenue dans la vapeur utilisée pour l'extraction peut être récupérée par condensation et passage au travers d'un échangeur thermique vers l'eau d'alimentation entrant dans le dégazeur.

Les besoins en vapeur du dégazeur devraient être réexaminés après la rénovation d'un système de distribution de vapeur, de retour de condensats, ou des mesures de récupération d'énergie sous forme de chaleur. Des dispositifs de surveillance en continu de l'oxygène dissous peuvent être installés pour aider à identifier les pratiques d'exploitation entraînant une faible élimination de l'oxygène.

Note – le dégazeur est conçu pour éliminer l'oxygène dissous dans l'eau, et non pas l'air entrainé. Des sources d'air entrainé comprennent les raccords de tuyauterie du côté aspiration des pompes et les garnitures de pompes.

10.2.1.3 Minimiser les purges

Minimiser la fréquence des purges de chaudière permet de réduire sensiblement les pertes d'énergie car la température de la purge est directement liée à celle de la vapeur produite dans la chaudière.

Quand l'eau se vaporise dans la chaudière, les matières solides dissoutes restent dans l'eau, ce qui augmente la concentration des matières solides dans la chaudière. Les matières solides en suspension peuvent former des sédiments dégradant le transfert de la chaleur. Les solides dissous favorisent la formation de mousse et le transfert de l'eau de chaudière dans la vapeur. Afin de réduire les niveaux de solides en suspension et dissous (TDS pour total dissolved solids) dans des limites acceptable, deux procédures sont utilisées, automatiquement ou manuellement dans les deux cas :

- La purge par le bas est réalisée pour permettre un bon échange thermique dans la chaudière. C'est habituellement une procédure manuelle effectuée pendant quelques secondes toutes les quelques heures.
- La purge en surface ou par écrémage est réalisée pour éliminer les solides dissous qui se concentrent près de la surface liquide. C'est souvent un procédé continu.
- La purge des résidus de sel provoque des pertes supplémentaires représentant entre un et trois pour cent de la vapeur utilisée. D'autres coûts peuvent être engagés pour refroidir le résidu de purge à la température prescrite par les autorités réglementaires. La quantité d'énergie perdue par purge est d'autant plus grande que la pression de la chaudière est élevée.
- Afin de réduire les purges, il y a plusieurs possibilités :
- Récupération des condensats : les condensats sont déjà purifiés et ne contiennent donc aucune des impuretés concentrées dans la chaudière. Si la moitié des condensats pouvait être récupérée, la purge pourrait être réduite de 50%.
- Traitement de l'eau. Selon la qualité de l'eau d'alimentation, des adoucisseurs, des opérations de décarbonatation et de déminéralisation peuvent être nécessaires. Le niveau de purge est lié au niveau du composant le plus concentré, présent ou ajouté à l'alimentation d'eau. En cas d'alimentation directe de la chaudière, des taux de purge de 7 à 8% sont nécessaires. Ils peuvent être réduits à 3% ou moins lorsque l'eau est prétraitée.
- L'installation de systèmes de contrôle de purge automatique peut également être envisagée, en général par la surveillance de la conductivité. Le taux de purge est contrôlé par le composant le plus concentré, sachant la concentration maximale possible de la chaudière.
- Vaporiser la purge à moyenne ou basse pression est un autre moyen d'en récupérer le contenu énergétique. Cette solution semble meilleure que la récupération de la chaleur de la purge via un échangeur de chaleur.

Le dégazage provoqué par vaporisation conduit également à des pertes supplémentaires comprises entre 1 et 3%. Le CO₂ et l'O₂ sont éliminés de l'eau fraîche. Cela peut être minimisé en optimisant le taux d'évacuation du dégazeur. La quantité d'eau usée sera également réduite si la fréquence de purge est abaissée.

10.2.1.4 Collecte des condensats et Récupération de chaleur

Lorsque la chaleur est appliquée à un procédé par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur à vapeur, cette vapeur cède de l'énergie sous forme de chaleur latente en se condensant sous forme d'eau chaude. Cette eau est perdue ou recyclée vers la chaudière. La réutilisation des condensats comporte quatre objectifs :

- Recyclage de l'énergie contenue dans les condensats chauds
- Diminution du coût de l'eau (brute) d'appoint
- Diminution du coût de traitement de l'eau de chaudière
- Diminution du coût du rejet des eaux usées

Les condensats sont recueillis à pression atmosphérique et sous vide. Les condensats peuvent provenir de la vapeur dans des dispositifs ayant une pression beaucoup plus élevée. Lorsque ces condensats sont soumis à la pression atmosphérique, ils se vaporisent instantanément. Ceci peut également être récupéré. Le dégazage est nécessaire dans le cas de systèmes sous vide.

La technique n'est pas applicable dans les cas où les condensats récupérés sont pollués ou s'ils ne sont pas récupérables parce que la vapeur a été injectée dans un procédé.

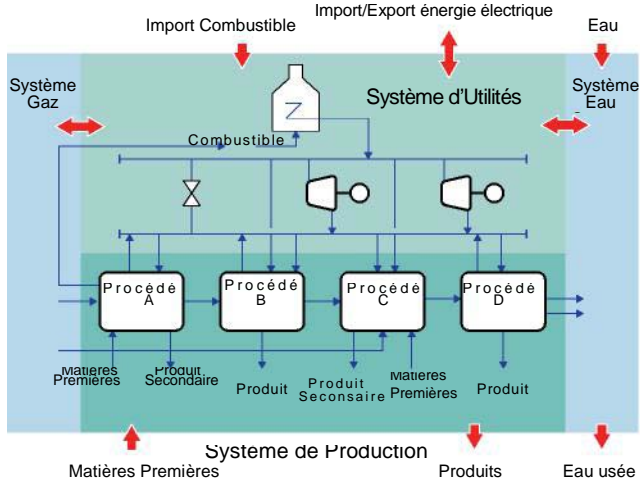
Pour les conceptions nouvelles, une bonne pratique consiste à séparer les condensats en flux potentiellement pollués et propres. Les condensats propres sont ceux qui viennent de sources qui, en principe, ne seront jamais pollués (par exemple, les rebouilleurs où la pression de vapeur est supérieure à la pression du procédé, de sorte que dans le cas d'une fuite des tubes, la vapeur va dans le procédé). Les condensats potentiellement pollués sont des condensats qui pourraient être pollués dans le cas d'un incident (par exemple en cas de rupture de tube sur rebouilleurs où la pression coté procédé est supérieure à la pression coté vapeur). Les condensats propres peuvent être récupérés sans plus de précautions. Les condensats potentiellement pollués peuvent être récupérés, mais ont besoin d'options de segmentation en cas de pollution détectée par une surveillance en ligne, par exemple la mesure de Carbone Organique Total (COT).

La récupération de condensats présente des avantages significatifs et devrait être considérée pour toutes les applications. L'utilisation de l'analyse Pinch (voir 10.5) pour les systèmes d'eau s'est avérée particulièrement efficace.

10.2.2 Réseaux de vapeur et Optimisation de la distribution

Le fonctionnement efficace d'un réseau de vapeur sur un site peut être un défi majeur car il comporte la possibilité à la fois de perdre ou de gagner de l'énergie lorsque l'on tente d'équilibrer l'offre et la demande. Typiquement, un site de fabrication peut avoir 2 ou 3 niveaux de réseaux de vapeur à des pressions différentes, des chaudières, des turbo-alternateurs, et des alimentations directes vers le procédé. Certaines turbines peuvent être à condensation totale, certaines peuvent être à contre-pression. Il est très probable que le réseau aura augmenté au fil des ans – de nouveaux équipements auront été ajoutés pour répondre à une contrainte particulière à un moment donné. Les circonstances changent et un ensemble différent de contraintes peuvent désormais s'appliquer. Il peut y avoir différentes options de combustible : gaz, liquide, gaz résiduel. Des considérations plus dynamiques pourraient inclure des tarifs de combustible et d'électricité fonction du temps (heures de pointe / heures creuses).

Un tel scénario peut trop souvent conduire à une situation contraignante où typiquement un niveau de vapeur est limité et l'autre est excédentaire. On a la possibilité d'équilibrer cette dynamique par des techniques de contrôle et d'optimisation, avec éventuellement des changements structurels pour équilibrer le système.

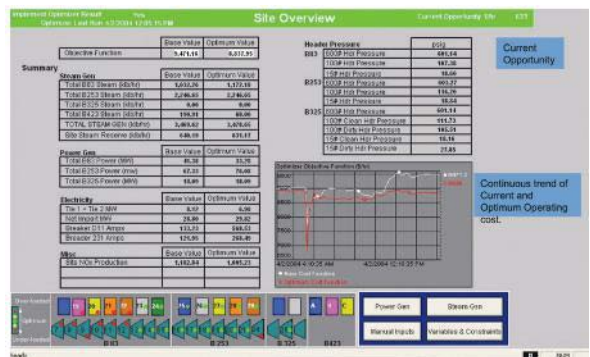


10.2.2.1 Optimisation des Utilités

Pour tout système présentant des degrés de flexibilité (par exemple avec différentes options pour produire de l'électricité, des équipements dont l'efficacité diffère, des profils de charge variables), un module d'optimisation des utilités peut s'avérer très utile. Il peut s'agir d'un module hors-ligne en mode simulation ou d'un optimiseur en boucle fermée et en temps réel pilotant les points de consigne des régulateurs de base du système.

En général, un modèle est construit autour des composants clés des utilités – turbines, chaudières, postes de détente et désurchauffeurs. Il sera dimensionné en fonction des conditions opérationnelles réelles et des besoins du procédé en utilités – soit un modèle de base, soit un modèle "sur mesure".

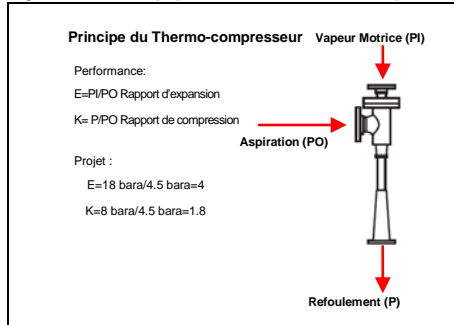
Ceci fait, le modèle se déroulera en liaison avec un système d'optimisation mathématique qui fera donc des ajustements au modèle (sous la forme de nouveaux flux, de répartition entre turbines, de flux de détente, etc.) de façon à minimiser les coûts – c'est à dire les coûts de fourniture des utilités au procédé à ce moment là. Donc, en réponse à une demande d'exploitation, ou si les prix de l'électricité ou des combustibles évoluent, ou si la performance de certains équipements change (encrassement), alors une solution plus économique est recherchée. Des modules plus avancés peuvent traiter des étapes d'optimisation discrète telles que des modifications d'entraînement de pompe (vapeur-électricité) et d'autres modifications par étapes.



10.2.2 Changements structurels – Mélange de vapeurs

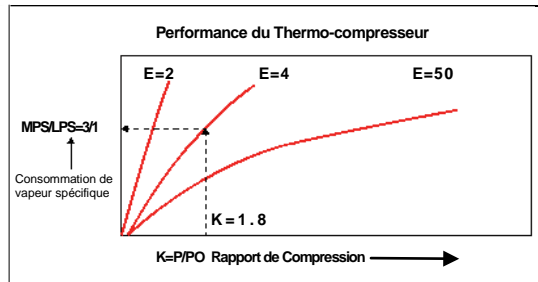
Les déséquilibres structurels importants dans les systèmes de vapeur ne peuvent pas toujours être traités par le contrôle en temps réel – le déséquilibre pouvant être tout simplement trop important. Dans ce cas, le site doit se tourner vers des changements dans la configuration de l'équipement et des matériels pour rapprocher le système de l'équilibre.

De nombreux exemples sont évidents – changer les entraînements électriques et à vapeur, ajouter une chaudière, une turbine à condensation ou à contre-pression, et ainsi de suite. Une technique méritant plus d'attention est l'utilisation de thermo-compresseurs de vapeur pour mélanger deux niveaux de vapeur et obtenir un niveau intermédiaire (plutôt que de détendre toute la vapeur du plus haut niveau).



Considérons une application telle que le rebouillage d'une colonne. Le procédé exige de la vapeur à 8 bar pour avoir la bonne température de saturation. Les niveaux de vapeur disponibles sur site sont 18 et 4,5 bars. Donc, normalement, on utiliserait la vapeur à 18 bars pour la détendre à 8 bars avec la vanne de régulation du rebouilleur. La vapeur à 18 bars est limitée alors que la vapeur à 4,5 bars est excédentaire (une situation fréquente). Cependant, en mélangeant de la vapeur à 18 bars et à 4,5 bars dans un thermo-compresseur, on peut obtenir de la vapeur à 8 bars en utilisant moins de vapeur à 18 bars (plus couteux) et en utilisant celle à 4,5 bars (plus économique).

Dans le cas cité, environ un tiers de la vapeur à 18 bar a été remplacé par de la vapeur à 4,5 bar.



10.3 Opérations de Combustion

Les équipements de combustion représentent la plus importante source de transformation de l'énergie, ceci pour probablement la majorité des sites de l'industrie de transformation. Que ce soient directement dans des fours de procédé ou bien dans le cadre d'une chaufferie et de complexes d'utilités produisant de la vapeur et de l'électricité pour une utilisation ultérieure sur le site, le fonctionnement et le contrôle des équipements de combustion jouent un rôle majeur dans l'efficacité énergétique. Comme toujours, il y a beaucoup de points qui nécessitent une attention particulière. Bien que ce guide n'ait pas l'ambition d'être un manuel détaillé de l'ingénierie de la combustion, les thèmes suivants peuvent servir de rappels pour des domaines prioritaires qui doivent être examinés dans le cadre d'un fonctionnement énergétique efficace. Le fonctionnement d'un four peut facilement déraiser – il y a beaucoup de raisons pour cela – l'équipement, les procédures d'exploitation, la régulation, la configuration, la maintenance – tous ont un impact direct et interdépendant sur l'efficacité du four. Les fours sont des pièces d'équipement potentiellement à fort risque, mais ils présentent aussi une opportunité importante pour les économies d'énergie. Aussi, il est nécessaire de leur apporter soin et attention pour leur assurer un fonctionnement efficace en toute sécurité.

10.3.1 Equipement installé

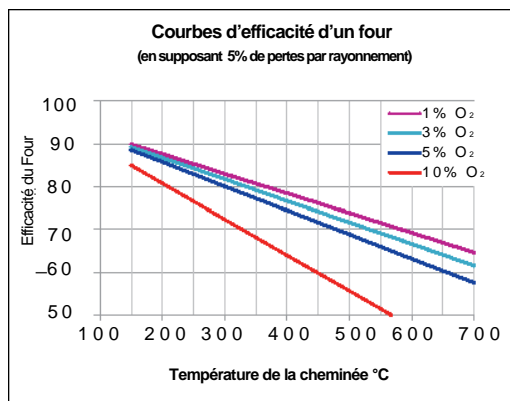
Le remplacement ou la modification de fours peut représenter une dépense très importante et ne doit donc pas être pris à la légère. Cependant, s'agissant de fours pouvant brûler de quelques dizaines à quelques centaines de tonnes de combustible par jour, même de petites améliorations de l'efficacité peuvent se traduire par de très importantes économies.

10.3.1.1 Passer d'un fonctionnement à tirage naturel vers un fonctionnement à tirage forcé

Alors que la plupart des grands fours installés au cours des dernières années sont des fours modernes à tirage forcé, il y a encore beaucoup de vieux fours à tirage naturel en fonctionnement, sans doute installés à une époque où à des endroits où les prix de l'énergie étaient bas, ou bien faisant parti d'une fourniture clé en main. La combinaison d'un taux d'oxygène relativement élevé dans la cheminée et d'une faible récupération de la chaleur des gaz de combustion signifie que l'efficacité du four n'est sans doute que de 50 à 60%. Il est possible d'accroître l'efficacité du four de 25%, ce qui représente d'importantes économies en combustibles.

10.3.1.2 Améliorer le préchauffage de l'air de combustion

La récupération de la chaleur résiduelle des gaz de combustion d'un four et son utilisation pour préchauffer l'air de combustion est l'un des moyens les plus efficaces pour améliorer l'efficacité du four. Réduire de 20 °C la température de la cheminée peut améliorer de 1 % l'efficacité de four. Donc 2 questions doivent être posées : y-a-t-il un réchauffeur d'air efficace en place et d'autre part est-il bien entretenu (par exemple régulièrement nettoyé pour assurer un transfert maximum de la chaleur) ?



Il existe de nombreuses formes de récupération des gaz de combustion et de préchauffage de l'air. Des considérations physiques locales (espace, perte de charge) joueront un rôle important dans le choix final. Des échanges de chaleur directs ou indirects par eau sous pression (réchauffeur d'air à couplage liquide) sont possibles. Des types plus anciens tels que les célèbres préchauffeurs d'air Lungstrom utilisant des plaques tournantes ne sont plus tellement à la mode de nos jours et leur maintenance est lourde. En effet, la mise à niveau d'un réchauffeur d'air peut être un projet intéressant. Des considérations sur le type de combustible et l'encrassement peuvent jouer un rôle majeur dans la sélection du type de préchauffeur. La plupart présentent des avantages et des inconvénients.

La principale limite à cette opération est la température à laquelle les gaz de combustion pourront être refroidis, généralement 150°C selon le type de combustible. En dessous, on peut atteindre le point de rosée et la corrosion dans la cheminée devient un problème. (Les sites brûlant leur propre gaz doivent faire attention à ce qu'ils peuvent contenir d'autres composés normalement absents dans le gaz naturel, pouvant produire des produits de combustion non souhaités comme des suies).

Bien sûr, il y a aussi d'autres options de récupération, comme les déchets des chaudières et d'autres procédés, ou d'autres mécanismes de récupération de chaleur.

Le nettoyage régulier des éléments de convection et des préchauffeurs d'air est essentiel, au quotidien en tant que procédure opérationnelle (ramonage) et périodiquement par un spécialiste (nettoyage chimique, acoustique, par projection,...).

10.3.1.3 Mises à niveau des brûleurs – faible émission de NO_x et dynamique de fonctionnement

Une attention doit être apportée au type de brûleur installé. Les brûleurs traditionnels à pulvérisation de fuel sous pression ont une faible dynamique de fonctionnement (3:1) et souvent une performance médiocre. Cela limite les plages de fonctionnement, particulièrement lorsque la limite de production de fumée est proche. Le passage au gaz naturel, l'installation d'un brûleur à pulvérisation par vapeur d'eau ou d'une conception plus moderne devrait permettre un fonctionnement plus efficace. Cela nécessite vraiment une attention simultanée sur les systèmes de contrôle pour fournir l'assurance et la réponse sécuritaire nécessaires pour fonctionner en toute sécurité. De même, si les émissions de NO_x sont une contrainte, un brûleur moderne à faible émission de NO_x devrait permettre un fonctionnement plus efficace du four.

10.3.2 Contrôle des fours

Un contrôle strict des systèmes gérant le combustible et l'air de combustion est essentiel pour un fonctionnement sûr et efficace du four. L'équilibre entre le combustible, l'air de combustion et la composition des gaz de fumée est bien connu. Comme l'air de combustion est réduit en proportion avec le débit de combustible, l'efficacité du four est améliorée principalement parce que moins d'air doit être préchauffé pour brûler avec le combustible. Cependant, il y a une limite : celle où la combustion devient incomplète. Au-delà, le combustible partiellement brûlé fait augmenter le CO dans les fumées et le fonctionnement devient très inefficace, augmentant considérablement le risque d'explosion.

Toutefois, le moment où cela se produit est déterminé par de nombreux facteurs : le type de combustible et sa composition, la qualité de pulvérisation du brûleur, le réglage des registres, la masse volumique de l'air et l'humidité. Beaucoup d'entre eux changent au fil du temps. Des perturbations peuvent se produire. Ainsi, l'instrumentation et le contrôle de haute qualité des systèmes gérant le combustible et l'air jouent un rôle essentiel sur le fonctionnement efficace du four.

10.3.2.1 Mesures de l'air et du combustible

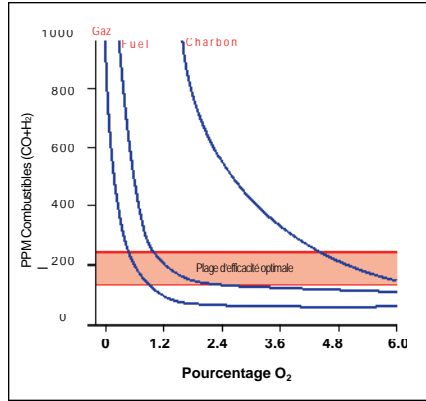
La mesure précise des débits d'air et de combustible est essentielle. Voir la section 10.1.1 pour les détails sur les technologies de mesure. Les questions clés sur l'instrumentation d'un four incluent :

- Une installation de qualité de la mesure de l'air. Typiquement, un venturi. Il est important que les effets de la condensation dans les prises de pression soient évités.
- Considérations sur la dynamique de mesure
- Pouvoir calorifique du combustible – fixe, compensé, calculé ?

10.3.2.2 Contrôle du ration Air-Combustible

Le bon fonctionnement d'un four dépend du contrôle du ratio air-combustible, qui peut être automatiquement ajusté en fonction de la teneur en oxygène de la cheminée. Il y a beaucoup de variations sur le thème et un manuel pourrait être écrit sur ce seul sujet. Les solutions incluent :

- Liaison mécanique entre les ventelles d'air et la vanne de combustible (de plus en plus rare et que l'on trouve généralement sur des petits systèmes clé en main).



- Contrôle simple du ratio en jouant soit sur le combustible, soit sur l'air
- Systèmes croisés limitant les fluctuations de débit de combustible en fonction du ratio réel mesuré air-combustible (utile dans le cas de mouvement lent des ventelles d'air qui peuvent limiter la réactivité du four ou de la chaudière).
- Régulation en boucle fermée du taux d'O₂ avec contrôle de la limite en CO
- Contrôle stœchiométrique global basé sur le rétro-calcul stœchiométrique de l'entrée chaleur (particulièrement utile pour les effluents gazeux non mesurés).

Il n'existe pas de solution correcte unique, et plus que jamais il y a toujours un compromis entre complexité et avantages. Il est important de tenir compte de plusieurs facteurs dans le choix de la solution appropriée :

- Degré et vitesse de la tendance et flexibilité de la charge requise (ex. charge de base / opération d'équilibrage)
- Type de combustible et variabilité de sa composition
- Quantité et variabilité des effluents gazeux combustibles (le cas échéant)
- Disponibilité des ressources en instrumentation et en analyseurs pour la maintenance et le support

10.3.2.3 Combustion des effluents gazeux

Les effluents gazeux combustibles, qui sont des sous-produits, sont un élément commun à de nombreux sites de fabrication – généralement des gaz légers produits dans le cadre d'une réaction catalytique ou des sous-produits de distillation. Il faut considérer deux grandes catégories.

Ces gaz ayant une pression et une composition adéquate (un minimum de gaz inertes et sans oxygène) sont normalement récupérés dans un système centralisé de gaz combustibles et brûlés de façon contrôlée en tant que combustible distinct dans les fours et les chaudières. Le système peut être par exemple complété avec du propane ou du butane pour fournir ainsi un combustible entièrement flexible. Ce combustible sera traité comme un combustible conventionnel et inclus dans les systèmes de ratio air-combustible. Une compensation en densité pourra être appliquée pour tenir compte des variations de valeur calorifique.

D'autres gaz peuvent ne pas convenir à un système de récupération de gaz combustibles, par exemple des gaz produits à de très bas niveaux de pression. Des gaz peuvent comprendre de grandes quantités de composés indésirables dans un réseau de gaz combustibles. Historiquement, de tels gaz étaient soit envoyés à la torche, soit dirigés vers un four local pour incinération. Toutefois, d'un point de vue efficacité énergétique, ces flux peuvent avoir un impact significatif et doivent être examinés très attentivement.

Deux problèmes principaux doivent être considérés : la récupération d'énergie utile dans les effluents gazeux et l'impact d'un flux d'effluents non maîtrisés sur la contrôlabilité (et donc l'efficacité) du four.

De petites quantités d'effluents gazeux (avec une valeur calorifique potentielle de 5 à 10% de la valeur nominale du four) peuvent simplement être canalisées jusqu'au four pour incinération. Une tuyauterie avec évent ou un brûleur d'effluents gazeux monté sur raccord suffira. Les effluents doivent être isolés du système d'instrumentation garantissant la protection du four. Les variations en débit et en valeur calorifique de ce flux seront relativement petites comparées à la charge nominale du four et seront ajustées de manière satisfaisante par le contrôle du taux d'oxygène. Une simple mesure de débit ajoutée pour le calcul de la totalisation du combustible pourrait être utile.

Cependant, au delà de ce niveau, l'incidence relative des effluents gazeux est beaucoup plus élevée et représente une importante économie potentielle de combustible et aussi un défi de régulation. Des techniques plus avancées, telles que le logiciel Emerson SmartProcess Boiler, ont été développées pour s'attaquer à des

niveaux élevés d'effluents gazeux et à d'autres combustibles (ex. biomasse). Ici, la quantité d'air consommé par le processus de combustion est calculée en continu à partir de la mesure d'oxygène en excès dans les fumées. L'air consommé par les effluents gazeux est déterminé en calculant l'air utilisé par le combustible d'appoint et en le soustrayant du total. A partir de ce calcul, on détermine en continu le pouvoir calorifique du combustible alternatif en calculant les conditions d'une combustion stœchiométrique. Il est alors utilisé pour piloter l'alimentation en combustible ainsi que d'autres points de consigne de telle sorte que les variations dans le combustible sont compensées en continu. Les ratios d'air primaire/secondaire ou sous foyer/sur foyer sont automatiquement contrôlés selon les points de consigne qui sont déterminés en fonction de la charge, des courbes de caractérisation, de la consigne d'excès d'oxygène et du calcul de la qualité des effluents gazeux combustibles. L'équipement délivrant le combustible alternatif reçoit un point de consigne basé sur la charge et sur le calcul de la qualité du combustible.

10.3.3 Exploitation du four – Formation et compétences

Il y a trente ou quarante ans, les responsabilités des opérateurs étaient très différentes de ce que l'on trouve aujourd'hui. Les effectifs étaient généreux, il y avait beaucoup moins de tâches multiples, les bâtiments de contrôle locaux étaient répartis sur le site (par opposition aux salles de contrôle centralisées entièrement automatisées de nos jours). Il y avait souvent un plus grand fossé entre les opérateurs internes et externes. Ainsi, les opérateurs avaient souvent des rôles distincts et de longue durée – opérateur de salle de pompage, et dans le cas des fours, des opérateurs spécialisés qui travaillaient à plein temps sur les fours ou les chaudières. Ces individus acquièrent de véritables compétences dans leurs domaines, et celles des opérateurs de four étaient particulièrement bien développées.

Le fonctionnement d'un four est l'un des rares domaines de l'industrie de transformation où il y a interaction physique directe avec le processus – il est possible de regarder au travers de viseurs et de réaliser des ajustements physiques sur les brûleurs et les registres pour contrôler la qualité de la combustion. C'est toujours le cas. Et c'est toujours une activité essentielle. Cependant, à cause du changement vers des tâches multiples, des rôles opérationnels centralisés et flexibles, il y a eu une perte de certaines de ces compétences. Les entreprises ont désormais conscience de la nécessité de maintenir les opérateurs formés aux techniques de combustion opérationnelles et cela fait désormais partie des nombreux programmes d'efficacité énergétique.

Les fours sont des pièces d'équipement dynamiques – processus de combustion provoquant un encrassement, charges variables, combustibles et conditions ambiantes, plus les effets d'un fonctionnement à haute température sur les machines, tout cela ne facilite pas un fonctionnement stable. En conséquence, des responsabilités opérationnelles quotidiennes claires doivent être définies pour l'exploitation du four et doivent être consolidées avec une formation pratique. L'accent doit être mis sur les aspects opérationnels – ce qu'un opérateur doit faire pour corriger et améliorer le fonctionnement fiable d'un four dont il a la charge. Typiquement, les sujets à couvrir sont les suivants :

- Evaluation du projet – projet de four à tirage naturel ou forcé – ajustement et correction
- Modèle de combustion – asymétrie
- Modèles de flamme et ajustement
- Ajustement des ventelles
- Corrosion
- Démarrage en toute sécurité
- Changement de brûleur
- Identification de fuites
- Procédures de ramonage et de nettoyage
- Contrôle de l'atomisation de la vapeur
- Maintenance opérationnelle quotidienne et contrôles

Une bonne idée est de faire appel à un expert en fonctionnement de four pour un double exercice d'audit (à savoir la vérification de l'état des fours et des brûleurs) couplé à une formation pratique de l'opérateur. Lier son évaluation sur les questions de four (et il y en aura certainement) avec les pratiques opérationnelles est un exercice utile.

10.3.4 Maintenance des équipements de combustion

Dans le prolongement de la philosophie décrite au chapitre 8, les équipements de combustion devraient certainement être inscrits au registre des équipements énergétiques critiques. Comme nous l'avons vu, ils jouent un rôle majeur dans la consommation d'énergie d'un site et un mauvais entretien peut rapidement conduire à un fonctionnement médiocre, voire dangereux.

Dans un premier temps, les activités de maintenance basique suivantes doivent être déterminées, les périodes d'inspection et d'entretien appropriés définies, et les activités incluses dans le système de gestion de la maintenance :

- Ramonage/grenaillage des équipements
- Nettoyage périodique des convecteurs et du préchauffeur d'air
- Arrêt normal minimum de vérification et test du système de protection (test des viseurs de flamme)
- Conditions de fonctionnement des brûleurs (injecteurs et colmatage)
- Système de combustible – calorifugeage et traçage vapeur
- Contrôles de l'instrumentation (par exemple, vérification des zéros des transmetteurs)
- Entretien de l'analyseur de fumées (O₂, CO, densité de la fumée)
- Fonctionnement des ventelles d'air
- Inspection et contrôle des ventilateurs
- Fonctionnement des registres d'air et lubrification
- Recherche et réparation de fuites sur la paroi du four
- Etat des éléments réfractaires – incluant l'entourage du brûleur
- Inspection du calorifugeage et remplacement périodique

Les éléments ci-dessus contribuent à un fonctionnement efficace et fiable du four. La liste est loin d'être exhaustive mais représente simplement les activités qui sont pertinentes pour la majorité des fours et chaudières de procédé. Une règle de base : la réduction de 2% de la teneur en oxygène des gaz de fumée se traduira par une amélioration de 1% de l'efficacité du four.

10.4 Maintenance à l'appui de l'efficacité énergétique

Un récent audit énergétique approfondi et le suivi d'un site pétrochimique européen majeur a mis en évidence l'impact de l'entretien sur l'efficacité énergétique. Le site est bien établi, il est mature et dispose d'un personnel expérimenté. L'audit a montré que, en termes de technologie et pratiques relatives à l'efficacité énergétique, il y avait peu à gagner. Toutefois, l'étude a identifié d'importantes pertes d'efficacité dues à une maintenance pauvre. Un programme d'amélioration concerté a identifié et permis des économies totalisant 10% de la consommation d'énergie du site, simplement en réparations, nettoyage et réinstallation des équipements existants. Le retour sur investissement a été de moins de 6 mois.

Le chapitre 8 aborde le rôle des processus de travail supportant les équipements énergétiques critiques. Une telle méthodologie aurait empêché la baisse de performance illustrée ci-dessus.

Les activités et techniques de maintenance générique s'appliquant à de nombreux sites sont :

10.4.1 Nettoyage des équipements de transfert de chaleur (y compris les pales des ventilateurs)

Beaucoup, sinon la plupart, des procédés prévoient une certaine forme d'encrassement des équipements de transfert de chaleur – formation de coke causé par les effets de réaction à haute température, formation de polymères par le biais de l'encrassement biologique des systèmes d'eau de refroidissement. De tout cela découle une mauvaise récupération de chaleur et une augmentation des besoins énergétiques directs. Toutefois, des programmes de nettoyage peuvent être mis de côté dans le cadre de la réduction des coûts des contrats de maintenance. Souvent, il y a peu de relation directe entre le budget pour les activités de maintenance et les coûts d'énergie variable associés à cet équipement. C'est une des raisons principales pour lesquelles l'examen de la performance énergétique a besoin de la structure et de l'autorité de la direction pour permettre la prise de décisions interservices.

Exemples :

- Echangeurs alimentation/effluents dans les préchauffeurs de four
- Systèmes de récupération des gaz de combustion pour les chaudières et les fours (convecteurs, chaudières à récupération de chaleur, réchauffeurs d'air)
- Accumulation de suies et encrassement des tubes de four (surtout avec des fuels lourds et l'incinération de déchets)
- Accumulation de poussières sur les pales de ventilateurs (peut impacter les systèmes réfrigérants ou à compresseur en aval)
- Encrassement des systèmes d'eau douce et de refroidissement. (idem)
- Encrassement des pales de turbine
- Performance des tours de refroidissement

Les méthodes de nettoyage sont nombreuses et certaines se concentrent sur une application particulière. Toutefois, le processus d'encrassement relativement lent se prête à une surveillance qui, en combinaison avec des modèles d'évaluation de coûts permet de prédire la fréquence des nettoyages à moindre coût. Ce sujet est couvert en 10.4.5.

10.4.2 Programmes de fuites de vapeur

Il est clair que pour les sites utilisant des fluides s'écoulant à haute température, le traçage à la vapeur est une nécessité. Et cela signifie inévitablement des fuites de vapeur. Cependant, une approche ciblée de réparation des fuites peut apporter d'importantes économies de vapeur ainsi que des avantages indirects en termes de sécurité, d'entretien et d'exploitation.

Exemple 'Equipe Vapeur'

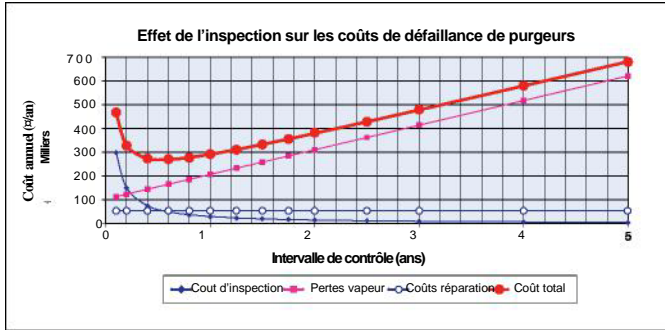
En moins de 6 mois, un grand site pétrochimique du Royaume Unis a économisé £1,2Mpa sur la vapeur avec une équipe de quatre hommes. (1 ingénieur, 1 contremaître, 2 soudeurs). Après une enquête initiale, l'ingénieur a sélectionné et priorisé les fuites à réparer chaque semaine. Le site était à l'origine de l'initiative, les permis de travail ont été gérés efficacement et les résultats ont été publiés, modifiant ainsi l'impact visuel et financier.

Les étapes suivantes sont recommandées pour économiser l'énergie dans le système de distribution des condensats et commencer un programme de gestion énergétique efficace de la vapeur :

- Nommer un surveillant en charge des fuites de vapeur avec la responsabilité expresse de l'exécution du programme
- Développer une méthodologie normalisée d'estimation des fuites. On en trouve dans la littérature disponible ainsi qu'auprès des principaux fabricants de purgeurs. Différents degrés de complexité et différentes méthodologies sont disponibles (par exemple estimation de la taille du jet en fonction de l'orifice). L'important est d'adopter une méthode qui convient et de l'utiliser régulièrement
- Convenir d'une structure de prix de la vapeur. En dehors de la priorité des travaux, c'est un élément précieux de toute campagne de sensibilisation.
- Faire une enquête, noter toutes les fuites, importance, coûts et emplacement
- Allouer un budget et (idéalement) une équipe dédiée vapeur chargée de travailler méthodiquement à partir de la liste priorisée de réparation des fuites
- Faire connaître les résultats – base hebdomadaire

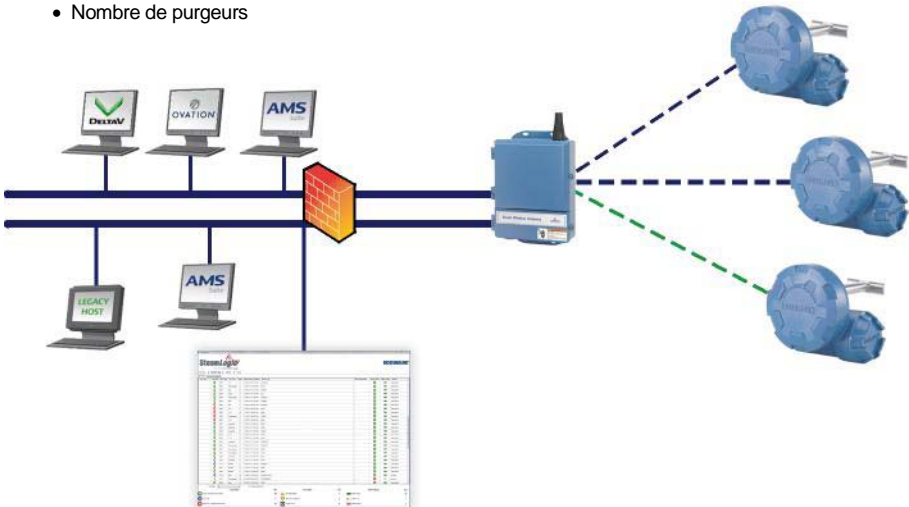
10.4.3 Surveillance des purgeurs de vapeur

Outre les activités de recherche de fuites de vapeur, une approche proactive et organisée de l'entretien des purgeurs est nécessaire. Un grand site pétrochimique peut posséder des dizaines de milliers de purgeurs de vapeur. Un programme complet de vérification est impossible, cependant ce grand nombre permet une approche d'inspection fondée sur les risques. Des moniteurs modernes basés sur la technologie sans fil permettent la surveillance des applications clés.



Les facteurs clés à prendre en compte lors de la conception d'un programme d'inspection sont :

- Coût de la vapeur qui s'échappe lors d'une panne
- Coût du programme d'inspection
- Coût moyen de réparation par purgeur
- Taux d'inspection / an
- Taux de panne moyen (% panne / an)
- Délai moyen entre panne et inspection (mois)
- Nombre de purgeurs



De là, c'est une analyse relativement simple de déterminer le programme d'inspection le plus rentable, en équilibrant les coûts d'inspection en fonction des coûts de vapeur perdue. Cela permet aussi la compréhension de l'effet du taux de panne sur les résultats, et de l'effet de l'étude de l'amélioration des purgeurs, etc.

Il existe une variété de techniques d'inspection – ultrasons, pyrométrie, contrôle manuel, et le lecteur est dirigé vers le fabricant et sa littérature pour se faire sa propre idée.

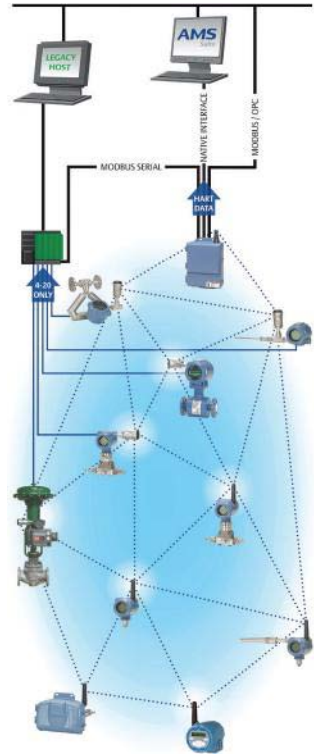
Un nouvel outil attractif sur le marché des purgeurs de vapeur est le moniteur sans fil. Généralement, un simple appareil sanglé et fonctionnant sur pile utilise la technologie acoustique pour surveiller les performances des purgeurs. Deux fonctions peuvent être envisagées : la surveillance des purgeurs clés de haute capacité (par exemple sur les circuits de vapeur moyenne pression) et la collecte de données de surveillance statistique qui permet d'élaborer un programme d'inspection de qualité supérieure.

10.4.4 Calorifugeage

Souvent ignorés, les effets de la dégradation du calorifugeage peuvent être importants.

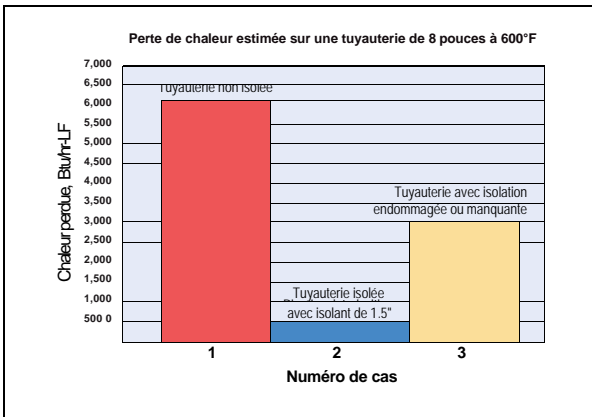
Le Centre néerlandais pour l'isolation technique a calculé l'effet du calorifugeage endommagé ou manquant sur la productivité et l'environnement. On estime que 5 à 10 % des systèmes des raffineries de pétrole sont mal isolés ou pas isolés du tout en Union Européenne; pour les États-Unis, les estimations vont de 20 à 25 %.

Une raffinerie d'une capacité de 300 000 bbl/jour a été inspectée et on a trouvé une perte de 4 500 bbl/jour due à une isolation insuffisante – une perte d'environ \$200 millions par an. La réduction des pertes à l'aide d'une isolation



efficace coûterait approximativement \$25 millions, avec un retour sur investissement de deux mois. Cela économiserait 500 000 t/a d'émissions de CO₂.

Trop souvent, l'entretien courant consiste à l'enlèvement et au remplacement d'éléments d'isolation. Cependant, l'isolant retiré par le personnel de l'usine ou par le personnel d'autres contractants n'est généralement pas remplacé à moins que cela ne soit expressément notifié. Pendant les révisions, le remplacement de l'isolation peut être laissé de coté et réservé pour la phase finale.



La pluie et la corrosion ainsi que des dommages mineurs peuvent rapidement conduire à une perte de performance d'isolation.

Ainsi, un programme régulier d'inspection du calorifugeage est un élément très important dans tout programme de conservation de l'énergie. Des méthodes de calcul de pertes sont largement disponibles. Le balayage infrarouge est une technique courante. Dans certains cas, la surveillance de la dégradation des températures peut indiquer une perte de performance potentielle sur une période de temps.

10.4.5 Utilisation des techniques de surveillance des actifs

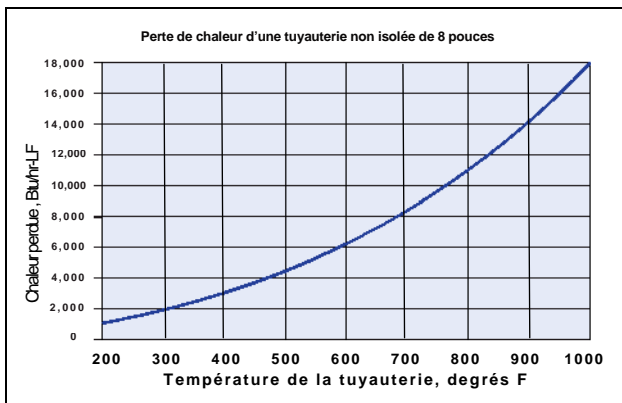
Les logiciels de surveillance de l'équipement, généralement liés à un historique du procédé, sont devenus largement disponibles au cours de la dernière décennie. La construction de modèles et les techniques de codage sont maintenant à la portée des ingénieurs sans la nécessité de connaissances approfondies en mathématiques et de compétences en programmation. La puissance de l'informatique moderne permet le calcul rapide et la convergence des routines d'ajustement et d'optimisation qui sont au cœur du logiciel. Différentes approches sont possible :

- Modélisation rigoureuse des principes premiers
- Modélisation statistique sérieuse
- Modélisation de type 'Boite noire' combinant les connaissances et la compréhension scientifique de procédés physiques à l'aide d'une modélisation statistique – mieux à même de gérer une erreur de mesure, l'incertitude de modélisation et les effets non modélisés.

Initialement destinées à la détection de défauts, ces techniques peuvent être très utiles dans une stratégie de maintenance énergétique. La dégradation de la performance énergétique est un processus plus lent en raison de facteurs tels que l'encrassement et en tant que tel est un bon candidat pour une surveillance à long terme.

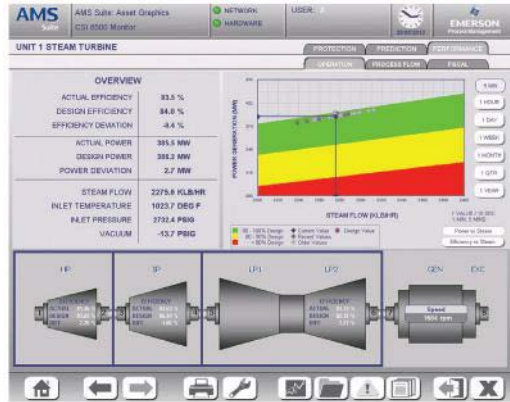
Typiquement, un modèle sera doté (en temps réel) des données de l'installation (par exemple, les données moyennes horaires du bruitage à court terme). Le paramètre d'ajustement calculé sera une quantité physique ayant une relation directe avec un problème de performance énergétique – par ex. un coefficient de transfert thermique, l'efficacité d'une chaudière ou d'une turbine. Le modèle ajusté peut être utilisé de deux manières :

1. Mise en alarme de l'état actuel. Cela pourrait être combiné avec une certaine forme de surveillance du contrôle statistique du procédé.
2. L'élaboration de modèles basés sur le temps pour les paramètres calculés qui peuvent alors être utilisés comme des modèles prédictifs pour identifier les futures options opérationnelles et de maintenance. Comme le modèle est mis à jour, il devient une représentation à jour de la dernière situation et est la meilleure source de connaissance pour la planification future. Typiquement, cela peut être combiné avec les systèmes de planification de la maintenance pour déterminer les périodes de nettoyage et d'intervention les plus rentables.



Applications courantes :

- Encrassement d'un échangeur de chaleur et prévision de performance
- Contrôle de l'efficacité d'une turbine
- Contrôle de l'efficacité d'une chaudière et d'un four
- Performance d'une turbine à gaz
- Courbe de pompe – fonctionnement au meilleur point d'efficacité
- Efficacité d'une tour de refroidissement



Idealement, le logiciel de modélisation devrait utiliser les mêmes données communes que l'EMIS et ses résultats devraient y être envoyés pour le stockage des données et le reporting.

Pour obtenir de meilleurs résultats, l'utilisation de tels logiciels nécessite d'être formalisée – présentation des résultats et décisions prises sur une base régulière prévue par les processus de maintenance EMS plutôt que comme un loisir technologique occasionnel utilisé par un seul ingénieur.

10.5 Analyse Pinch et amélioration de la récupération de chaleur

Les techniques présentées jusqu'ici ont été généralement des méthodes de soutien permettant l'amélioration de l'efficacité énergétique d'une unité opérationnelle. L'usine de base est restée la même. Les grands projets d'immobilisations n'ont pas été examinés.

Cependant, les opérations changent. Des matières premières et des spécifications de produit différentes, ainsi de suite, modifient progressivement les conditions de fonctionnement. L'équipement est susceptible de fonctionner à des températures et des débits différents de la conception originale. Les facteurs de contrôlabilité et de prévoyance de conception d'origine sont susceptibles d'être supplantés. Et ces considérations s'appliquent particulièrement aux systèmes d'intégration ou de récupération de chaleur du procédé utilisés. En effet, sur une unité plus ancienne, il peut y avoir une très faible intégration de chaleur et un gaspillage d'énergie excessif (une vérification rapide d'une dégradation de la température du produit est une indication utile - comment se comparent-ils aux spécifications de stockage – trop de chaleur est-elle envoyée à eau de refroidissement ?)

Cela conduit à l'examen d'une revisite plus fondamentale de l'intégration de chaleur de l'unité et de l'utilisation de l'énergie. Au cours des dernières années, les méthodes d'intégration des procédés et plus spécifiquement d'analyse Pinch ont fait leurs preuves dans le traitement de ces questions.

10.5.1 Analyse Pinch (méthode du pincement)

La technique de l'analyse Pinch a été pour la première fois développée en 1977 par Bodo Linnhoff sous la supervision du Dr John Flower à l'Université de Leeds, et depuis lors, est devenue l'un des outils les plus fonctionnels dans le domaine de l'intégration des processus, en particulier pour améliorer l'utilisation efficace de l'énergie, de l'eau et de l'hydrogène. Elle est très utilisée dans les secteurs de la chimie, de la pétrochimie, du raffinage du pétrole, du papier, de l'agro-alimentaire et de la métallurgie.

L'analyse Pinch fournit des outils permettant d'enquêter sur les flux d'énergie au sein d'un procédé et d'identifier les moyens les plus économiques de maximiser la récupération de la chaleur et de minimiser les besoins en utilités. Si elle a de toute évidence une place pour les nouveaux concepts, dans les projets de rénovation, l'analyse Pinch peut être spécifiquement destinée à maximiser le retour sur investissement du projet et à permettre d'évaluer des combinaisons d'idées.

Un élément important de l'analyse Pinch est la mise en place d'objectifs de consommation minimale d'énergie pour un procédé ou une usine donnée. Cette information permet d'identifier le potentiel d'amélioration avant de commencer la conception du processus en détail.

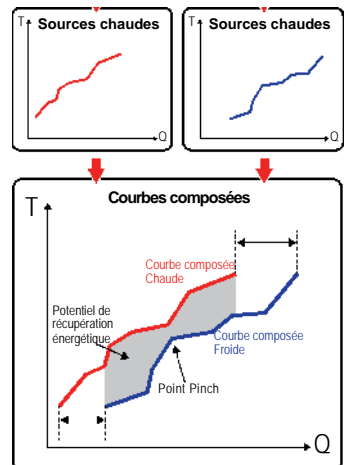
L'utilisation d'un logiciel spécialisé est généralement nécessaire. Certains logiciels offrent des outils pour concevoir rapidement des réseaux d'échangeurs de chaleur. Un modèle de systèmes des utilités d'un site est généralement fourni dans le cadre de l'étude Pinch. Cela permet aux économies d'énergie du procédé d'être directement liées à des économies d'achats d'énergie primaire.

Les économies typiques rapportées dans les secteurs mentionnés ci-dessus ont été de l'ordre de 10 à 35%

(Source: *Pinch Analysis for the Efficient Use of Energy etc. Natural Resources Canada*).

L'un des principaux outils de l'analyse Pinch est la représentation graphique de courbes composées. Les données du procédé sont représentées comme un ensemble de flux d'énergie, comme une fonction de la charge thermique (kW) par rapport à la température (°C). Ces données sont combinées pour tous les flux de l'usine pour donner des courbes composées, l'une pour tous les flux chauds (libérant de la chaleur) et l'autre pour tous les flux froids (nécessitant de la chaleur). Le point où l'approche en température entre les courbes composées "chaudes" et "froides" est la plus faible est la température de pincement ("point de pincement" ou simplement "pincement") et c'est l'endroit où la conception est la plus contrainte. Donc, en trouvant ce point et en partant de là, les objectifs énergétiques peuvent être atteints, en récupérant la chaleur entre les flux chauds et froids dans deux systèmes distincts, l'un pour des températures supérieures aux températures de pincement et l'autre pour des températures inférieures au pincement. Dans la pratique, au cours de l'analyse Pinch d'un modèle existant, les échanges de chaleur « croisés » sont détectés entre un flux chaud dont la température est au-dessus de la température de pincement et un flux froid en-dessous du pincement. Le remplacement de ces échanges croisés par des échanges plus judicieux permet d'atteindre l'objectif de consommation énergétique minimum.

Données Flux Procédé



L'exploitation détaillée de l'analyse Pinch, que ce soit pour des réseaux d'échangeurs de chaleur, la conception de systèmes d'utilités ou des applications de cogénération, débordent du cadre de ce texte. Des compétences et des logiciels spécialisés sont en effet nécessaires. Cependant, elle peut jouer un rôle important dans la réévaluation et l'optimisation des profils d'énergie et d'utilités d'une unité. Des suggestions de lecture supplémentaires sont incluses à l'annexe H.

10.6 Variateurs de vitesse

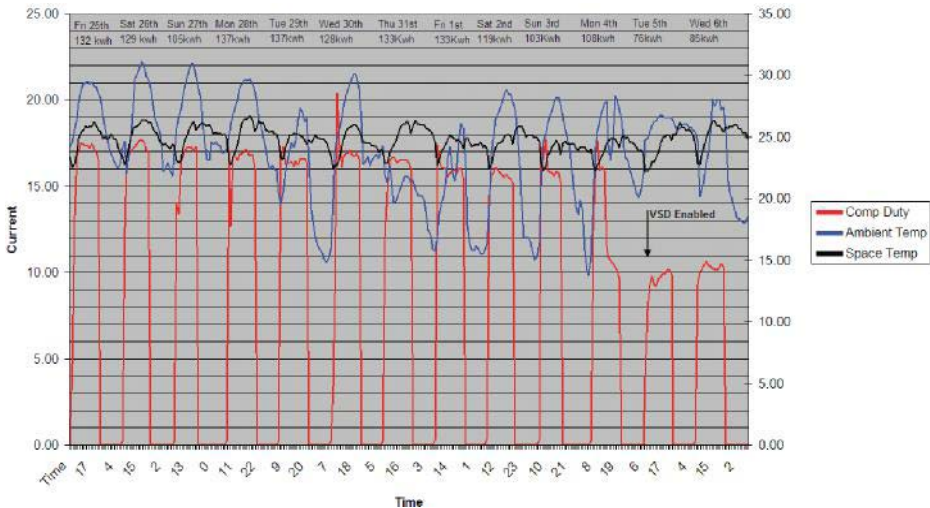
Les variateurs de vitesse peuvent conduire à des économies significatives associées à un meilleur contrôle des procédés, à moins d'usure des équipements mécaniques et moins de bruits acoustiques. Lorsque les charges varient, les variateurs de vitesse peuvent réduire la consommation d'énergie électrique, en particulier pour les pompes centrifuges, les compresseurs et ventilateurs – jusqu'à 50%. D'autres matériels, telles que les centrifugeuses, les moulins et les machines-outils, ainsi que les éléments de manutention comme les enrouleurs, les transporteurs et les élévateurs, peuvent également bénéficier, à la fois en terme de consommation d'énergie et de performance globale, de l'utilisation de variateurs de vitesse.

L'utilisation des variateurs de vitesse peut présenter d'autres avantages, notamment :

- étendre la plage utile de fonctionnement des équipements entraînés
- isoler les moteurs de la ligne, ce qui peut réduire le stress et l'inefficacité du moteur
- synchroniser avec précision plusieurs moteurs
- améliorer la vitesse et la fiabilité d'une réponse à l'évolution des conditions d'exploitation

Si les variateurs de vitesse se sont développés depuis de nombreuses années, leurs coûts ont tendance à limiter leurs applications aux grandes puissances. Cependant, la partie électronique des variateurs modernes a permis de réduire les coûts d'immobilisation de manière significative et cette technologie est maintenant beaucoup plus adaptée aux applications de petites puissances.

Etude de cas – Un système de réfrigération avec un petit compresseur de 10KW qui fonctionne sous un profil de charge variable pendant la journée a économisé 40% de sa consommation grâce à l'installation d'un variateur de vitesse. Le retour sur investissement a été de 2,4 années bien que le compresseur ne fonctionne que de mai à octobre chaque année.



Remarque : les variateurs de vitesse ne sont pas applicables à toutes les applications, en particulier lorsque la charge est constante (ventilateurs d'alimentation de lit fluidisé, compresseur d'air pour application d'oxydation, etc...) car les variateurs perdent 3 à 4 % de l'apport énergétique (redressement et ajustement des phases).

11 Aptitudes et compétences pour les activités énergétiques

En décrivant la mise en place d'un programme d'amélioration énergétique, le sujet des rôles et des compétences a été brièvement mentionné (section 4.3). Le prochain chapitre examine plus en détail les aptitudes et les niveaux de compétence requis à la fois pour les programmes d'amélioration de l'énergie et le développement de l'EMS. Étant donné le large éventail de facteurs énergétiques, un large éventail de disciplines correspondantes est impliqué et trouver un équilibre entre ressources à plein temps et spécialisées est difficile.

11.1 Compétences organisationnelles de base et domaines de compétence

Ces compétences sont nécessaires pour les activités quotidiennes liées à l'énergie et doivent généralement être disponibles dans le cadre de la ressource locale sur site. Dans la plupart des cas, ce sont des compétences énergétiques faisant partie d'un travail plus large.

11.1.1 Gestionnaire de l'énergie du site

C'est (idéalement) un poste spécialisé. Le titulaire du poste devrait être un ingénieur expérimenté avec une vue d'ensemble opérationnelle forte et de l'expérience sur l'ensemble du site. Ce n'est PAS une position financière ou comptable. Compétences clés et domaines de connaissance :

- Ingénierie des exploitations et des procédés
- Planification et Ordonnement
- Compréhension de l'organisation du site et des processus de prise de décision
- Techniques d'analyses comparatives et d'analyses de données
- Evaluation économiques et des produits/utilités
- Capacité à suivre/exploiter les tendances et les développements externes (techniques et commerciales)
- Compétences en facilitation/communication
- Compréhension/évaluation des technologies d'efficacité énergétique

11.1.2 Ingénieurs Procédé

Tous les ingénieurs procédés soutenant les opérations quotidiennes devraient avoir des compétences de base en efficacité énergétique :

- Connaissance approfondie de la façon dont l'exploitation du procédé et les conditions de fonctionnement influent sur la consommation énergétique de leur unité
- Connaissance approfondie de la façon dont les systèmes de combustibles et d'utilités ont un impact sur leur unité
- Compétences standard de génie chimique – bilans massiques et thermiques, transfert de chaleur, thermodynamique, procédés de séparation, modélisation, etc.
- Connaissance du fonctionnement et de la modélisation des équipements de base – fours, turbines, échangeurs de chaleur, purgeurs de vapeur
- Appréciation des techniques modernes de contrôle et d'instrumentation
- Appréciation/compréhension des techniques avancées de modélisation (analyse Pinch, simulations de vapeur, etc.)
- Compétences en élaboration de rapport de données historiques et en analyse de données
- Economies de procédé

11.1.3 Ingénierie des utilités

Très dépendante de l'infrastructure des utilités installées, mais compétence clé susceptible d'inclure (en plus des compétences de base en ingénierie des procédés) :

- Fonctionnement détaillé d'une chaudière et évaluation de sa performance
- Distribution électrique – aspects opérationnels
- Systèmes et réseaux de vapeur – équilibrage et optimisation
- Performance et dépannage d'une turbine
- Traitement chimique de l'eau

11.1.4 Contrôle et instrumentation

La capacité de mesurer et de contrôler les flux énergétiques est une condition absolument essentielle pour un fonctionnement efficace. Les compétences disponibles sur site devraient inclure :

- Compétences en conception (boucles simples), en diagnostics et en entretien de l'instrumentation
- Compétences en configuration DCS/Historique des procédés (repères, calculs, écrans, rapports)
- Réglage des boucles de régulations
- Configuration et configuration du contrôle de base
- Contrôle avancé – soutien de première ligne

11.1.5 Personnel opérationnel

La répartition des compétences dépendra de l'allocation des rôles au sein des équipes opérationnelles – par exemple l'utilisation d'opérateurs dédiés aux fours par opposition à un schéma de rotation entièrement multitâches.

- Tous les opérateurs devraient comprendre les facteurs énergétiques de base (drivers) sur l'efficacité énergétique de leurs unités (par exemple le taux d'oxygène des fumées, la performance des équipements, les taux de recyclage, la vapeur de fractionnement, l'impact du reflux et du rebouillage, etc.) et comment ils peuvent être influencés à partir d'un panneau de commande ou sur site
- Tous les opérateurs devraient comprendre les procédures relatives aux équipements éco énergétiques de base – par exemple, comment et quand effectuer un ramonage, vérifier le fonctionnement des purgeurs de vapeur, le fonctionnement d'un dégazeur, purger les condensats, rapporter des fuites de vapeur, sélectionner un entraînement de pompe, etc.
- Les opérateurs de panneaux de commande doivent avoir une bonne compréhension de la façon dont les boucles de contrôle de procédé influent sur la consommation énergétique – intégration de la chaleur, contrôle des fours, sélection des combustibles, concepts de stabilité, contraintes, conditions de distillation
- Compétences sur les fours (le cas échéant) – interprétation de la forme des flammes, manipulation des registres d'air, nettoyage du brûleur, procédures d'entretien du brûleur (colmatage et changement d'injecteur)

11.2 Compétences de grand spécialiste en support technique

Le site aura besoin des compétences d'ingénieurs spécialistes fiables pour compléter l'exploitation au jour le jour. Ils peuvent provenir du centre technique de l'entreprise, ou être des consultants individuels, ou faisant partie d'un bureau d'études ou d'une société d'ingénierie, ou appartenant à un fournisseur d'équipements. L'adoption d'une approche intégrée qui permet à un ensemble d'experts complémentaires de travailler ensemble, qui sont conscients des limites de leurs domaines d'expertise, est une bonne pratique.

Compétences spécialisées dont un site peut avoir besoin :

Conception et opérations de combustion. Couvrant à la fois la conception des fours et le fonctionnement des brûleurs (réglage des arrêts minimum, corrosion provoquée par les flammes, conception et fonctionnement de l'alimentation en combustible).

Transfert de chaleur. Pour des questions telles que la conception de l'échangeur de chaleur et la configuration de l'unité, (analyse Pinch), l'évaluation et la réduction des encrassements.

Production d'électricité. Conception et fonctionnement d'un turbo-alternateur, générateurs, entraînements.

Turbines et machines tournantes. Fonctionnement d'un compresseur, contrôle anti-pompage, changements d'entraînements.

Air comprimé. Utilisation d'un compresseur à récupération de chaleur, minimisation des fuites, surveillance du filtre et optimisation des pressions du système.

Contrôle avancé et optimisation. Commande prédictive avancée, utilités en temps réel, modélisation du procédé et techniques d'optimisation.

Mesure. Notamment pour la sélection et la conception des situations de mesures difficiles – technique de mesure des débits, sélection d'analyseur en ligne, système d'échantillonnage.

Procédé et modélisation statistique. Développement de modèles énergétiques de base, étude des mécanismes des drivers non-évidents, analyse comparative, corrélations drivers-KPI.

11.3 Aptitudes et compétences EMS et EMIS

Le développement et la mise en œuvre de ces deux systèmes nécessitent des compétences croisées complètes. Celles-ci varient en fonction de la phase du projet. Fondamentalement, il s'agit d'un projet de gestion du changement bien qu'il y ait un besoin pour une forte ingénierie opérationnelle et de procédé ainsi que certaines compétences de soutien en informatique de procédé. Qui sous-entend clairement que les domaines de compétence technique sont des éléments solides de compétences en communication et en gestion de projet. Fondamentalement, l'EMIS aborde les processus de gestion d'un site de fabrication au jour le jour. De nouvelles méthodes de travail seront nécessaires, les processus existant peuvent être contestés. Les drivers énergétiques sont souvent en contradiction avec le rendement actuel ou les stratégies de production. Ainsi, la capacité à engager le site et le personnel pour faire avancer le débat et résoudre les problèmes d'une manière positive est essentielle.

Compétences nécessaires au sein d'une équipe responsable de l'élaboration de l'EMS et son système d'information associé :

Connaissance du fonctionnement technique et économique de l'unité. Compréhension de la configuration du procédé, des systèmes de flux et de l'exploitation de l'unité ainsi que de la gestion de support et des procédés techniques, des structures organisationnelles, des vecteurs d'affaires, des pratiques et cultures opérationnelles.

Economie d'entreprise. Economie de base des entreprises, planification, philosophie de programmation et tarification au coût marginal, économie de projet.

Ingénierie des procédés. Ingénierie de base, transfert de chaleur et de masse, thermodynamique, conception standard et méthodes de calcul. Modélisation des procédés et capacité à élaborer des diagrammes.

Recherche de données. Pouvoir utiliser les outils et techniques de modélisation statistiques et mathématiques, particulièrement dans l'analyse des séries chronologiques des données du procédé.

Architecture de l'instrumentation et de l'informatique de procédé. Compréhension de l'informatique typique de procédé, de l'architecture et des systèmes d'instrumentation. DCS et informatique de procédé et relation par rapport aux structures de l'informatique d'entreprise. Architecture des applications typiques (quel service, exécuté où), relation avec l'informatique d'entreprise et de bureau, composants basiques, fonctionnalités et fournisseurs.

Codification de l'informatique de procédé. Compétences en programmation et configuration des systèmes modernes pour les procédés, élaboration de graphiques, production de rapports, codage de calculs et programmation.

Gestion de la qualité totale. Compréhension des systèmes de gestion, ISO 9001, etc.

Gestion du changement. Connaissances des techniques de gestion du changement, introduction de nouvelles méthodes de travail, esprit d'équipe, motivation, formation, etc.

Il est clairement prévu qu'un individu sera en mesure de gérer plusieurs des exigences de compétence pour toute activité EMIS donnée. Le but, si la matrice aide les gestionnaires à construire une équipe et fournit une liste de contrôle à toute personne qui entreprend une activité EMS, est qu'ils possèdent les connaissances et compétences appropriées pour entreprendre le travail.

11.4 Gestion des compétences

La plupart des entreprises emploie aujourd'hui une certaine forme de système de gestion de la formation et des compétences, souvent dans le cadre du système des ressources humaines. Ceci permet l'enregistrement et l'évaluation des compétences requises pour un poste en particulier, et aussi les capacités d'un ingénieur particulier. Ainsi des plans individuels de formation et de compétences peuvent être développés, et les progrès suivis.

Il est important que les compétences liées à l'énergie y soient incluses – en particulier si une certification à la norme ISO 50001 est en cours d'examen. Il est aussi utile de considérer l'étendue de l'expertise sur un domaine. Des systèmes complexes de catégorisation sont disponibles, mais une approche simple à deux niveaux est tout à fait possible, où un niveau de compétence est simplement évalué comme 'Conscient' ou 'Professionnel'.

Conscience

Une bonne connaissance de ce qui est impliqué dans ce domaine d'expertise et de sa pertinence pour l'entreprise.

- Comprendre les principaux éléments du domaine d'expertise et leur importance pour l'entreprise
- Comprendre comment et où les compétences dans le domaine d'expertise concerne la tâche

Professionnel

Etre capable de mener de manière cohérente les activités d'un domaine d'expertise au niveau requis.

- Capacité d'effectuer de manière satisfaisante la majorité des activités du domaine d'expertise
- Capacité à traduire des directives et normes du domaine d'expertise en actions concrètes
- Capacité à imaginer la solution de problèmes techniques/opérationnels dans le domaine d'expertise
- Capacité à guider et conseiller les autres dans les aspects techniques/opérationnels du domaine d'expertise

12 La Directive de l'UE relative à l'Efficacité Énergétique

12-1 Histoire et développement

L'efficacité énergétique n'est pas seulement l'amélioration de la sécurité des approvisionnements et la réduction des coûts de l'énergie. Elle est également une partie intégrante d'une vision à long terme pour aller vers une ressource efficace et une économie faible en carbone. Utiliser l'énergie de manière plus efficace conduira à une réduction des émissions globales de gaz à effet de serre, soutenant ainsi les politiques contre le changement climatique. En outre, l'efficacité énergétique a le potentiel pour être un stimulateur important pour la reprise économique et la croissance. L'industrie de l'UE va devenir plus compétitive en réduisant sa consommation d'énergie et, dans le même temps, le secteur des services d'efficacité énergétique constitue un nouveau marché de croissance verte et créateur d'emplois.

A cet égard, l'efficacité énergétique est un aspect fondamental des initiatives plus larges de l'accomplissement énergétique de l'UE, du changement climatique et des objectifs de la politique industrielle, et contribue largement à la stratégie EUROPE 2020.

Le Conseil européen de Mars 2007 a fixé trois objectifs ambitieux à atteindre d'ici 2020 dans le cadre de la politique énergétique et climatique, économiser 20% de la consommation totale d'énergie primaire de l'UE, fixer des objectifs contraignants pour augmenter la part des énergies renouvelables de 20% et réduire les émissions de gaz à effet de serre de 20% par rapport aux niveaux de 1990. En outre, le Conseil de l'UE a approuvé un accord pour la réduction d'au moins 80% des émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050.

Aucun de ces objectifs ne peut être atteint sans la rationalisation et le renforcement de l'Union européenne et des cadres nationaux existants pour l'efficacité énergétique. La directive sur l'efficacité énergétique récemment adoptée est une étape importante vers une politique énergétique de l'UE plus stricte et harmonisée mettant l'efficacité énergétique au centre, définissant le chemin d'accès à des actions dans ce domaine d'ici à 2020.

Il s'agit d'un cadre plus cohérent et complet qui, s'il est correctement mis en œuvre, permettra d'exploiter les potentiels d'économies d'énergie rentables de l'UE, à la fois du côté de la production (génération, transport, distribution) et du côté de la demande.

12-2 Points forts

La directive fournit un cadre législatif solide pour conduire l'industrie vers une plus grande efficacité énergétique. Alors que la directive couvre un éventail complet d'activités allant de la consommation d'énergie domestique à travers les bâtiments, le transport, la distribution et l'industrie, les questions clés concernant le secteur de l'industrie de procédés sont l'encouragement à la mise en œuvre de systèmes de gestion de l'énergie et aussi l'obligation pour les grandes installations industrielles de subir des audits de performance énergétique réguliers par des auditeurs externes accrédités. La directive mandate expressément les états membres à encourager les PME à adopter les meilleures pratiques dans ces domaines.

La directive précise les exigences minimales créant une base permettant aux états membres de développer leur législation et leurs normes locales.

Des objectifs de consommation énergétique sont réalisés grâce à des programmes énergétiques obligatoires qui obligent les distributeurs d'énergie à réaliser des économies de 1,5% par an auprès de leurs utilisateurs finaux entre 2014 et 2020. Il y a une exemption limitée (25% maximum des économies totales du pays) pour les industries

soumises au système d'échange de quotas d'émissions et les états membres sont autorisés à apporter leurs propres règles à l'appui de la réalisation d'économies d'énergie auprès des clients finaux. La mesure et la vérification des économies d'énergie est une condition essentielle de la directive.

En termes de gestion des systèmes d'approvisionnement et de distribution, les autorités nationales de régulation de l'énergie sont nécessaires pour encourager les systèmes de réponse à la demande afin de mieux gérer la consommation des clients en électricité en fonction des conditions d'approvisionnement. Par exemple, en faisant réduire leur consommation d'électricité aux consommateurs à des heures critiques ou en réponse aux prix du marché. Il est clair que cela peut influencer sur l'industrie des procédés en termes de gestion de la charge interne d'un site et même offrir des possibilités de participation active avec des entreprises de distribution.

Il a été démontré que les systèmes de chauffage urbain sont un des moyens les plus attrayants d'améliorer l'efficacité énergétique des grandes industries de procédés. En particulier dans la récupération de la chaleur "bas niveau" (par exemple < 80 °C) qui serait autrement perdue dans l'eau de refroidissement ou à l'atmosphère. D'importantes étapes dans l'efficacité énergétique sont réalisables mais à un coût évidemment élevé et impliquant des infrastructures complexes inter-compagnie/gouvernement. Dans l'industrie du pétrole, des raffineries (principalement scandinaves) qui ont adopté cette technologie se situent au top de l'étude comparative de l'efficacité énergétique. La directive impose aux états membres de procéder à une "évaluation globale", avant décembre 2015, identifiant des moyens rentables pour développer l'infrastructure nécessaire et pour accompagner le développement combiné de chaleur et d'électricité de haute efficacité ainsi que l'utilisation du chauffage et du refroidissement à partir de chaleur perdue et de sources d'énergie renouvelables. C'est un facteur d'efficacité potentielle majeure pour l'industrie de procédés.

Une série de dispositions soutenant ces questions spécifiques dites «horizontales» traversent tous les secteurs tels que la promotion du marché des services énergétiques, la disponibilité des systèmes de certification pour promouvoir la compétence technique, la suppression des obstacles à l'efficacité énergétique, la liberté de l'information, etc.

12.3 Principales recommandations pour les industries de procédés

La directive est un document exhaustif qui sert finalement de nombreux secteurs. Elle vise également les états membres qui sont tenus d'élaborer une législation nationale pour y apporter les prescriptions de la directive dans le droit local. De nombreuses prescriptions sont destinées à la gestion détaillée de la directive par les états membres. Ce qui suit décrit les points forts des principaux impacts sur les utilisateurs finaux des industries de procédés.

12.3.1 Audits énergétiques

Pour les industries de procédés, l'impact clé sera l'obligation de se soumettre à un audit énergétique régulier. Dans ce cas, un 'audit énergétique' signifie *"une procédure systématique dans le but d'obtenir une connaissance adéquate des caractéristiques de consommation énergétique du fonctionnement d'une installation industrielle ou commerciale, d'identifier et de quantifier des opportunités d'économies d'énergie rentables, et de présenter des conclusions"*. Ceci est soutenu par les systèmes nationaux d'accréditation et par la certification de vérificateurs externes.

Les prescriptions sont données à l'article 8 de la directive. Celles-ci seront établies dans la législation nationale de chaque état membre, et peuvent en effet être améliorées ou rendues plus strictes. Les principaux aspects qui ont un impact direct sur les entreprises de l'industrie de procédés sont résumés comme suit.

12.3.1.1 Obligations de se soumettre à un audit

Il sera obligatoire pour toutes les grandes entreprises qui ne sont pas classées comme PME de se soumettre à un audit énergétique dans les trois ans de l'entrée en vigueur de la directive, puis au moins une fois tous les quatre ans par la suite.

Les audits doivent suivre les normes minimales énoncées au chapitre 12.3.1.4 ci-dessous, et être menés de manière indépendante et sous réserve de l'assurance qualité. - C'est à dire réalisés par des experts qualifiés et/ou accrédités ou mis en œuvre et supervisés par des autorités indépendantes sous le couvert de la législation nationale.

Remarque sur les auditeurs 'maison'. La directive n'exclut pas spécifiquement l'audit par le personnel interne à condition qu'il soit formé et certifié par les autorités indépendantes, comme indiqué ci-dessus. Ils seront soumis à un contrôle annuel aléatoire par l'autorité indépendante. Le groupe de travail de l'UE sur cet article a également déclaré que 'lorsque les vérifications sont effectuées par des experts internes, il est exigé que ces experts ne soient pas directement engagés dans l'activité auditée'. Ainsi le personnel local est exclu du processus de vérification de leur propre site, alors que les experts de l'entreprise / du siège social ou d'un autre site peuvent le faire.

12.3.1.2 Exemption d'audit liée à un système de gestion de l'énergie (EMS)

Une exemption de l'obligation de réaliser des audits énergétiques réguliers peut être accordée à des entreprises ayant adopté un système de gestion de l'énergie ou de l'environnement (par exemple ISO 50001 ou ISO 14001) à condition :

- Que le système de gestion soit certifié par un organisme indépendant selon les normes européennes et internationales compétentes.
- Que le système de gestion comprenne notamment des prescriptions d'audit énergétique en ligne avec la directive (voir 12.3.1.4 ci-après).

12.3.1.3 Exigences sur les PME

- Il n'y a aucune exigence stricte sur les PME, mais les états membres ont l'obligation de soutenir et encourager les PME à adopter de meilleures pratiques sur l'efficacité énergétique :
- Les PME seront encouragées à faire l'objet d'audits énergétiques et à mettre en œuvre les recommandations qui en découlent
- Les états membres doivent porter à l'attention des PME des exemples concrets montrant la façon dont les systèmes de gestion de l'énergie peuvent aider leur entreprise.
- Pour aider les PME, les états membres doivent adopter un cadre propice destiné à fournir une assistance technique et un savoir-faire

12.3.1.4 Normes d'audit minimum

- Les critères minimum pour les audits énergétiques, y compris ceux menés dans le cadre des systèmes de gestion de l'énergie. Les audits énergétiques visés à l'article 8 de la directive doivent être fondés sur les lignes directrices suivantes :
- S'appuyer sur des données opérationnelles à jour, mesurées, tracées, de la consommation d'énergie et sur les profils de charge (pour l'électricité)
- Comprend un examen détaillé du profil de consommation énergétique des bâtiments, exploitations ou installations industrielles, y compris le transport
- Construire, chaque fois que cela est possible, sur l'analyse du coût du cycle de vie au lieu de simples périodes de récupération de l'investissement afin de tenir compte des économies à long terme, des valeurs résiduelles des investissements à long terme, et des taux d'actualisation.
- Soyez proportionné, et suffisamment représentatif pour permettre l'élaboration d'une image fiable de la performance énergétique globale et l'identification fiable des opportunités d'amélioration les plus significatives
- Des audits énergétiques doivent permettre des calculs détaillés et validés pour les mesures proposées de manière à fournir des informations claires sur les économies potentielles
- Les données utilisées dans les audits énergétiques doivent être stockables pour l'analyse historique et le suivi de la performance

12.3.2 Objectifs énergétiques et obligations

Les états membres doivent mettre en place des dispositions sur l'obligation énergétique (ou des mesures alternatives – voir 12.3.2.2) pour réaliser des économies cumulées sur l'utilisation finale de l'énergie d'ici le 31 décembre 2020, équivalentes à 1,5% d'économie annuelle entre 2014 et 2020.

Cependant, il y a plusieurs options pour les états membres sur la manière de calculer les objectifs et de développer leurs politiques nationales. Les inclusions et exclusions sont nombreuses et apportent une flexibilité aux états membres.

12.3.2.1 Obligations des états membres :

Chaque membre devra procéder de manière à développer soit un régime obligatoire d'efficacité énergétique, soit des mesures politiques alternatives visant à réaliser des économies d'énergie auprès des utilisateurs finaux. En particulier, ils sont tenus de :

- Etablir la quantité totale des économies d'énergie devant être réalisée et sa propagation sur la période d'obligation
- Etablir quels secteurs et actions individuelles doivent être ciblés afin que le volume des économies d'énergie soit atteint
- Décider s'il faut utiliser le régime obligatoire d'efficacité énergétique ou les mesures alternatives, et, tout en concevant des schémas ou des mesures, s'assurer que certains critères sont remplis
- Etablir comment des économies d'énergie découlant d'actions individuelles doivent être calculées
- Assurer le contrôle, la vérification, la surveillance et la transparence du régime obligatoire ou des mesures alternatives
- Rapporter et publier les résultats

12.3.2.2 Secteurs à inclure/exclure

Pour citer l'article 7 de la directive :

“Cet objectif doit être au moins équivalent à la réalisation, chaque année du 1er janvier 2014 au 31 décembre 2020, de nouvelles économies d'énergie correspondant à 1,5 %, en volume, des ventes annuelles d'énergie aux clients finals effectuées soit par l'ensemble des distributeurs d'énergie, soit par l'ensemble des entreprises de vente d'énergie au détail, calculé sur la base de la moyenne des trois dernières années précédant le 1er janvier 2013. Les ventes d'énergie, en volume, utilisées dans les transports peuvent être exclues, partiellement ou intégralement, de ce calcul ...”

Dans le calcul des économies d'énergie totales et donc des objectifs obligatoires, d'autres exclusions spécifiques comprennent les industries énumérées comme étant soumises au système d'échange de quotas d'émissions (Directive européenne 2003/87/EC). Toutefois, cette exclusion est limitée à 25% du total des économies du pays.

La directive prévoit que toute l'énergie finale (à l'exception possible de l'énergie utilisée dans le secteur des transports) qui est achetée par une personne physique ou morale est incluse dans les calculs. Les volumes d'énergie transformée sur place et utilisée pour l'usage personnel, et ceux qui sont utilisés pour la production d'autres formes d'énergie pour les usages non énergétiques sont à exclure. Cela implique que les procédés qui brûlent leurs propres sous-produits, liquides et gaz pour leur consommation interne, seraient exclus.

Ainsi, l'importance des calculs des mesures obligatoires et l'impact des objectifs sur les utilisateurs finaux particuliers dans les industries de précédés, est une bonne chose pour la mise en œuvre locale.

12.3.2.3 Mesures politiques alternatives

Comme une alternative à la mise en place d'un régime obligatoire, les états membres peuvent choisir de

prendre d'autres mesures visant à réaliser des économies d'énergie auprès des clients finaux. Le montant annuel des nouvelles économies d'énergie réalisées grâce à cette approche doit être équivalent à la quantité de nouvelles économies d'énergie imposées par les paragraphes sur les calculs du régime Obligation. À condition que l'équivalence soit maintenue, les états membres peuvent combiner des mécanismes obligatoires avec des mesures de politiques alternatives, y compris les programmes nationaux d'efficacité énergétique.

Les mesures politiques peuvent inclure, sans y être limitées :

- (a) Taxes sur l'énergie ou le CO₂ ayant pour effet de réduire la consommation finale d'énergie.
- (b) Mécanismes et instruments de financement ou incitations fiscales qui conduisent à l'application de techniques ou technologies énergétiques efficaces et ont pour effet de réduire la consommation énergétique dans les utilisations finales.
- (c) Règles ou accords volontaires qui conduisent à l'application de techniques ou de technologies énergétiques efficaces et ont pour effet de réduire la consommation énergétique dans les utilisations finales.
- (d) Règles et normes visant à améliorer l'efficacité énergétique des produits et services.
- (e) Système d'étiquetage énergétique, à l'exception de ceux qui sont obligatoires et applicables dans les états membres en vertu du droit de l'Union Européenne.
- (f) Formation et éducation, y compris les programmes de conseil en énergie qui conduisent à l'application des technologies ou techniques énergétiques efficaces et ont pour effet de réduire la consommation énergétique dans les utilisations finales.

12.4 Comment la directive peut-elle être gérée ? Comment s'applique-t-elle à vous ?

Au moment de la rédaction, les états membres sont en train de développer leur propre législation locale sur la base de l'EED. Comment cela va-t-il se développer, et dans la mesure où des États membres particuliers imposent des exigences plus strictes que la directive, cela reste à voir. Par exemple, les exigences en matière de vérification sont décrites comme des exigences minimales et des sujets spécifiques qui peuvent être inclus dans les vérifications ne sont pas répertoriés - un état membre peut en ajouter. En outre, les mécanismes pour l'exécution et l'administration des processus d'audit local doivent être développés.

La décision clé est de savoir si avec l'adoption d'un système de gestion de l'énergie ou de l'environnement formellement reconnu (ISO 50001/14001), correctement formulé, il sera toujours nécessaire d'avoir des audits énergétiques périodiques externes réalisés par des organismes appointés par le gouvernement. Bien sûr, il faut reconnaître que le développement et le maintien d'un système ISO consomme du temps et des ressources de sorte qu'il y a un équilibre à trouver. Cependant, pour un site / entreprise avec une culture forte dans les systèmes ISO, cela semble une voie raisonnable.

Cependant, la préparation clé pour tous les événements est de développer au moins les éléments de base d'une stratégie et d'un système de gestion de l'énergie, c'est à dire après les briques de construction de base du chapitre 4. L'organigramme en 4.1 illustre les étapes. C'est la meilleure pratique indispensable qui permettra d'aligner les pratiques d'efficacité énergétique d'un site afin d'être mieux préparé pour l'audit externe ou une certification ISO. Si un état membre décide d'adopter la définition d'objectifs énergétiques stricts pour les industries sous le régime des obligations, la même discipline de gestion de l'énergie est essentielle si une entreprise doit répondre aux rigueurs de la fixation des objectifs énergétiques.

13 Bénéfices et études de cas

La projection exacte des bénéfices des activités énergétiques efficaces est spécifique de leurs emplacements et nécessite une analyse détaillée de la situation avant projet. Cependant, il y a un consensus croissant et un retour de bénéfices obtenus provenant de nombreuses sources.

Des programmes d'amélioration énergétique à travers le monde ont été déployés par des entreprises multinationales comme Exxon (programme GEMS) et Shell (programme Energise) qui rapportent lors de conférences des bénéfices en efficacité énergétique de l'ordre de 5 à 10% de la consommation énergétique des sites, avec certains sites particuliers atteignant jusqu'à 20%.

Le guide des meilleures techniques disponible de l'UE pour l'efficacité énergétique (à lire ou à télécharger via <http://eippcb.jrc.es/reference/>) fournit une liste exhaustive des bénéfices typiques attribuables à diverses techniques d'efficacité énergétique – fours, contrôle, entraînements, air comprimé, chauffage, ventilation et climatisation, etc. – et en particulier cite aux sections 7.4, 7.5, 7.6 de nombreuses études de cas et des exemples. Des guides sectoriels particuliers (métallurgie, papier, pétrole, etc. – téléchargeables à partir du même site) fournissent des données de référence utiles pour la consommation énergétique typique des procédés.

Des variations régionales existent, peut-être en raison de la culture et de l'histoire. Il y a des sites aux États-Unis qui ont tendance à déclarer des gains d'efficacité plus élevés que les sites européens, ce qui reflète probablement le plus grand impact de la crise pétrolière des années 1970 en Europe qui a donc étudié l'efficacité énergétique plus tôt. Des sites en Scandinavie apparaissent bien placés dans les analyses comparatives en raison de l'utilisation accrue du chauffage urbain et d'autres systèmes de récupération de chaleur. Ainsi, ils ont moins de possibilités d'amélioration car ils sont déjà bien placés.

13~1 Les avantages des systèmes de gestion de l'énergie

Les avantages d'un système de gestion de l'énergie sont plus difficiles à quantifier directement car ils proviennent des résultats d'activités particulières d'économie d'énergie. La double comptabilisation doit être évitée. Les questions sont la durabilité et la nouvelle amélioration de la conduite.

Une importante conférence organisée par la "Texas Technology Showcase" à Galveston, en décembre 2006 a réuni de nombreux grands utilisateurs industriels et des fournisseurs de conseils et de systèmes. (Documents disponibles sur <http://texasiof.ces.utexas.edu/>.) Les utilisateurs et les fournisseurs ont reporté constamment des problèmes d'érosion des bénéfices dans leurs programmes énergétiques, et ont unanimement reconnu que les systèmes de gestion de l'énergie sont l'élément clé pour s'assurer que les gains d'efficacité sont maintenus.

Il est également clair qu'une culture de gestion de l'énergie active favorisera l'amélioration et la recherche de nouvelles possibilités d'économie d'énergie à la fois sur le plan opérationnel et le plan culturel, et par le capex. Certains de ces gains seront faibles, d'autres vont nécessiter des dépenses.

Il n'est pas facile d'attribuer une valeur tangible et une période de récupération à une mise en œuvre de EMS/EMIS. C'est un point où l'analyse des coûts du cycle de vie entre en jeu. Dans les plans d'économie d'un programme d'efficacité énergétique, il peut être approprié d'appliquer un facteur d'érosion (disons 50 % sur 5 ans) pour les programmes qui ne comportent pas d'EMS. À l'inverse, si un EMS doit être développé dans le cadre du programme, alors l'intégration de futures économies d'énergie annuelles supplémentaires de peut-être 1 à 2 % de la consommation du site pour refléter l'impact futur d'un EMS est possible.

13.2 Etude de cas 1 – Modélisation et mesure de la performance

Une centrale thermique aux Etats-Unis éprouvait des oscillations importantes de température dans des conditions de changement de charge. La modélisation en ligne a indiqué des problèmes avec les mesures de débit d'air. Après que les problèmes aient été corrigés et que les instruments aient été ré-étalonnés il a été possible d'augmenter le taux de rampe de 66 % et de réduire la teneur en oxygène des fumées d'un tiers.

Cela a permis aux unités d'être placées sous contrôle automatique et aux charges minimales d'être réduites de 40%. Il en a résulté un bénéfice de \$ 1,4m par année. En outre, le suivi des performances du préchauffeur d'air sur une chaudière indiquait un mauvais transfert de chaleur et donc une utilisation accrue de combustible. La réparation du préchauffeur a entraîné \$ 240 000 d'économie de combustible par an.

13.3 Etude de cas 2 – Le rôle de la maintenance et de la gestion

Un grand site pétrolier/pétrochimique en Europe a réalisé un examen détaillé de la performance énergétique suivi d'un projet (en suivant les recommandations suggérées au chapitre 9). Une équipe dédiée du site a travaillé pendant deux années à évaluer les performances, identifier les projets et les mettre en œuvre.

Le site était techniquement mature, expérimenté et reconnu comme un exploitant respecté. Il avait une compétence sur le long terme et une forte dotation en personnel technique.

L'équipe a identifié environ 25 projets d'efficacité énergétique relativement peu coûteux permettant de faire économiser environ 10 % de la consommation énergétique du site. Le coût total du projet a été d'environ un tiers des économies annuelles d'énergie – c'est-à-dire une période de récupération de quelques mois.

Cependant, les résultats intéressants sont peu provenus de projets faisant appel à des technologies nouvelles – c'était un site mature avec un bon historique des tendances. La majeure partie (75%) des bénéfices est venue de la résolution de problèmes de maintenance des équipements :

- Fuites de vapeur et purgeurs
- Nettoyage des convecteurs
- Réparation des préchauffeurs d'air
- Réparation des fuites des échangeurs de chaleur
- Alignement du brûleur sur un four
- Equilibrage de la distribution de vapeur
- Contrôle de mise en fonctionnement

Il était clair qu'une orientation d'entreprise (louable) sur les économies de coûts – en particulier sur les contrats d'entretien à coûts fixes – a été au détriment de la performance énergétique. Il n'y avait pas de stratégie énergétique, de fixation d'objectifs ou de surveillance, ce qui a signifié que l'érosion de la performance avait régulièrement eu lieu. Il n'y avait aucun forum pour débattre des coûts et bénéfices de ces activités.

L'équipe du projet a mis en place des mesures correctives, institué des réparations, et a élaboré des procédures EMS pour assurer que les bénéfices soient maintenus.

Annexes

Annexe A. ISO 50001

L'ISO 50001 (nom complet : ISO 50001:2011, Système de management de l'énergie – Exigences et recommandations de mise en œuvre) est une spécification créée par l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) pour un système de gestion de l'énergie. La norme spécifie les exigences pour établir, mettre en œuvre, maintenir et améliorer un système de gestion de l'énergie, dont le but est de permettre à une organisation d'adopter une approche systématique d'amélioration continue de la performance énergétique, y compris l'efficacité énergétique, la sécurité énergétique, l'utilisation de l'énergie et sa consommation. La norme vise à aider les organisations à réduire continuellement leur consommation d'énergie, et donc leurs coûts énergétiques et leurs émissions de gaz à effet de serre.

L'ISO 50001 a été publiée par l'ISO en Juin 2011 et est adaptée à toute organisation - quelle que soit sa taille, secteur ou zone géographique. Le système est calqué sur le système ISO 9001 de gestion de la qualité et sur le système ISO 14001 de gestion de l'environnement.

A.1 Structure

La structure de l'ISO 50001 est conçue selon d'autres normes de systèmes de management, en particulier l'ISO 9001 et l'ISO 14001. Puisque ces trois systèmes de management sont fondés sur le cycle PDCA, l'ISO 50001 peut facilement être intégrée à ces systèmes.

Il y a sept composantes principales dans l'ISO 50001 :

1. Exigences générales
2. Responsabilité du management
3. Politique énergétique
4. Plan d'action pour l'énergie
5. Mise en œuvre et exploitation
6. Audits de performance
7. Revue du Management

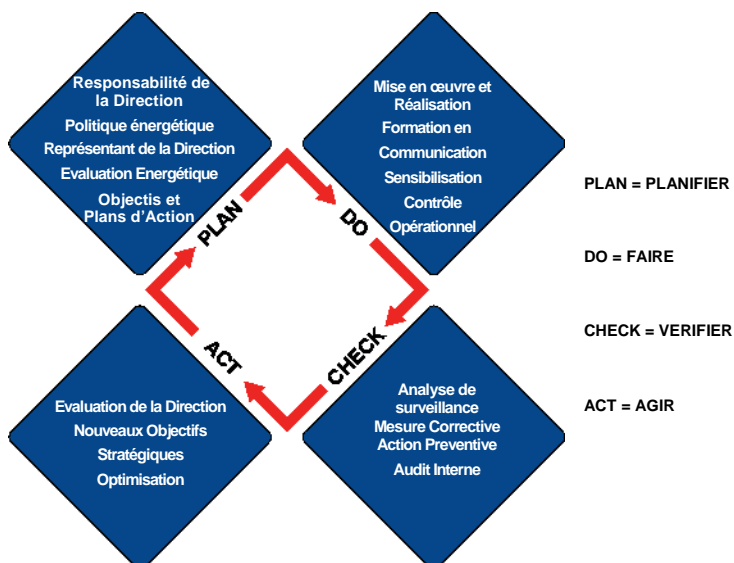
(Un index complet des chapitres est disponible en A.4)

A.2 Méthodologie

L'ISO 50001 fournit un cadre d'exigences qui aident les organisations à :

- Développer une politique d'utilisation plus efficace de l'énergie
- Fixer des cibles et des objectifs pour répondre à la politique
- Utiliser les données pour mieux comprendre et prendre des décisions concernant l'utilisation et la consommation d'énergie
- Mesurer les résultats
- Examiner l'efficacité de la politique et
- Améliorer continuellement la gestion de l'énergie

L'ISO 50001 met l'accent sur un processus d'amélioration continue pour atteindre les objectifs liés à la performance environnementale d'une organisation (entreprise, prestataire de services, administration, etc.). Le processus suit l'approche Planifier-Faire-Vérifier-Agir (PDCA).



A.3 Mise en œuvre de la norme ISO 50001

Les bases fondamentales de tout système de gestion de l'énergie sont examinées au chapitre 5 et celles-ci évoquent les philosophies clés de la gestion de l'énergie. Il est évidemment important que le site / organisation les comprenne bien, car cela facilitera les décisions ultérieures quant à l'étendue du système. Le processus de certification à la norme ISO 50001 implique clairement plus de structure et d'effort.

Pour un site avec une culture/système ISO existante, alors le processus d'élaboration et de certification sera simple – la plupart des sous-systèmes et les processus de soutien sont déjà en place.

Pour les entreprises sans expérience antérieure ISO, la meilleure voie à suivre sera d'aborder l'un des organismes agréés locaux qui sont autorisés à évaluer, auditer et certifier des systèmes ISO (par exemple BSI, DNV, Lloyds ...). En plus des services de certification et de vérification, ces organisations fournissent généralement un soutien, de la formation et des conseils de développement du système pour permettre à une entreprise d'établir rapidement ses systèmes. Des sociétés de conseil et de services opèrent également dans ce domaine, fournissant des services directs de conception du système et de mise en œuvre.

A.4 Contenu de la norme ISO 50001

(Ci-après les têtes de section et la numérotation adoptée par la norme)

- 1 Domaine d'application
- 2 Références normatives
- 3 Termes et définitions
- 4 Exigences du système de management de l'énergie
 - 4.1 Exigences générales
 - 4.2 Responsabilité de la Direction
 - 4.2.1 Direction
 - 4.2.2 Représentant de la Direction
 - 4.3 Politique énergétique
 - 4.4 Planification énergétique
 - 4.4.1 Généralités
 - 4.4.2 Exigences légales et autres exigences
 - 4.4.3 Revue énergétique
 - 4.4.4 Consommation de référence
 - 4.4.5 Indicateurs de performance énergétique
 - 4.4.6 Objectifs et cibles énergétiques, et plans d'actions de management de l'énergie
 - 4.5 Mise en œuvre et fonctionnement
 - 4.5.1 Généralités
 - 4.5.2 Compétence, formation et sensibilisation
 - 4.5.3 Communication
 - 4.5.4 Documentation
 - 4.5.5 Maîtrise opérationnelle
 - 4.5.6 Conception
 - 4.5.7 Achats d'énergie et de services énergétiques, de produits et d'équipements
 - 4.6 Vérification
 - 4.6.1 Surveillance, mesure et analyse
 - 4.6.2 Évaluation des exigences légales et autres
 - 4.6.3 Audit interne de l'EMS
 - 4.6.4 Non-conformités, corrections, actions correctives et actions préventives
 - 4.6.5 Maîtrise des enregistrements
 - 4.7 Revue de management
 - 4.7.1 Généralités
 - 4.7.2 Éléments d'entrée de la revue de management
 - 4.7.3 Éléments de sortie de la revue de management

En outre, l'ISO 50001 comprend des annexes informatives offrant des lignes directrices sur la mise en œuvre des exigences susmentionnées et un tableau établissant les correspondances entre l'ISO 50001 et les autres normes de systèmes de management.

Annexe B~ Matrice de maturité de gestion énergétique du Carbon Trust

Extrait de : Good Practice Guide GPG376 : A Strategic Approach to Energy & Environmental Management. The Carbon Trust www.carbontrust.com

Score	Politique	Organisation	Communications	Information	Planification	Audit
4	Politique énergétique, plan d'action et examen régulier ont l'engagement de la direction dans le cadre d'une stratégie environnementale	Gestion de l'énergie pleinement intégrée dans la structure de gestion. Délégation claire des responsabilités pour la consommation d'énergie.	Canaux formels et informels de communication exploités régulièrement par le directeur de l'énergie et le personnel de l'énergie à tous les niveaux	Un système complet fixe des objectifs, identifie les anomalies, quantifie les économies et assure le suivi du budget	Lancement de la valeur de l'efficacité énergétique et de la performance de la gestion de l'énergie à l'intérieur de l'organisation et à l'extérieur.	Discrimination positive en faveur des régimes "verts" avec évaluation détaillée de l'investissement pour toutes les opportunités de nouvelle construction et rénovation
3	Politique formelle mais aucun engagement actif de la haute direction	Manager Energie responsable du comité énergétique qui représente tous les utilisateurs, présidé par un membre du conseil de Direction	Comité énergétique utilisé comme canal principal avec contact direct avec les principaux utilisateurs	Rapports de surveillance et de suivi des unités individuelles basées sur le comptage divisionnaire mais économies non signalées efficacement aux utilisateurs	Programme de sensibilisation du personnel et campagnes régulières de publicité	Mêmes critères de rentabilité employés comme pour tous les autres investissements
2	Politique énergétique non adoptée définie par le manager énergétique ou le directeur départemental principal	Managers énergétiques en poste, rapportant à un comité ad hoc, mais la ligne d'autorité et de management est non claire	Contact avec les principaux utilisateurs par le comité ad hoc présidé par le chef de service principal	Rapports de surveillance et de suivi fondés sur les données du compteur d'alimentation. L'unité d'énergie a une certaine implication dans l'établissement du budget.	Formation de sensibilisation du personnel ad hoc.	Investissement de critères de rentabilité à court terme seulement
1	Un ensemble de lignes directrices non écrites	La gestion de l'énergie est de la responsabilité à temps partagé de quelqu'un avec autorité ou influence limitée	Contacts informels entre ingénieur et quelques utilisateurs.	Rapport des coûts fondé sur les données de facturation. Un ingénieur compile un rapport pour un usage interne au sein du dpt. technique.	Contacts informels utilisés pour promouvoir l'efficacité énergétique	Seules des mesures peu coûteuses prises.
0	Aucune politique explicite	Pas de gestion de l'énergie ou de délégation formelle de la responsabilité de la consommation d'énergie	Pas de contact avec les utilisateurs	Pas de système d'information. Pas de comptabilité pour la consommation d'énergie	Pas de promotion de l'efficacité énergétique	Aucun investissement pour l'augmentation de l'efficacité énergétique sur le site

Annexe C. Liste de contrôle des objectifs EMIS

La liste de contrôle suivante peut être utilisée à la fois pour l'évaluation des capacités des fonctions existantes de l'EMIS ainsi que pour la conception de nouveaux systèmes. Une simple réponse oui/non aux questions peut rapidement fournir une indication de la maturité de l'EMIS.

(Basée sur la liste de contrôle du manuel EMIS publié par Natural Resources Canada – voir annexe I pour référence complète.)

C.1 Fonctionnalité : L'EMIS fournit-il ce qui suit ?

OUI/NON

Identification précoce des mauvaises performances.

Est-ce que l'utilisation de l'énergie en excès dans les domaines clés du procédé est identifiée assez rapidement pour permettre de prendre des mesures correctives ?

(l'identification des performances du passé qui auraient pu être meilleures, ce n'est pas assez !).

Aide à la décision.

L'utilisateur de l'EMIS devrait être pourvu d'informations (rapports et/ou outils logiciels) pour promouvoir l'action lorsque de mauvaises performances sont identifiées.

Rapports de performances énergétiques efficaces fournis à tous les décideurs :

- Dirigeants
- Cadres supérieurs
- Direction de l'exploitation
- Ingénierie
- Personnel de l'exploitation
- Planification et ordonnancement
- Comptables
- Organismes externes
- Autre personnel concerné

La performance énergétique doit être signalée aux décideurs clés impliqués dans la gestion des affaires et la performance énergétique. Les rapports doivent comprendre seulement les données pertinentes et conçues pour les personnes concernées; ils doivent idéalement être intégrés dans les systèmes d'information existants et doivent être à jour et accessibles.

Audits de la performance historique

L'EMIS doit fournir des détails sur les performances passées, y compris la répartition de la consommation d'énergie, l'évolution des indicateurs de performance clés et les comparaisons de la consommation d'énergie et des indicateurs clés de performance avec des valeurs d'objectif solides.

Soutien pour l'identification des mesures d'économie

L'EMIS devrait quantifier la consommation d'énergie des procédés individuels et de l'usine et permettre la quantification de l'impact des changements dans les paramètres clés du procédé sur la performance énergétique.

Apporte la preuve de l'amélioration de la performance énergétique

Montre une amélioration des performances par rapport aux repères convenus pour l'ensemble du site, les procédés particuliers et l'usine.

Soutient le budget de l'énergie et les négociations de contrat

Permet l'identification des relations entre les facteurs influençant (niveaux de production, qualité des produits, gamme de produits, conditions ambiantes, etc.) pour permettre aux demandes futures d'énergie d'être prédites avec confiance.

Fournit des données énergétiques aux systèmes d'entreprise et d'informatique de procédé

L'EMIS est la donnée d'énergie de base et il fournit des données et des rapports pertinents aux systèmes de planification et d'ordonnancement, aux systèmes comptables et aux systèmes informatiques de l'entreprise, aussi bien qu'aux systèmes de surveillance des performances de l'usine qu'aux systèmes de management. Il fournit des données pertinentes aux données historiques/stockages centralisées.

C.2 Caractéristiques : L'EMIS inclut-il les caractéristiques clés suivantes ?

OUI/NON

Stockage efficace des données énergétiques et connexes.

Une base de données moderne, historique et stockage.

Accès facile aux données pertinentes par le personnel concerné :

Les données énergétiques doivent être facilement accessibles par tout le personnel concerné en utilisant des outils standard (tableur, système d'information exécutif, planification des ressources d'entreprise, système d'information de gestion, programmes d'application, DCS, SCADA, etc.).

- Dirigeants
- Cadres supérieurs
- Direction de l'exploitation
- Ingénierie
- Personnel de l'exploitation
- Planification et ordonnancement
- Comptables
- Organismes externes
- Autre personnel concerné

Calcul des objectifs réalisables à partir des données historiques ou de la simulation de l'usine

La fourniture d'outils modernes d'analyse de données pour établir des objectifs réalisables tenant compte de multiples facteurs d'influence (au-delà de multiples, régression linéaire) inclut des modèles de premiers principes de fonctionnement de l'usine comme objectifs.

Comparaison de la performance réelle par rapport aux objectifs

Une fonctionnalité de base. Les valeurs réelles de consommation énergétique, les indicateurs clés de performance et les facteurs d'influence devraient être comparés aux valeurs cibles.

Analyse des données historiques

Des outils d'aide devraient être disponibles pour identifier les tendances dans les données historiques, allant de simples graphiques à la visualisation et l'exploration de données.

Rapports graphiques

Les rapports doivent inclure des graphiques simples mais efficaces (en ligne, en dispersion, en barres, en sommes cumulées, en trois dimensions, etc.)

Validation des données

Les données brutes de l'usine nécessitent d'être validées par les bilans massiques et thermiques, les contrôles de gammes, etc.

C.3 Composants du système

OUI/NON

Compteurs d'énergie

Compteurs d'énergie installés dans les sous-secteurs du site, lus automatiquement.

Mesure des facteurs ayant une influence

Mesure des facteurs ayant une influence, lus automatiquement.

Mesure des indicateurs clés de performance

KPI automatiquement lus ou calculés.

Acquisition automatique des données

La collecte automatisée des données est une exigence clé d'un EMIS efficace.

Historique des données

Une base de données qui permet de stocker et de servir efficacement.

Outils d'analyse de données

Une suite d'outils d'analyse des données, de la régression jusqu'à l'exploration de données.

Outils de reporting

Idéalement, des outils sont déjà utilisés pour signaler les performances du procédé et de l'entreprise.

Outils d'aide à la décision

Outils logiciels ou à base de papier.

Interfaces

Pour la planification des ressources d'entreprise, des systèmes de gestion de l'information, DCS, SCADA, tableur, etc.

C~4 Support EMIS

OUI/NON

Programme de gestion de l'énergie

Un programme de gestion de l'énergie dont l'EMIS est un des éléments.

Engagement de la Direction

Support et engagement du directeur exécutif et des cadres supérieurs pour le programme de gestion de l'énergie.

Attribution des responsabilités

Responsabilité de fournir la performance énergétique allouée au management de la production concernée, de l'exploitation et du département, et non pas au manager de l'énergie.

Procédures

Les procédures pour s'assurer que les tâches nécessaires pour faire fonctionner l'EMIS et pour réaliser des économies doivent être comprises et adoptées.

Formation et support

Formation technique, sur les logiciels, support aux utilisateurs de l'EMIS.

Ressources

Engagement financier et personnel approprié aux bénéfices réalisables.

Audits réguliers

Pour vérifier les performances du système, le respect des procédures et des bénéfices réalisés.

Annexe D. Modèle de revue énergétique pas à pas

Exercice d'une durée typique d'une semaine, la revue énergétique pas à pas est un moyen d'identifier les inefficacités énergétiques au sein de l'organisation. Il s'agit d'une analyse des écarts, par l'examen des installations du site par rapport aux meilleures pratiques et la recommandation d'opportunités pour améliorer l'efficacité énergétique. Il couvre un certain nombre de domaines :

- Opérations et stratégies sur l'ensemble du site
- Antécédents de la gestion énergétique à l'échelle du site
- Entretien individuels avec les unités de procédé (unités de procédé, de stockage et de manutention, utilités)
- Evaluation de la maturité de la gestion énergétique du site

Des représentants de chacun de ces domaines seront interrogés et invités à fournir des données. Les entretiens sont basés sur l'analyse des systèmes de flux des procédés qui fournissent une structure à des discussions sur le thème de l'énergie. La revue du système de flux commence au début du procédé et se déplace au travers du diagramme de flux vers tous les points finaux. Le but de l'entretien est d'identifier toutes les zones où l'énergie pénètre, sort ou est échangée dans le procédé et de déterminer si cela est aussi efficace qu'il peut être.

Le résultat des entretiens est utilisé pour identifier les possibilités d'améliorer l'efficacité énergétique. Des critères techniques, économiques et d'opérabilité sont identifiés pour une utilisation dans le dépistage et la priorité des possibilités d'amélioration. Surtout, l'analyse comparative et les données comparatives externes seront utilisées pour évaluer la maturité relative et la qualité des activités d'efficacité énergétique sur le site.

D.1 Composition de l'équipe

L'équipe d'évaluation comprendra un chef de file désigné ainsi que des spécialistes des procédés et probablement un ingénieur utilités. Selon l'emplacement, les principaux acteurs suivants sont requis.

L'hôte du site – qui travaille en étroite collaboration avec l'équipe lors de la visite du site et peut aider à fournir des personnes et des informations requises pour les entretiens.

Le sponsor de la gestion du site – qui peut aider à faciliter la visite, approuver les prestations fournies et les ressources, et donner un feedback sur les prochaines étapes ou des préférences sur des activités de suivi.

Les experts en la matière du site – typiquement des représentants des opérations clés et de la technologie pour les domaines spécifiques en cours de revue. L'implication de ces personnes sera basée sur le programme de revue pas à pas.

Un représentant des opérations. Un opérateur expérimenté (par exemple un contremaître formateur) qui peut fournir une réalité fondée sur les pratiques et les procédures opérationnelles réelles en service.

D.2 Information préalable à la revue pas à pas devant être fournie par le site

Bien que la plupart des renseignements proviennent des écrans du système de contrôle et des feuilles de calcul consultées au cours de l'exercice, les éléments suivants seront utiles :

- Diagrammes des flux du site
- Diagrammes simplifiés des flux pour les utilités, les unités de procédé, le stockage et la manutention
- Toutes autres représentations ou documents disponibles donnant une vision synthétique des efforts d'amélioration énergétique du site actuel
- Evaluation du prix des combustibles, de la vapeur, de l'électricité et du CO₂ devant être utilisé pour le dépistage et les points d'inflexion où ces valeurs changent

D.3 Revue du site opérationnel

La revue du site donne lieu à une réunion de 1 à 2 heures avec le personnel technique senior afin de mieux comprendre :

- La configuration et l'organisation de l'usine
- Le focus et les priorités du personnel technique et d'exploitation
- Les procédures pour modifier l'exploitation, la maintenance et les investissements
- Les facteurs affectant la complexité et la stabilité de la consommation énergétique de base
- La fenêtre d'arrêt pour l'exécution des projets énergétiques potentiels

Les informations typiques devant être discutées comprennent :

1. Diagramme des flux du site : unités (avec capacités), connectivité, regroupement de mélange de produit
2. L'âge des unités clés, les dates des dernières rénovations, pouvant avoir un impact sur les économies d'énergie potentielles
3. Quelles unités limitent le rendement de l'usine ? Quelles unités ont une capacité de réserve ? Un désengorgement a-t-il été fait avec ou sans augmenter les fours ou les demandes en utilités ?
4. Arrêt typique / fréquence de remplacement de catalyseur et regroupement pour les unités principales – incluant les derniers et prochains arrêts planifiés pour chaque zone
5. Les matières premières (y compris tous les flux vers et depuis le site et les pipelines, les gaz importés, etc.) et les produits principaux. Y-a-t-il différents modes opératoires qui impactent la consommation énergétique ?
6. Organisation du personnel technique (combien d'ingénieurs pour le support quotidien des opérations, pour les projets à plus long terme, pour le contrôle avancé, pour la maintenance?)
7. Capacités et domaines d'intervention du personnel technique. Utilise-t-il la simulation de procédé? Des fiches de suivi de performance? Des outils de surveillance du catalyseur? Des outils de détection d'encrassement des échangeurs de chaleur? Qui prend en charge le support technique pour le siège? Qui fait l'ingénierie, les approvisionnements et la construction (ingénieurs locaux ou contractants externes) ?
8. Organisation et rôles des opérateurs (combien d'équipes, comment sont-ils encadrés ? comment les objectifs de production sont-ils transférés ? Comment les résultats et les écarts sont-ils communiqués à la direction ?)
9. Contrôle de la qualité générale du produit. Utilisation d'analyseurs en ligne au lieu d'appareils de laboratoire ? Y-a-t-il eu un effort systématique pour réduire la défektivité des produits ?
10. Décrivez brièvement le processus et la forme de la gestion du changement. Quelle est la durée du processus d'approbation (par l'ajout d'une nouvelle vanne de régulation par exemple) ? Utilisez-vous la méthode de l'Étude des dangers et de l'opérabilité, ou la méthode d'analyse d'hypothèses ?) Combien d'approbations d'exploitation?
11. Quel est le processus d'approbation des projets d'investissement ? Quelle est la date limite budgétaire ? Y-a-t-il un comité d'approbation ? Quelle précision des estimations est nécessaire à quel stade d'approbation ? Quel est le délai d'obtention ?
12. Quel est le taux de rendement minimal pour un investissement en capital? Quelle est la préférence du site sur le financement (auto ou externe)? Y-a-t-il un taux de rendement minimal inférieur pour les projets énergétiques? Pouvons-nous supposer que l'argent peut être mis à disposition pour tous les projets énergétiques répondant au taux de rendement minimal donné ?
13. Quelles sont les principales initiatives ayant un impact sur la consommation d'énergie des deux dernières années ou des prochaines années ? Idéalement, fournir un plan d'investissement sur 5 ans
14. Quelles sont les attentes d'un programme énergétique ? Objectifs en termes de réduction des coûts ou de l'indice énergétique ? Zones cibles, unités prioritaires, ou problèmes d'exploitation ?
15. Toutes les zones devant être évitées en raison de priorités ou initiatives concurrentes, qui peuvent impacter d'autres relations de conseil ou fournisseurs, ou peuvent réduire la disponibilité du personnel du site

D.4 Questionnaire sur la gestion énergétique à l'échelle du site

Le but de ces questions est d'acquérir une compréhension générale de la consommation énergétique et des systèmes de gestion du site, ainsi qu'un aperçu des initiatives énergétiques spécifiques du site.

Questions typiques :

1. Quelle est la consommation énergétique moyenne du site ? Donnez la consommation totale en combustibles, incluant les effluents gazeux, les liquides, le gaz naturel importé, le GPL, etc.
2. Indiquez les prix approximatifs des utilités devant être utilisés dans l'analyse pour les combustibles et l'électricité. Expliquez quel combustible est le combustible marginal. Pour l'électricité, on pourrait prendre un tarif approximatif global, et l'on devrait éviter les discussions des usagers ou des arrangements spéciaux avec le fournisseur d'énergie. Expliquez si les saisons hiver-été ou si des pics journaliers ont un impact majeur sur la tarification des utilités. Les prix des utilités sont-ils publiés, pouvant être utilisés à des fins d'évaluation ?
3. Indiquez s'il y a des situations où une économie sur des utilités importées peut ne pas produire un bénéfice monétaire. Par exemple, un excédent de gaz au prix minimal du gaz naturel ou un prix minimum avec une clause de volume obligatoire sur du gaz naturel ou de l'électricité. Sans détailler les termes du contrat, indiquez si une économie de ~10% sur les utilités importées pourrait être affectée ?
4. Quel est l'indice énergétique ou indice de référence externe (par exemple Solomon EII ou équivalent) pour les utilités ?
5. Un aperçu de l'équilibre de la vapeur dans l'usine. Quels niveaux de pression ? Production interne ou achat de vapeur ? Quel moyen assure l'équilibre à chaque niveau ? Y-a-t-il des pertes ?
6. Y-a-t-il une flexibilité suffisante sur les turbines à vapeur pour satisfaire la demande des consommateurs de l'usine ? Expliquez la procédure normale pour la gestion des turbines si elles font faux bond ? Y-a-t-il des surplus ou des mises à l'évent cachées ? Quel est le moyen principal pour contrôler la pression de chaque collecteur ?
7. Y-a-t-il un programme de purgeurs de vapeur ? Qui le fait et à quelle fréquence ? Y-a-t-il du personnel de maintenance dédié à la réparation des fuites et des purgeurs ?
8. Y-a-t-il d'autres consommables pouvant être considérés comme faisant partie d'un programme énergétique ? Importe-t-on de l'azote sous forme de liquide ou de gaz, ou possédez-vous une unité de séparation de l'air ?
9. Quel est le type d'analyse de gaz combustible de l'usine ? Combien d'H₂ ? Combien de GPL ?
10. Y-a-t-il des importations dédiées aux utilisateurs de gaz naturel ? (Fours, incinérateurs). Est-il nécessaire de réduire l'importation de gaz naturel ?
11. Quelle est l'origine du combustible liquide ? Quelle est la limite maximale pour le soufre ? Y-a-t-il des problèmes d'encrassement des injecteurs de brûleurs ?
12. Décrire le programme actuel des fours. Teneur typique en oxygène dans les fumées ? Y-a-t-il des systèmes de tirage forcé et de tirage naturel en place ? Comment sont gérés l'encrassement et le nettoyage ?
13. Système de gestion de l'énergie. Qui coordonne et supporte ? Les ingénieurs soumettent-ils des projets énergétiques ? Montrez un rapport mensuel typique. Qui est le sponsor de gestion ? Sont-ils actifs dans ce domaine ? Comment sont traités les écarts ? Le personnel d'exploitation est-il impliqué ou informé ?
14. Listez les projets énergétiques
15. Des fonds réduits pour la maintenance semblent-ils affecter la consommation d'énergie ?

D-5 Interview d'une unité de procédé typique

Voici une liste indicative des questions qui sont généralement posées lors de l'interview d'une l'unité de procédé au cours de la revue énergétique pas à pas. La plupart de ces questions sont généralement répondues par l'ingénieur de support de procédés usine avec un accès aux écrans d'informations du procédé ou de l'usine. Certaines questions peuvent être plus appropriées pour un opérateur. Bien sûr, des questions précises sur le procédé en cours d'examen doivent être incluses mais sont au-delà de la portée de ce document général. Les guides des meilleures technologies disponibles de l'UE peuvent fournir des données et des critères typiques précieux pour faciliter ce processus.

1. Configuration générale de l'unité, idéalement à partir d'un diagramme simplifié des flux. Quand l'unité a-t-elle été construite ? A quand remonte la dernière rénovation ?
2. Capacité de l'unité. Taux d'alimentation typique des matières premières. Contraintes opérationnelles. Aucun problème majeur d'exploitation ?
3. Planification des arrêts. Quand était le dernier, quand est le prochain ? Listez les projets récents majeurs planifiés
4. Quelle est la consommation totale de l'unité en combustible, électricité, vapeur ? Listez les équipements énergétiques majeurs (fours, gros compresseurs, grosses pompes ou rebouilleurs)
5. Aperçu des matières premières et des produits. Sources de matières premières et problèmes principaux de qualité. Problèmes de qualité du produit principal. Y-a-t-il différents modes de fonctionnement ? Y-a-t-il du rebut ou du recyclage ?
6. Opportunités pour le préchauffage : disposition des échangeurs de chaleur à partir du diagramme simplifié des flux. Les échangeurs de chaleur sont-ils nettoyés ? A quelle fréquence ? La température de la matière première et des produits pose-t-elle un problème ? Une analyse Pinch a-t-elle été effectuée sur l'unité ? Le train de préchauffage a-t-il été modifié ?
7. Opportunités pour les fours. Quel est le taux d'oxygène dans le carneau et quelle est sa température ? L'amplitude de la combustion pose-t-elle un problème ? L'encrassement et la cokéfaction posent-t-ils des problèmes ? Comment la température de sortie du four est-elle ajustée ? Conséquences d'une température de sortie de four trop froide ou trop chaude ?
8. Opportunités sur le réacteur/catalyseur. La durée de vie du catalyseur limite-t-elle la durée d'exploitation ? (ou chute de pression ou cycle annuel). Le catalyseur est-il d'une nouvelle génération ? Y-a-t-il des problèmes d'additifs ou de qualité de matière première pouvant affecter la durée de vie du catalyseur ?
9. Opportunités sur la séparation/distillation. Décrire les objectifs de séparation de chaque colonne. Comment la pression est-elle définie ? Y-a-t-il des problèmes de capacité de colonne ou d'engorgement ? Y-a-t-il des limites de température pour l'encrassement du rebouilleur ?
10. Compresseurs de procédé. Entraînement par la vapeur, ou électrique ? Comment le débit est-il contrôlé ? Fonctionnement en sous-charge de compresseur alternatifs ? Opération de recyclage pour le contrôle de la pression ou le contrôle anti-pompage.
11. Problèmes majeurs de chute de pression dans les systèmes de vapeur ou de liquide ?
12. Problèmes majeurs de fiabilité ? Plans pour y faire face ?
13. Le contrôle avancé est-il utilisé sur l'unité ? L'unité possède-t-elle un optimiseur en ligne ? Est-il bien entretenu et mis à jour ? Avec espace pour se déplacer ? Les colonnes ont-elles des contrôles de contraintes multi variables ? Fonctionnent-ils ?
14. Y-a-t-il une simulation du procédé en marche pour l'unité ? Qui la fait fonctionner ? Pourquoi ?
15. Listez les projets majeurs et la maintenance typique planifiée pour le prochain arrêt. Y-a-t-il de la maintenance faite annuellement ? Y-a-t-il des projets énergétiques planifiés ?
16. Sur quels endroits se concentrer pour économiser de l'énergie ? Suggestions sur les endroits à privilégier et à éviter ?

D.6 Evaluation de la maturité de la gestion de l'énergie

Voir l'annexe B pour plus de détails.

D.7 Inventorier et hiérarchiser les possibilités d'amélioration

L'équipe de revue pas à pas va regrouper les informations obtenues. Au cours des entretiens, toutes les observations pertinentes doivent être notifiées. A la fin de chaque journée, elles doivent être regroupées dans la liste d'observation sur l'énergie. Après, chaque liste permettant de percevoir des domaines d'opportunités est identifiée avec le personnel de l'unité.

Les bénéfices ayant une certaine amplitude et leurs coûts de mise en œuvre sont identifiés. Les opportunités sont classées à l'aide d'un critère de sélection convenu. De préférence quelque chose de simple – par exemple l'approche des "feux de circulation".

Ce processus nécessitera la participation du personnel du site, généralement pour valider ou expliquer les observations et les contraintes, pour fournir des données sur les variables des procédés clés nécessaires pour quantifier les opportunités perçues et pour aider à la sélection et la hiérarchisation des idées.

Chaque fois que cela est possible, se référer à des points de référence, aux meilleures pratiques industrielles de base pour établir les écarts de performance et à une solide base pour recommander des améliorations.

Annexe E. Projets énergétiques – Processus d'identification et d'évaluation

L'objectif du programme d'évaluation est généralement d'identifier une liste de propositions de projets adaptés à une mise en œuvre. En tant que tel, il s'agit essentiellement d'une génération d'idées sur la validation et le processus de définition de la portée du projet. Au cours de la phase initiale de la génération d'idées, une liste de plusieurs observations est documentée. Les observations sont ensuite validées et rationalisées pour générer une liste restreinte de possibilités. Ces possibilités sont ensuite passées en revue et validées par le site afin de générer un portefeuille de projets à réaliser.

E.1 Préparation

La préparation de l'évaluation couvre toutes les activités, et devrait avoir lieu avant que l'équipe se rende sur place. Elle englobe la familiarisation de l'équipe avec les renseignements sur les contrats disponibles, la préparation d'un plan d'évaluation et l'achèvement de tous les pré-requis logistiques nécessaires.

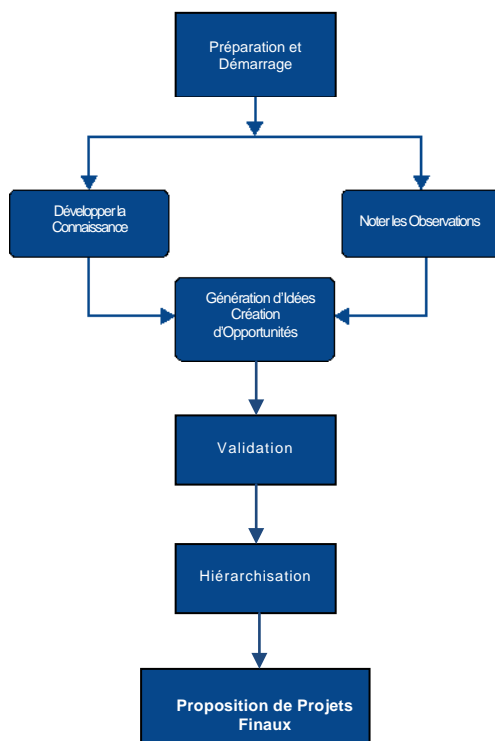
E.1.1 Revue des informations

La revue des informations devrait commencer avec la documentation de la revue pas à pas si elle a été réalisée, toutefois, certains sites peuvent démarrer études antérieures, comme des programmes d'amélioration de la marge ou de la fiabilité peuvent apporter quelques éclaircissements utiles sur le site.

Ces informations comprennent généralement :

1. Configuration globale du site et logistique
2. Objectifs opérationnels et commerciaux du site
3. Utilisation de l'énergie du site (globale et par unité)

Une analyse des divergences devrait être faite par comparaison de la consommation énergétique (globale et par unité) à l'aide de données de référence appropriées (Solomon EII, etc.) pour mettre en évidence les zones de faible efficacité énergétique. L'examen devrait pouvoir aider l'équipe à se familiariser avec les opérations du site, à mettre en évidence les unités ayant un manque d'efficacité, pour se concentrer sur la génération d'idées et fournir un bilan de santé à la fin du processus de définition sur la consistance du portefeuille de projets finaux.



E.1.2 Plan de période d'évaluation

Le responsable de l'équipe d'évaluation devrait élaborer un plan de période d'évaluation. Il devrait aussi couvrir les besoins logistiques tels que l'espace de bureau et l'équipement, l'accès aux systèmes informatiques, aux systèmes de données, aux systèmes d'information du procédé et à la documentation ainsi qu'au calendrier des interviews et des réunions.

La période d'évaluation nécessite normalement 4 à 8 semaines, selon la complexité du site, la disponibilité des ressources, la logistique et les contraintes propres à chaque site. Typiquement un mois avant, le responsable d'équipe doit commencer à s'engager sur le point focal énergétique du site, avec les sponsors de la gestion du site et d'autres intervenants clés du site pour s'assurer que toutes les exigences du programme sont bien comprises et mettre en place les étapes de préparation nécessaires. Les critères de classement des propositions doivent être discutés avec le site et l'accord et le consensus sur les critères choisis doivent être obtenus.

E.1.3 Développer la compréhension de la configuration de l'usine et de la consommation d'énergie

Cette activité se poursuit en parallèle à la génération des observations et des opportunités. Dans la pratique, la prise de connaissance du site et de l'utilisation de l'énergie est un processus continu qui s'étend sur l'ensemble du programme. Il faut cependant apporter une attention particulière sur quelques étapes clés afin d'améliorer ce processus dans les premiers stades de la période d'évaluation.

Toute l'équipe doit avoir une compréhension de base de la configuration de l'usine, de l'exploitation et de l'organisation /sophistication technique, des activités actuelles d'amélioration et de contrôle de l'énergie, de la consommation et facturation approximatives d'énergie. Ceci peut être réalisé avec une revue de quelques heures avec l'hôte ou le coordonnateur de l'énergie. Le modèle de revue pas à pas (annexe F) peut fournir une base appropriée pour les informations requises.

L'équipe devrait également avoir une compréhension du combustible marginal effectif et des mécanismes de tarification de l'énergie, et devrait avoir identifié une série de prix marginaux préliminaires pour tous les flux des utilités. Les éléments spécifiques devraient inclure la comparaison entre les prix de la vapeur utilisée sur le site avec le calcul des coûts de vapeur haute pression calculés à partir du coût du combustible nécessaire pour produire la vapeur haute pression, et les coûts marginaux des vapeurs moyenne et basse pressions incluant le coût du combustible pour leur production et le crédit d'électricité via les turbines à vapeur ou les stations de désurchauffe, etc.

Le développement d'une tarification cohérente et pertinente pour le programme nécessitera des discussions avec les économistes du site, et leurs validations, au cours de la phase d'évaluation.

L'usine devrait être divisée en zones unitaires avec une analyse détaillée de la consommation d'énergie par unité, de préférence avec une comparaison avec un indice de référence approprié. Les consommations de combustibles, d'électricité et de vapeur doivent être inventoriées pour chaque unité. Les prix marginaux initiaux doivent également être ajoutés, et la facture d'électricité pour chaque unité estimée.

Il est fortement recommandé de créer et analyser des bilans énergétiques pour le site et d'identifier les zones de consommation d'énergie. Il doit y avoir cohérence entre production et consommation. Des bilans devraient également être utilisés pour définir les conditions de limitation en quantité d'énergie / matériels marginaux. Les bénéfices qui dépassent ces seuils peuvent avoir besoin d'être tarifés au prix d'une valeur marginale différente (le cas échéant).

E.1.4 Revues des opérations

La revue opérationnelle détaillée du procédé et des utilités forme la base de la collecte des informations et de l'identification des opportunités pour l'amélioration de l'efficacité énergétique.

Il s'agit d'une combinaison de revues des organigrammes autour d'une table, supportées par les visites et les revues pas à pas de l'usine. La revue des organigrammes se fera de manière logique, en suivant les flux au travers de l'unité et à tout moment en questionnant et en remettant en cause les conditions opératoires et les faits relatifs à la performance énergétique. Cela conduit à l'observation du processus de collecte G.2.1 ci-dessous. L'utilisation des guides des meilleures pratiques avec des listes de contrôle des conditions opératoires typiques est fortement conseillée comme étant un moyen de susciter la comparaison et de faire des observations.

Il est important que, en plus des revues opérationnelles classiques, le processus couvre également la configuration et les performances de l'équipement énergétique, à savoir les réchauffeurs à combustion, les échangeurs de chaleur (enveloppe et tubes, refroidisseurs d'air, échangeurs spéciaux), machines tournantes (turbines, compresseurs, pompes), éjecteurs de vapeur, moteurs électriques, transformateurs et tableaux de distribution, tours de refroidissement, etc.

E.2 Générer des observations et des opportunités

E.2.1 Observations

Résultat direct de la revue de l'usine, les renseignements se rapportant au développement des opportunités de valeur ajoutée proviennent d'observations spécifiques. Celles-ci peuvent être n'importe quelles formes d'observations factuelles d'une condition ou d'une situation liée à l'énergie.

Les observations peuvent aussi provenir d'autres sources, telles que l'examen des projets antérieurs, des études et des meilleures pratiques, des entretiens avec les ingénieurs de procédé du site et les opérateurs, en utilisant les connaissances et les outils disponibles pour l'équipe et le personnel du site. Après la prise d'observations, l'équipe les traite de manière systématique pour identifier les éléments, les motifs, les thèmes communs et les idées générales qui peuvent conduire à la génération d'opportunités. Les observations sont générées en continu avec les différentes activités au cours de la phase initiale de l'évaluation. Il faut prendre soin de les inscrire dans la liste d'observations et de les partager au sein de l'équipe.

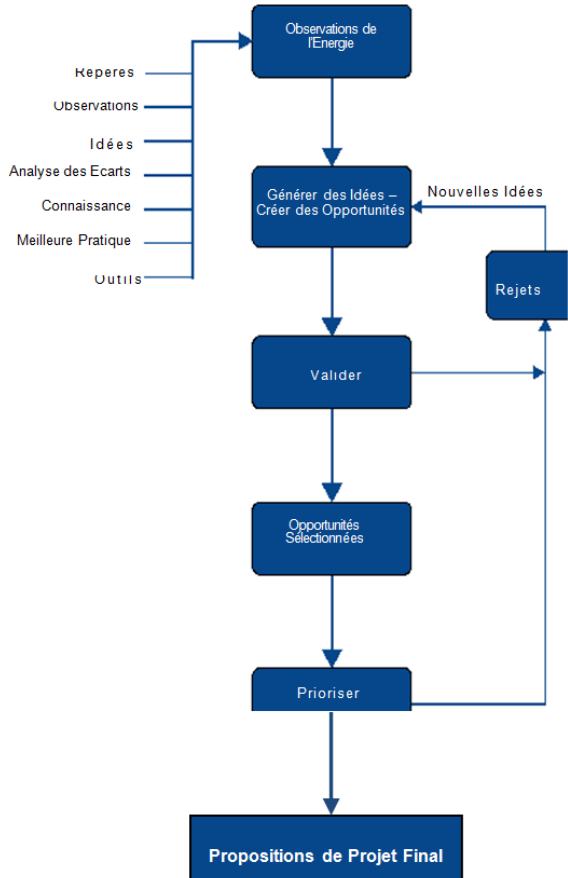
Bonne pratique : tenir une feuille de calcul de captures d'observations continuellement mise à jour pour les réunions de revue. Les observations sont saisies immédiatement avec leur impact potentiel. Il est important de ne pas perdre une pensée ou une idée. L'étape finale de la réunion est d'examiner toutes les observations – d'allouer des «thèmes» (par exemple, procédé, four, contrôle, machines tournantes, ordonnancement, etc.) qui aideront les analyses futures et ajouteront des réflexions initiales sur le suivi. Un exemple de fiche de capture d'observations est donné en annexe G.3.

E.2.2 Opportunités

Une fois la phase d'entretien terminée, la liste d'observations doit être passée en revue au sein de l'équipe afin d'identifier une série d'opportunités préliminaires pour améliorer la performance énergétique. Le nombre d'opportunités préliminaires est significativement plus faible que le nombre d'observations sous-jacentes.

Un critère de classement préliminaire peut être utilisé pour filtrer les opportunités, en fonction de la facilité de mise en œuvre, du coût des dépenses d'immobilisations et d'exploitation (capex /opex) et des bénéfices. (Reportez-vous au chapitre 9). Ce classement fournit une indication très approximative du potentiel global des opportunités en termes de bénéfice et de potentiel de mise en œuvre, et est utilisé pour décider de saisir une opportunité dans la prochaine phase de développement et de validation des bénéfices.

D'une manière similaire aux observations, les opportunités sont développées et enregistrées dans une liste. Un exemple de modèle est fourni tarification et des données estimatives.



Les principaux points à considérer lors de l'élaboration de la liste des opportunités sont :

- Bénéfices potentiels réalisables
- Actions nécessaires pour réaliser des bénéfices
- Faisabilité technique et risque
- Faisabilité opérationnelle et risque
- Ressources nécessaires (heures-hommes, temps, coût en investissement et coût d'exploitation)

Cette liste d'opportunités préliminaires est utilisée comme base pour la validation. Les idées qui ne sont pas sélectionnées doivent rester dans la liste d'opportunités, en indiquant les raisons de ne pas poursuivre, pour référence future.

E.2.3 Validation des opportunités

Une fois que la liste des opportunités préliminaires est définie, l'équipe procède de manière interne à une première passe de validation. Les buts des efforts de développement des opportunités préliminaires sont :

- Décrire chaque opportunité
- Identifier les contraintes principales, les risques et les exigences de mise en œuvre
- Définir les bénéfices indicatifs, avec ventilation de l'impact de chaque classe énergétique (combustibles, vapeur, électricité, etc.) tant en valeur absolue qu'en pourcentage de l'utilisation spécifique de l'unité
- Définir les coûts indicatifs en termes de dépenses d'immobilisations et d'exploitation

Ce processus impliquera plusieurs activités, notamment :

- La récupération des données du site, analyse et examen
- Tendances des principaux paramètres relatifs à l'opportunité
- Revue des schémas de tuyauterie et instrumentation (P&ID)
- Revues sur site
- Les calculs d'ingénierie, par exemple la simulation du procédé et l'application d'autres outils et techniques énergétiques
- Analyse économique, incluant des estimations de bénéfices et de coûts préliminaires

La liste des projets embryonnaires émerge maintenant de la liste des opportunités. Un examen plus approfondi consiste à vérifier les contraintes opérationnelles, à identifier les projets et les initiatives (passées, présentes et à venir) impactant les zones à l'étude, à identifier les parties prenantes et leurs positions à l'égard des opportunités potentielles revues. Les commentaires du site sur chaque opportunité sont nécessaires, pour obtenir l'adhésion du site sur les opportunités au niveau conceptuel, et pour identifier la viabilité, les lacunes et les besoins de développement associés à chaque opportunité.

Les projets particuliers doivent également être vérifiés en comparaison de 'l'analyse de divergence' initiale pour vérifier si les bénéfices présumés sont réalistes et réalisables.

L'ensemble global des projets doit être vérifié par une double comptabilisation. Plusieurs projets qui prétendent aux mêmes avantages et/ou mécanismes de génération de valeur devraient être combinés pour réduire le risque de générer des projets contradictoires et de surestimer le potentiel de bénéfices réalisables du programme global.

E.2.4 Hiérarchisation des opportunités et développement de projet

Après que la liste validée des possibilités ait été développée, la liste définitive des projets potentiels est ensuite passée en revue une fois de plus avec le propriétaire du site ou de l'entreprise pour hiérarchiser les éléments et se mettre d'accord sur leurs bénéfices potentiels révisés, sur les besoins en ressources et les risques de mise en œuvre afin de définir une liste réduite de projets potentiels dont l'exécution sera proposée pour un développement ultérieur. Un modèle suggéré de proposition d'amélioration énergétique est fourni à la section G.5 en tant qu'exemple d'une forme appropriée de documentation pour les soumissions de projets finalisés.

E.2.5 Mise en œuvre rapide (gains rapides)

Il est possible que certains éléments puissent être déjà assez matures pour exécution avant la fin de la période d'évaluation. Il est fortement recommandé d'identifier les éléments avec un tel potentiel d'exécution rapide dès que possible et leur donner la plus haute priorité. La mise en œuvre de telles idées donnera généralement une bonne impression sur le site et sera un ardent défenseur des bénéfices d'un programme d'efficacité énergétique (voir le chapitre 9.2.3 sur le classement des projets).

E.3 Exemple de feuille de données de collecte d'observations

UNITE 1 – CONSOMMATION D'ENERGIE	
Source des données	
Combustible	[quantité, unités]
Electricité	[quantité, unités]
Vapeur Haute Pression	[quantité, unités]
Vapeur Moyenne Pression	[quantité, unités]
Vapeur Basse Pression	[quantité, unités]
[insérer d'autres lignes selon besoins]	[quantité, unités]

UNITE 1 – DONNEES COMPARATIVES	
Source des données	
Consommation /durée réelles de combustible équivalent	[consommation de combustible, unités]
Consommation /durée théoriques de combustible équivalent	[consommation de combustible, unités]
Energie correspondante et indice de pertes	[Indice, année]
Capacité équivalente de distillation	
Capacité équivalente de distillation utilisée	
Energie théorique	
Index d'intensité énergétique (EII)	
[insérer d'autres lignes selon besoins]	

UNITE 1 – EQUIPEMENTS ENERGETIQUES IMPORTANTS					
Description de l'élément	Code	Type(s) d'énergie		Consommation (unités)	Commentaires

UNITE 1 – CAPACITE ET CONTRAINTES OPERATIONNELLES ACTUELLES		
Capacité de base, zone de contrainte	Capacité (unités)	Contraintes / Commentaires

UNITE 1 – HISTORIQUE DES ARRETS PLANIFIES RECENTS ET PROJETS		
Description	ETA	Commentaires

UNITE 1 – EQUIPEMENT ENERGETIQUE IMPORTANT							
N° élément	Observations	Date	Opportunité, Commentaires	Thème	Impact sur l'énergie	Suivi	Lien
1	L'unité de gaz de synthèse U7900 : l'unité fonctionne au ralenti, 45-60 t/j avec une capacité max de 90 t/j. Notez que la capacité max n'est pas prouvée sur une période significative. Pour réduire le besoin de mettre les gaz de synthèse à l'évent à faible demande, on va réduire l'alimentation en naphtha à 25t/j.	29/02/2009	Economies d'énergie, réduction du débit d'alimentation en naphtha (pas trop souvent).	PRO	PUR	Passer en revue les résultats de la baisse de débit en naphtha.	PRO-3
2	L'alimentation en naphtha de l'évaporateur, F5603, consomme 5 t/j de gaz avec 3,3% O ₂ et 63% C au carneau. Alarme basse oxygène à 2,5% (bridera le gaz à 2,5%).	29/02/2009	Economie de gaz combustible	FUR	PUR	Revue des conditions opératoires du four. Cependant, possibilités d'amélioration limitées.	FUR-1
3	Le ratio vapeur/naphtha est fixé entre 2.2 et 2.5. Deux rapports en ligne montrent des chiffres différents lorsque l'on utilise des débitmètres différents. Il faut contrôler ce paramètre pour absorber les fluctuations du débit de naphtha.	29/02/2009	Economie de gaz combustible, amélioration du ratio H ₂ /CO et économie de vapeur moyenne pression	PRO	PUR	Examiner la proposition initiale pour contrôler ce paramètre (modification usine en 2009). Envisager une solution intermédiaire qui puisse être acceptée.	PRO-3
4	Le four principal de reformage F3407 fonctionne avec un excès d'O ₂ de 6,3%. Il devrait être possible d'optimiser/réduire l'O ₂ en excès. Les convecteurs ne semblent pas encrassés. Notez qu'il y a beaucoup de problèmes avec ce four. Les gaz de combustion sont toujours à 320 °C	29/02/2009	Economie de gaz combustible.	FUR	PUR	Passer en revue le fonctionnement du four, envisager une diminution de l'O ₂ en excès (réduire l'air avec les ventilateurs). Noter que le système de protection rend complexe son fonctionnement.	PRO-3
5	Le préchauffeur de CO ₂ , E6702 sur la cheminée principale fonctionne avec une vanne de bypass ouverte. Apparemment, il y a une contrainte.	29/02/2009	Amélioration de la récupération de chaleur.	HIS	PUR	Revoir la contrainte de température. Le R3344 a un nouveau catalyseur qui ne peut pas fonctionner à plus de 350°C. Pas de possibilité d'amélioration	
6	Le débit de solvant est élevé à 4000 t/j. La composition ABC s'est décalée de la composition normale et refaire l'inventaire du système est à considérer.	29/02/2009	Economie d'électricité, vapeur basse pression sur la régénération du solvant	PRO	PUR	Revoir le débit requis de solvant. Possibilité de réduire le débit après re-inventaire du système.	PRO-4
7	Pertes de chaleur élevées sur la section de réaction HDT. Mesure révélant une chute de 60°C.	29/02/2009	Réduction des pertes de chaleur.	PRO	PUR	Envisager une analyse infrarouge du système afin d'examiner l'état de l'isolation.	
8	Le ratio du gaz KLM est de 1,85 et la plage typique va de 1,8 à 1,9. Ceci est assuré par l'ajustement d'un flux latéral et d'une mise à l'évent de l'H ₂ produit. Normalement, plus d'H ₂ est mis à l'évent qu'utilisé.	29/02/2009	Economie d'énergie, réduction d'H ₂ , mise à l'évent des gaz sous-produits	HIS	PUR	Revoir le ratio du gaz KLM. Le potentiel pour augmenter le ratio du gaz de synthèse est faible.	PRO-3
9	La pression des générateurs de vapeur moyenne pression est maintenue à 22,5 bara. La raison de cette pression élevée n'est pas claire.	31/02/2009	Augmentation de la production de vapeur moyenne pression.	PRO	PUR	Revoir la valeur de la pression pour la vapeur moyenne pression, et envisager sa réduction.	UTL-2
10	L'injection de désoxygénéant dans l'eau dégraisse est située à l'aspiration de P2151, donc pas de traitement de BFW à l'unité 3 et aux collecteurs de l'unité 4.	31/02/2009	Réduction de la corrosion, augmentation de la fiabilité.	STM	PUR	Envisager un deuxième point d'injection (ou augmenter la pression du dégazeur). Sera pris en charge par le client.	UTL-2
11	Plusieurs projets en développement pour examiner la possibilité d'importer des matières moins chères (comparées au naphtha de l'unité 9. Alternatives : IXU et butanes en été).	31/02/2009	Réduction des coûts de matière première.	STM	PUR	Hors du programme.	PRO-3
12	En raison de la durée de révision des compresseurs, le remplacement du compresseur alternatif critique n'est toujours pas possible. Le contrôle de leur capacité se situe sur le contrôle du retour et la capacité peut être réglée avec des vannes de décharge.	31/02/2009	Réduction de la consommation d'électricité	ROT	PUR	Examiner la capacité de compression par rapport à la demande	CON-1
13	Il y a un retour continu sur le BFW provenant des pompes. Il se fait au travers d'orifices de restriction.	31/02/2009	Réduction de la consommation d'électricité	ROT	PUR	Revoir les retours par rapport aux exigences minimum des pompes.	
14	Le E2145 doit être encrassé.	31/02/2009	Augmentation de la récupération de chaleur.	HIS	PUR	La tendance OHTC repose sur les instruments de terrain.	
15	Les fuites de vapeur sont une source importante de pertes. Le programme de purgeurs de vapeur a démarré en 2003 et la situation a été grandement améliorée.	31/02/2009	Economie de vapeur basse et moyenne pression.	STM	PUR	Se demander si le programme peut contribuer.	UTL-2

E~4 Exemple de base de données des opportunités

Opportunités potentielles – Liste de projet société XYZ située à AB

ID/RS	Description	Comment	Rate of energy savings - BASE PROGRAMME						Annual Energy Savings Potential - BASE PROGRAMME						Energy Index DELTA				
			Elect MW/wh	MP Steam tons/wh	LP Steam tons/wh	[RFO] #/wh/yr	[RFO] #/wh/yr	[BFW] tons/wh	CO2 tons/wh	HOUR S	OTHE R	TOTAL BENEFIT Y	1st Yr 1st Yr	1st Yr 2nd Yr		OPEX OUT	OPEX IN	TOTAL ENERG Y	
																			9.04
PACKAGE UNIT 1																			
XYZ-UNIT1-01	Optimize ABC circulation	Increase 200 t USD of other variable use	75.0						€750		24	100		100	4.22	0.7	0.1		
XYZ-UNIT1-02	Reduce hydrocarbon losses at Unit 1 panel	200 t USD - 1000 recovery, reduced nitrogen				0.20			€750	219	€719	500		500	0.74	0.3	0.0		
XYZ-UNIT1-03	Optimize catalyst control of compressors	Based on improved control on the compressor	100.0						€750		32	100		100	3.17	0.9	0.1		
XYZ-UNIT1-04	Optimize ABC Di-ethylene operation	Install improved operation of the overhead condensers	40.0	0.3					€750		36					0.7	0.1		
XYZ-UNIT1-05	Condensate recovery improvement	Improve recovery of the overhead condensers				0.05			€750		9					0.0	0.0		
XYZ-UNIT1-06	Optimize UNIT1 steam balance	Reduce 200 t of MPS		0.8					€750		70	50		50	0.72	1.0	0.1		
XYZ-UNIT1-07	Upgrade UNIT1 emergency water system	Stop old project for safety testing. Could be used for other units							€750										
XYZ-UNIT1-08	ABC heavy acids distillation optimization	ABC heavy acids distillation optimization				0.08			€750		128	50		50	0.39	0.1	0.0		
XYZ-UNIT1-09	UNIT1 Demethanizer optimization	Demethanizer optimization				0.1			€750		96	0	€	€	0.52	0.1	0.0		
XYZ-UNIT1-10	Optimize heavy hydrocarbon separation	Heavy hydrocarbon separation							€750										
XYZ-UNIT1-15	Optimize heavy hydrocarbon separation	Heavy hydrocarbon separation, back up fan							€750										
TOTAL PACKAGE UNIT 1																			
			215.0	0.0	1.0	0.0	0.4	0.0	0.8	1.4	219	1,072	800	0	50	850	0.79	3.8	0.3
PACKAGE UNIT 2																			
XYZ-UNIT2-01	Optimize MPB energy pressure E2109					0.01			€750		13					0.0	0.0		
XYZ-UNIT2-02	Optimize UNIT2 process operation					0.1			€750		86					0.0	0.0		
XYZ-UNIT2-03	Redesignate UNIT2 nitrogen testing			0.2					€750		16					0.2	0.0		
XYZ-UNIT2-04	Stop MPB supply for UNIT2 reactor			0.25					€750		23					0.3	0.0		
XYZ-UNIT2-05	Optimize steam/ethylene ratio of reformer			0.25					€750		23					0.3	0.0		
XYZ-UNIT2-06	Reduce heat leakage reformer HCB			0.01					€750		13	20		20	1.57	0.0	0.0		
XYZ-UNIT2-07	Reduce steam leakage and	Steam demand 100-100 t/h		1.3					€750		117					1.7	0.1		
XYZ-UNIT2-08	Optimize UNIT2 air distillation			0.1					€750		77					0.1	0.0		
XYZ-UNIT2-09	Reinstall UNIT 2B Flasher bed/catalyst exchanger			0.8					€750		70	100		100	1.43	1.0	0.1		
TOTAL PACKAGE UNIT 2																			
			0.0	0.0	1.9	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	447	100	20	0	120	0.27	3.8	0.3	
PACKAGE UNIT 3																			
XYZ-UNIT3-01	Improve combustion UNIT3 Incinerator					0.02			€750		32	20		20	0.63	0.0	0.0		
TOTAL PACKAGE UNIT 3																			
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	17500	0	31,9375	20	0	20	0.63	0.0003	0.001758111
TOTAL BASE PROGRAMME																			
			215.0	0.0	2.9	0.8	0.6	0.0	1	2.5	219	1551	920	20	50	990	0.8	8	0.6

E~5 Modèle de proposition d'amélioration énergétique

Compagnie X PROPOSITION D'AMELIORATION ENERGETIQUE no.: - XXX	
Classement : Bénéfices : valeur en € Facilité : description Investissement : valeur en €	Titre : <ul style="list-style-type: none"> Description précise, se rapportant au secteur d'affaires
Cet article est lié à : notez les numéros et titres des autres propositions connexes	
Description: Brève description qui devrait expliquer l'analyse de cas Situation actuelle : Brève description qui devrait expliquer la situation actuelle Situation future : Brève description qui devrait expliquer ce que sera la situation future et les modifications nécessaires pour y parvenir.	
Ordre de grandeur des bénéfices potentiels : bénéfices en M€an	
<ul style="list-style-type: none"> Fournir une description de la manière de calculer les bénéfices (en détails l: xx extra t/jour * €/t * yy jours/an = xx €/an) Se référer à la modélisation de support des affaires sera pertinent. Fournir des objectifs réalisables ou des indicateurs de performance clé (KPI) pour les bénéfices non-financiers. 	
Ordre de grandeur des coûts/investissements : en M€ avec une brève explication/ventilation	
Investissement en capital : Recettes, dépenses : Frais de développement :	si possible, se référer à l'estimation de l'ingénierie.
Investigations menées à ce jour : <ul style="list-style-type: none"> Notez les hypothèses clés ; toute information pertinente qui sous-tend la proposition Devrait fournir suffisamment d'informations (préliminaires) pour classer cette proposition en termes de bénéfices/coûts, besoins en ressources / facilité et rapidité de mise en œuvre Obstacles à la réussite : <ul style="list-style-type: none"> Inhibiteurs et/ou problèmes potentiels 	
Mesure des bénéfices : bénéfices en M€an	
<ul style="list-style-type: none"> Fournir des directives claires (de préférence une formule) pour la détermination des avantages postérieurs à la mise en œuvre, indiquant les paramètres à mesurer et les valeurs économiques à utiliser. 	
Approche suggérée pour le développement : <ul style="list-style-type: none"> Description de haut niveau de la portée de la mise en œuvre. Estimation initiale des ressources nécessaires. 	
Estimation initiale des ressources nécessaires pour la mise en œuvre : <ul style="list-style-type: none"> Estimation de haut niveau fondée sur l'étendue de la mise en œuvre 	

E~5 Modèle de proposition d'amélioration énergétique (suite)

<u>Durée de mise en œuvre :</u> <ul style="list-style-type: none">• <i>Indicatif : par exemple <3 mois; arrêts associés + date de l'arrêt, etc.</i>			
<u>Mise en œuvre correspondante :</u> <ul style="list-style-type: none">• <i>Proposer le nom d'une personne du site responsable de la mise en œuvre de cette proposition.</i>• <i>Nom du membre de l'équipe d'évaluation responsable du suivi et de l'aide, le cas échéant, dans la mise en œuvre de cette proposition</i>			
	Nom	Date	Signature
Equipe du site
	Nom	Date	Signature
Manager en ligne avec le site*
Commentaires :			
<u>Comité exécutif de l'approbation finale :</u>			
	Nom	Date	Signature
Equipe du site

* La personne responsable de la zone dans laquelle cette proposition est à mettre en œuvre – Manager, Directeur ou Chef de service.

Annexe F. Outils Emerson Process Management et liens techniques Internet

Emerson Industrial Energy

www.emersonprocess.com/IndustrialEnergy

Applications énergétiques industrielles	Chaudières
Refroidisseurs/Compresseurs	Systèmes de gestion énergétique des utilités
Collecteurs de vapeur	Purgeurs de vapeur
Générateurs à turbine à vapeur	Lignes d'intersection des utilités

www.emersonprocess.com/IndustrialEnergyApplications

Solutions énergétiques industrielles

Réduction des émissions	Efficacité énergétique
Economie sur les coûts de combustible	Répartition de la charge
Délestage	Fiabilité
Efficacité du personnel	

www.emersonprocess.com/IndustrialEnergySolutions

Surveillance des actifs essentiels

Soufflerie des tours de refroidissement	Réchauffeurs à brûleurs
Echangeurs de chaleur	Pompes
Compresseurs	

www.emersonprocess.com/EAM

Efficacité énergétique des solutions pour le raffinage

Optimisation des réchauffeurs	Optimisation du fractionnement
Optimisation de la distillation	Amélioration du procédé et Conseil en optimisation
Plan Directeur : Chemin de l'excellence opérationnelle	

www.emersonprocess.com/IndustrialEnergyEfficiency

Services en conseil

Conception et faisabilité	Amélioration et optimisation du procédé
Solutions SmartProcess®	

www.emersonprocess.com/IndustrialEnergyOptimization

AMS Suite par Emerson

AMS Performance Advisor	AMS Performance Monitor
AMS Machinery manager	AMS Device Manager
AMS Asset Graphics	Amélioration de la disponibilité des actifs

www.emersonprocess.com/AMS-Suite

Annexe G. Liste de l'union européenne des BReF

Les meilleurs techniques disponibles (MTD) sont répertoriés dans des documents appelés "BReF" (BAT reference documents ou documents de référence sur les MTD). Ces documents de référence BAT (BReF) reflètent un échange d'informations sur les meilleures techniques disponibles, la surveillance associée et les développements réalisés dans le cadre de la directive IPPC 2008 (prévention et contrôle intégrés de la pollution) et par la suite de la directive IED 2010 (Directive sur les émissions industrielles). Les pertes d'énergie (par le biais des émissions de carbone) sont considérées comme une pollution.

L'efficacité énergétique BReF couvre les meilleures pratiques génériques tandis que les guides sectoriels spécifiques fournissent des pratiques utiles et des références adaptées aux industries particulières. Il est très probable que ces documents de référence serviront de base aux programmes d'audit énergétiques exigés par la directive relative à l'efficacité énergétique.

Ces documents peuvent être téléchargés gratuitement à partir de <http://eippcb.jrc.es/reference/>

- Industries de fabrication du ciment, de la chaux et de l'oxyde de magnésium
- Industrie de fabrication de céramique
- Traitement commun des eaux et gaz usés/ Systèmes de gestion du secteur chimique
- Effets économiques et croisés
- Emissions dues au stockage
- Efficacité énergétique
- Industries métallurgiques
- Industries alimentaires
- Principes généraux de surveillance
- Systèmes industriels de refroidissement
- Sidérurgie
- Grandes installations de combustion
- Grands volumes de produits chimiques inorganiques – Ammoniac, Acides et Engrais
- Grands volumes de produits chimiques inorganiques – Solides et autres
- Grands volumes de l'industrie chimique organique
- Gestion des résidus et des roches dans les activités minières
- Fabrication du verre
- Fabrication de chimie organique fine
- Industries des métaux non-ferreux
- Production de chlore-alcali
- Production de polymères
- Production de spécialités chimiques inorganiques
- Industrie papetière
- Raffinage de pétrole et de gaz
- Traitement de surface des métaux et matières plastiques
- Traitement de surface utilisant des solvants organiques
- Incinération des déchets
- Industries de traitement des déchets

Annexe H. Autres guides sur les bonnes pratiques et sources d'information

1. Energy Management – A Comprehensive Guide to Controlling Energy Use. The Carbon Trust, CTG054. <http://www.carbontrust.com> (remplace le bien connu Good Practice Guide: GPG376. A Strategic Approach to Energy & Environmental Management).
2. An Energy Star Guide for Energy & Plant Managers. Berkeley National Laboratory, LBNL-56183.
3. "Energy Management Information Systems. A handbook for managers, engineers and operational staff." Hooke/Landry/Hart. Programme de l'industrie canadienne pour la conservation de l'énergie. National Resources Canada.
4. Le site web de National Resources Canada. Beaucoup d'articles utiles sur l'efficacité énergétique et en particulier sur la gestion de l'énergie. <http://canmetenergy.nrcan.gc.ca>
5. Texas Technology Showcase. Une organisation utile située sur l'Université du Texas à Austin avec un fort accent sur le partage industriel et la gestion de l'énergie. Séminaires en ligne réguliers. <http://texasiof.ces.utexas.edu/>
6. Introduction to Pinch Technology, Linhoff-March, 1998 (63 pages – disponible à plusieurs endroits sur le web).
7. Pinch Analysis and Process Integration, Ian C. Kemp, deuxième édition 2007 (390 pages, Elsevier ISBN 13: 978 0 75068 260 2)

L'auteur

David Stockill fournit un soutien à Emerson Process Management.

David est spécialisé dans la gestion énergétique et les services au contrôle de procédé pour les industries pétrolières, gazières, pétrochimiques et leurs fournisseurs. En tant qu'ancien expert en la matière du groupe Shell pour les systèmes de gestion de l'énergie, David a développé à l'échelle mondiale des normes et des processus de travail sur la gestion de l'énergie pour les sociétés d'exploitation de Shell.

David est un ingénieur hautement respecté dans les domaines de la gestion énergétique, du contrôle des procédés et du support technique aux décisions opérationnelles. Après une carrière de 32 années au service des sociétés du groupe Shell, il a occupé des postes à responsabilité dans ces domaines et a joué un rôle déterminant dans l'identification, le développement et le déploiement d'un grand nombre des outils et technologies de Shell.

David est un membre de l'Institution des Ingénieurs Chimistes et est titulaire d'une maîtrise en physique de l'université d'Oxford.

©2013 Emerson. Tous droits réservés.

Le logo Emerson est une marque déposée et une marque de service d'Emerson Electric Co. Le contenu de cette publication est présenté seulement à titre informatif et, bien qu'un effort ait été fait pour assurer son exactitude, il ne doit pas être interprété comme une garantie, expresse ou implicite, en ce qui concerne les produits ou services y étant décrits ou leur utilisation ou leur applicabilité. Toutes les ventes sont régies par nos termes et conditions, qui sont disponibles sur demande. Nous nous réservons le droit de modifier ou d'améliorer les conceptions ou les spécifications de nos produits à tout moment sans préavis.

