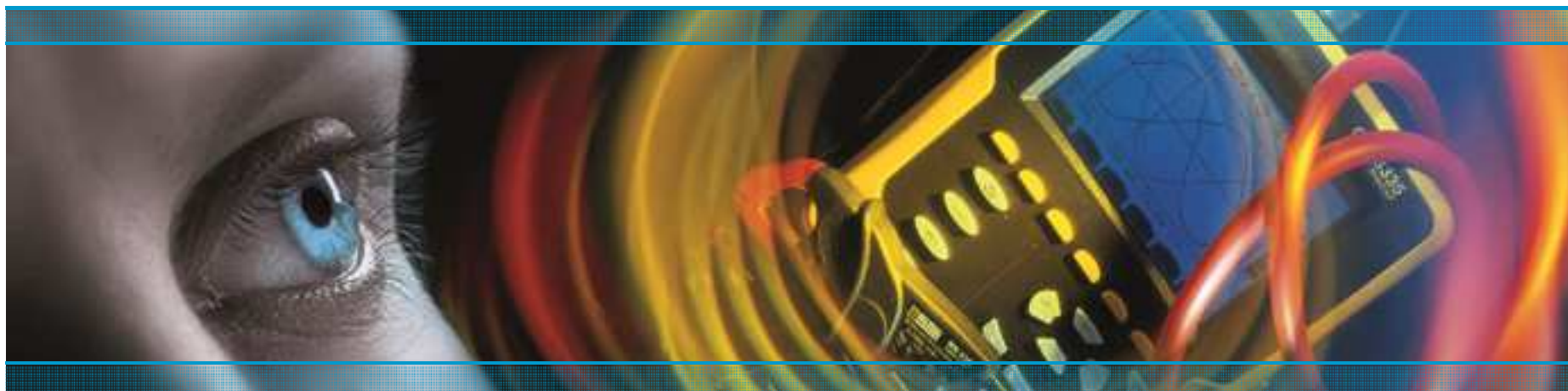


Instruments de Test & Measure

Mesure portable et de laboratoire



**La mesure en audit énergétique dans l'industrie :
contraintes, norme NF 16247, norme ISO 50 001**

Séminaire enseignement

Pourquoi réaliser un audit énergétique ?

Les obligations

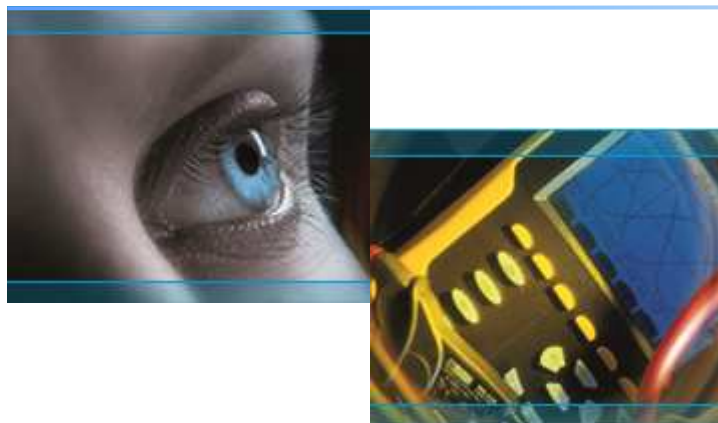
L'audit énergétique selon les normes EN 16247 et BPX 30-120

Processus d'audit énergétique

Les solutions à mettre en œuvre

Processus d'amélioration continue : norme ISO 50001

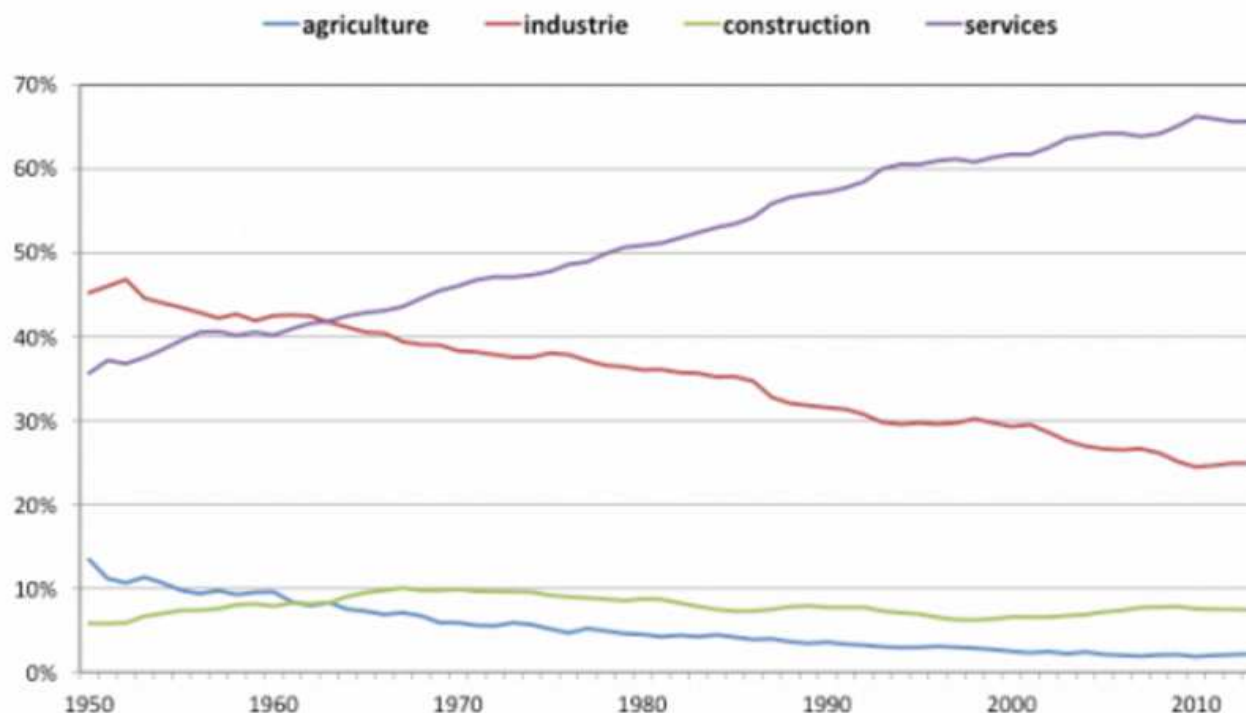
Pourquoi réaliser un audit énergétique?



Pourquoi réaliser un audit énergétique?

Consommation énergétique de l'industrie

Lié à l'évolution globale de la consommation finale d'énergie du secteur industriel

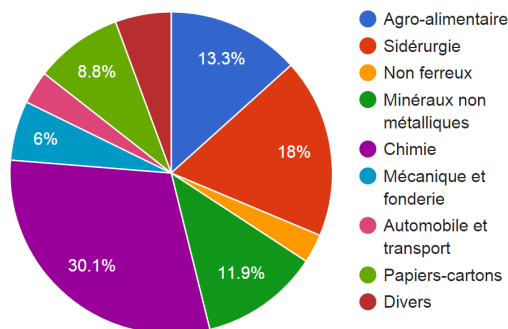


Source: Observatoire de l'Industrie Electrique

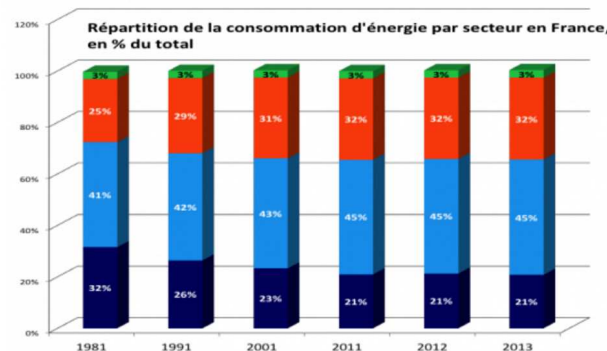
Pourquoi réaliser un audit énergétique?

Potentiel d'économies d'énergie dans l'industrie

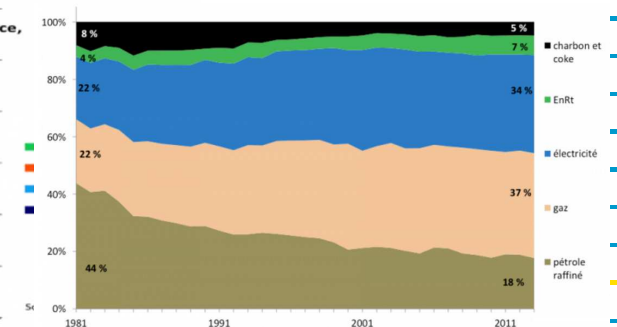
Poids énergétiques



Répartition des consommations

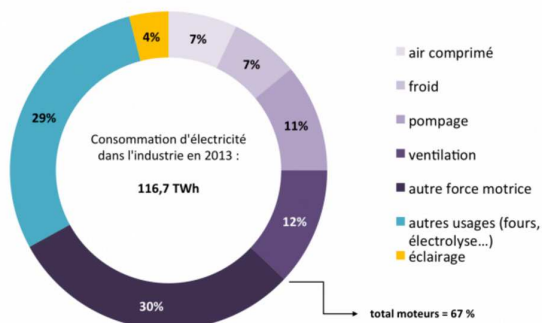


Matières premières

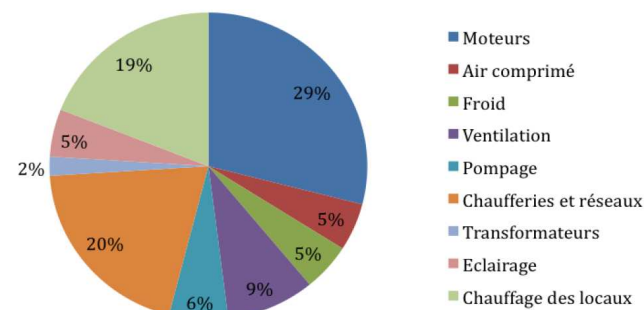


Source: ATEE

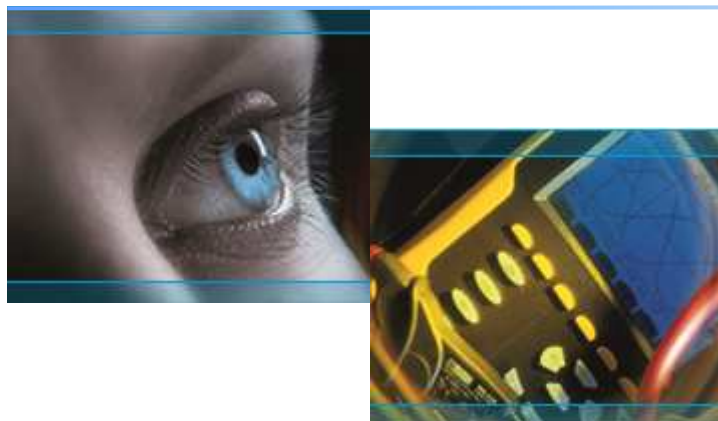
Usages de l'électricité



Potentiel d'économies d'énergie



Obligations



Les obligations

Le cadre

Droit

**Directive européenne
2012/27/EU**

- Audit pour les entreprises
- ISO 5000x

Droit français

- Lois
- Décrets
- Arrêtés



Méthodes

Norme d'audit: EN 16247

Définition des auditeurs



afnor



Les obligations

Cadre et contraintes réglementaires



DIRECTIVE 2012/27/UE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL

du 25 octobre 2012

relative à l'efficacité énergétique, modifiant les directives 2009/125/CE et 2010/30/UE et abrogeant les directives 2004/8/CE et 2006/32/CE

Article premier

Objet et champ d'application

1. La présente directive établit un cadre commun de mesures pour la promotion de l'efficacité énergétique dans l'Union en vue d'assurer la réalisation du grand objectif fixé par l'Union d'accroître de 20 % l'efficacité énergétique d'ici à 2020 et de préparer la voie pour de nouvelles améliorations de l'efficacité énergétique au-delà de cette date.

Les obligations

Contraintes européennes



Le Conseil européen du 23-24 Octobre 2014 fixe des objectifs plus ambitieux à l'horizon 2030:

au moins 27 % en 2030

**avec révision possible de l'objectif
30% en 2030**

Un objectif indicatif d'au moins 27 % est fixé au niveau de l'UE pour améliorer l'efficacité énergétique à l'horizon 2030 par rapport aux scénarios de consommation future d'énergie, sur la base des critères actuels. Cet objectif sera réalisé d'une manière efficace au regard des coûts et respectera pleinement l'efficacité du SEQE en termes de contribution aux objectifs généraux en matière de changement climatique. La question sera réexaminée d'ici 2020, dans l'optique d'un objectif de 30 % pour l'UE. La Commission proposera des secteurs prioritaires dans lesquels des gains d'efficacité énergétique importants peuvent être obtenus, ainsi que les moyens d'y parvenir à l'échelle de l'UE, l'UE et les États membres concentrant leurs efforts réglementaires et financiers sur ces secteurs.

Les obligations

Transposées en droit français



Transposée en droit français par la **loi n° 2013-619 du 16 juillet 2013**

Décret n°2014-1393 du 24 novembre 2014

Arrêté d'application du 24 novembre 2014.

- Modalités d'exemption en cas de système de management de l'énergie,
- périmètre et la méthodologie de l'audit,
- les modalités de transmission des documents,
- conditions de reconnaissance de l'indépendance et de la compétence des auditeurs.

Les obligations

Incitations

- La réalisation d'audit énergétique est devenue obligatoire suite à la mise en place de la **directive européenne 2012/27/UE du 25 octobre 2012**, relative à l'efficacité énergétique:
 - pour les **entreprises de plus de 250 salariés**,
 - soit réalisant un **chiffre d'affaires hors taxe annuel de plus de 50 millions d'euros** ou un total de bilan supérieur à 43 millions d'euros.
- Décret 2015-1823 du 30 novembre 2015: annule et remplace le décret 2013-1121 du 4 décembre 2013,
 - audit énergétique à réaliser avant le **30 juin 2016**.
- **Certificats d'Economies d'Energie, C.E.E**

Les obligations

Certificats d'Économies d'Énergie

Les obligés : les fournisseurs d'énergie

- Dispositif des certificats d'économies d'énergie (CEE) = instruments de la politique de maîtrise de la demande énergétique.
- Obligation triennale de réalisation d'économies d'énergie en CEE
- CEE (Unité de mesure) :

$$1 \text{ CEE} = 1 \text{ kWh cumac}$$

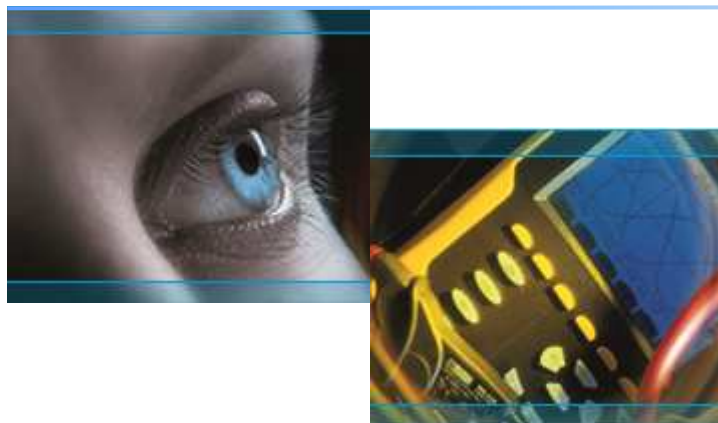
kWh cumac = kWh d'énergie finale *cumulée* et *actualisée* sur la durée de vie du produit

$$1 \text{ CEE (kWh cumac)} = \underbrace{\begin{array}{c} \text{gain annuel} \\ \text{réalisé (kWh)} \\ \times \\ \text{durée} \\ \text{de vie (an)} \\ \times \\ \text{coefficient} \\ \text{d'actualisation} \end{array}}$$

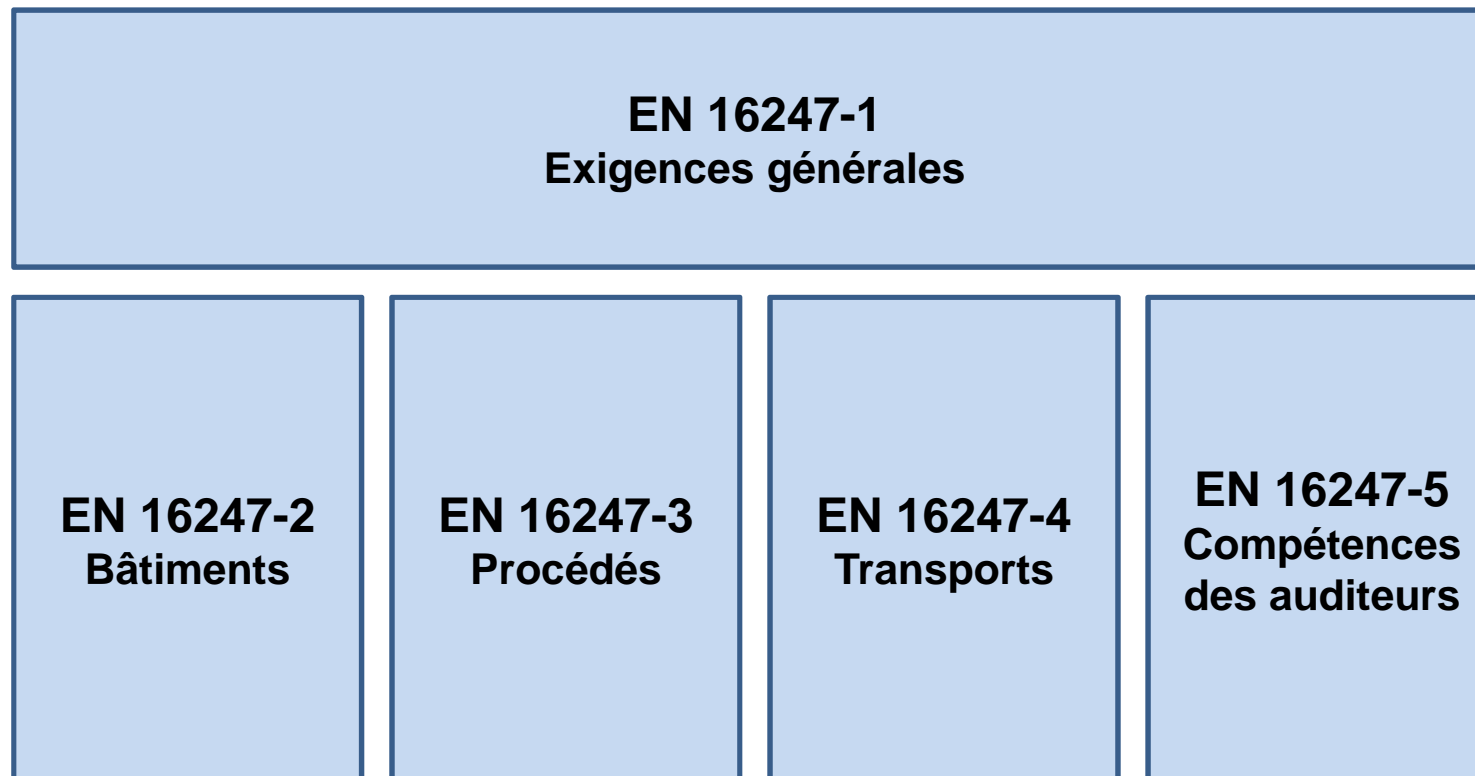
Certificats d'Economies d'Energie, C.E.E

- les **non-obligés** ayant réuni suffisamment de certificats peuvent proposer sur le marché des Certificats d'Economies d'Energie, après validation par le PNCEE (Pôle National des Certificats d'Economies d'Energie) .
- **Non-obligés** = acteurs qui ne sont pas tenus de réaliser des économies d'énergie.
- Possibilité de regrouper les Certificats d'Economies d'Energie grâce à des factures liées aux actions d'économie d'énergie.
- Possibilité de revendre leurs Certificats d'Economies d'Energie sur simple demande, après justification de leurs actions d'économies d'énergie.

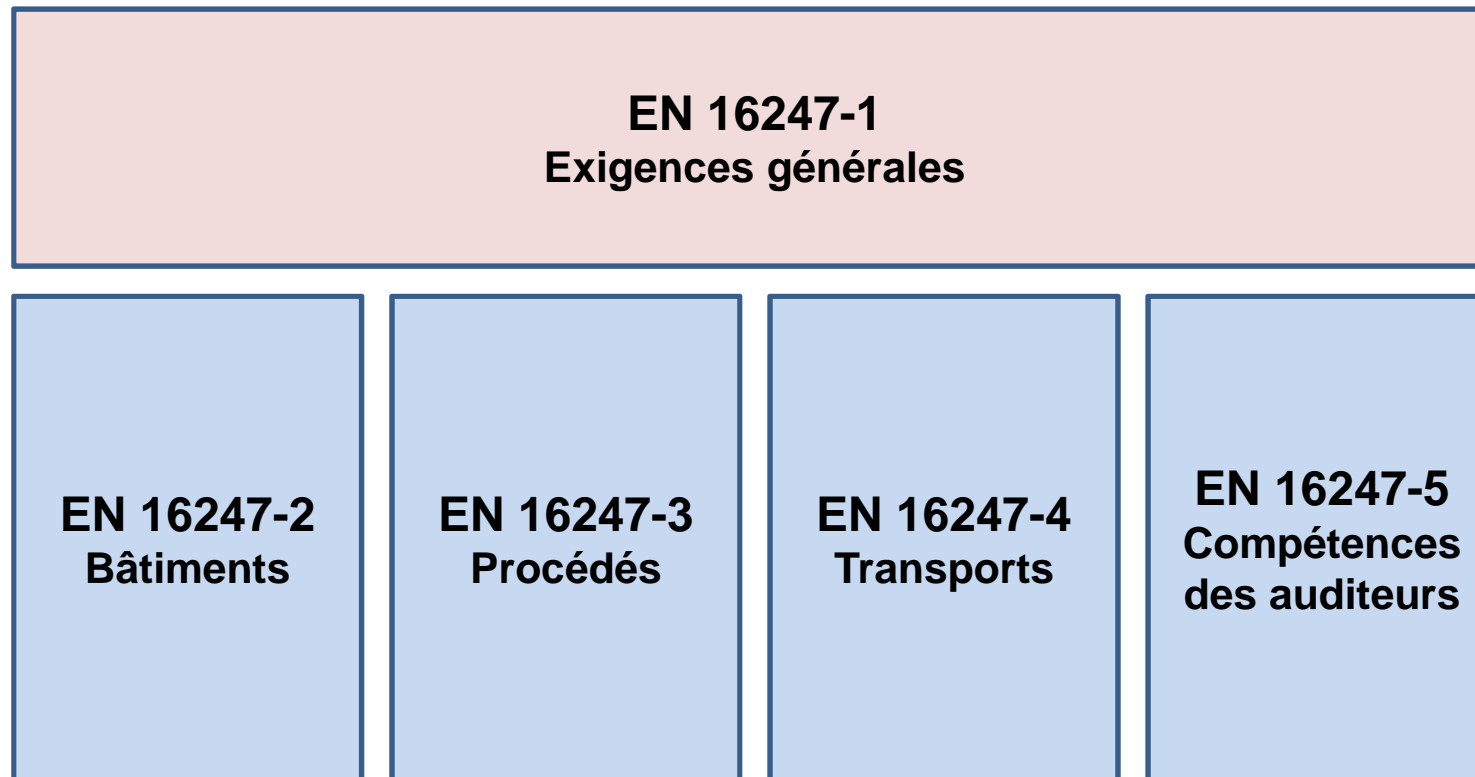
NF EN 16247



L'audit énergétique



EN 16247-1



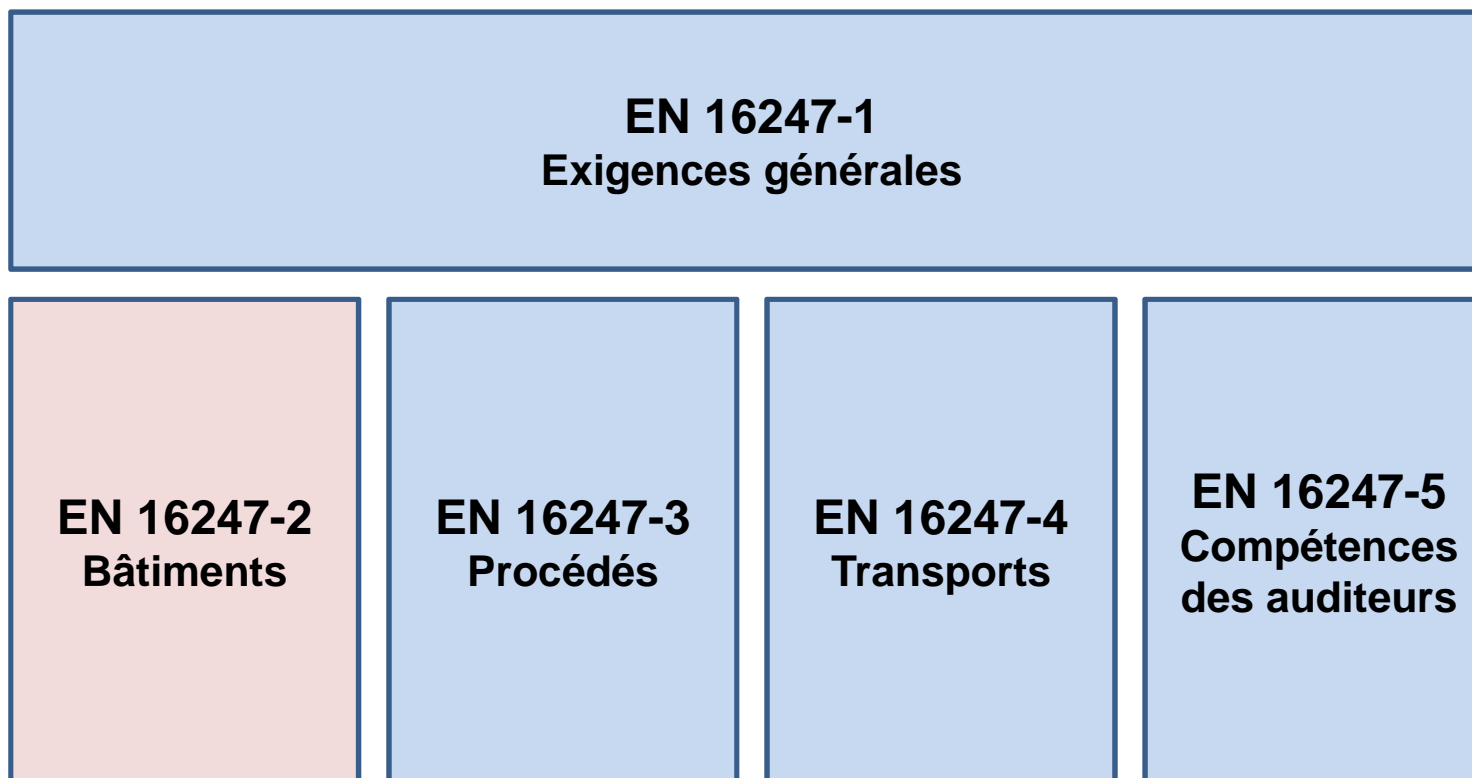
1. Exigences de qualité

- **Auditeur énergétique**
Compétences, confidentialité, objectivité et transparence
- **Processus d'audit**
Approprié au domaine d'application, exhaustif ,
représentatif, traçable, utile et vérifiable

2. Éléments du processus d'audit énergétique

Contact préliminaire, réunion de démarrage, recueil de données,
définition du travail sur place, analyse, rapport et réunion de clôture

EN 16247-2



Les normes NF EN 16247

NF EN 16247-2

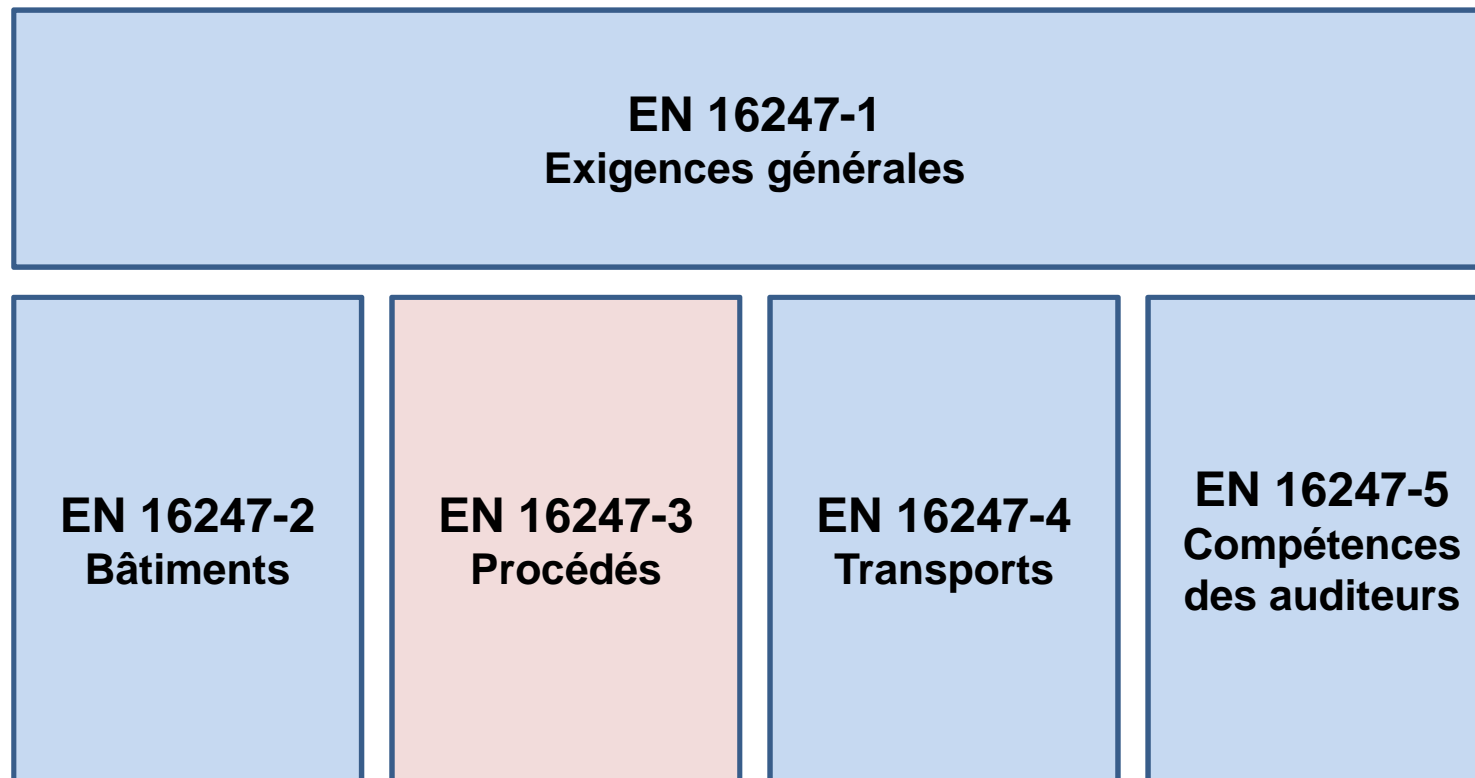
Bâtiments

- Reprend les éléments du processus énergétique défini dans l'EN 16247-1
- Précise les spécificités liées au bâtiment
 - Bâtiments simples: secteur résidentiel
 - Uniques, complexes et extrêmement techniques (hôpitaux, les piscines et les spas...)
- Présente de nombreux exemples
 - Listes de contrôle
 - Analyse de la consommation d'énergie
 - Indicateurs de performance énergétique
 - Opportunités d'amélioration
 - Analyse et de calculs d'économies
 - Rapport
 - Méthode de vérification de l'amélioration

Données moyennes statistiques sur la consommation énergétique spécifique publiées au niveau national:

→ Evaluation comparative des performances énergétiques.

EN 16247-3



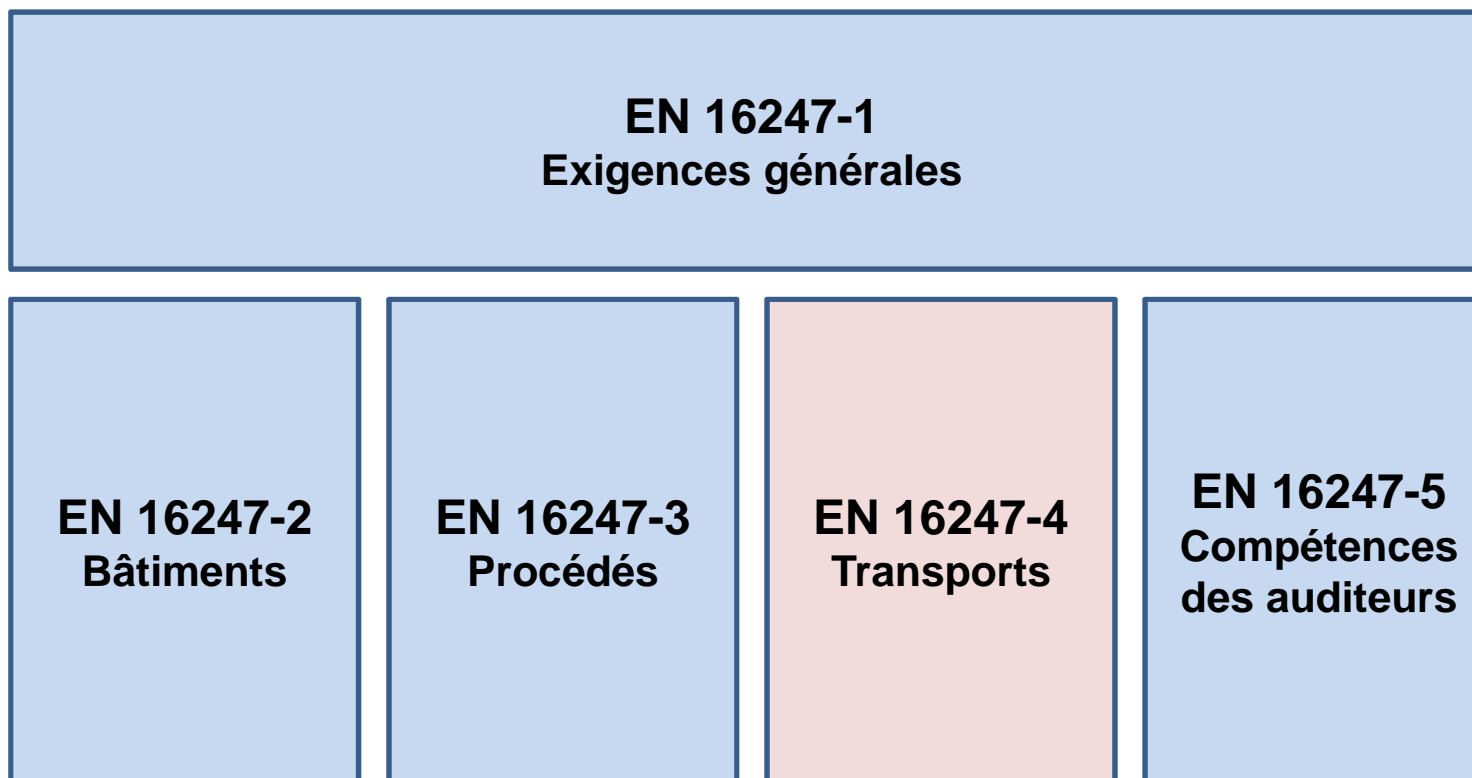
Les normes NF EN 16247

NF EN 16247-3

Procédés

- Reprend les éléments du processus énergétique définis dans l'EN 16247-1
- Présente de nombreux exemples
 - Exemple de processus d'audit énergétique
 - Exemple de liste de données à rassembler
 - Qualité de la campagne de mesure des données

EN 16247-4



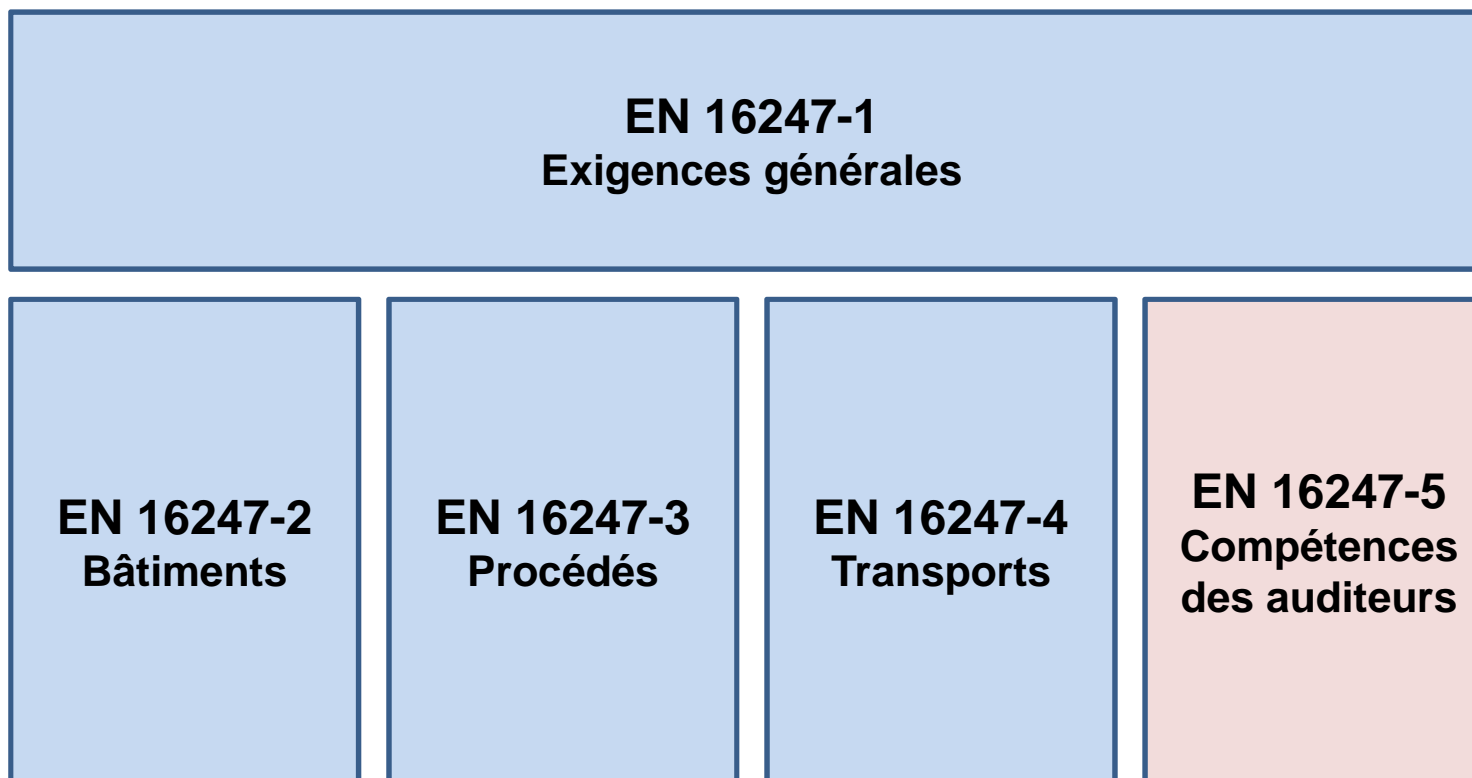
Les normes NF EN 16247

NF EN 16247-4

Transports

- Reprend les éléments du processus énergétique définis dans l'EN 16247-1
- Définit les exigences spécifiques pour chaque type de transport
 - Routier
 - Ferroviaire
 - Aérien
 - Maritime

EN 16247-5



Les normes NF EN 16247

NF EN 16247-5

Compétences des auditeurs énergétiques

« L'auditeur énergétique doit avoir les qualifications (conformément aux lignes directrices et aux recommandations locales) et l'expérience adaptées au type de travail entrepris, ainsi qu'au domaine d'application, à l'objectif et au degré d'approfondissement convenus. »

Un prestataire externe est reconnu compétent pour réaliser cet audit s'il est titulaire d'un signe de qualité dans les domaines dans lesquels il réalise l'audit énergétique (bâtiments, procédés industriels ou transport).

Qualification des prestataires

Les prestataires devront obligatoirement se faire qualifier par un organisme accrédité. Les trois domaines de qualification sont : Bâtiment, Procédés industriels, Transport.

La qualification des prestataires d'audits énergétiques atteste de la capacité d'un organisme à effectuer un audit énergétique par rapport aux exigences définies dans le référentiel de qualification et des normes françaises NF EN 16247 relatives aux audits énergétiques.

Les normes NF EN 16247

Informations complémentaires

Qualification des auditeurs énergétiques

Organismes de qualification

Les prestataires d'audit énergétique titulaires d'un signe de qualité délivré par les organismes ci-dessous sont reconnus compétents pour réaliser l'audit énergétique réglementaire:

- OPQIBI



- LNE



- AFNOR CERTIFICATION



- ICERT



Source : Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie

http://www.developpement-durable.gouv.fr/Liste-des-organismes-qui-ont.html?var_mode=calcul

Arrêté d'application du 24 novembre 2014

Annexe II, 2. Critères relatifs à la reconnaissance de compétence du personnel d'audit énergétique interne

Le personnel d'audit énergétique interne à l'entreprise est reconnu compétent dans les conditions suivantes:

- les responsabilités du personnel d'audit énergétique sont établies dans des instructions qui précisent notamment le positionnement organisationnel du personnel d'audit énergétique et les méthodes d'émission des rapports;
- le personnel d'audit ne peut fournir des services d'audit énergétique qu'à l'entreprise ou au groupe d'entreprises dont il fait partie au sens de l'article L. 233-3 du code de commerce. Il peut toutefois fournir des services d'audit énergétique à d'autres entreprises dans le cadre d'un contrat avec un prestataire externe conformément au I de l'article 2;
- le personnel d'audit énergétique possède les compétences appropriées pour comprendre et être capable d'appliquer les exigences générales de l'audit prévues par la méthodologie de la norme NF EN 16247-1: 2012 et les exigences des normes complémentaires mentionnées à l'article 1^{er};

Les normes NF EN 16247

Informations complémentaires

Auditeurs internes

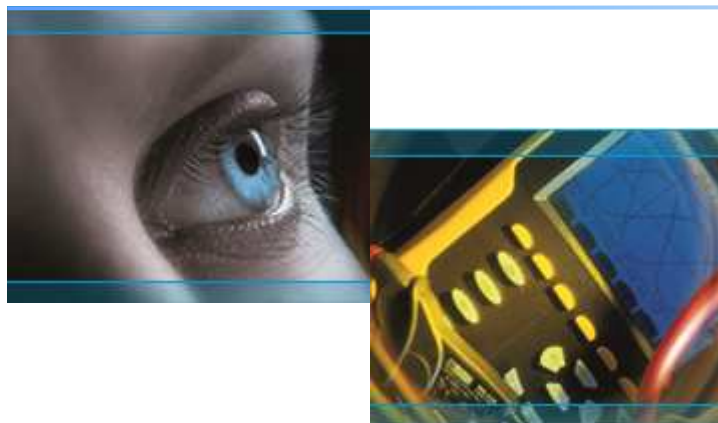
Arrêté d'application du 24 novembre 2014

Annexe II, 2. Critères relatifs à la reconnaissance de compétence du personnel d'audit énergétique interne

- un ou plusieurs référents techniques internes ayant un rôle opérationnel dans la production de l'audit et dans la validation du rapport d'audit sont désignés parmi le personnel d'audit. Leur expérience minimale dans le domaine de la maîtrise de l'énergie dans les secteurs d'activité de l'audit envisagé (bâtiment, procédés industriels, transport) est la suivante:

- 1° pour les référents techniques disposant d'un titre ou d'un diplôme de niveau I: 2 ans;
- 2° pour les référents techniques disposant d'un titre ou d'un diplôme de niveau II: 3 ans;
- 3° pour les référents techniques disposant d'un autre titre ou diplôme: 5 ans;

BP X30-120



Les bonnes pratiques

Publié par l'AFNOR en 2006

Référentiel des bonnes manières

BX30-120: le «diagnostic énergétique dans l'industrie» est entrepris dans le but:

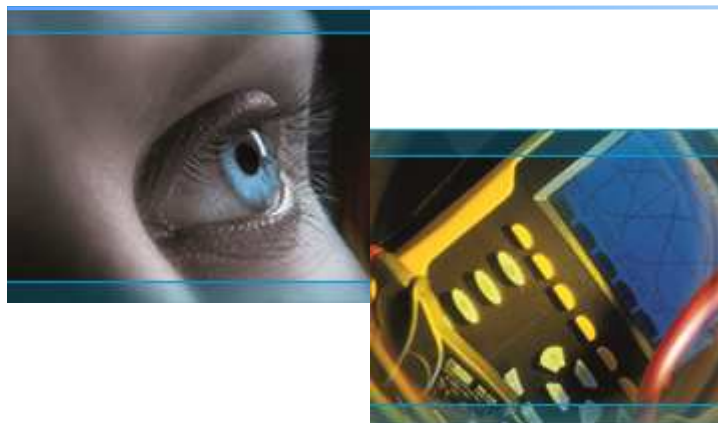
- d'élaborer un bilan de la situation énergétique globale de l'entreprise,
- de quantifier les potentiels d'économies d'énergie
- de définir les actions nécessaires à la réalisation de ces économies.

- **Phase 1: Analyse préalable**

- **Phase 2: Analyse des données**

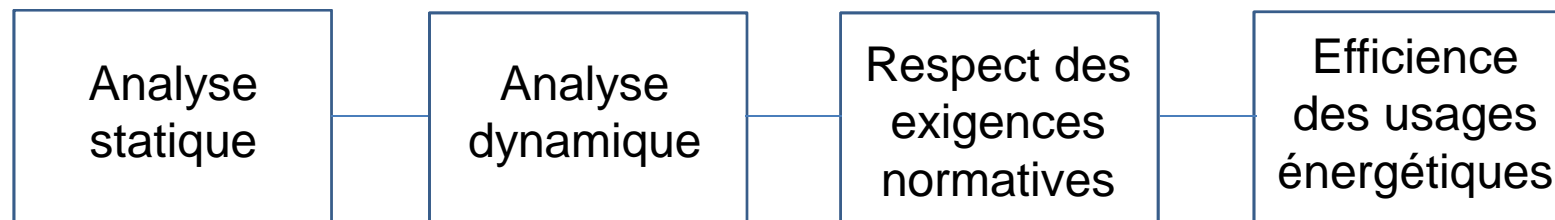
- **Phase 3 : Recherche des solutions d'amélioration**

Processus d'audit

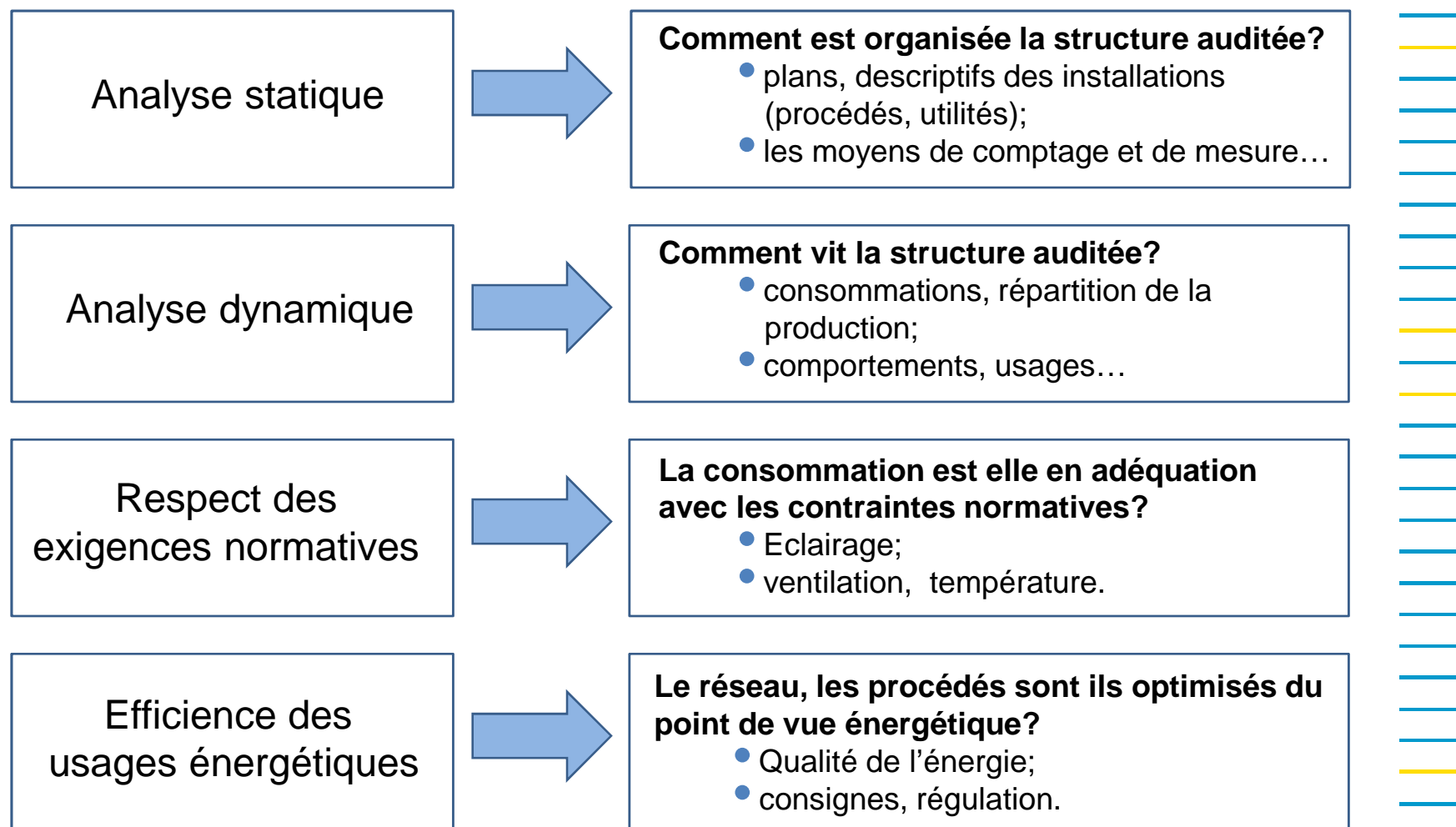


Mesurer pour mieux Agir

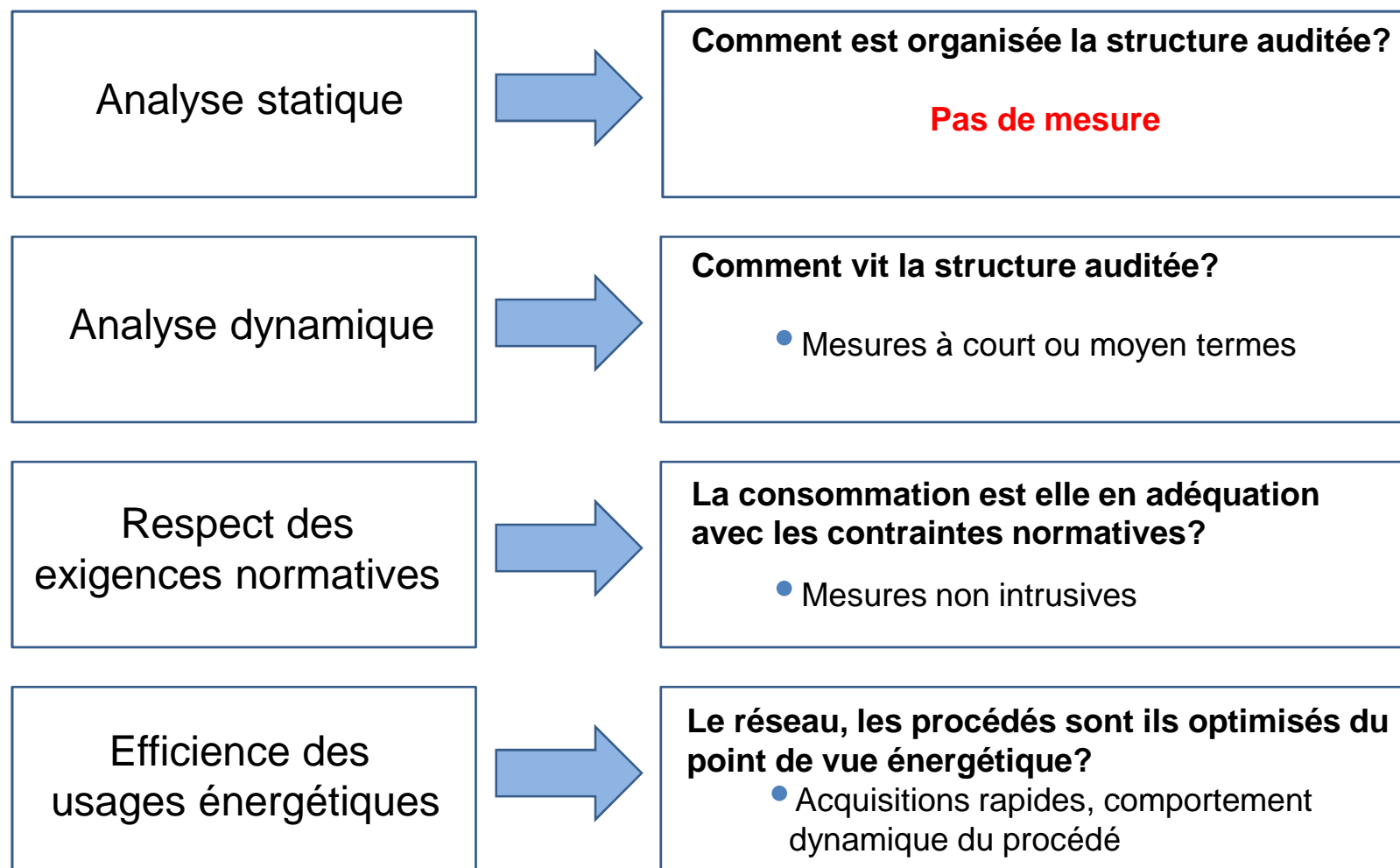
- La norme **EN 16247** décrit de manière chronologique les éléments du processus énergétique du point de vue de l'intervention de l'auditeur.
- Le référentiel de bonnes pratiques **BPX 30-120** décrit la méthode pour réaliser l'audit industriel dans un souci de cohérence et d'harmonisation.
- La catégorisation proposée décrit le processus d'audit afin de mettre en évidence le rôle des différents moyens de mesure mis à la disposition de l'auditeur.



Catégorisation du processus d'audit énergétique

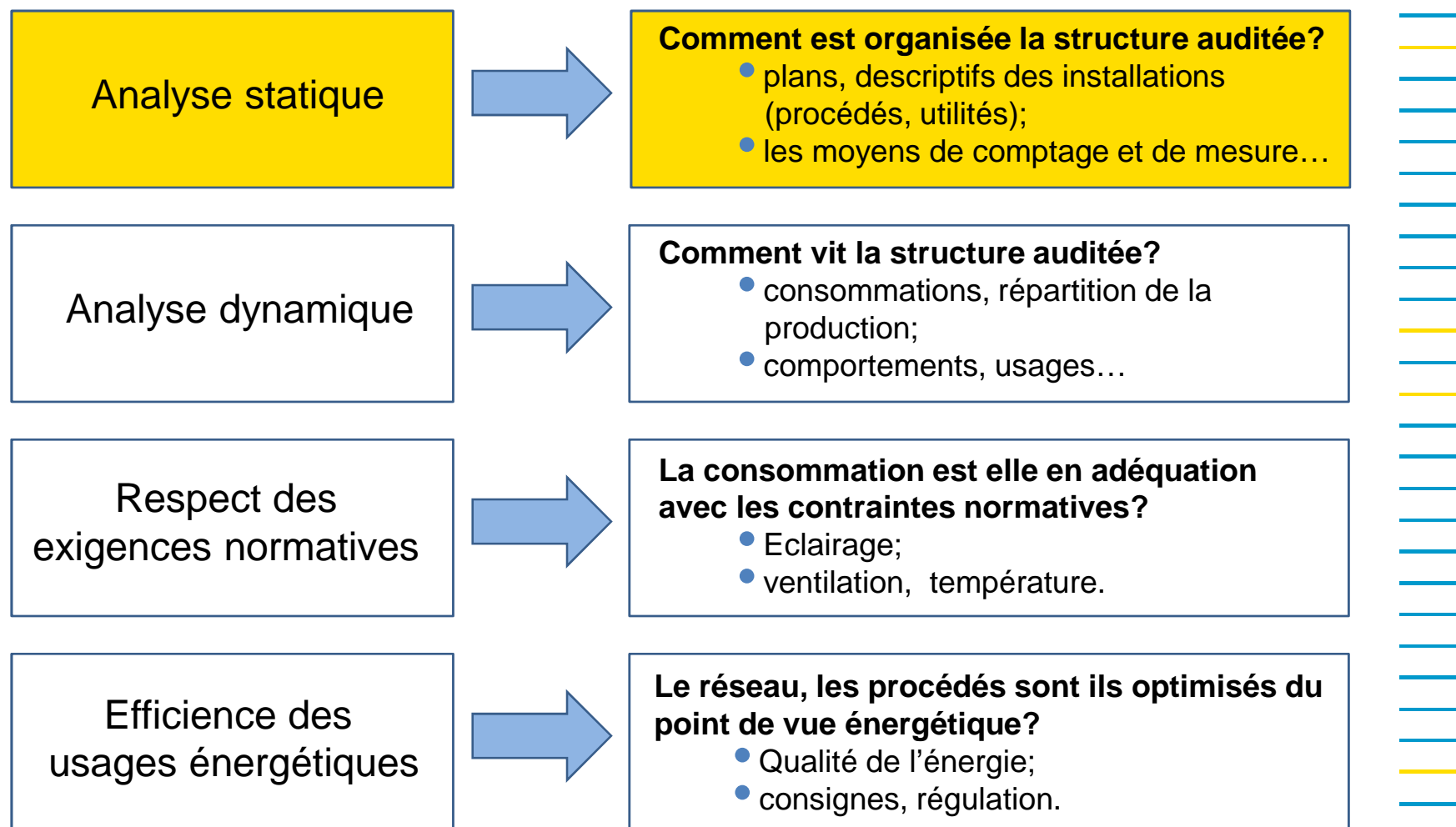


Catégorisation du processus d'audit énergétique



Catégorisation du processus d'audit énergétique

Analyse statique



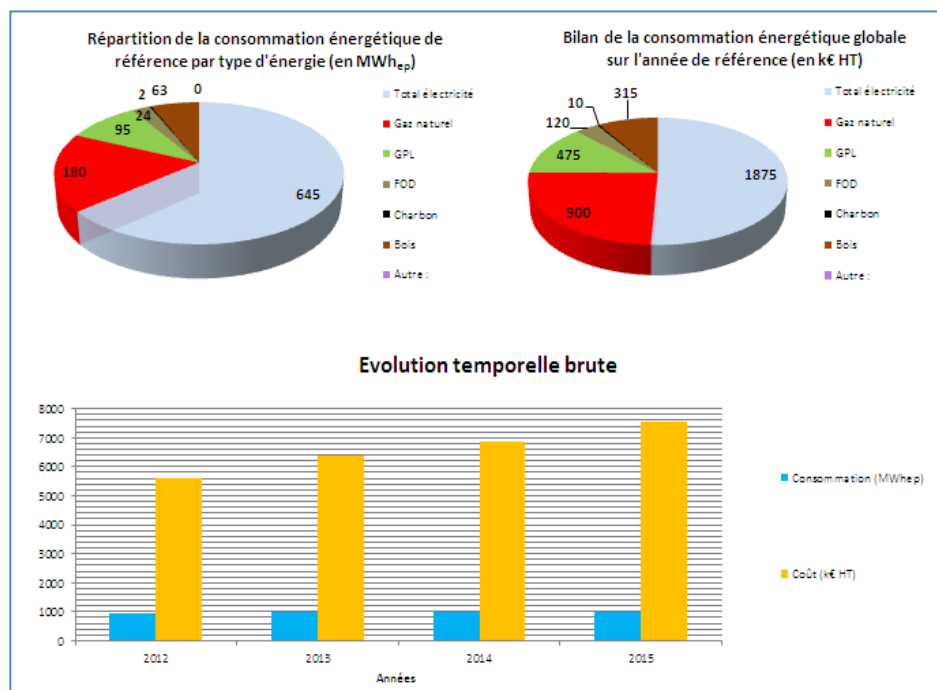
Catégorisation du processus d'audit énergétique

Analyse statique

Cette phase est à rapprocher de la phase 1 (analyse préalable) du référentiel BP X30-120

- Analyse à partir des données disponibles sur le site industriel :
 - Répertorier les sources d'énergie du site;
 - Acquérir les données disponibles: plans, factures, relevés des compteurs (GTC, manuels);
 - Définir un périmètre des **usages énergétiques**:
 - bâtiment;
 - production de biens (process);
 - utilités (transformation d'énergie): vapeur, air comprimé, réseau froid;
 - transport.
- Etablissement de la répartition des consommations

Répartition par usages énergétiques



Document cadre

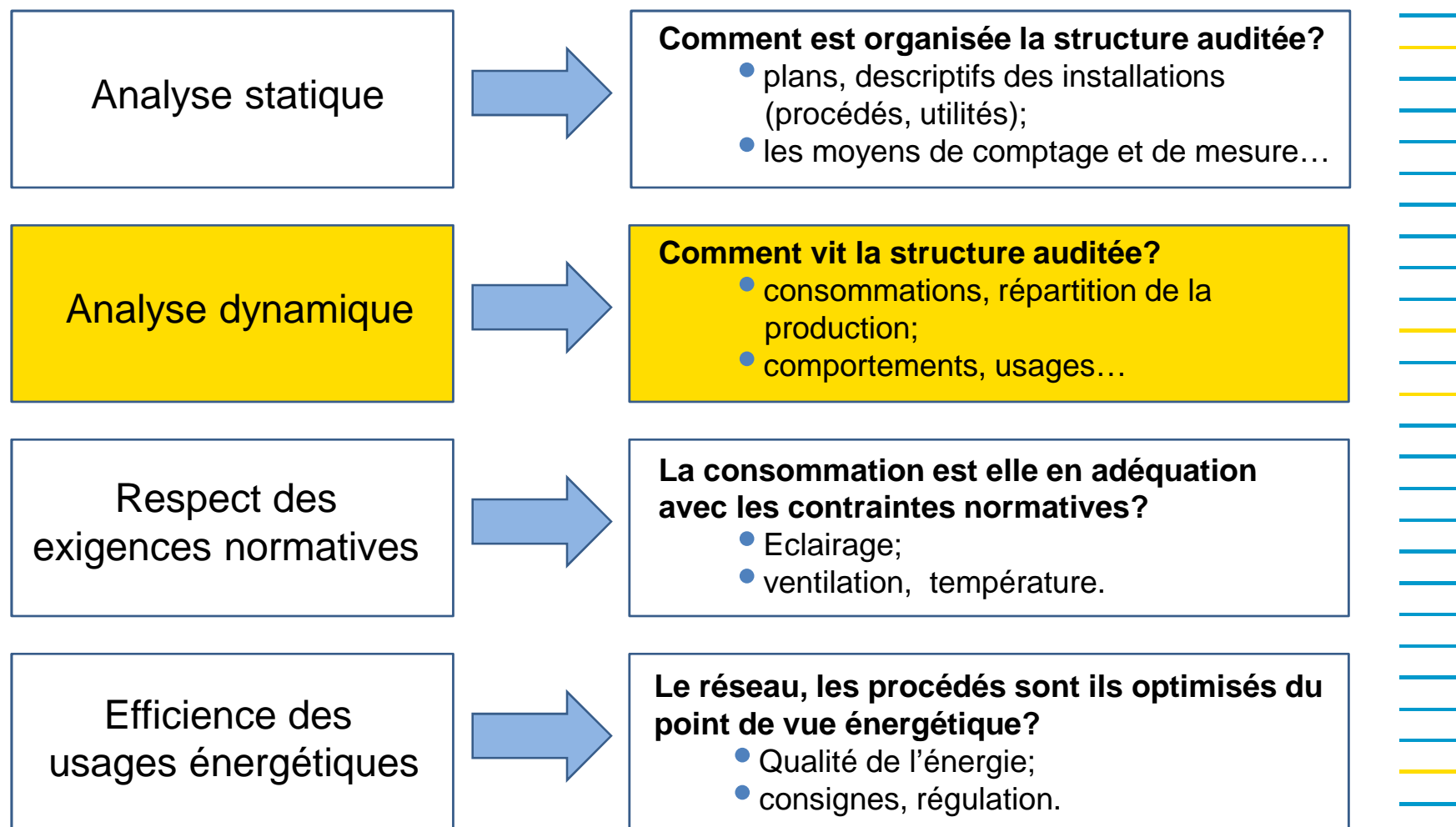
Rapport type de l'ADEME

Période de référence :	2015									
Energie	Consommation annuelle d'énergie sur 2015 (MWh _{ep})	Coût sur 2015 (k€ HT)	Consommation annuelle d'énergie sur 2014 (MWh _{ep})	Coût sur 2014 (k€ HT)	Consommation annuelle d'énergie sur 2013 (MWh _{ep})	Coût sur 2013 (k€ HT)	Consommation annuelle d'énergie sur 2012 (MWh _{ep})	Coût sur 2012 (k€ HT)		
Total électricité	645	4837,5	600	4200	585	3802,5	550	3300		
Combustibles										
Gaz naturel	180	1350	175	1225	170	1105	150	900		
GPL	95	712,5	100	700	125	812,5	130	780		
FOD	24	180	35	245	36	234	40	240		
Charbon	2	15	3	21	3	19,5	3	18		
Bois	63	472,5	65	455	60	390	58	348		
Autre :										
Total combustibles	364	2730	378	2646	394	2561	381	2286		
Total énergie	1009	7567,5	978	6846	979	6363,5	931	5586		

Période de référence :	2015									
Bilan énergétique global	Consommation annuelle d'énergie sur 2015 (MWh _{ep})	Consommation annuelle d'énergie sur 2015 (MWh _{ep})	% de la conso totale	Coût (k€ HT)	Evolution de la consommation sur 1 an en %	Evolution du coût sur 1 an en %	Evolution de la consommation sur 2 ans en %	Evolution du coût sur 2 ans en %	Evolution de la consommation sur 3 ans en %	Evolution du coût sur 3 ans en %
Total électricité	250	645	64%	1875	8%	15%	10%	27%	17%	47%
Combustibles										
Gaz naturel	180	180	18%	900	3%	10%	6%	22%	20%	50%
GPL	95	95	9%	475	-5%	2%	-24%	-12%	-27%	-9%
FOD	24	24	2%	120	-31%	-27%	-33%	-23%	-40%	-25%
Charbon	2	2	0%	10	-33%	-29%	-33%	-23%	-33%	-17%
Bois	63	63	6%	315	-3%	4%	5%	21%	9%	36%
Autre :	0	0	0%		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Total combustibles	364	364	36%	1820	-4%	3%	-8%	7%	-4%	19%
Total énergie	1009	1009	100%	3695	3%	11%	3%	19%	8%	35%

Catégorisation du processus d'audit énergétique

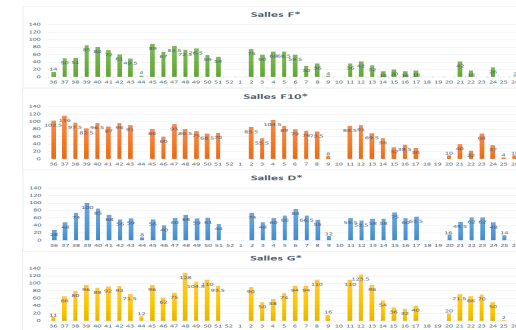
Analyse dynamique



Catégorisation du processus d'audit énergétique

Analyse dynamique

- L'analyse statique ne suffit plus pour déterminer les consommations des différents usages.
- La phase **analyse dynamique** répond à la question: **comment vit la structure au cours du temps** en termes:
 - Usages, comportements,
 - temps intégré dans l'analyse des consommation;
 - temps de production, taux d'occupation des locaux.
 - Consommations réelles
 - des mesures complémentaires sont nécessaires;
 - sur des échelles de temps raisonnables mais significatives;
 - ramenées sur une période de référence (une année par exemple).
- Effectuer des répartitions



Catégorisation du processus d'audit énergétique

Analyse dynamique

- Mesures ponctuelles sur un temps très court
Exemple: pince de courant

Pince
multimètre F405



- Mesures de tensions et courants;
- mesure du THD.

- Mesures à moyen termes sur un temps plus long
Exemple: enregistreur de puissance

PEL 103

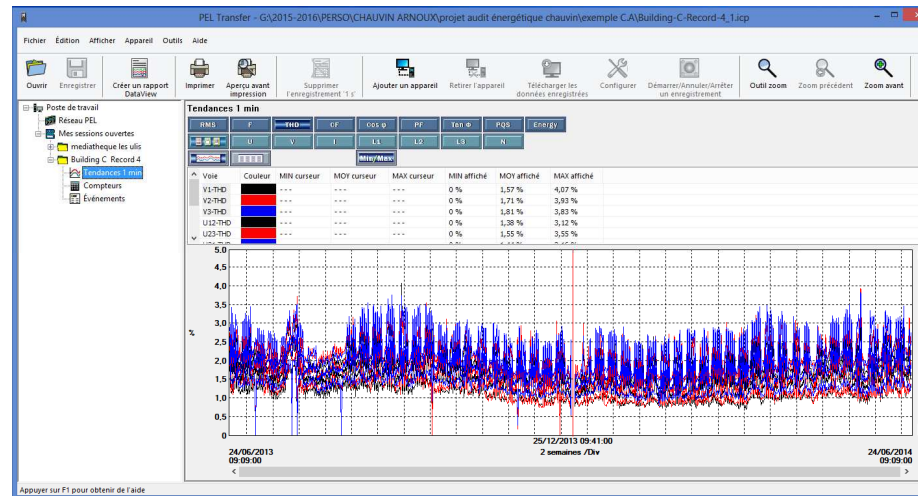


- Tensions, courants, puissances, énergies;
- enregistrement et comptage;
- mise en réseau.

Catégorisation du processus d'audit énergétique

Analyse dynamique : Mesures et enregistrements

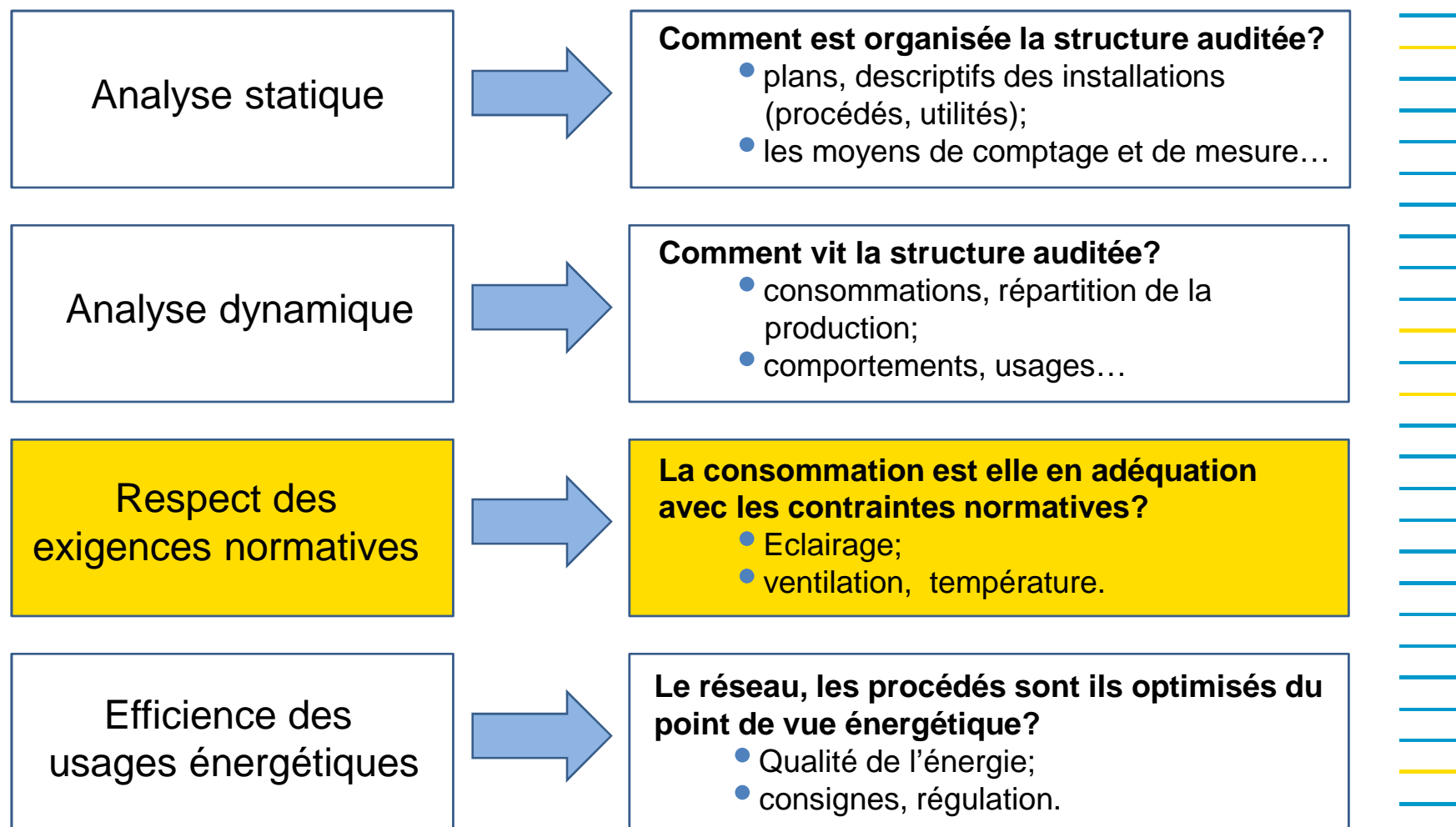
- Moyen de mesure non intrusif permettant une caractérisation annuelle réelle



- En tirer des éléments
 - Consommations énergétiques
 - Pertes
 - Talons de consommation

Catégorisation du processus d'audit énergétique

Exigences normatives



Catégorisation du processus d'audit énergétique

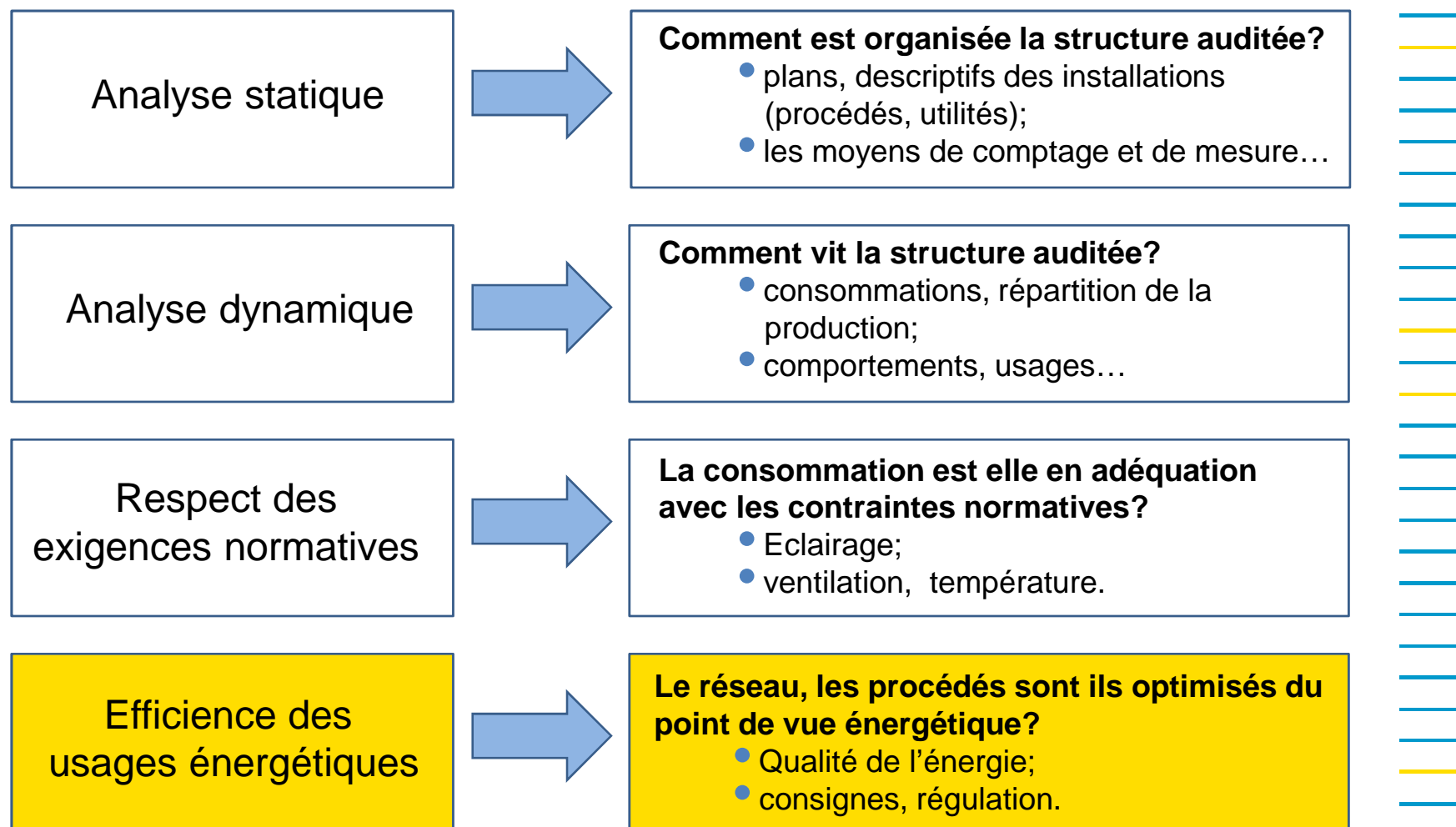
Exigences normatives

- Le relevé des consommations n'est pas une information pertinente si elle n'est pas replacée dans le contexte de l'usage énergétique considéré.
- Les valeurs mesurées doivent être mises en relation avec:
 - des valeurs de références issues de benchmarks;
 - les normes imposant le niveau attendu de l'usage considéré.
- Exemples:

Usage énergétique	Exigences normatives
Eclairage	300 lux à 1m du sol
Chauffage	Température ambiante 18°
ventilation	...

Catégorisation du processus d'audit énergétique

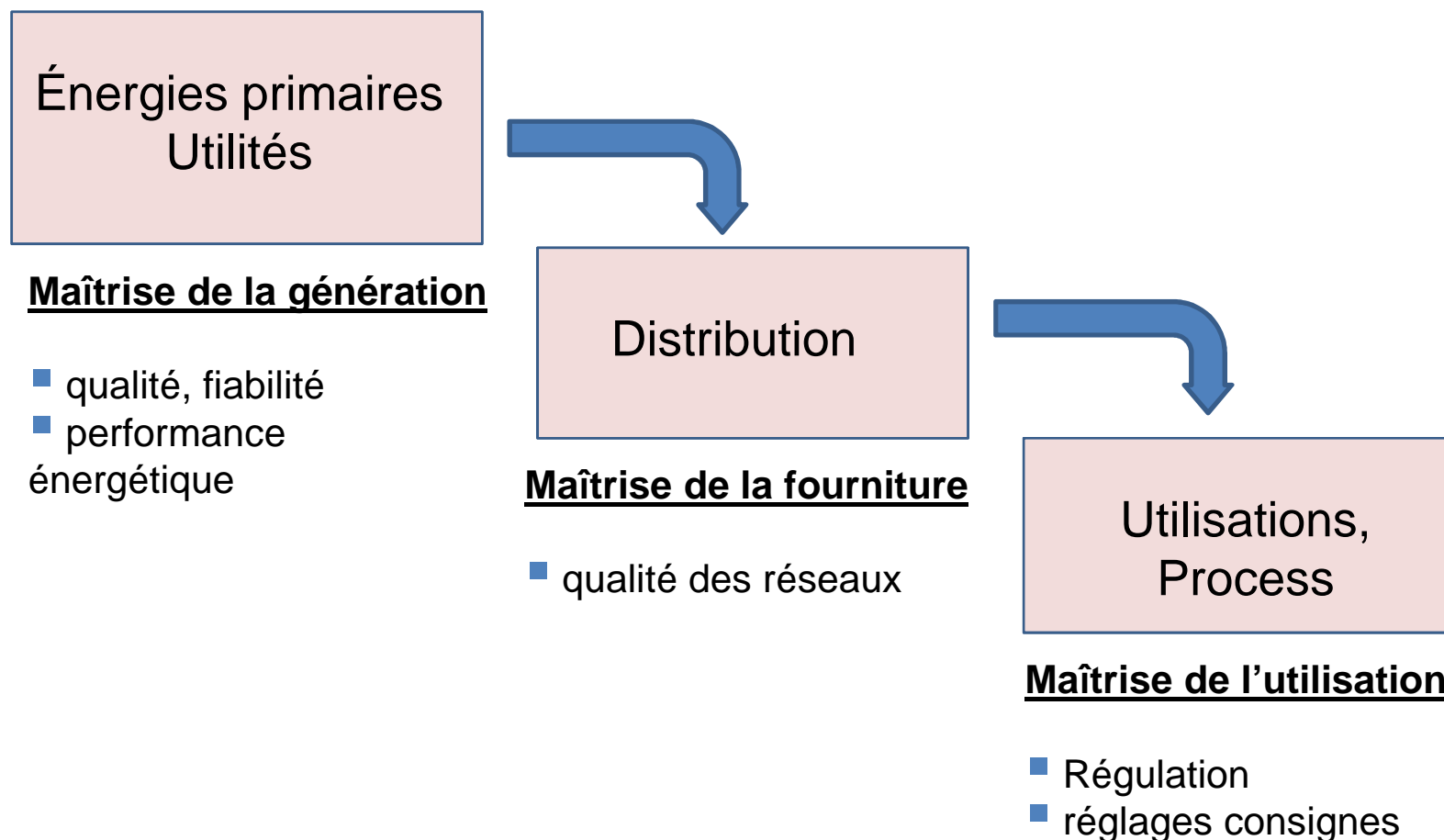
Efficiency des usages énergétiques



Catégorisation du processus d'audit énergétique

Efficiency des usages énergétiques

Analyse sur trois niveaux



Catégorisation du processus d'audit énergétique

Efficienne des usages énergétiques: énergies primaires, utilités

- Prix d'achat de l'énergie, négociation des contrats.

- Utilités

Une utilité est une unité de production et de distribution d'un vecteur ou d'un fluide énergétique utile à plusieurs lignes de production

- Air comprimé;
- froid industriel;
- vapeur, chaufferie;
- pompape;
- ventilation.

	Air comprimé	Froid	Réseau de vapeur	Pompape
Gisement d'économie d'énergie dans l'industrie française (source : Les enjeux énergétiques de l'Industrie Française, CEREN 2010)	3 TWh	3 TWh	5 TWh	3 TWh
Potentiel d'économie d'énergie sur le poste concerné (source : Fiches synthétiques énergie industrie, ADEME Pays-de-la-Loire, 2008)	En moy. 25 %	En moy. 20 %	Jusqu'à 35 %	Jusqu'à 40 %
Coûts (source : La maîtrise de l'énergie, ADEME, 2012)	À 7 bar, produire 1 Nm ³ coûte entre 0,7 cts€ et 6 cts€ HT	Produire 1 kWh frigorifique coûte entre 2,8 c€ et 4,5 cts€, amortissement et entretien compris	Une tonne de vapeur coûte entre 15 € et 30 €, amortissement et entretien compris	N/A

Source: Ademe

Catégorisation du processus d'audit énergétique

Efficienne des usages énergétiques: la distribution

- Qualité du réseau électrique
- Réseau de mauvaise qualité = consommation supplémentaire
 - consommation excessive d'énergie réactive
 - consommation de courants harmoniques (charges non linéaires)

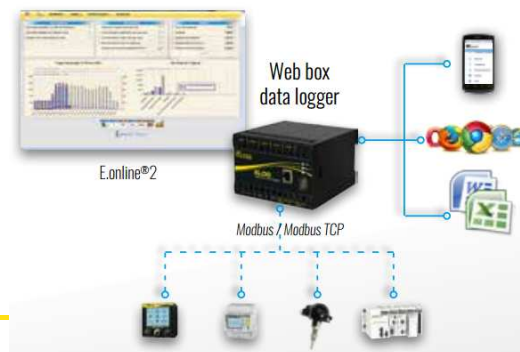
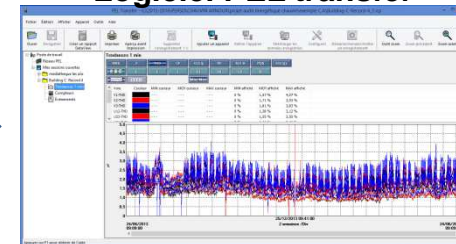
- **Solutions de mesure**

- solution portable
- solution pour des mesures à moyens termes
- solution à longs termes



PEL 103

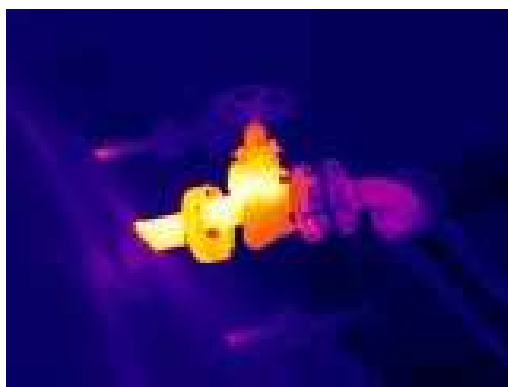
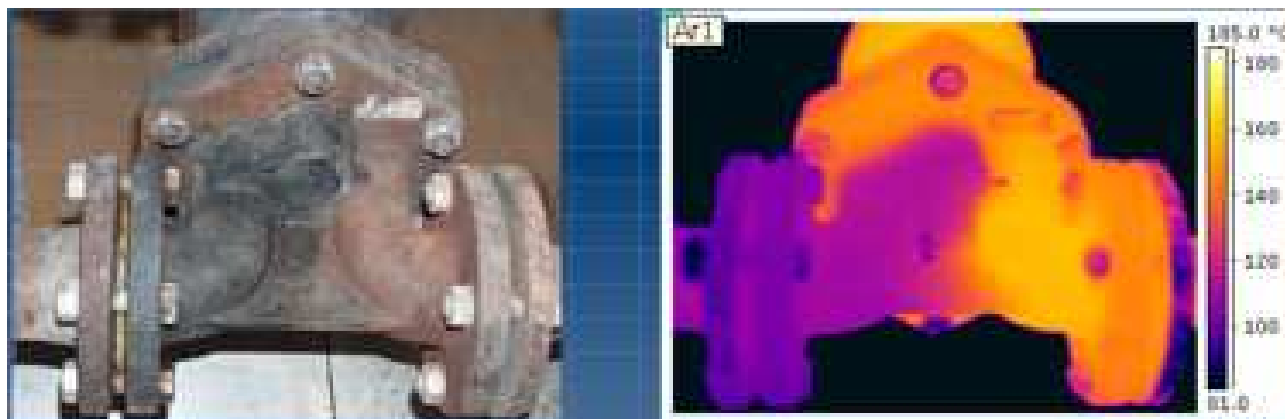
Logiciel PEL transfer



Catégorisation du processus d'audit énergétique

Efficienne des usages énergétiques: la distribution

- Exemple: fluides caloporteurs



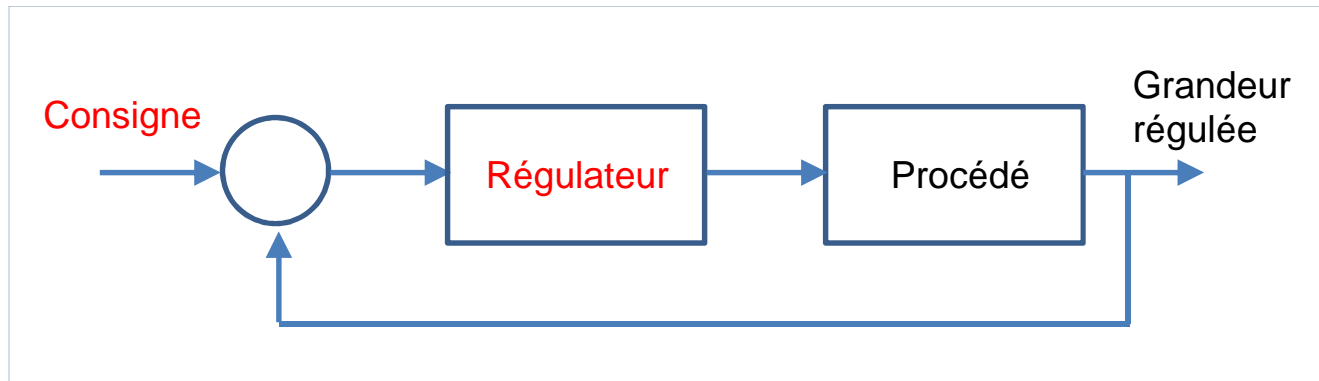
Contrôle du bon fonctionnement d'un
purgeur sur réseau de vapeur.

Catégorisation du processus d'audit énergétique

Efficiency des usages énergétiques: le process

- Optimisation = régulation

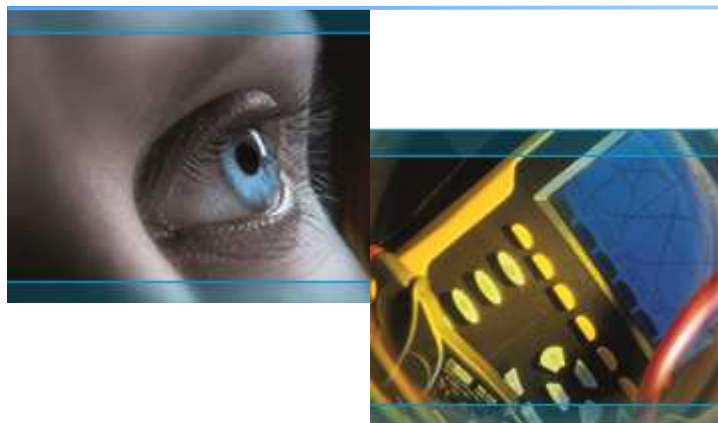
- Consignes,
- réglage des régulateurs



- Exemples

- Régulation de température de four,
- régulation de luminosité;
- régulation du chauffage.

Les solutions



Les solutions à mettre en œuvre

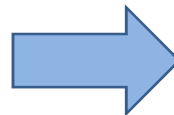
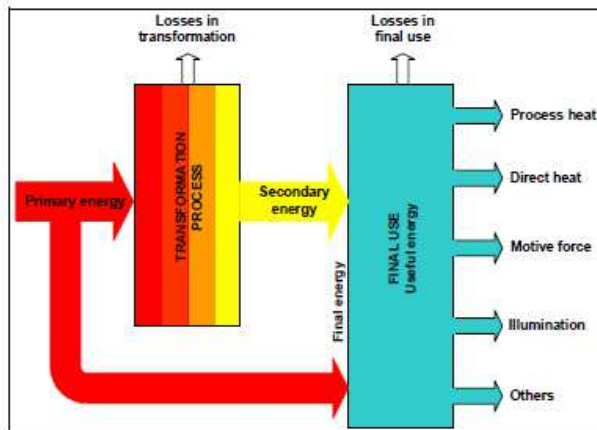
Guidage par des documents de référence



Reference Document on Best Available Techniques for

Energy Efficiency

February 2009



Chapter 4

4.3.7 Compressed air systems (CAS)

Compressed air is widely used as either part of a process or to provide mechanical energy. It is widely used where there is risk of explosion, ignition, etc. In many cases, it is used as an integral part of the process (such as providing low quality nitrogen as an inert atmosphere, and for blowing, moulding or mixing), and it is difficult to assess its mechanical efficiency. In some cases, e.g. where driving small turbines such as assembly tools, it has a low overall efficiency, and where there are no health and safety constraints, replacement with other drives may be considered (see Section 3.7).

25. BAT is to optimise compressed air systems (CAS) using the techniques such as those in Table 4.6, according to applicability:

Technique	Applicability	Section in this document
SYSTEM DESIGN, INSTALLATION or REFURBISHMENT		
Overall system design, including multi-pressure systems	New or significant upgrade	3.7.1
Upgrade compressor	New or significant upgrade	3.7.1
Improve cooling, drying and filtering	This does not include more frequent filter replacement (see below)	3.7.1
Reduce frictional pressure losses (for example by increasing pipe diameter)	New or significant upgrade	3.7.1
Improvement of drives (high efficiency motors)	Most cost effective in small (<10 kW) systems	3.7.2, 3.7.3, 3.6.4
Improvement of drives (speed control)	Applicable to variable load systems. In multi-machine installations, only one machine should be fitted with a variable speed drive	3.7.2
Use of sophisticated control systems		3.7.4
Recover waste heat for use in other functions	Note that the gain is in terms of energy, not of electricity consumption, since electricity is converted to useful heat	3.7.5
Use external cool air as intake	Where access exists	3.7.8
Storage of compressed air near highly-fluctuating uses	All cases	3.7.10
SYSTEM OPERATION and MAINTENANCE		
Optimise certain end use devices	All cases	3.7.1
Reduce air leaks	All cases. Largest potential gain	3.7.6
More frequent filter replacement	Review in all cases	3.7.7
Optimise working pressure	All cases	3.7.9

Table 4.6: Compressed air system techniques to improve energy efficiency



Documents de référence

AIR COMPRIMÉ : OPTIMISEZ VOS CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE

Production



Réseau



Utilisation



Contrôle



Maintenance



MACHINES

- Choisir des composants pneumatiques, comme les raccords ou vannes, de moindre consommation.
- Bien déterminer et calculer les vitesses.
- Ajuster la pression d'utilisation au besoin réel de l'application.

SÉCHEUR

- 10% Installer des sècheurs plus performants. Par exemple : sécheur à adsorption avec régénération par récupération de la chaleur perdue des compresseurs.

RÉCUPÉRATION DE CHALEUR

- 70% Récupérer la chaleur rejetée par le compresseur pour le chauffage de locaux ou la production d'eau chaude. Environ 80 % de la puissance électrique du compresseur est transformée en chaleur.

ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

- Installer des instruments de mesure des consommations d'électricité.

RÉGULATION

- Éviter les régulations par étranglement de l'aspiration.
- Éviter les marches à vide du compresseur d'air.
- 15% Installer une ventilation électronique de vitesse pour adapter la production au besoin réel d'air comprimé.
- Installer un système de gestion et régulation des compresseurs en cascade selon le besoin d'air comprimé.

ASPIRATION D'AIR

- Assurer une aspiration d'air le plus frais possible, 1 % de gain tous les 3 degrés.
- Nettoyer ou changer les filtres d'entrée d'air sur les compresseurs. Une réduction de la perte de charge d'aspiration de 0,05 bar permet un gain de 1 % sur la consommation électrique de la centrale de production.

COMPRESSEURS

- Remplacer les compresseurs par de nouvelle(s) et meilleure(s) machine(s) ayant une consommation d'énergie spécifique plus faible, mieux adaptée(s) aux besoins du système.
- Arrêter les compresseurs en période d'inactivité.
- Lorsque le besoin est réduit (la nuit ou le week-end par exemple), utiliser un compresseur plus petit pour alimenter le réseau.
- Respecter les périodicités et les consignes de maintenance.

OUTIL PNEUMATIQUE

- Remplacer si possible les outils pneumatiques par des outils électriques. Le prix du kWh pneumatique est 20 fois plus élevé que le prix du kWh électrique.

FUITES

- 20% Rechercher et colmater les fuites de manière régulière (au moins une fois par an). Les fuites sont responsables d'un gaspillage important, fréquemment autour de 40 à 50 % de la consommation globale.

RÉSEAU D'AIR COMPRIMÉ

- Diviser le réseau en zones avec des contrôles de pression ou des vannes d'isolement appropriées. Former les zones du réseau non utilisées (bras mort).

VANNES

- Ne pas alimenter les machines en air comprimé lorsqu'elles ne fonctionnent pas. Cela peut se faire par l'installation de vannes manuelles actionnées par le personnel ou par des vannes automatiques couplées à des horloges.

STOCKAGE

- Installer des capacités de stockage proche des machines à forte variation de demande d'air.

SURPRESSEUR

- Mettre en place un système avec plusieurs pressions (systèmes ou réseaux multi-pressions), séparés ou liés (avec utilisation de surpresseurs locaux) au lieu d'élever la pression de tout le réseau. Passer de 7 bar à 6 bar permet un gain de 8 % d'énergie en moyenne.

RÉSEAU D'AIR COMPRIMÉ

- Bloquer le réseau pour limiter les écarts de pression en bout de réseau.

PERSONNEL

- Sensibiliser le personnel sur le coût important de l'air comprimé et l'inciter à rechercher et à signaler les fuites.
- Mettre en place des procédures d'arrêt des équipements qui intègrent le coupage des vannes d'arrivée d'air.

PERTES DE CHARGE

- Optimiser le diamètre des canalisations.
- Optimiser la longueur du réseau.
- Limiter les coudes, les changements de direction ou de section.

FUITES

- Remplacer les matériels générateurs de fuites (flexibles par exemple).

STOCKAGE

- Bien dimensionner les capacités de stockage pour permettre le fonctionnement à un rendement plus optimal des compresseurs et éviter des démarrages-arrêts intempestifs.

INSTRUMENTS DE MESURE

- Installer des instruments de contrôle et de mesure : débitmètre, manomètres... pour vérifier le bon fonctionnement des équipements.

SÉCHEUR ET FILTRES

- 5% Sécher et filtrer l'air au juste besoin. Trop sécher ou filtrer trop fin surconsomme inutilement.
- Nettoyer ou changer les filtres régulièrement.

CONTRAT D'EXPLOITATION

- Intégrer une clause de performance énergétique aux contrats d'exploitation. Un engagement sur la production en kWh/Nm³ à une pression donnée peut être contractuel.

COMPTAGE

- Effectuer des relevés réguliers avec un suivi d'indicateur de performance énergétique (kWh/Nm³ par exemple). Vérifier les valeurs des tarifs énergétiques.

CONDENSATS

- Utiliser des purgeurs de condensats sans perte d'air comprimé. Un réseau performant autorise une perte de charge maximum de 0,5 bar de bout en bout.
- Vérifier le bon fonctionnement des purgeurs automatiques de condensats.

SÉCHEUR

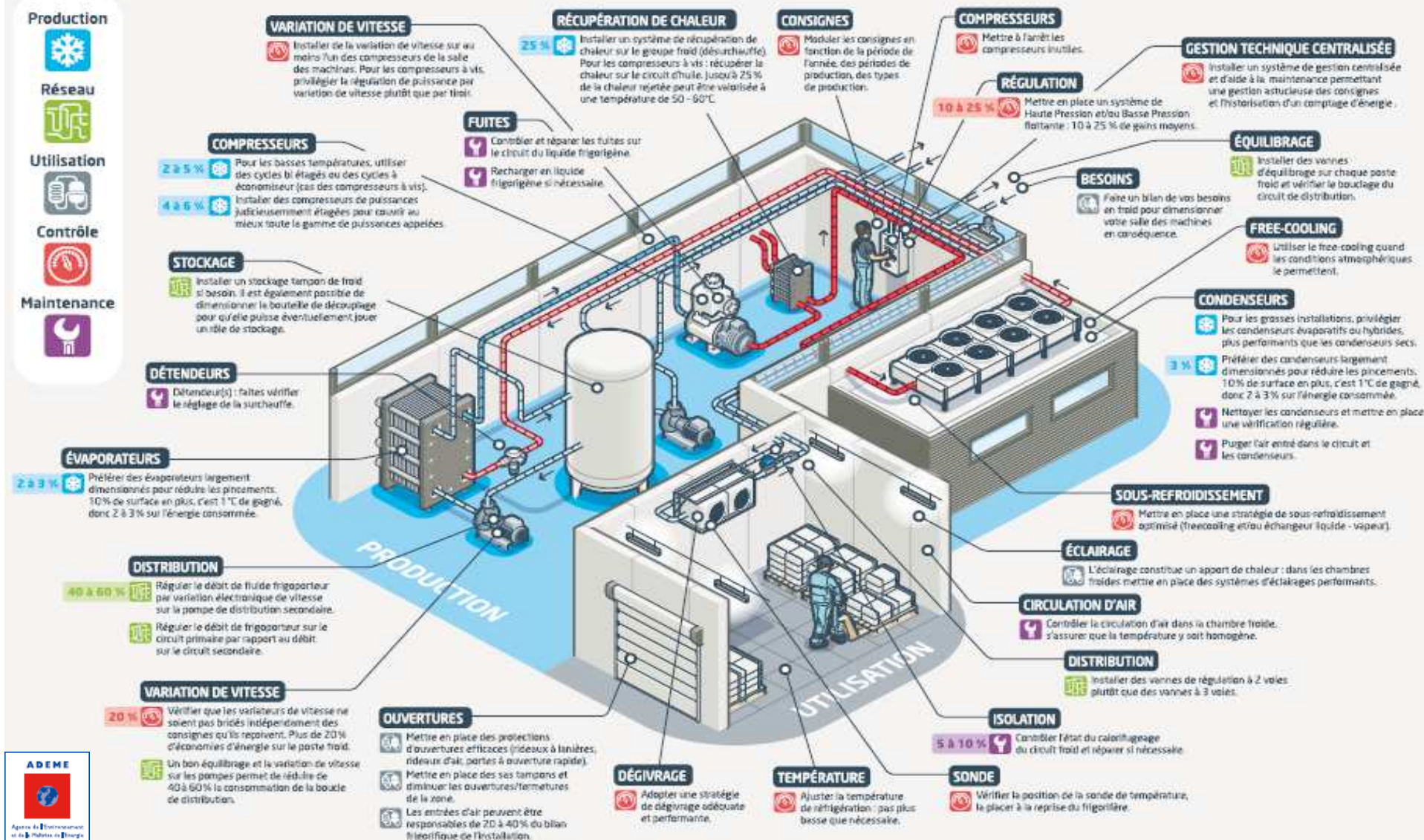
- Vérifier régulièrement les pertes de charge des sècheurs.
- Respecter les périodicités de maintenance.
- Le cas échéant, faire appel à un frigoriste qualifié pour la maintenance du circuit de froid.

ADEME



Agence de l'Environnement et de la Mobilité Durable

FROID : OPTIMISEZ VOS CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE



POMPAGE : OPTIMISEZ VOS CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE

Production



Réseau



Utilisation



Contrôle



Maintenance



PROCÉDÉS

- Identifier les besoins réels en fluide dans l'atelier.
- Réduire la demande, diminuer le débit maximal nécessaire.

COMPTAGE

- Respecter les consignes d'installation des capteurs (longueur droite suffisante à l'amont et à l'aval des débitmètres).
- Installer des instruments de mesures.

POMPES

- Installer plusieurs pompes de taille moindre, mises en route en fonction des besoins.

RÉSEAU

- Équilibrer le réseau hydraulique : installer et régler des vannes d'équilibrage. Toutefois, prendre en compte les pertes de charges induites par les vannes de réglages.

RÉSEAU

- Établir une cartographie du réseau et repérer les points engendrant des pertes de charges. Si possible revoir la cohérence du réseau modifié au cours du temps.

PERSONNEL

- Vérifier l'arrêt des équipements en période d'inactivité.
- Mettre en place des procédures d'arrêt des équipements qui intègrent l'arrêt de pompage.
- Effectuer des relevés réguliers avec un suivi d'indicateurs de performances énergétiques.
- Identifier un responsable en charge du réseau.
- Mettre en place des procédures de maintenance du réseau : nettoyage des filtres, vérification des étanchéités.

VANNES

- Fermer les parties du réseau non utilisées.

RÉSEAU

- Optimiser le diamètre des canalisations.
- Limitier les coudes, les changements de direction et de section.

FUITES

- Vérifier l'intégrité du réseau et faire la chasse aux fuites.

POMPES

- Considérer aussi le coût de fonctionnement (énergie) lors de l'achat d'équipement.
- Remplacer ou modifier les pompes surdimensionnées.
- Utiliser des pompes à haut rendement.
- Choisir la pompe en fonction des besoins du système, afin qu'elle fonctionne la plus grande partie du temps près de son point de meilleur rendement.
- Appliquer un revêtement réduisant des frottements à l'intérieur de la roue et la volute des pompes centrifuges.
- Restaurer les tolérances internes des pompes.
- Identifier les pompes en cavitation.

MOTORISATION

- Considérer aussi le coût de fonctionnement (énergie) lors de l'achat d'équipement.
- Ne pas surdimensionner les moteurs.
- Utiliser des moteurs à haut rendement (classe IE3 ou IE4).
- Respecter les périodicités et les consignes de maintenance des moteurs électriques : lubrification, ventilation.
- Recourir à un atelier agréé lors du rebobinage pour éviter une dégradation du rendement.

RÉGULATION

- 30% Installer une variation électronique de vitesse lorsqu'elle permet d'augmenter l'efficacité énergétique du système de pompage.
- Arrêter les pompes lorsqu'elles n'ont plus besoin d'être en fonctionnement. Ne pas pomper pour rien.

PROCÉDÉS

- Mettre en place un système de surveillance pour l'ensemble du réseau, idéalement lié à un système de contrôle automatique des équipements.

POMPES

- Utiliser une petite pompe de surpression pour des besoins spécifiques.

PRODUCTION DE VAPEUR : OPTIMISEZ VOS CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE

Production



Réseau



Utilisation



Contrôle



Maintenance



BÂCHE ALIMENTAIRE

Calorifiez vos bâches alimentaires. Une bâche alimentaire non calorifugée peut perdre jusqu'à 70 % de son énergie thermique.

2 à 5 %

Installez un économiseur pour préchauffer l'eau d'alimentation d'une chaudière à vapeur. Des économies d'énergie de 2 à 5 % sont envisageables.

ÉCONOMISEUR

ACCUMULATEUR DE VAPEUR



Installez un accumulateur de vapeur si la demande est variable, afin de faciliter la gestion des pointes de consommation.

PURGEURS



Vérifiez régulièrement les purgeurs. Dans les installations où les purgeurs ne sont pas fréquemment vérifiés, 30 % d'entre eux peuvent être défectueux et fuir. Un suivi régulier peut abaisser ce taux à 5 %.

RÉSEAU DE VAPEUR



Réparez les fuites régulièrement. Une seule fuite de 3,18 mm de diamètre sur un réseau de vapeur à 7 bar engendre une perte de 3 900 €/an. Une conduite avec un calorifuge mouillé cède 30 fois plus d'énergie que lorsqu'il est sec.

RÉCUPÉRATION DE CHALEUR

1 à 4 %

Installez un système de récupération de la chaleur perdue lors des purges, vous pourrez économiser entre 1 et 4 % d'énergie.

BRÔLEUR

2 à 5 %

Un brûleur micro-modulant permet d'améliorer le rendement d'une chaudière de 2 à 5 %.

PURGES



Une bonne gestion des purges peut faire économiser jusqu'à 2 % de la consommation énergétique.

COMPTAGE



Effectuer un relevé régulier des instruments de mesures pour suivre les indications de performance énergétique.

DÉTENDEURS



Diminuez si possible la pression du réseau. S'il y a des détendeurs à l'entrée de tous les consommateurs, un réseau haute pression n'est pas nécessaire.

VENTILATION : OPTIMISEZ VOS CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE

Production



Réseau



Utilisation



Contrôle



Maintenance



PERSONNEL

- Vérifier l'arrêt des équipements en période d'inactivité.
- Mettre en place des procédures d'arrêt des équipements qui intègrent l'arrêt de l'aspiration.

RÉGULATION

- 30% Installer une variation électronique de vitesse sur les moteurs des ventilateurs pour réguler le débit d'air.

ALIMENTATION

- Installer des instruments de mesure des consommations d'électricité.

RÉSEAU

- Préférer les sections circulaires aux sections rectangulaires. Nettoyer et dépolluer les conduits et les filtres associés.

PROCÉDÉS

- Asservir l'extraction spécifique des polluants au fonctionnement des unités qui les produisent.

RÉSEAU

- Optimiser le diamètre des conduits.
- Limiter les coudes, les changements de direction et de section.
- S'assurer de l'équilibrage du réseau aéraulique.

FUITES

- Rechercher et colmater les fuites du réseau.

INSTALLATION

- Évaluer la mise en place d'un système de ventilation par déplacement ou par mélange selon les caractéristiques du ou des procédés.
- Identifier les besoins réels de ventilation et les comparer avec l'installation existante. Éviter la surventilation.
- Mesurer régulièrement les valeurs clés de l'installation afin de repérer toute dérive.

PROCÉDÉS

- 55% Mettre en place un captage spécifique à la place d'un système de ventilation générale.
- Optimiser la forme du captage spécifique afin de diminuer les extractions d'air surdimensionnées.

ÉPURATEUR

- Considérer la perte de charge et la résistance à l'encrassement lors de l'achat.
- Étudier la possibilité de recycler une partie de l'air extrait en s'assurant de respecter la réglementation.
- Nettoyer ou changer les filtres régulièrement.

APPORT D'AIR

- 10% Penser et optimiser l'apport de l'air de compensation.

PROCÉDÉS

- Identifier les besoins réels de refroidissement et les comparer avec l'installation pour aspirer le minimum d'air.
- Nettoyer ou changer les filtres régulièrement.

RÉCUPÉRATION DE CHALEUR

- 60% Utiliser un récupérateur de chaleur sur l'air extrait.

TRANSMISSION

- Utiliser des transmissions à haute efficacité.
- Ajuster et caler les alignements des systèmes d'entraînement.

MOTORISATION

- Considérer aussi le coût de fonctionnement (énergie) lors de l'achat d'équipement.
- Ne pas surdimensionner les moteurs.
- Utiliser des moteurs à haut rendement (classe IE3 ou IE4).
- Respecter les périodicités et les consignes de maintenance des moteurs électriques : lubrification, ventilation.
- Recourir à un atelier agréé lors du rebobinage pour éviter une dégradation du rendement.

VENTILATEURS

- Utiliser des ventilateurs de meilleur rendement.
- Remplacer les ventilateurs surdimensionnés.
- Nettoyer régulièrement les pales des ventilateurs.

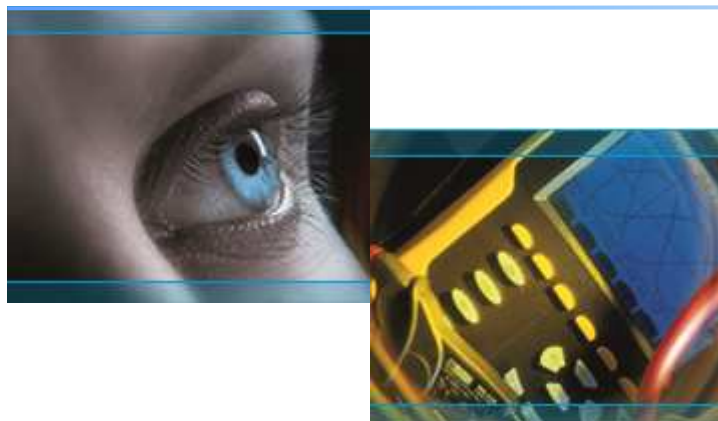
Certificats d'Économie d'Énergie (C.E.E)

- **Bonification du CEE** si certification SMé
- **Opérations standardisées**
 - Actions définies par l'Etat pour chaque période = publiées au Journal Officiel
fiche indiquant un montant forfaitaire en KWh cumac.
 - Par secteur (agriculture, bâtiment résidentiel, bâtiment tertiaire, l'industrie,
réseaux, transports)

Secteurs décomposés en intitulés

Agriculture → enveloppe, équipement
Résidentiel → enveloppe, équipement
Industrie → bâtiments, utilités
Réseaux → éclairage
Transports → équipements, services

ISO 50001



Norme ISO 50001

Buts et champs d'application

La norme ISO 50001: buts, champs d'application

- Norme publiée le 15 juin 2011, structure NF EN 14001 (management environnemental)
- L'ISO 50001 aide un organisme à développer une gestion méthodique de l'énergie pour améliorer la performance énergétique de manière continue.

Organismes = entreprises, autorités ou institutions de droit public ou privé

- Certifier ISO 50001 son **Système de Management de l'énergie (SMé)**

Niveau 1

- Réalisation d'un état initial des consommations
- Nomination d'un référent énergie
- Mise en place d'une politique interne de l'énergie et d'un plan d'actions associé
- Audit du système en place

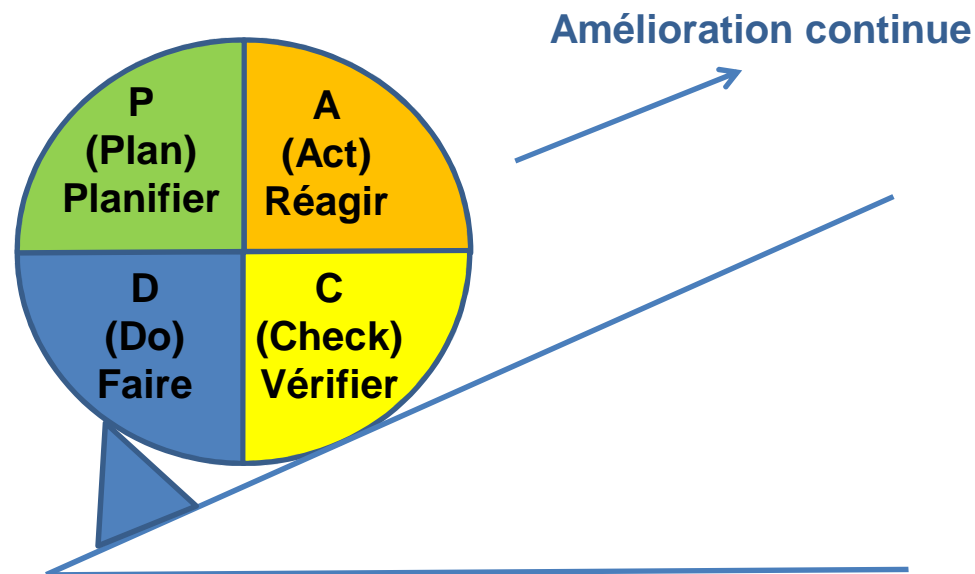
Niveau 2

- L'ensemble des exigences de la norme est respecté et validé par un auditeur externe

Un processus d'amélioration continue : le cycle ou roue de DEMING

- Ensemble d'éléments corrélés ou interactifs permettant d'élaborer une politique et des objectifs énergétiques ainsi que des processus et procédures pour atteindre ces objectifs.

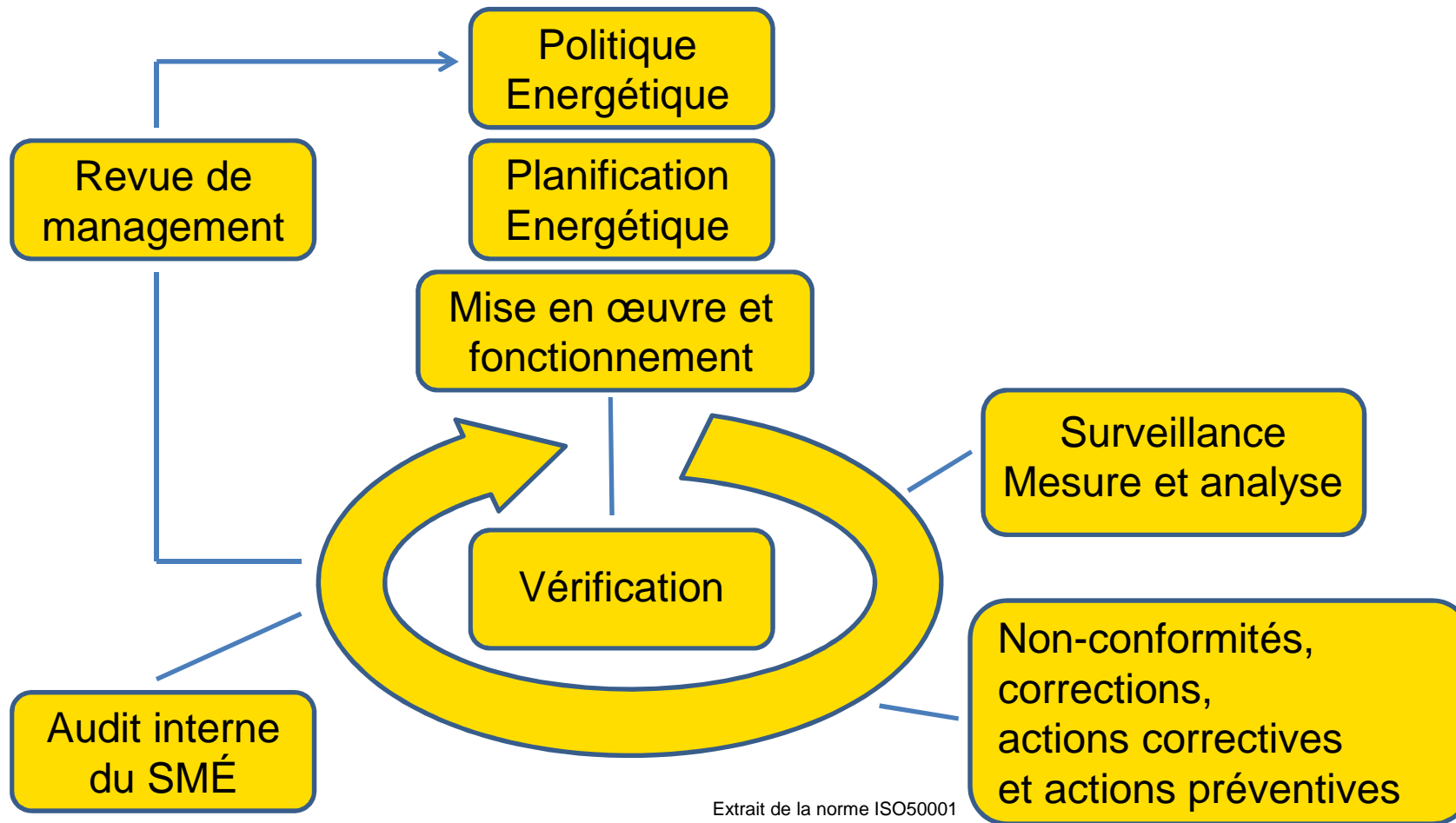
Cycle ou roue de DEMING



Norme ISO 50001

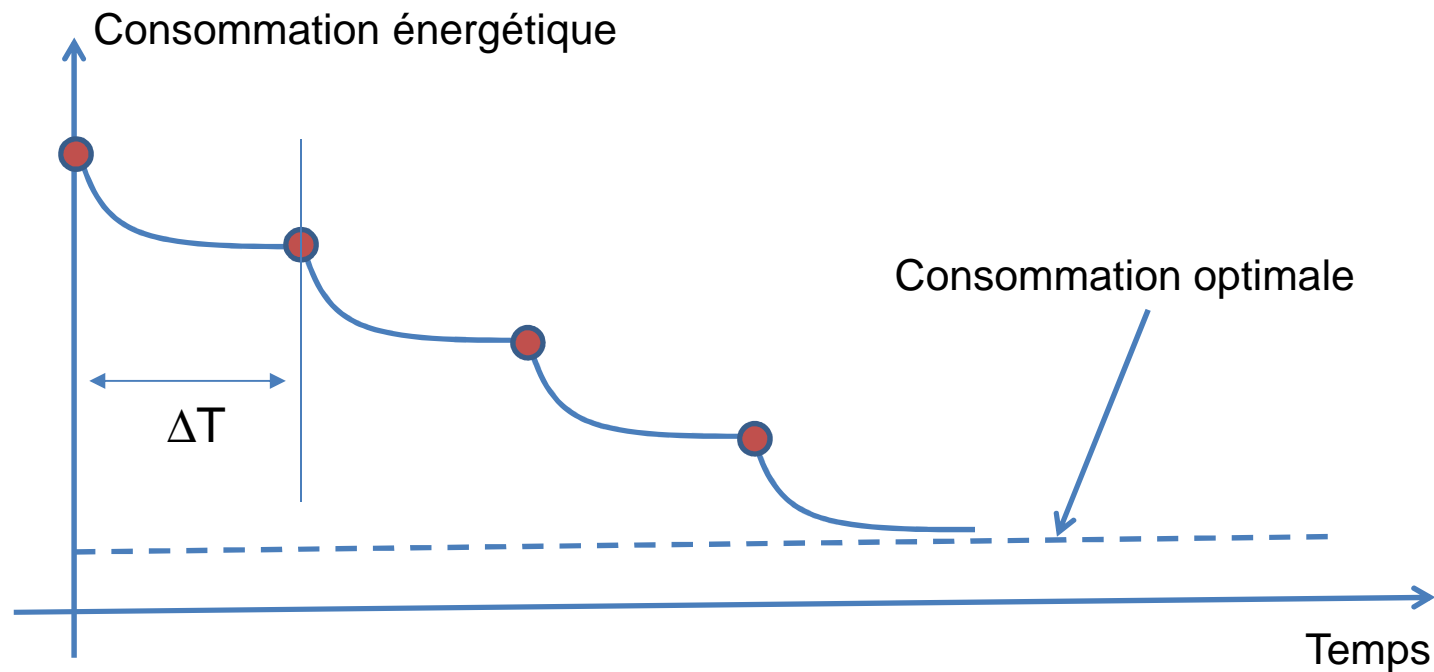
Démarche

ISO 50001, une démarche rationnelle de management



Norme ISO 50001

Consommation optimale



● Consommations de référence (définies en début de cycle)

ΔT = durée d'un cycle de Deming

Fin

Questions ?