



**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

# Audit ENERGETIQUE





**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

# Audit Énergétique

1

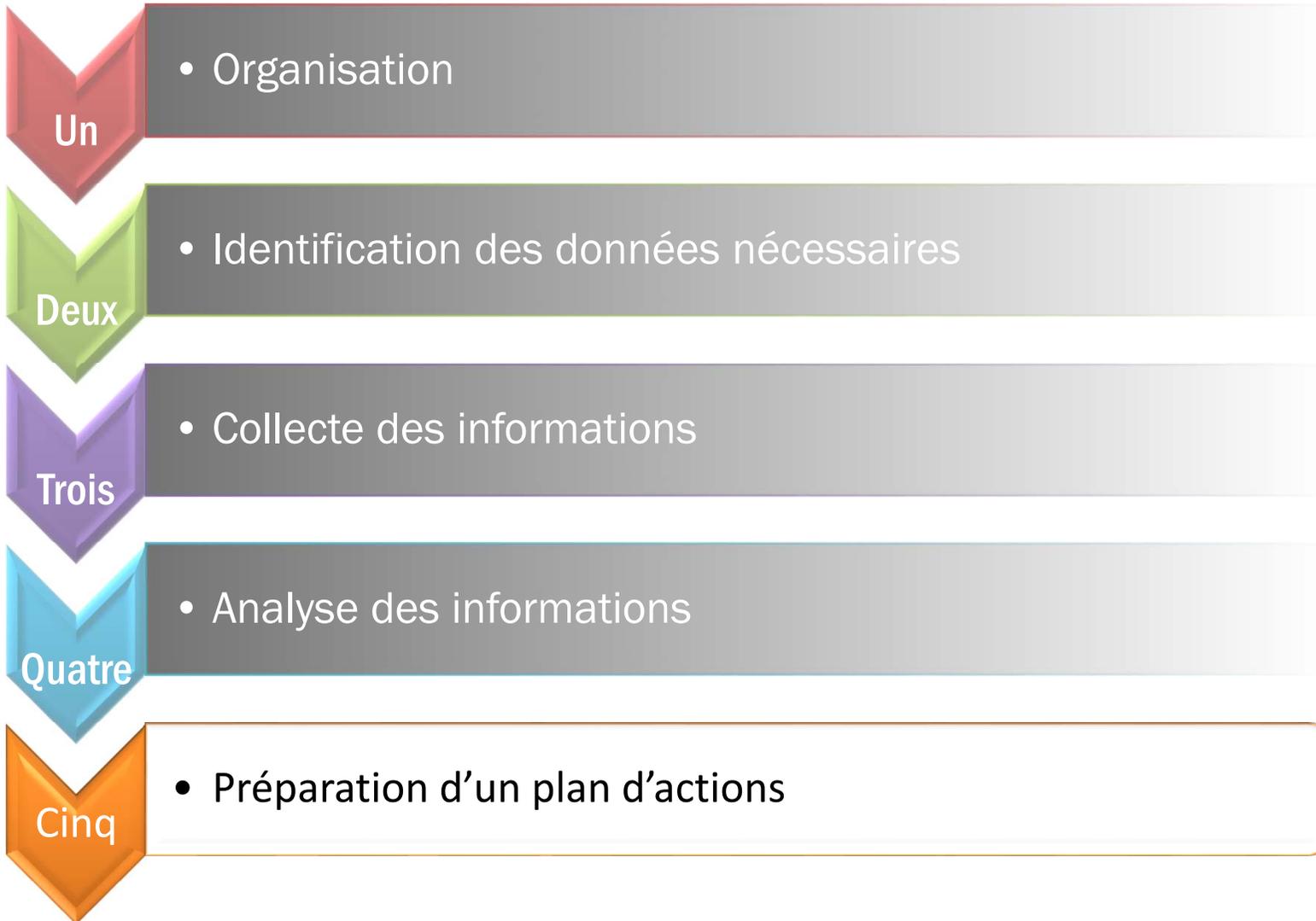
- Audit Énergétique Préliminaire

2

- Audit Énergétique Approfondi



# A. Audit énergétique préliminaire





# Audit préliminaire (diagnostic rapide)

- Première étape dans la mise en place d'un programme de gestion de l'énergie
- Consiste principalement à collecter et analyser des informations disponibles
- Travail sur le terrain ne met pas en œuvre des moyens d'instrumentation sophistiqués
- Les conclusions dépendent en grande partie des compétences et de l'expérience de l'équipe conduisant l'audit.

# Etape 1 : Organisation

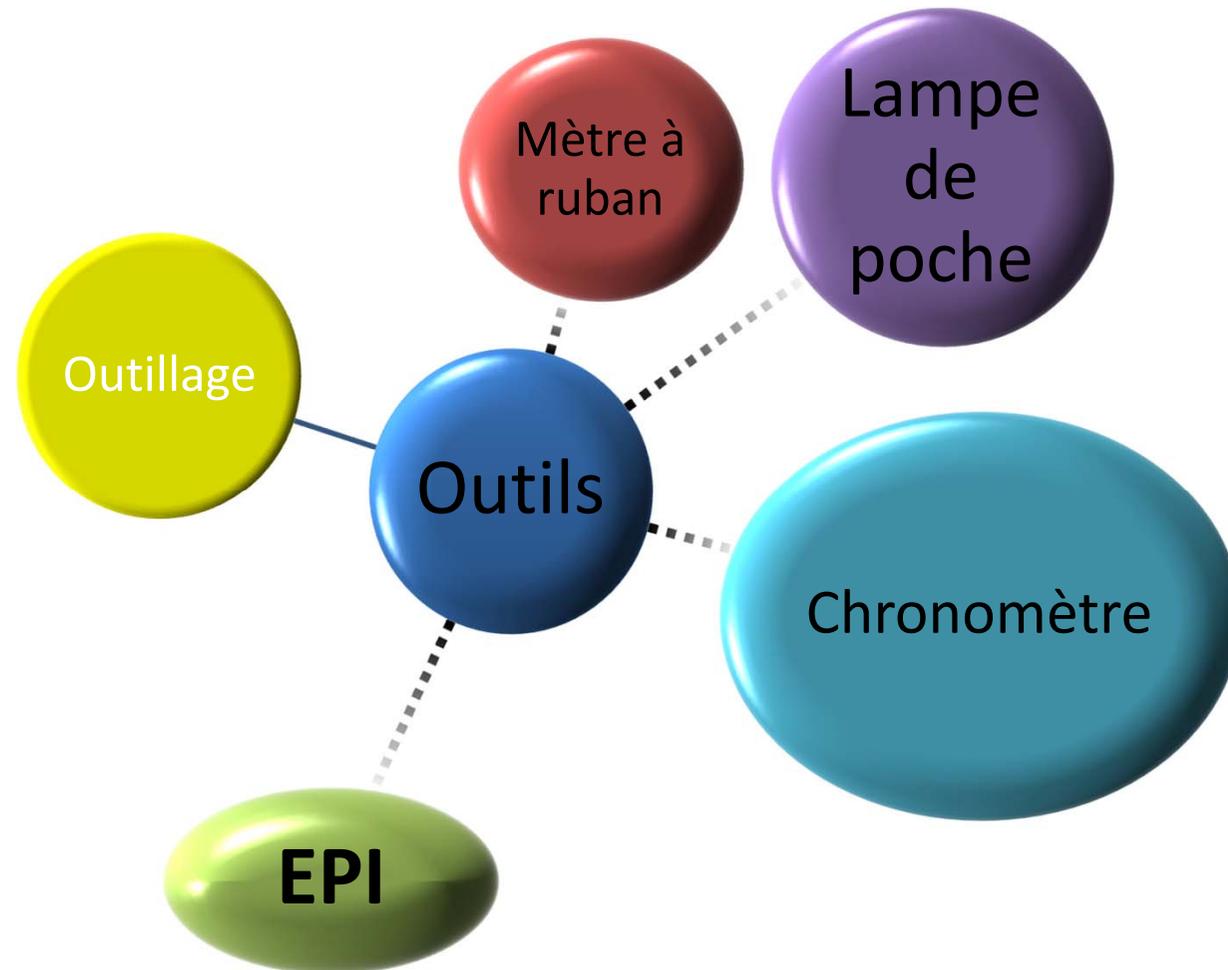
- Choix de l'équipe et de la durée de l'audit
  - En général l'équipe se limite à une seule personne ayant une solide expérience
  - La durée de l'audit dépend :
    - Expérience de l'auditeur
    - Dimension de l'usine
    - Complexité des opérations
    - Etudes déjà réalisées
    - Prise de conscience des problèmes de l'énergie dans l'usine

# Etape 1 : Organisation..

Estimation de durée d'un audit préliminaire

Usines	Temps (en jours-expert)	
	Collecte sur site	Analyse des données
Mono-produit // < 10.000 m2	1	1
Mono-produit // 10.000 à 30.000 m2	1,5	1,5
Mono-produit // > 30.000 m2	1,5 + 1 / 20.000 m2	1,5 + 1 / 20.000 m2
Multi-produit // < 10.000 m2	1 + 0,5 / produit	1 + 0,5 / produit
Multi-produit // 10.000 à 30.000 m2	1,5 + 0,5 / produit	1,5 + 0,5 / produit
Multi-produit // > 30.000 m2	1,5 + 0,5 / produit + 1 / 20.000 m2	1,5 + 0,5 / produit + 1 / 20.000 m2

# Etape 1 : Organisation...



## Etape 2 : Identification des données nécessaires

- Avant même d'intervenir sur site :
  - Préparer une [liste](#) précise des informations nécessaires
  - Idéalement les obtenir de l'industriel avant la visite du site

## Etape 2 : Identification des...

- Les informations requises
  - Informations générales sur l'entreprise
  - Tableau des consommations pour une période de référence (minimum une année)
  - Tableau des productions
  - Liste des équipements de production
  - Liste des utilitaires
    - Poste de transformation
    - TGBT
    - Chaufferie
    - Salle des compresseurs (air comprimé; froid)
    - Salle de ventilation

## Etape 2 : Identification des...

- Croquis simples montrant les étapes du procédé et la circulation des différents fluides
  - Débit et Cadence de production
  - Débit des fluides
  - Caractéristiques physiques input - output
  - Conditions opératoires (température, pression, durée, etc..)
  - Consignes d'exploitation
  - Etc..

# Etape 3 : Collecte des informations

- Entretien avec le personnel de l'entreprise
- Visite de l'usine et inspection visuelle

# Etape 3 : Collecte des infos...

## 1. Entretien avec le personnel...

- La direction
  - Grands principes de gestion – organigramme fonctionnel
  - Existence d'un programme de gestion de l'énergie et des budgets d'investissement relatifs à l'efficacité énergétique
  - Personnes responsables de la mise en œuvre du programme
  - Critères de décision pour la réalisation d'investissements améliorant la productivité

# Etape 3 : Collecte des infos...

## 1. Entretien avec le personnel...

- Le responsable énergie
  - Structure du programme de gestion (s'il existe)
  - Caractéristiques de l'usine
    - Taille,
    - Date de construction
    - Dénomination et emplacement des différents secteurs d'exploitation
    - Cycles de fabrication et fonction de chaque secteur
    - Consommation d'énergie de chaque secteur
    - Liste des équipements gros consommateurs d'énergie et d'eau
    - Schéma de procédé incluant ces gros consommateurs
    - Indicateurs de production
    - Etc..

# Etape 3 : Collecte des infos...

## 1. Entretien avec le personnel...

- Le responsable entretien et travaux neufs
  - Etat général des équipements de production et des utilitaires
  - Fréquence des interventions et leurs coûts (si disponible)
  - Politique d'entretien des équipements directement liés à l'énergie
  - Planning d'arrêt des unités de fabrication pour entretien (annuel ou autres)

# Etape 3 : Collecte des infos...

## 1. Entretien avec le personnel...

- Le personnel d'exploitation
  - Variables opératoires à chaque étape de fabrication
  - Spécifications de produits
  - Conditions opératoires réelles :
    - Rythme de production
    - Taux de produits non-conformes
    - Pressions, températures
    - Débits et cycles de production
  - Les besoins d'énergie dans le procédé dans des conditions idéales

# Etape 3 : Collecte des infos...

## 1. Entretien avec le personnel...

- Les services fonctionnels (gestion et programmation de la production)
  - Coût de l'énergie
  - Planning de production et saisonnalité
  - Critères économiques

# Etape 3 : Collecte des infos...

## 2. Visite de l'usine et inspection visuelle

- Circuit matière et énergie dans l'usine
  - Poste réception et stockage des matières premières
  - Secteurs d'entrée de l'énergie
    - Poste électrique avec transformateurs, compteurs électrique
    - Station de préparation du combustible incluant stockage, compteurs, pompes, réchauffeurs, ...
  - Principales unités de production avec les produits et l'énergie entrant/sortant
  - Poste entreposage des produits finis et postes de chargement
  - Zones de retraitement ou recyclage des produits
  - Les décharges

# Etape 3 : Collecte des infos...

## 2. Visite de l'usine et inspection visuelle

- Les grands secteurs de production
  - Implantation des principaux services à reporter
    - Sur le plan (si disponible)
    - Sous forme de schéma ou croquis
  - Délimitation des utilités
    - Réseau vapeur
    - Air comprimé

# Etape 3 : Collecte des infos...

## 2. Visite de l'usine et inspection visuelle

- Les systèmes gros consommateurs d'énergie
  - Séchoirs
  - Chaudières
  - Fours
  - Moteurs électriques
  - Pertes thermiques
  - Éclairage
  - Ventilateurs et compresseurs
  - Chauffage / réchauffage
  - Systèmes de réfrigération
  - Réseau de distribution de vapeur, d'eau de chaudière et de condensats
  - Systèmes de distribution d'autres utilités telles que l'air comprimé, azote, ....

# Etape 3 : Collecte des infos...

## 2. Visite de l'usine et inspection visuelle

- L'instrumentation locale
  - Faire le relevé
    - Des valeurs données sur les instruments de contrôle
    - Des appareils d'éclairage
    - Des diamètres des tuyauteries d'eau ou de vapeur
- Les tableaux de bords de l'énergie
  - État de gestion production – énergie
- Les feuilles de marche de suivi d'exploitation et de production
- La [check-list](#) et les possibilités d'économie d'énergie

# Etape 4 : Analyse des informations

- Développement d'une base de données
- Validation et évaluation de cette base de données
- Élaboration d'indices de performance énergétique
- Examen de la consommation d'énergie à la lumière d'autres facteurs tels que production, fiabilité, sécurité, environnement
- Estimation du potentiel d'économie d'énergie
- Évaluation du programme de gestion de l'énergie de l'entreprise

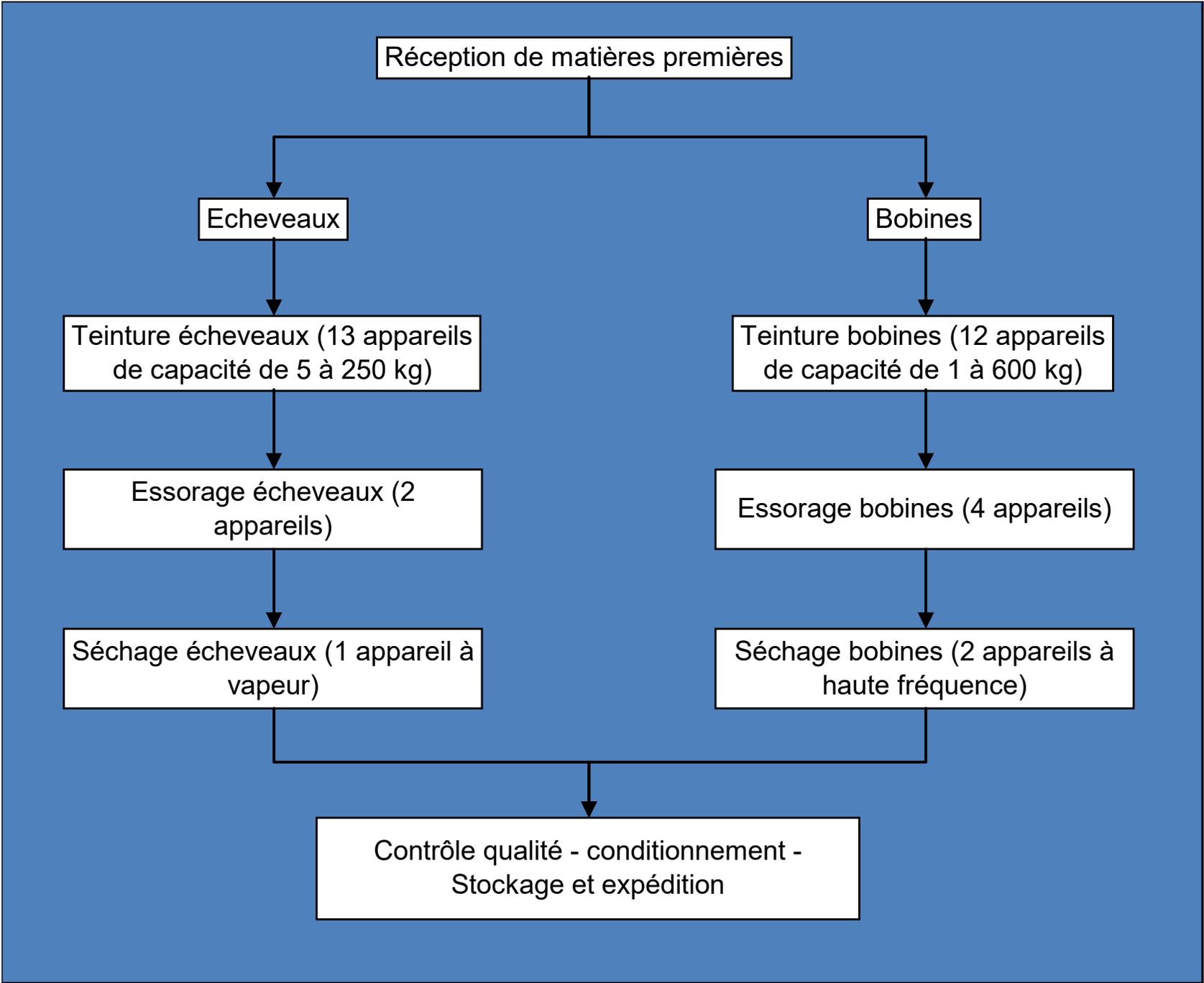
# Etape 4 : Analyse des infos...

## 1. Développement d'une base de données

- Historique de la consommation de chaque produit énergétique et son coût
- Historique de la production de la production
- Schémas de procédés
- Liste des équipements consommateurs d'énergie avec leurs principales caractéristiques

# Historique de consommation et production

		Electricité		Eau		Fioul	
Mois	Production	Conso.	Cons. spéc.	Conso.	Cons. spéc.	Conso.	Cons. spéc.
	kg	kWh	kWh / kg	m <sup>3</sup>	L / kg	kg	kg / kg
Janv	229 119	533 278	2,33	12 371	53,99	88 040	0,38
Févr	162 178	245 257	1,51	13 116	80,87	143 680	0,89
Mars	193 818	225 052	1,16	13 331	68,78	116 440	0,60
Avr	260 823	271 161	1,04	15 945	61,13	140 530	0,54
Mai	232 077	260 258	1,12	12 742	54,90	111 780	0,48
Juin	172 113	210 924	1,23	10 739	62,40	57 380	0,33
Juil	223 655	243 205	1,09	15 729	70,33	116 060	0,52
Août	59 290	102 903	1,74	10 743	181,19	57 120	0,96
Sept	227 831	220 687	0,97	12 259	53,81	110 380	0,48
Oct	269 476	243 979	0,91	16 865	62,58	116 040	0,43
Nov	197 604	187 167	0,95	16 972	85,89	87 080	0,44
Déc	242 022	217 274	0,90	13 865	57,29	148 520	0,61
<b>TOTAL</b>	<b>2 470 006</b>	<b>2 961 145</b>	<b>1,20</b>	<b>164 677</b>	<b>66,67</b>	<b>1 293 050</b>	<b>0,52</b>
<b>Total Dhs</b>		<b>2 454 937</b>		<b>1 908 606</b>		<b>2 482 604</b>	
		<b>6 846 148</b>					



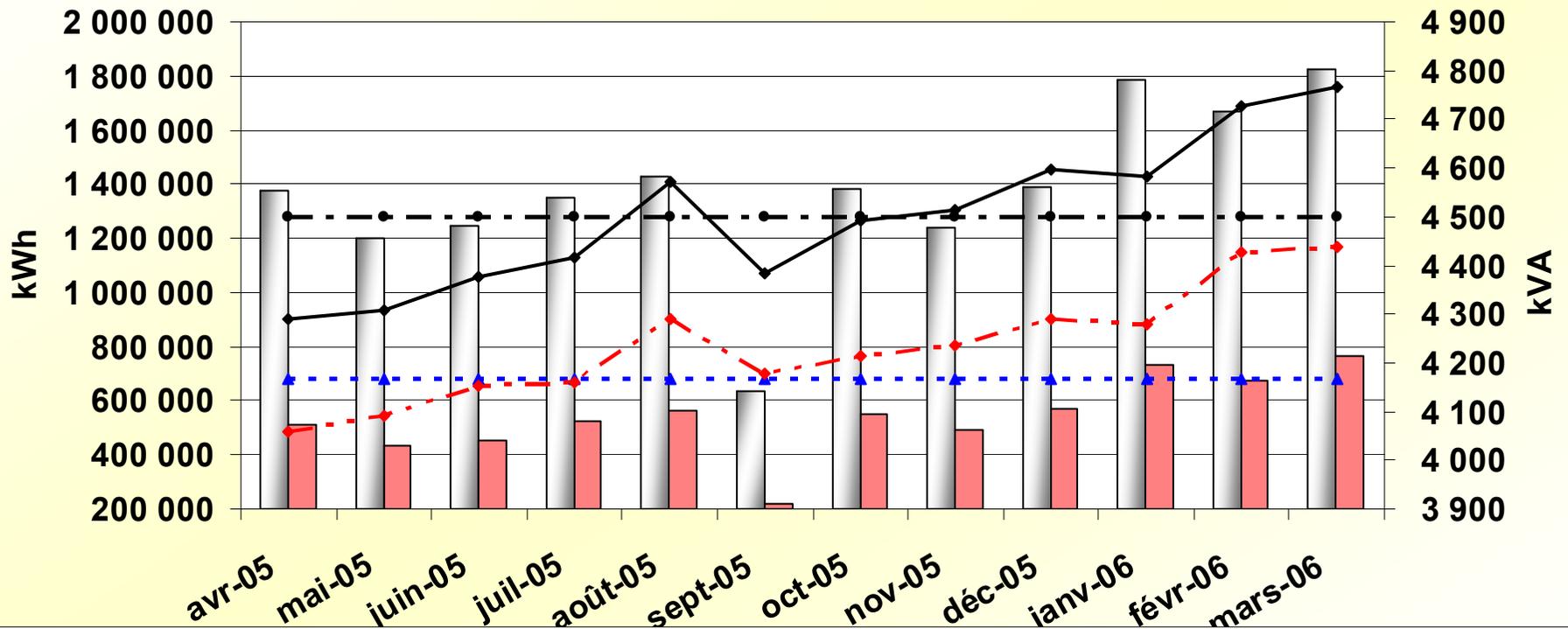
- Autres exemples de schémas
  - [Production](#)
  - [Circuit air comprimé et eau réfrigérée](#)
  - [Circuit fioul](#)
  - [Circuit vapeur](#)
  - [Eau et condensats chaudières](#)

# Etape 4 : Analyse des infos...

## 2. Validation et évaluation des informations

- Utilisation de l'énergie
  - Électricité
    - Puissance souscrite
    - Puissance appelée
    - Énergie active (répartition période horaire)
    - Énergie réactive
  - Fioul et GPL
    - Type de combustible : fioul n°2, fioul n°7, gasoil
    - GPL : propane, butane en vrac
  - Eau
    - Tarification : professionnel, industriel
  - Coût marginal

### Evolutions des paramètres d'énergie électrique



- Consommation Totale (kWh)
- Consommation d'Énergie Réactive
- Puissance souscrite (kVA)
- Puissance appelée (kVA)
- Puissance à souscrire cos phi amélioré (kVA)
- Puissance appelée Cos phi amélioré (kVA)

# Etape 4 : Analyse des infos...

## 3. Elaboration d'indice de performance énergétique

- Les consommations d'énergie standard
  - Benchmarking utile mais...
    - Jamais deux usines identiques
    - Jamais conditions identiques
  - Développer ses propres standards à partir de grande quantité d'informations
    - Global : à établir à partir des compteurs généraux
    - Individuel : à établir à partir de compteur individuel

# Etape 4 : Analyse des infos...

## 4. Examen de la consommation d'énergie

- Qualité de l'exploitation
  - Faire parler les chiffres : ratios
  - Tenter de connaître une explication aux dérives de consommations

# Etape 4 : Analyse des infos...

## 5. Estimation des économies d'énergie

- Estimation des économies d'énergie
  - Identifier les principaux axes d'économie d'énergie ne nécessitant pas d'investissement (budget maintenance)
    - Nettoyage des surfaces d'échanges
    - Marche des équipements devant être à l'arrêt
    - Modification de programmation d'exploitation
    - Ajustement des points de consigne
    - Étalonnage des instruments de contrôle
    - Remplacement de calorifuge en mauvais état
    - Amélioration de rendement de combustion

# Etape 4 : Analyse des infos...

## 5. Estimation des économies d'énergie

- Estimation des économies d'énergie...
  - Identifier les projets nécessitant des études complémentaires
    - Amélioration du système de contrôle de combustion
    - Récupération de la chaleur sur des fumées ou des gaz chauds
    - Remplacement d'un équipement gros consommateur d'énergie
    - Correction du facteur de puissance
    - Installation de variateur de vitesse – pompes, ventilateurs, compresseurs

## Etape 4 : Analyse des infos...

### 6. Evaluation du programme de gestion énergétique de l'entreprise

- En général rien n'est fait en interne si ce n'est les suivis mensuels sinon annuels
- Parfois, la comptabilité analytique permet de développer une gestion plus étroite de la consommation énergétique qu'il faut renforcer à cette étape

# Etape 5 : Préparation d'un plan d'action

- Le rapport doit mettre l'accent sur la recommandation d'un plan d'action comprenant :
  - Les économies sans investissement réalisables immédiatement
  - Les projets nécessitant des études complémentaires avec un planning détaillé des études
  - Une recommandation concernant l'opportunité d'un audit énergétique approfondi avec les ressources à mobiliser :
    - Systèmes sur lesquels faire les campagnes de mesures
    - Instrumentation nécessaire
    - Besoin en personnel
    - Durée de l'audit et le niveau d'effort requis
    - Coût de l'audit
  - Une proposition d'amélioration du programme existant de gestion de l'énergie

## Tableau des recommandations d'amélioration des consommations d'énergie et d'eau

N°	Libellé	Gains (Dhs)	% facture	Investissement (Dhs)	TRb (mois)
1	Optimisation du réglage de la pression d'air comprimé	5 600,00	0,08%	0,00	0
2	Remplacement des tubes de 40W de diam. 38 par des tubes de 36W de diam. 26	19 000,00	0,28%	10 200,00	7
3	Optimisation de la puissance souscrite après amélioration du facteur de puissance	22 000,00	0,32%	18 000,00	10
4	Déplacement des compresseurs en vue de mieux les ventiler et minimiser la température d'air entrant.	5 500,00	0,08%	20 000,00	44
5	Détection et réparation de fuites sur le réseau d'air comprimé	26 800,00	0,39%	25 000,00	12
6	Réchauffage du fioul par vapeur	8 700,00	0,13%	30 000,00	42
7	Amélioration du calorifugeage des surfaces chaudes	57 700,00	0,84%	30 000,00	7
8	Amélioration du réseau de purges de la vapeur	19 200,00	0,28%	40 000,00	26
9	Optimisation du taux de purges des chaudières	32 300,00	0,47%	45 000,00	17
10	Passage du propane au butane	23 900,00	0,35%	50 000,00	26
11	Récupération d'énergie aux compresseurs pour le réchauffage d'eau pour les besoins thermiques	40 100,00	0,58%	75 000,00	23
12	Amélioration du rendement de combustion des chaudières	200 600,00	2,92%	75 000,00	5
13	Installation d'un variateur électronique de vitesse sur l'un des deux compresseurs et gestion optimisée	66 900,00	0,97%	150 000,00	27
14	Mise en place d'un système de management environnement, énergie et productivité	183 000,00	2,66%	250 000,00	17
15	Optimisation de la consommation d'eau au niveau du process	245 600,00	3,57%	750 000,00	37
<b>TOTAL</b>		<b>956 900,00</b>	<b>13,92%</b>	<b>1 568 200,00</b>	<b>20</b>

### Facture énergie - eau

**6 874 611 Dhs/an**

Electricité

1 978 950 kWh/an

1 538 243 Dhs/an

Eau

184 548 m3/an

2 138 911 Dhs/an

Propane

11 716 kg/an

70 208 Dhs/an

Fioul N°2

1 596 182 kg/an

3 127 249 Dhs/an

DIAGNOSTIC			Audit approfondi - estimation du niveau d'effort (heures)													
N°	Intitulé	à réaliser à l'interne	Oui ou non	Mesures	Analyse de l'existant	Calculs	Schémas	Evaluation économique et devis	Rapport	Total	Tarif jour TTC	Total (Dhs)	Transport	Perdiem	Impression	Grand total
1	Optimisation du réglage de la pression d'air comprimé	X	non	4	2	2	1	0	2	0	4 000	0	5 938	7 125	950	109 013
2	Remplacement des tubes de 40W de diam. 38 par des tubes de 36W de diam. 26	X	non	2	1	2	2	1	2	0	4 000	0				
3	Optimisation de la puissance souscrite après amélioration du facteur de puissance	X	non	1	1	1	1	1	1	0	4 000	0				
4	Déplacement des compresseurs en vue de mieux les ventiler et minimiser la température d'air entrant.		oui	4	4	2	4	4	2	20	4 000	10 000				
5	Détection et réparation de fuites sur le réseau d'air comprimé	X	non	8	2	4	2	2	2	0	4 000	0				
6	Réchauffage du fioul par vapeur		oui	2	2	2	4	4	2	16	4 000	8 000				
7	Amélioration du calorifugeage des surfaces chaudes	X	non	2	2	4	4	4	2	0	4 000	0				
8	Amélioration du réseau de purges de la vapeur		oui	4	4	4	4	2	2	20	4 000	10 000				
9	Optimisation du taux de purges des chaudières		non	2	2	2	1	2	2	0	4 000	0				
10	Passage du propane au butane	X	non	2	2	2	4	2	3	0	4 000	0				
11	Récupération d'énergie aux compresseurs pour le réchauffage d'eau pour les besoins thermiques		oui	4	2	2	4	4	2	18	4 000	9 000				
12	Amélioration du rendement de combustion des chaudières	X	non	8	2	6	6	4	2	0	4 000	0				
13	Installation d'un variateur électronique de vitesse sur l'un des deux compresseurs et gestion optimisée		oui	4	4	4	2	4	2	20	4 000	10 000				
14	Mise en place d'un système de management environnement, énergie et productivité		oui	4	6	6	6	8	3	33	4 000	16 500				
15	Optimisation de la consommation d'eau au niveau du process		oui	12	8	12	16	12	3	63	4 000	31 500				
<b>TOTAL</b>		23,75 jours-pers.														

# Rapport d'audit préliminaire

- Résumé du diagnostic
  - Date de la visite et participants
  - Chiffres de production et de consommation
  - Mesures potentielles d'économie d'énergie
  - Description du site industriel
  - Le plan d'action proposé
  - Le calendrier proposé de réalisation du plan d'actions

# Rapport d'audit préliminaire

- Analyse par système et recommandations
  - Système électrique
    - Facturation électrique
    - Eclairage
    - Air comprimé
  - Système thermique
    - Chaudière
    - Circuit vapeur-condensats
    - Surfaces chaudes

# Rapport d'audit préliminaire

- Analyse par système et ....
  - Process
  - Système eau & environnement
    - Consommation d'eau
    - Rejets liquides
    - Rejets gazeux
    - Rejets solides

# Rapport d'audit préliminaire

- Annexes
  - Historique des consommations et production
  - Les graphiques d'évolution et de ratios
  - Les schémas de process, de circuit, ...

# Quelques exemples de rapport

- [Sté](#) Agroalimentaire

## B. Audit énergétique approfondi

- Trois grandes étapes:
  - Etape 1 : Collecte et analyse des informations
  - Etape 2 : Réalisation de la campagne de mesures
  - Etape 3 : Analyse des mesures, identification des projets et préparation du plan d'actions
- Les instruments de mesures

# Audit énergétique approfondi

- Deux grands problèmes :
  - L'auditeur novice va consacrer beaucoup plus de temps que prévu au risque de dépasser son budget
  - Il va devoir limiter la profondeur de son analyse au risque de ne pas satisfaire son client
- Nota : Faire un audit est une question de pratique afin d'acquérir dextérité et automatismes

# Etape 1 : Collecte et analyse des informations de base

- Préparer un planning de la campagne de mesures:
  - Priorité aux installations à marche intermittente
  - Puis aux installations à marche continue
- Constitution d'une base de données
- Etude des secteurs de production de l'usine
  - Etude de la centrale
  - Etude des secteurs de production
  - Les réseaux d'énergie
  - Les bâtiments
- Economie d'énergie

# Etape 1 : Collecte et analyse...

## 1. Constitution d'une base de données

- Placée sous excel ou équivalent
- Différents onglets :
  - Chaudières
  - Compresseurs d'air
  - Groupes de froid
  - Chambres frigorifiques
  - Echangeurs vapeur
  - Moteur diesel
  - Moteurs électriques de production
  - Etc...
- Avantages de la base de données :
  - Pas de perte d'informations
  - Vérification de la cohérence des informations
  - A faire sur site pendant la campagne de mesures

# Etape 1 : Collecte et analyse...

## 2. Etude des secteurs de production de l'usine

- Centrale des utilités :
  - Chaufferie
    - Chaudières,
    - Auxiliaires de chaufferie
    - Station de préparation de fioul
    - Station de traitement de l'eau
  - Air comprimé
    - Compresseurs
    - Sécheurs d'air
    - Ballons de stockage

# Etape 1 : Collecte et analyse...

## 2. Etude des secteurs de production de l'usine

- Centrale des utilités :
  - Centrale d'eau glacée
    - Compresseurs frigorifiques
    - Bassin de stockage
    - Evaporateurs et condenseurs
    - Auxiliaires
  - Poste électrique
    - Transformateurs
    - TGBT
    - Compensation d'énergie réactive
    - Comptage

# Etape 1 : Collecte et analyse...

## 2. Etude des secteurs de production de l'usine

- Secteurs de production :
  - Schéma pour chaque secteur de production
    - Besoins énergétiques de chaleur
    - Besoins énergétiques de froid
    - Besoins de force motrice
    - Besoins d'air comprimé
  - Détermination :
    - Débit de production
    - Nature de production
    - Spécification du produit
    - Cadence de production

# Etape 1 : Collecte et analyse...

## 2. Etude des secteurs de production de l'usine

- Les réseaux d'énergie :
  - Vérifier l'équilibre des réseaux IN – OUT
    - Pertes réelles
    - Pertes fictives
  - Schéma général :
    - Réseau vapeur – condensats
    - Réseau d'eau chaude
    - Réseau d'eau glacée
    - Réseau d'air comprimé
    - Réseau électrique

# Etape 1 : Collecte et analyse...

## 2. Etude des secteurs de production de l'usine

- Les bâtiments :
  - Eclairage
  - Ventilation
  - Climatisation
  - Air conditionné

# Etape 1 : Collecte et analyse...

## 3. Economies d'énergie

- Avant la campagne de mesures – pendant la visite, dresser une première liste d'idées de projets d'économie d'énergie :
  - Amélioration du calorifuge des tuyauteries
  - Suppression des fuites de vapeur
  - Amélioration de la marche des purgeurs
  - Stabilisation du courant et de la tension électrique du réseau
  - Substitution de combustible (fioul 7 vers fioul 2)
  - Remplacement de chauffage électrique par réchauffage à la vapeur
  - Mise en place de système de gestion de l'énergie
  - Récupération d'énergie
  - Etc..

# Etape 2 : Campagne de mesures

- Valider les bilans énergétiques par détermination des pertes
  - Rendement des équipements de production énergétique
    - Chaudières – vapeur, eau chaude, fluide thermique
    - Groupes de froid – COP
    - Air comprimé – taux de charge

# Etape 2 : Campagne de mesures

- Valider les bilans énergétiques par détermination des pertes
  - Evaluation du rendement des réseaux
    - Vapeur // condensats – calorifuge, fuites
    - Eau glacée – calorifuge, fuites, débit circulant
    - Air comprimé – campagne de fuites

# Etape 2 : Campagne de mesures

- Valider les bilans énergétiques par détermination des pertes
  - Evaluation du rendement des équipements consommateurs d'énergie
    - Conditions de marché des équipements de production
      - points de consigne, paramétrage
    - Fuites, réglage des pressions
    - Cadence de marche des équipements

# Etape 3 : Analyse des informations

- Analyse du bilan énergétique de référence de l'usine
  - Bilan vapeur
  - Bilan combustible
  - Bilan électrique
  - Bilan eau
  - Bilan air comprimé
  - Bilan eau glacée
- Projets d'amélioration de la production et d'économie d'énergie
  - Projets avec peu ou pas d'investissements
  - Projets avec investissements répondant aux critères de l'entreprise
  - Projets dont la rentabilité n'est pas acquise

# Etape 3 : Analyse des infos...

## 1. Analyse du bilan énergétique de référence de l'usine

- Bilan vapeur
  - Réchauffage avec retour des condensats
  - Usages spécifiques (injections de vapeur directe...)
  - Indéterminés permettant le bouclage du bilan
- Bilan combustible
  - Besoins aux bornes de la centrale de production
  - Pertes par les fumées
  - Besoins pour préparation du combustible
  - Autres besoins de combustible au niveau de fours ou séchoirs

# Etape 3 : Analyse des infos...

## 1. Analyse du bilan énergétique de référence de l'usine

- Bilan électrique
  - Besoins directs dans le procédé
  - Production du froid
  - Production d'air comprimé
  - Pompage
  - Ventilation-conditionnement d'air
  - Eclairage

# Etape 3 : Analyse des infos...

## 1. Analyse du bilan énergétique de référence de l'usine

- Bilan eau
  - Eau de chaudières
  - Eau de lavage
  - Eau de procédé
  - Eau de refroidissement
  - Evaluation des fuites permettant le bouclage du bilan
- Bilan d'air comprimé
  - Débit et pression de départ
  - Besoins en termes de débit et pression aux points d'utilisation
  - Campagne de détection de fuites

# Etape 3 : Analyse des infos...

## 1. Analyse du bilan énergétique de référence de l'usine

- Bilan eau glacée
  - COP des installations
  - Débit circulé vs besoins
  - Pertes par les surfaces
  - Evaluation des fuites permettant le bouclage du bilan

# Etape 3 : Analyse des infos...

## 2. Projets d'amélioration..

- Projets avec peu ou pas d'investissements
  - Electricité
    - Extinction des équipements travaillant à vide
    - Accroître l'éclairage naturel
    - Optimisation de la puissance souscrite
  - Combustible / Vapeur
    - Réparation des fuites
    - Calorifugeage des surfaces chaudes
    - Ramonage des chaudières
    - Période de préchauffage à optimiser (réduction du temps)
    - Analyse plus fréquente de la combustion des chaudières

# Etape 3 : Analyse des infos...

## 2. Projets d'amélioration..

- Projets avec peu ou pas d'investissements
  - Air comprimé
    - Réglage des pressions de production (vapeur, air comprimé) en fonction des besoins réels
    - Détection et réparation des fuites
  - Eau
    - Détection et réparation des fuites
  - Procédé
    - Tout type de projet relevant du budget d'exploitation ou de maintenance

# Etape 3 : Analyse des infos...

## 2. Projets d'amélioration..

- Projets avec investissements répondant aux critères du client
  - Electricité :
    - Remplacement des moteurs sur-dimensionnés
    - Remplacement par des moteurs à haut rendement énergétique
    - Installation de variateurs électronique de vitesse – pompes, ventilateurs, etc..
    - Amélioration du facteur de puissance (cos phi) et optimisation de la puissance souscrite
    - Voir liste...

# Etape 3 : Analyse des infos...

## 2. Projets d'amélioration..

- Projets avec investissements répondant aux critères du client
  - Thermique :
    - Amélioration du réseau des purges de condensats
    - Revaporisation des condensats pour réchauffage du fioul ou de l'eau d'appoint
    - Purges continues des chaudières
    - Installation d'une unité d'osmose inverse comme eau d'appoint de la chaudière
    - Voir liste...

# Etape 3 : Analyse des infos...

## 2. Projets d'amélioration..

- Projets avec investissements répondant aux critères du client
  - Froid
    - Amélioration du COP des groupes de froid en remplaçant les condenseurs à air par des condenseurs évaporatifs
    - Installation d'un VEV sur le pompage de l'eau glacée
    - Installation de VEV sur les groupes compresseurs
    - Voir liste...
  - Eau
    - Installation d'un bassin de stockage pour réutilisation de l'eau du process
    - Installation de compteurs divisionnaires
    - Récupération de l'eau des derniers rinçages des machines de teinture
    - Voir liste ...

# Etape 3 : Analyse des infos...

## 2. Projets d'amélioration..

- Projets dont la rentabilité n'est pas acquise
  - Remplacement d'une chaudière
  - Remplacement d'un transformateur de plus grande capacité
  - Remplacement d'un équipement de production par un de dernière génération plus performant
  - Mise en place d'un système de gestion de l'énergie et de la productivité en temps réel
  - Changement d'un groupe de production de froid

# Rapport d'audit approfondi

- Le résumé
  - Coût de la facture
  - Impact des projets recommandés
  - Les étapes de réalisation
- Les données de base
  - La production (capacité réelle et rythme annuel de production)
  - Les caractéristiques de l'énergie achetée et des utilités
  - Tarification des utilités achetées
  - Données économique propres à l'usine (part de l'énergie dans le prix de revient – comparé aux frais d'entretien, masse salariale, matières premières) – Impact des projets sur la compétitivité de l'entreprise
  - Critères de décision relatifs aux investissements
  - Hypothèses de base pour les calculs financiers

# Rapport d'audit approfondi

- Evaluation des performances – par étape ou par équipement
  - Description
  - Présentation des résultats des mesures
  - Analyse des performances et contraintes d'exploitation
  - Les grands axes d'amélioration
- Bilan énergétique actuel
  - Par type d'énergie
  - Par type d'équipement
- Recommandations
  - Sous forme de fiches d'avant-projet sommaire

# Rapport d'audit approfondi

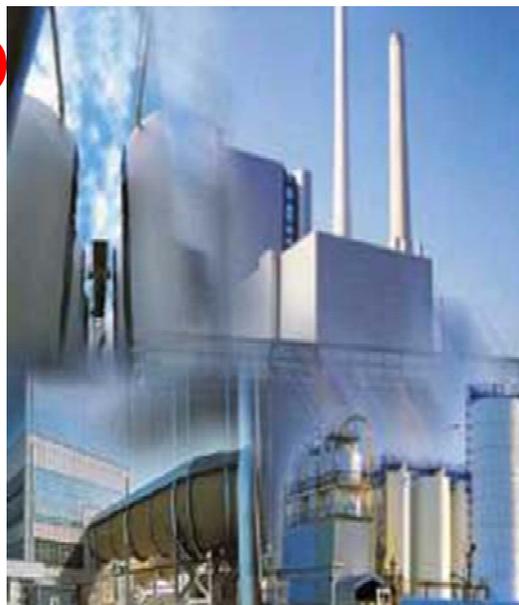
- Bilan énergétique futur
  - Permet de situer l'entreprise sur ses objectifs d'amélioration à court, moyen et long terme
- Annexes
  - Schémas et diagrammes
  - Base de données des équipements – procédé de l'usine et utilités
  - Historique des consommations et des productions des 12 derniers mois
  - Base de données des coûts des équipements considérés ou devis
  - Tableau-type d'analyse financière avec les hypothèses de base

# Rapport d'audit approfondi

- [Tableau récapitulatif](#)
- Éléments du rapport...



# Monitoring Étiquette



# Monitoring énergétique

- **Quels sont les domaines d'application ?**
- **Quelle est la méthodologie à suivre ?**
- **Que peut-on en attendre ?**
- **Quelles en sont les conditions de réussite ?**

# Monitoring énergétique

- Objectif premier poursuivi = se créer un outil de gestion rentable dont les finalités sont :
  - suivre ses consommations et les « normaliser »
  - détecter des dérives de consommation
  - vérifier l'impact d'actions d'amélioration
  - établir un budget énergétique
  - accroître la rentabilité de son business

# Monitoring énergétique

- Formes



## **Comptabilité énergétique**

= 1ère étape d'une démarche « Monitoring énergétique »

+ outil simple, efficace

- orienté vers le passé



## **Monitoring & Targeting énergétique**

+ outil + performant, orienté vers le futur

- outil + complexe



# Comptabilité énergétique

# Comptabilité énergétique

- **Objectif** = établissement d'un tableau de bord énergétique
- **Contenu** fonction du destinataire (direction générale, dpt production, dpt environnement, dpt maintenance, ...)
- **A définir**
  1. choix des énergies (une, les principales, toutes ?)
  2. choix des vecteurs énergétiques secondaires
  3. choix des facteurs des correction
  4. sélection des indicateurs
  5. choix de l'année de référence
  6. périodicité des mesures, du reporting
  7. mode de diffusion
  8. correspondance ou non entre centre de consommation et centre de comptabilité

# Comptabilité énergétique

- Inconvénients

- on se base sur le passé
- ne met pas directement en évidence les causes des dérives
- difficile de définir la relation production/consommation

- Coût

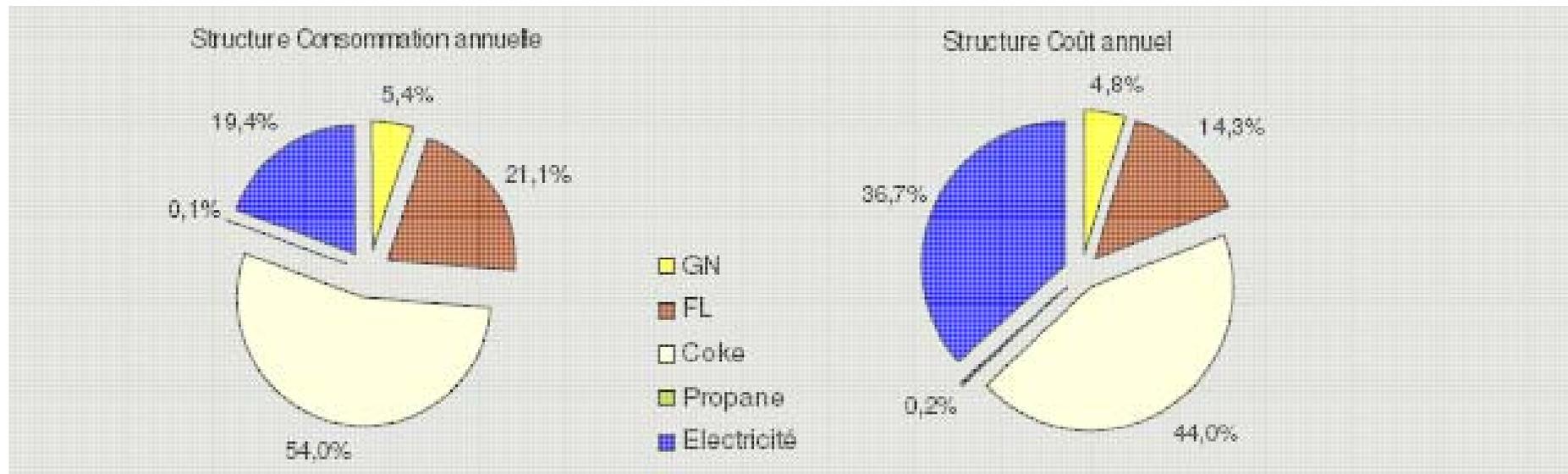
Fonction du nombre de compteur, du mode de collecte, de la complexité du système

Une hausse des coûts doit se justifier par une amélioration du contrôle et du rendement

# Comptabilité énergétique

- Méthodologie / choix des énergies
  - fonction de la structure de consommation
  - partir du général pour se diriger vers le particulier

# Comptabilité énergétique



**Choix :** - coke (process : four de fusion)

- FL (chauffage : 90 % cons.)

- électricité (air comprimé : 2 compresseurs : 15 % cons. + process : 3 moteurs = 21 % cons.)

**Résultat :** contrôle 80 % consommation 70 % coût

**Investissement :** 4.500 €

**Rentabilité :** TRS < 1 an si économie = 1,3 %