

P

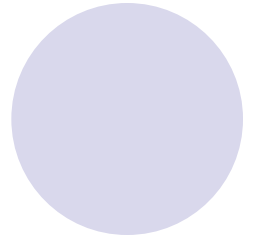
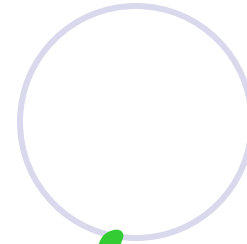
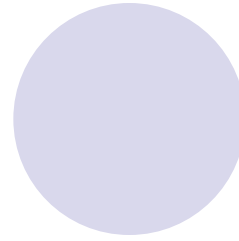
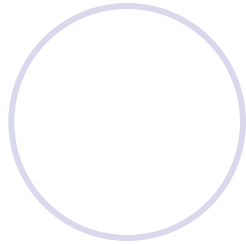
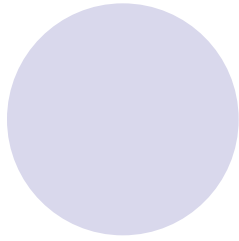
R

O

J

E

T



Management de l'énergie

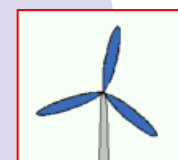
MESURES D'ÉNERGIE

LYCEE

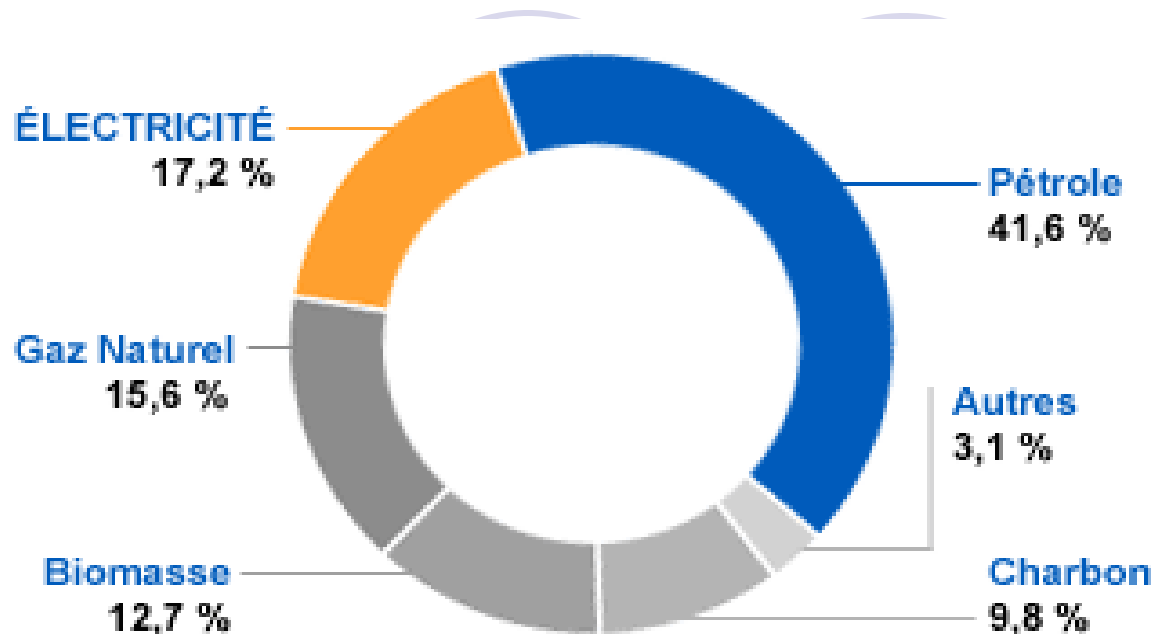
JEAN PROUVE

GESTION DE L'ENERGIE : NORMES ET SOLUTIONS

- Consommation énergétique mondiale et française
- Développement durable
- Les directive européenne et les lois et décrets en France
- Norme EN 16001 : Management de l'énergie
- Système de management de l'énergie
- La réduction du coût des énergies:
 - Displacement Power factor DPF, Power factor, Modulation de l'énergie
- Tarifcation vert A5 : modalités
- Actions générales de la politique énergétique: concept



Consommation mondiale:



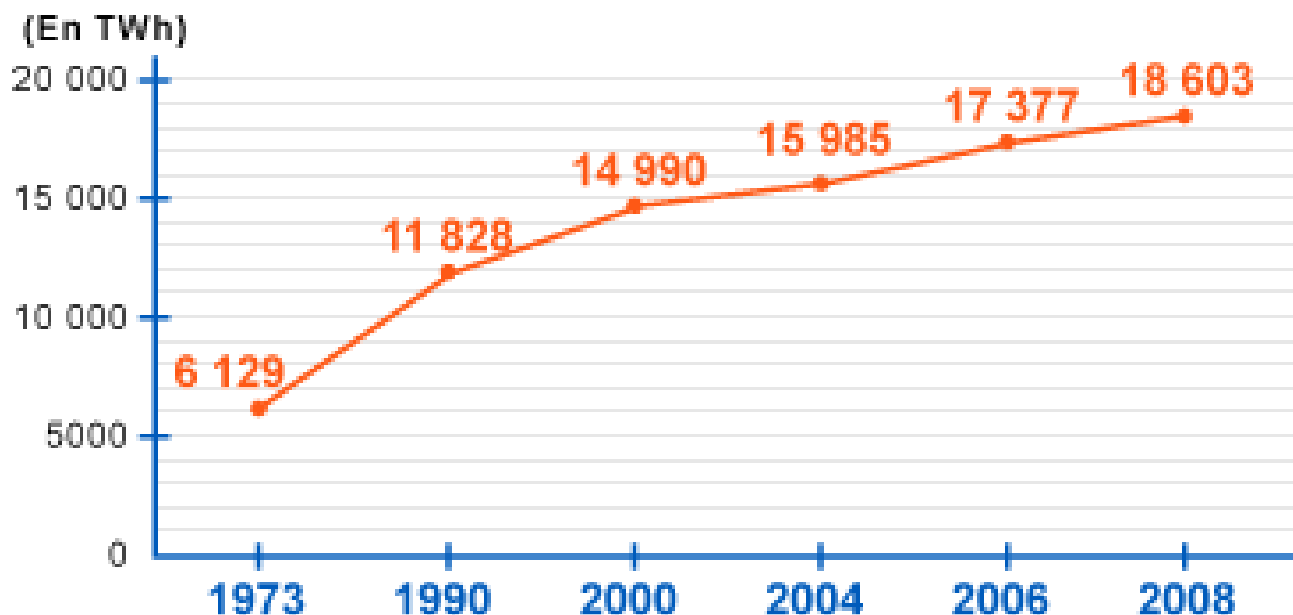
Part de l'électricité dans la consommation mondiale totale d'énergie en 2008

(Key world Energy Statistics 2010 - International Energy Agency - chiffres de consommation 2008)

Consommation mondiale:

En 2008, elle représente 18 603 térawatt-heure (TWh)

= 18603 000 000 000 000 watt-heure (Wh)



Évolution de la consommation mondiale d'électricité de 1973 à 2008

(Observatoire de l'énergie, CEA, Air Liquide, IEA)

© EDF

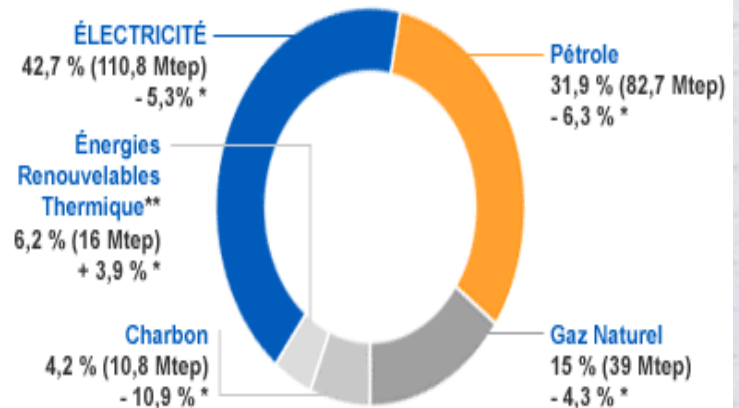
Consommation mondiale:

- *L'Asie est la principale zone de consommation d'électricité, suivie de l'Amérique du Nord et de l'Europe.*
- *Les États-Unis, l'Union européenne, la Chine et la Russie, qui comptent parmi les régions du monde les plus vastes et les plus peuplées, elles consomment plus de 60 % de l'électricité mondiale.*
- *Entre 2001 et 2008, la consommation de certains pays en développement a considérablement augmenté : elle a été multipliée par 2,5 pour la Chine, elle a doublé pour l'Inde et a augmenté de plus d'1/3 pour le Brésil.*

Consommation en France:

En 2008, le secteur des transports est le premier émetteur de gaz à effet de serre (23,6 %)(ERDF), les industries manufacturières valent (21,8 %) et le secteur agricole (21 %).

Le résidentiel et le tertiaire représente 19,2 % des émissions devant le secteur de la transformation de l'énergie (12,6 %).



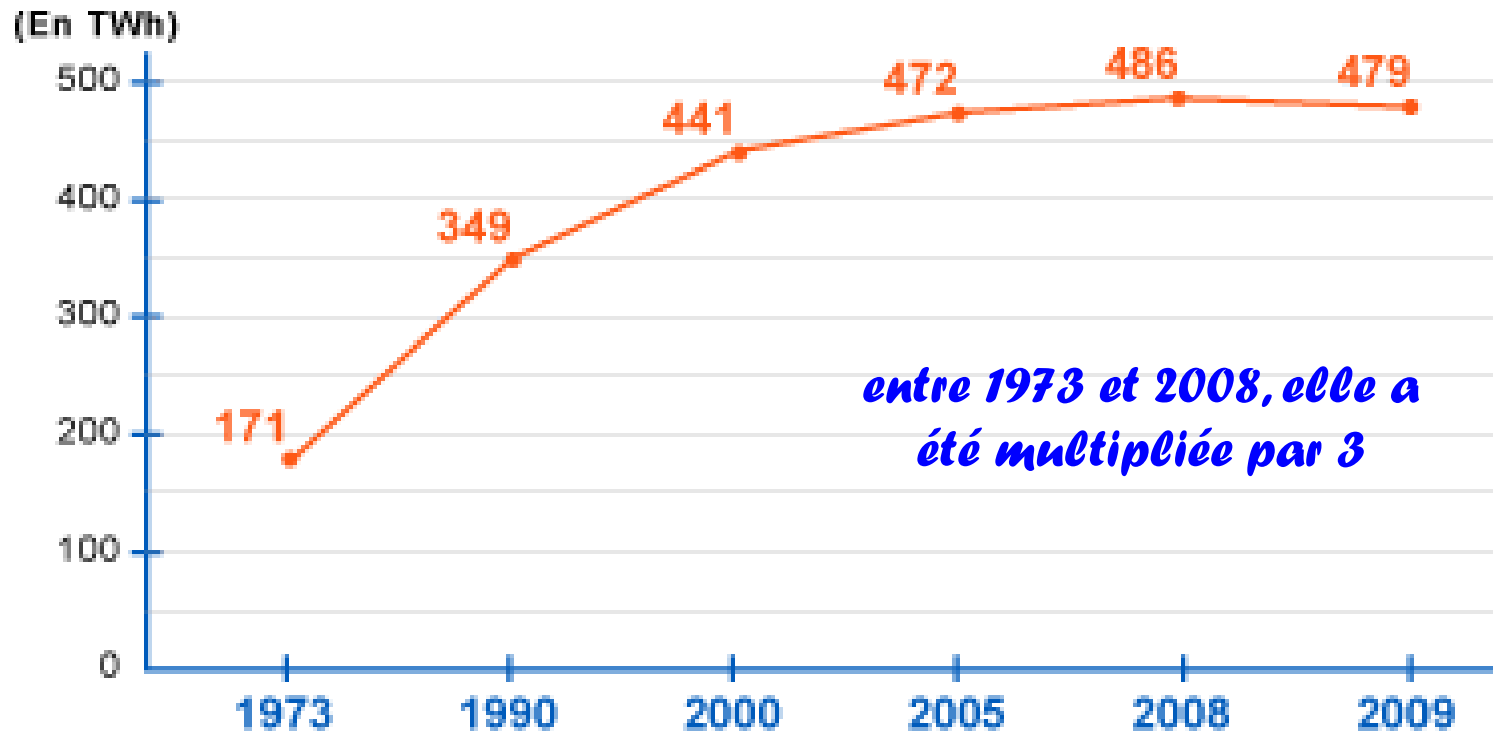
Part de l'électricité dans la consommation française totale d'énergie en 2009

* par rapport à 2008

** utilisées pour la production de chaleur (bois, déchets urbains renouvelables, géothermie thermique, solaire thermique, biogaz).

(Observatoire de l'Énergie, Bilan de l'énergie en France 2009 - chiffres de consommation 2009)

Consommation en France:

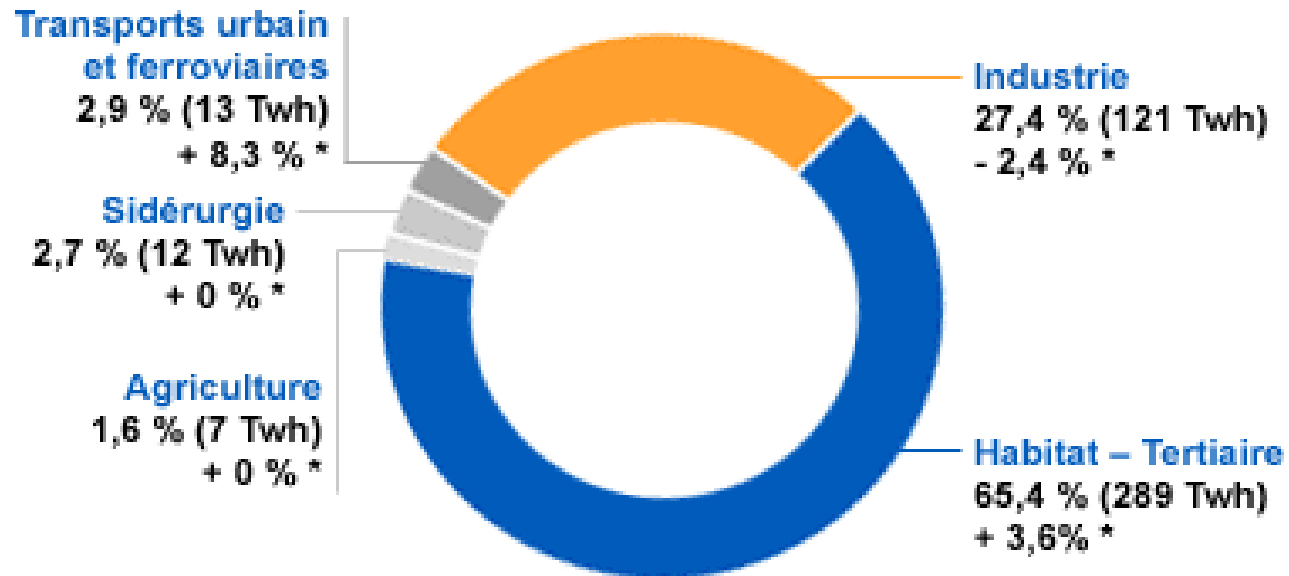


Évolution de la consommation française d'électricité de 1973 à 2009

(Statistiques de l'Énergie Électrique en France, RTE, juin 2010 - chiffres de production 2009)

Consommation en France:

Le résidentiel et le tertiaire consomment la majeure partie de cette électricité avec une progression constante depuis plusieurs années.



Secteurs consommateurs d'électricité en France en 2008

* par rapport à 2007

(Repères sur l'énergie en France 2009, Observatoire de l'énergie - chiffres de consommation 2008)

© EDF



Développement durable

● *Le développement durable (Sustainable development) est une nouvelle conception de l'intérêt public, appliquée à la croissance économique et reconsidérée à l'échelle mondiale afin de prendre en compte les aspects environnementaux généraux d'une planète globalisée.*



Les 3 piliers du développement durable

Développement durable

- *L'électricité et l'énergie sont des facteurs essentiels du développement durable.*
- *L'électricité est à la fois un facteur de développement économique et social et une source de pollution considérable. Sa consommation, en croissance régulière, est l'une des causes du changement climatique.*
- *L'enjeu est donc de concilier les besoins en énergie et le respect de l'environnement, en impliquant l'ensemble des acteurs concernés par l'utilisation de cette énergie : les gouvernants, les producteurs et les consommateurs.*
- *Une production rationnelle et une meilleure utilisation de l'électricité font partie des actions du développement durable.*

Directives européennes lois et décrets en France

● La Directive Services Énergétiques 2006/32/CE :



⇒ réaliser des économies d'énergie de 9% sur 9 ans (2008-2017) à la fois dans le secteur privé et dans le secteur public. ...

⇒ en France, la loi de programme POPE du 13 juillet 2005 fixe les orientations de la politique énergétique.

(pope : programme fixant les orientations de la politique énergétique ; loi 2005-781)

Objectifs chiffrés en France :

- ❑ diviser par 2 les émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050, diminution importante de la consommation électrique en TWh.
- ❑ produire 21% des besoins énergétiques à partir de sources d'énergie renouvelables à l'horizon 2010.
- ❑ maîtriser l'intensité énergétique, cet indice entre consommation d'énergie et croissance économique (production) doit diminuer de 2 % par an jusqu'en 2015 puis 2.5% par an à l'horizon 2030.



Directives européennes lois et décrets en France

- **Directive 2002/95/CE RoHS (Reduction of hazardous substances)**

⇒ Le décret d'application n° 2005-829 du 20 juillet 2005 prévoit l'élimination des substances toxiques suivantes dans certains Équipements Électriques et Électroniques (EEE) commercialisés en Europe : Plomb, Mercure, Cadmium, Chrome hexavalent, et deux retardant feu : le PBB (Polybromobiphényles) et le PBDE (Polybromodiphényléthers).

⇒ Les équipements électriques et électroniques grands publics de tension <1000 V AC sont concernés .

- **Directive EuP : 2005 / 32 /CE : éco-conception (iso 14062)**

⇒ elle fixe les exigences environnementales que les produits consommateurs d'énergie doivent remplir en termes de réduction des consommations énergétiques pour être mis sur le marché dans l'union européenne.



Directives européennes lois et décrets en France



- **Directive 2002/96/CE DEEE (déchets d'équipements électriques et électroniques) :**
 - ⇒ elle a pour objectif d'organiser l'élimination et la valorisation de certains déchets **EEE** (Équipements Électriques et Électroniques) entrant dans son champ d'application.
- **Le règlement Reach (Registration, Evaluation and authorisation of chemicals) : enregistrement, évaluation, autorisation et restriction des produits chimiques)**
 - ⇒ Il vise depuis le 1er juin 2007 à ce que les producteurs, importateurs et utilisateurs de produits chimiques prouvent que les substances qu'ils mettent sur le marché ne présentent pas de dangers pour la santé humaine et pour l'environnement. Reach concerne environ 30 000 substances chimiques.
- **La réglementation RT 2005 - RT 2010 - RT 2012 - RT 2020 : amélioration de la performance énergétique des constructions neuves.**





Norme européenne Norme française



NF EN 16001
CEN / CENELEC
juillet 2009

Systèmes de management de l'énergie *Exigences et recommandations de mise en œuvre*

⇒ *elle a pour objet d'aider tout organisme à développer une gestion méthodique de son énergie et à améliorer ainsi son efficacité énergétique.*

⇒ *Thésaurus International Technique :*

énergie, source d'énergie, consommation d'énergie, gestion, définition, modèle, exigence, processus, planification, mise en œuvre, contrôle de qualité, mesurage, évaluation, audit de qualité, efficacité, économie d'énergie.

Norme européenne

Norme française *NF EN 16001*



Termes et définitions

- **Énergie : électricité, carburant, vapeur, chaleur, air comprimé , ...**
⇒ *L'énergie est un concept abstrait. L'unité internationale de mesure de l'énergie est le Joule (J).*
- **usage énergétique : mode ou type d'application de l'énergie**
⇒ *ventilation, chauffage, procédés, lignes de production, ...*
La consommation énergétique exprime la quantité d'énergie appliquée.
- **consommation énergétique : quantité d'énergie utilisée**
⇒ *L'énergie est transformée ou convertie mais pas consommée.*
⇒ *La manière ou le type d'application de l'énergie est exprimé par l'expression usage énergétique.*

Norme européenne

Norme française *NF EN 16001*



Termes et définitions

- facteur énergétique : déterminant physique quantifiable et récurrent de la consommation énergétique
⇒ production par unité de temps, température, humidité, vitesse du vent, taux d'occupation.
- efficacité énergétique : rapport entre des résultats des activités d'un organisme, des biens ou des services et l'énergie consacrée à cet effet
- performance énergétique : résultat mesurable du système de management de l'énergie d'un organisme
⇒ Les résultats peuvent être évalués au regard de la politique, des objectifs et des cibles énergétiques de l'organisme et d'autres exigences d'efficacité énergétique.

Norme européenne

Norme française *NF EN 16001*



Termes et définitions

- **système de management de l'énergie : ensemble d'éléments corrélés ou interactifs au sein d'un organisme permettant d'établir la politique et les objectifs énergétique et d'atteindre ces objectifs**
- **politique énergétique : déclaration par l'organisme de ses intentions et de ses principes en rapport avec sa performance énergétique globale qui fournit un cadre d'action**
- **objectif énergétique : but général en matière d'énergie en cohérence avec la politique énergétique que l'organisme se fixe**

Norme européenne

Norme française *NF EN 16001*



Termes et définitions

- Programme de management de l'énergie : plan d'actions visant spécifiquement à réaliser des objectifs et des cibles énergétiques
- Action préventive : action visant à éliminer la cause d'une **non-conformité potentielle**
- Action corrective : action visant à éliminer la cause d'une **non-conformité détectée**
- Amélioration continue : activités dont le résultat est une amélioration de la performance énergétique et que l'organisme mène de façon récurrente



Systeme de management de l'énergie au lycée Prouvé

objectif énergétique

afficher toutes les
consommations énergétiques
et fluides

approche technique

approche humaine

Solutions matériels:
Mesurer / centraliser
Exploiter / afficher

Qualifier les actions
menées dans le cadre de
tous les projets autour du
développement durable

Optimiser

Économiser

Systeme de management de l'énergie

quoi

qui

Norme EN 16001 : aider les organismes à établir les systèmes de management et processus

Diminution des coûts
Diminution du CO2

Engagement de l'ensemble des personnels

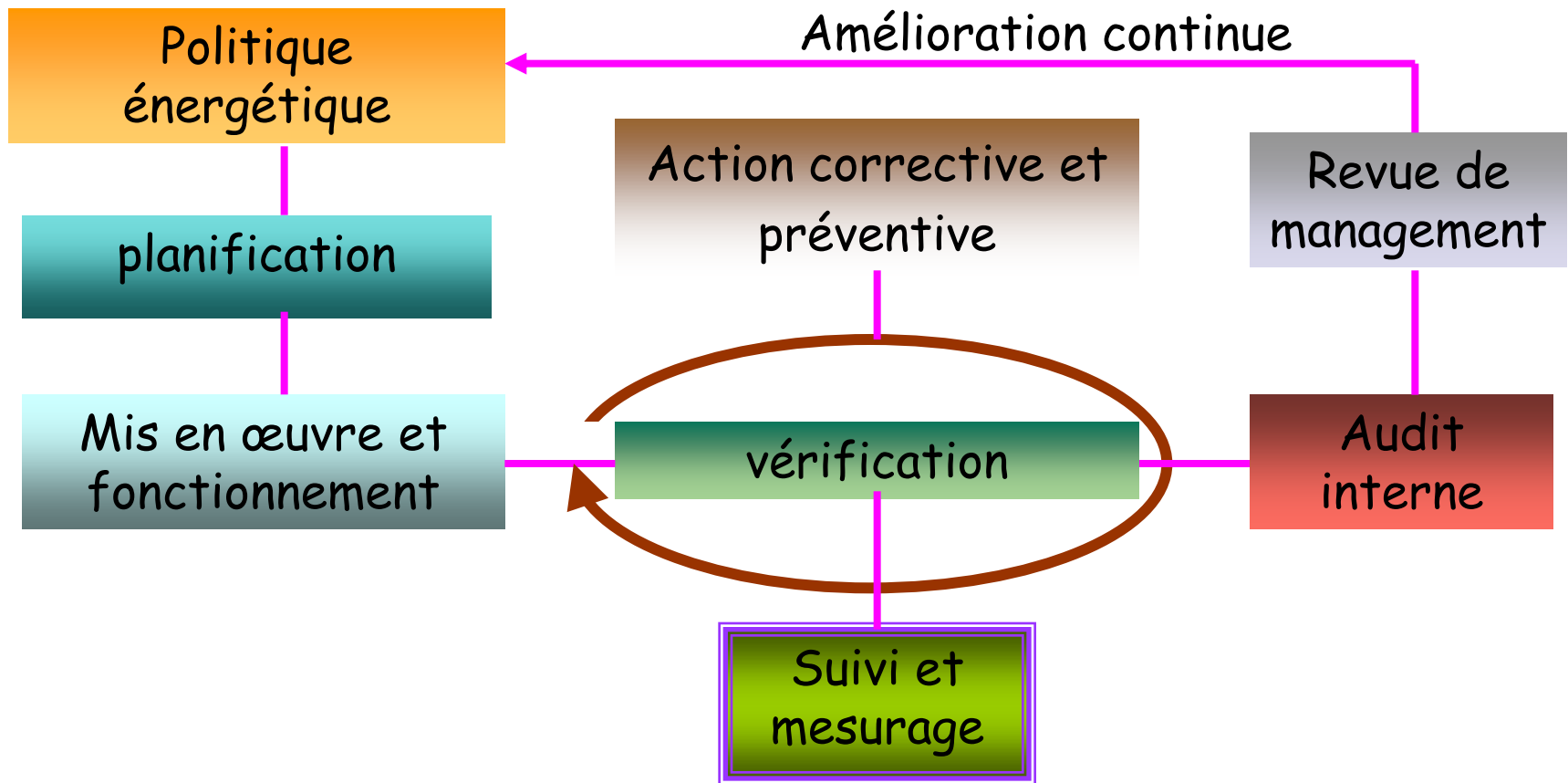
Quelque soit le niveau hiérarchique ou la fonction occupée

Systeme de management de l'énergie

mise en œuvre méthodique de la gestion de l'énergie

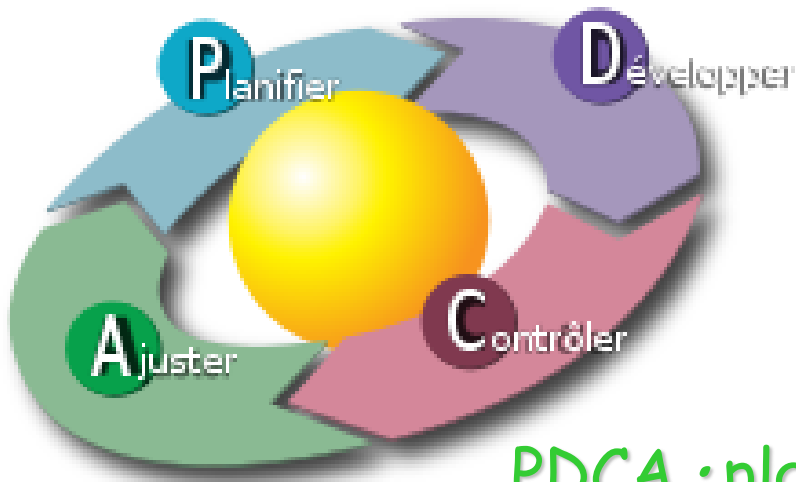
Systeme de management de l'énergie

modèle de la norme EN 16001



Systeme de management de l'énergie

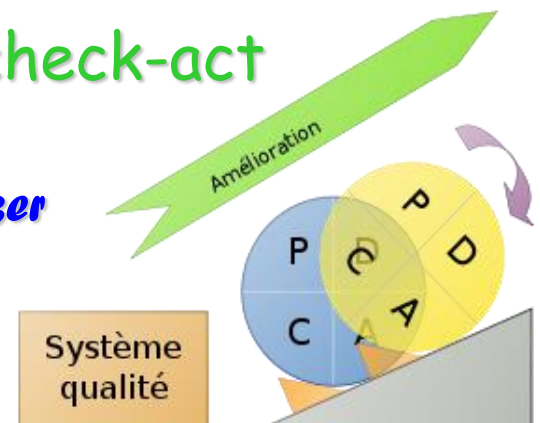
amélioration continue



PDCA : plan-to-do-check-act

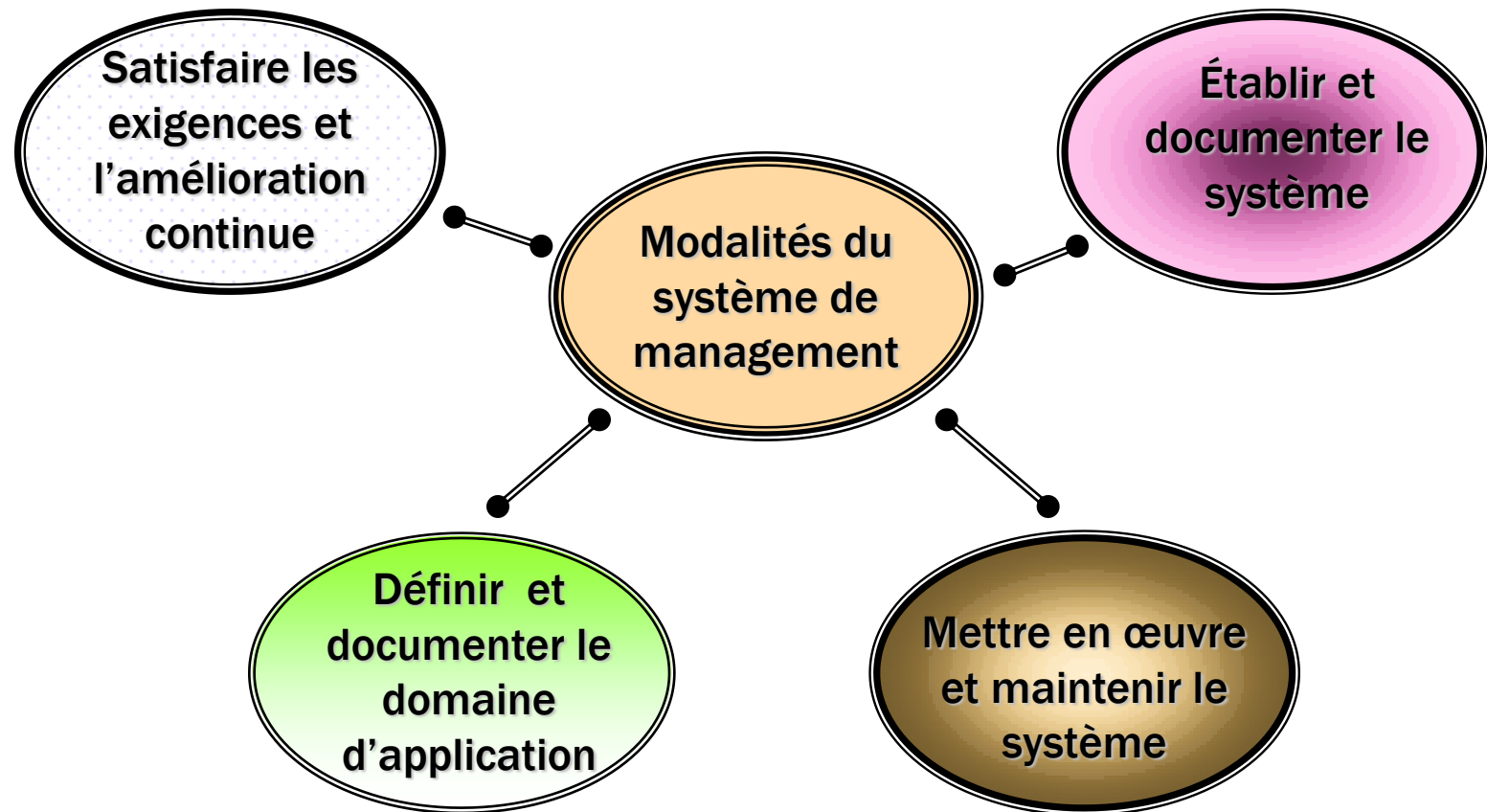
- 1 : plan : préparer, planifier ce que l'on va réaliser**
- 2 : do : réaliser, mettre en œuvre,...**
- 3 : check : contrôler, vérifier**
- 4 : act : (ou adjust), agir, ajuster, réagir**

La roue de Mr DEMING est un moyen mnémotechnique permettant de repérer avec simplicité les étapes à suivre pour améliorer la qualité dans une organisation.



Systeme de management de l'énergie

exigences générales



Systeme de management de l'énergie

Politique énergétique



Systeme de management de l'énergie

Maîtrise opérationnelle

Aspect énergétique

Identifier

Planifier

La consommation dans l'achat d'équipement de services ou de matières

Les situations qui s'écartent de la politique énergétique

Les consommations qui affectent les objectifs

Les critères de fonctionnement et entretien des installations, et équipements des bâtiments

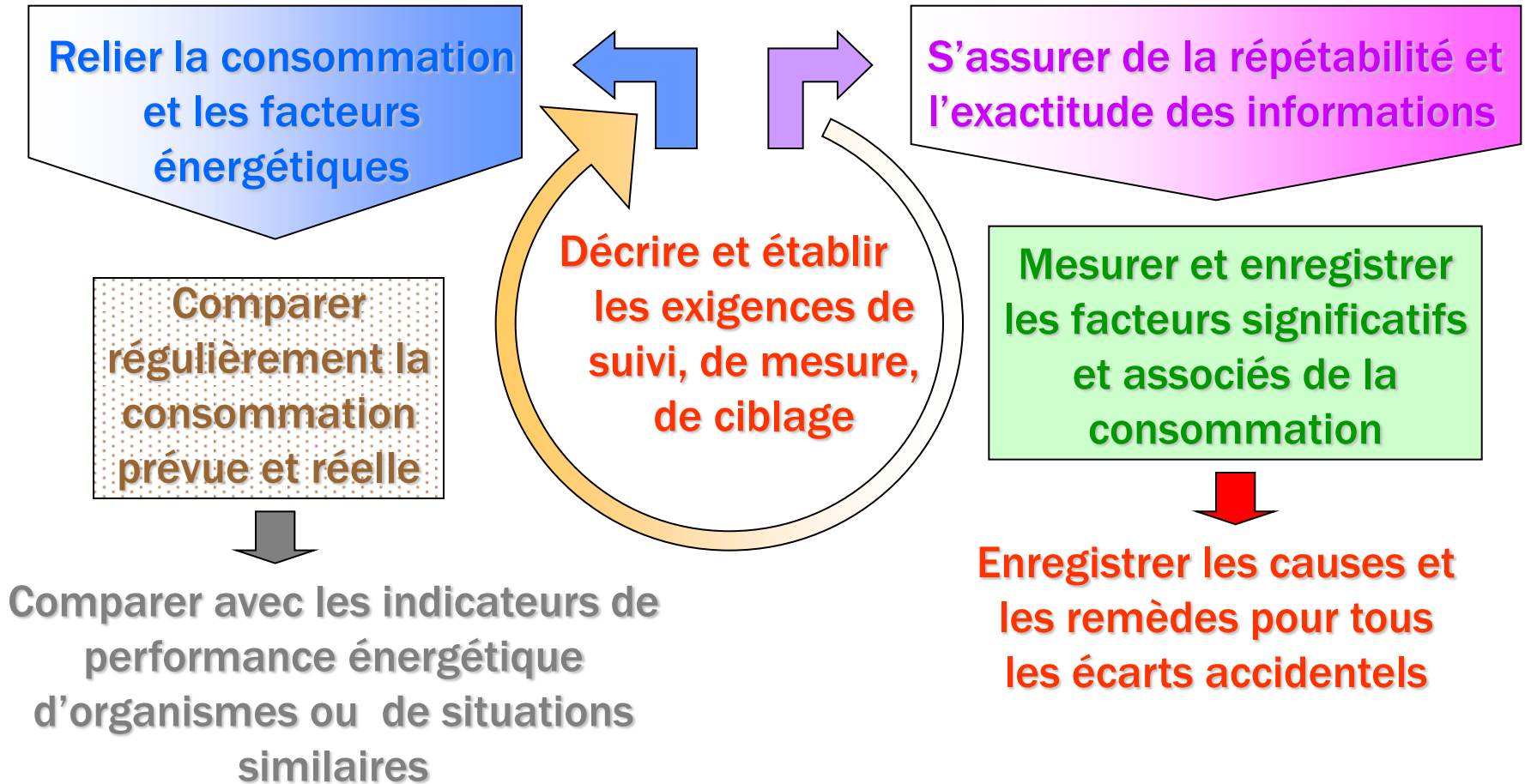
Une communication appropriée avec les parties et les personnes concernées

Centralisation et optimisation en lien avec notre projet

Systeme de management de l'énergie

plan de comptage

Suivi et mesurage

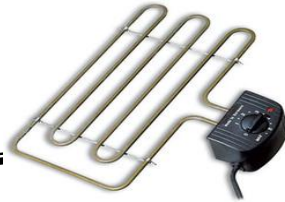


Facteur de déplacement

Displacement Power Factor DPF



ampoule à filament



Résistance électrique

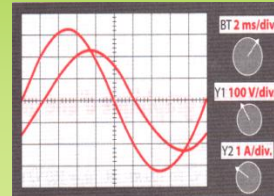


moteur

*Transformateur
non saturé*



Charge
linéaire



condensateur

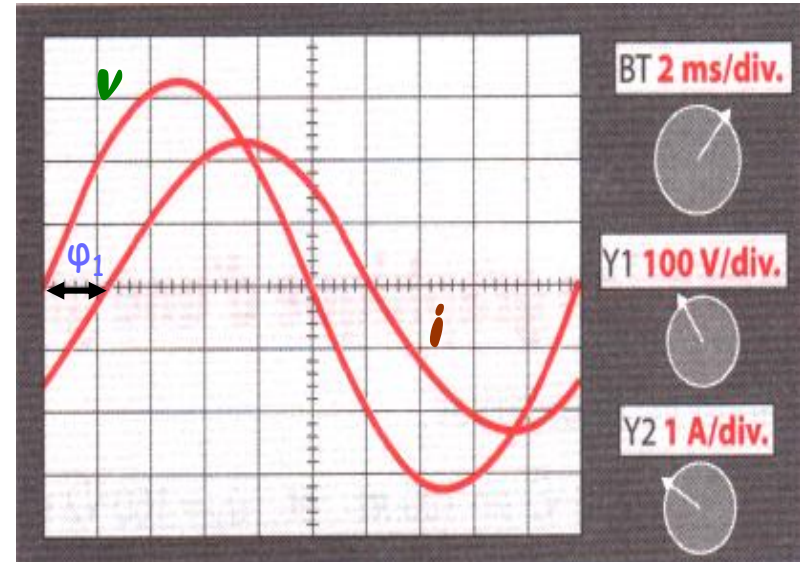
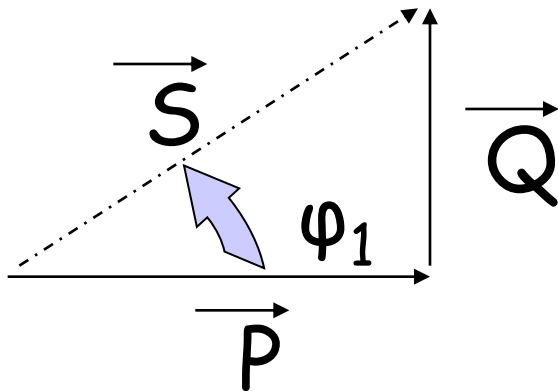


Facteur de déplacement

Displacement Power Factor DPF

$$\text{DPF} = \cos \varphi_1$$

φ_1 représente le déphasage entre la tension et le fondamental du courant (50 Hz sur le réseau EDF)

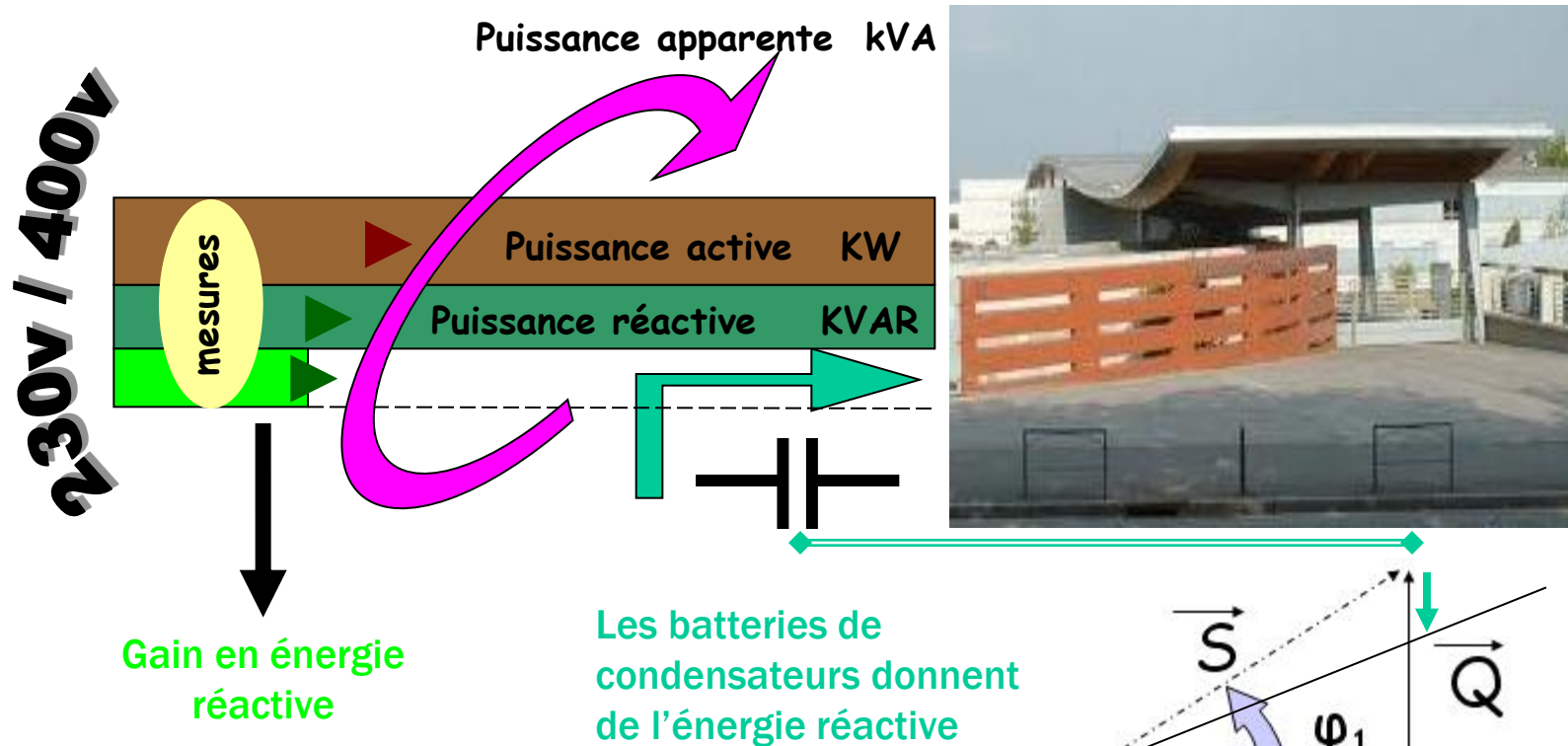


- $\cos \varphi_1$ est aussi appelé facteur de relèvement
- l'indice 1 pour le fondamental

- Les grandeurs sont parfaitement alternatives et sinusoïdales
- L'impédance vaut $Z = V / I$.

Compensation de l'énergie réactive

Displacement Power Factor DPF



ERDF impose $\text{tg } \varphi_1 = 0.4$

Compensation de l'énergie réactive

Displacement Power Factor DPF

Conséquences des dégradations

Économiques

- ❑ Augmentation de la puissance souscrite au fournisseur d'énergie

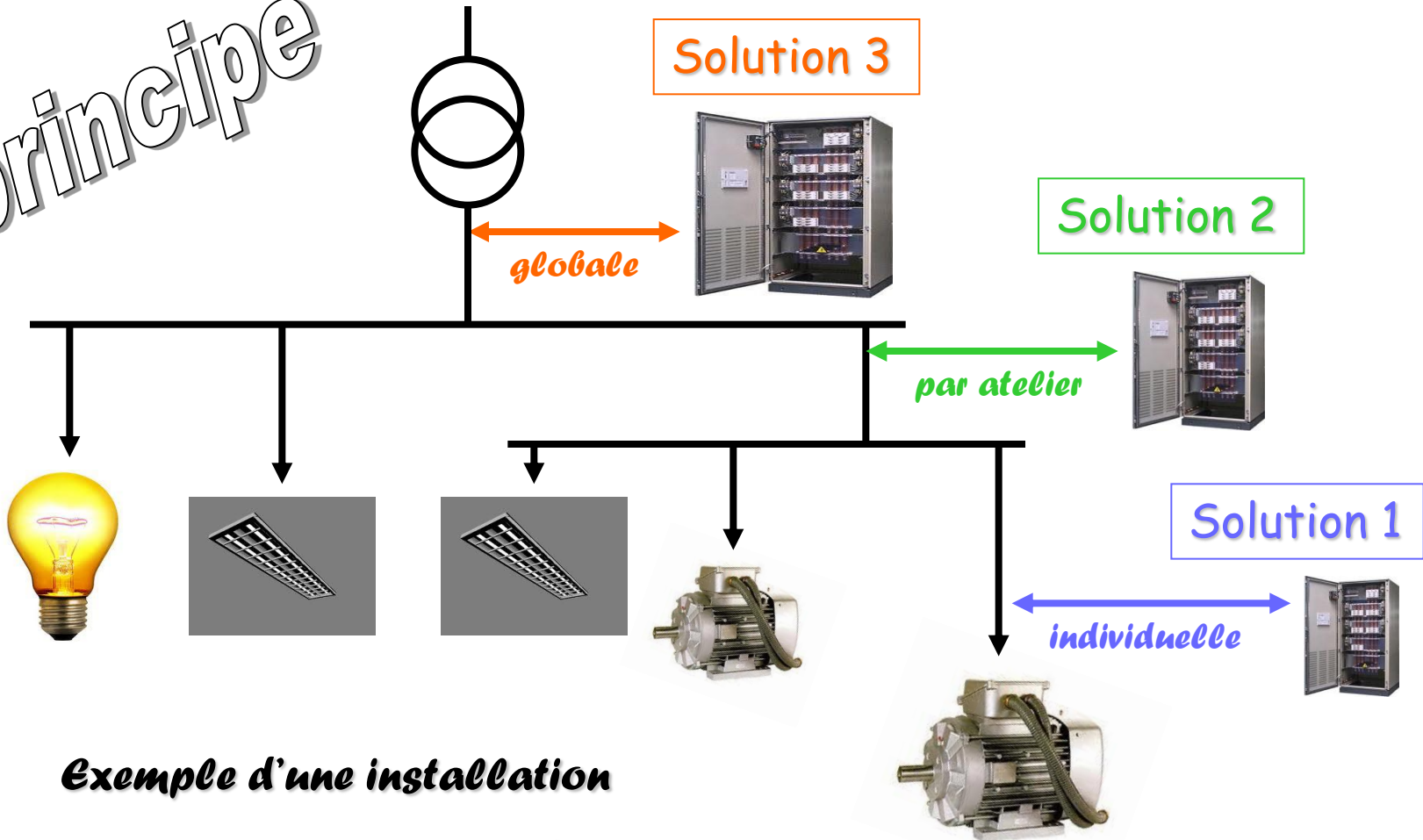
Techniques

- ❑ Pertes Joules et chutes de tension dans les circuits
 - ❑ Surcharge au niveau du transformateur et des câbles d'alimentation
- ❑ Surdimensionnement et précaution au niveau des protections
- ❑ Dégradation de la qualité de l'énergie de l'installation électrique.

Réduction des coûts de l'énergie

compenser l'énergie réactive

principe



**Exemple d'une installation
dans un secteur donné**

Compensation de l'énergie réactive

Displacement Power Factor DPF

Avantages de la compensation

Économiques

Techniques

• Réduction de la facture d'électricité par :

- ❑ Diminution de l'énergie réactive (KVAR) facturée
- ❑ Diminution (KWh) des pertes joules (facturés) dans les câbles

- ❑ Diminution des chutes de tension
- ❑ Améliorations de la qualité de l'énergie dans le cas de filtrage (condensateur + inductance)
 - ❖ si le $\cos\varphi$ passe de 0.8 à 0.93
 - ✓ Augmentation de la puissance disponible de 20%
 - ✓ Diminution des échauffements dus aux pertes joules de 30%

Compensation de l'énergie réactive

Maîtrise opérationnelle

améliorer le facteur de relèvement

Technique

- Analyser la structure du réseau et les cycles de fonctionnement des charges.
- Déterminer le besoin et le mode de régulation des batteries de condensateurs.
- Dimensionner la batterie de condensateurs compte tenu du degré de pollution harmonique pouvant impliquer un équipement complémentaire de filtrage.
- Mettre en service et mesurer l'impact.



Facteur de puissance

Power Factor PF



Lampes fluo compactes



Percuse avec variateur

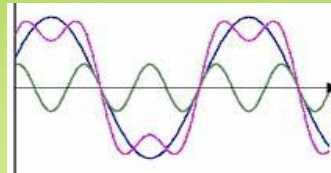


Variateur de vitesse démarreur progressif



Halogène avec variateur

Charge non linéaire



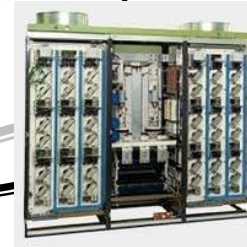
Pe et écran



portable

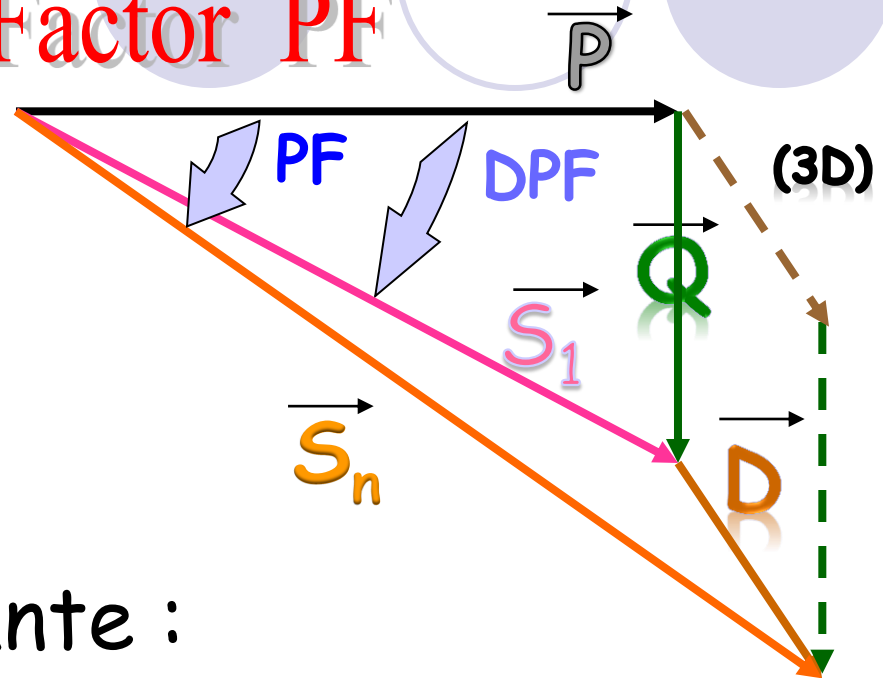


cycloconvertisseur



Facteur de puissance Power Factor PF

- ✓ $PF = P / S_n$
- ✓ PF est ≤ 1
- ✓ PF est $\leq DPF$



✓ Puissance déformante :

✓ Harmoniques :

$$D = U * \sum_{n=2}^{n=\infty} I_{hn}^2$$

✓ impédance variable



Facteur de puissance

Conséquences des harmoniques



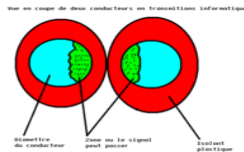
- **Échauffements des condensateurs de la compensation d'énergie réactive.**



- **Échauffements (Kw) du transformateur, des moteurs, des alternateurs.**



- **Échauffements (Kw) dans les conducteurs de phases et du neutre (rang 3).**



- **Effet de peau dans les conducteurs**



- **Déclenchement intempestif des appareils de protection**

Réduction des coûts de l'énergie

suppression des harmoniques

● Solutions en fonction de critères précis

- *Installation de self anti-harmonique*
- *Filtrage anti-harmonique*
- *Lisser le courant*
- *Filtrage passif shunt résonnant*
- *Filtrage actif*
- *Filtrage hybride*

- *Abaisser les impédances harmoniques*
- *Augmentation de la puissance de court-circuit*
- *Choisir le schéma des liaisons la terre*
- *Utilisation de transformateurs spécifiques*
- *Confiner les charges polluantes*
- *Déclassement des équipements*

Facteur de puissance

Maîtrise opérationnelle

Suppression des harmoniques

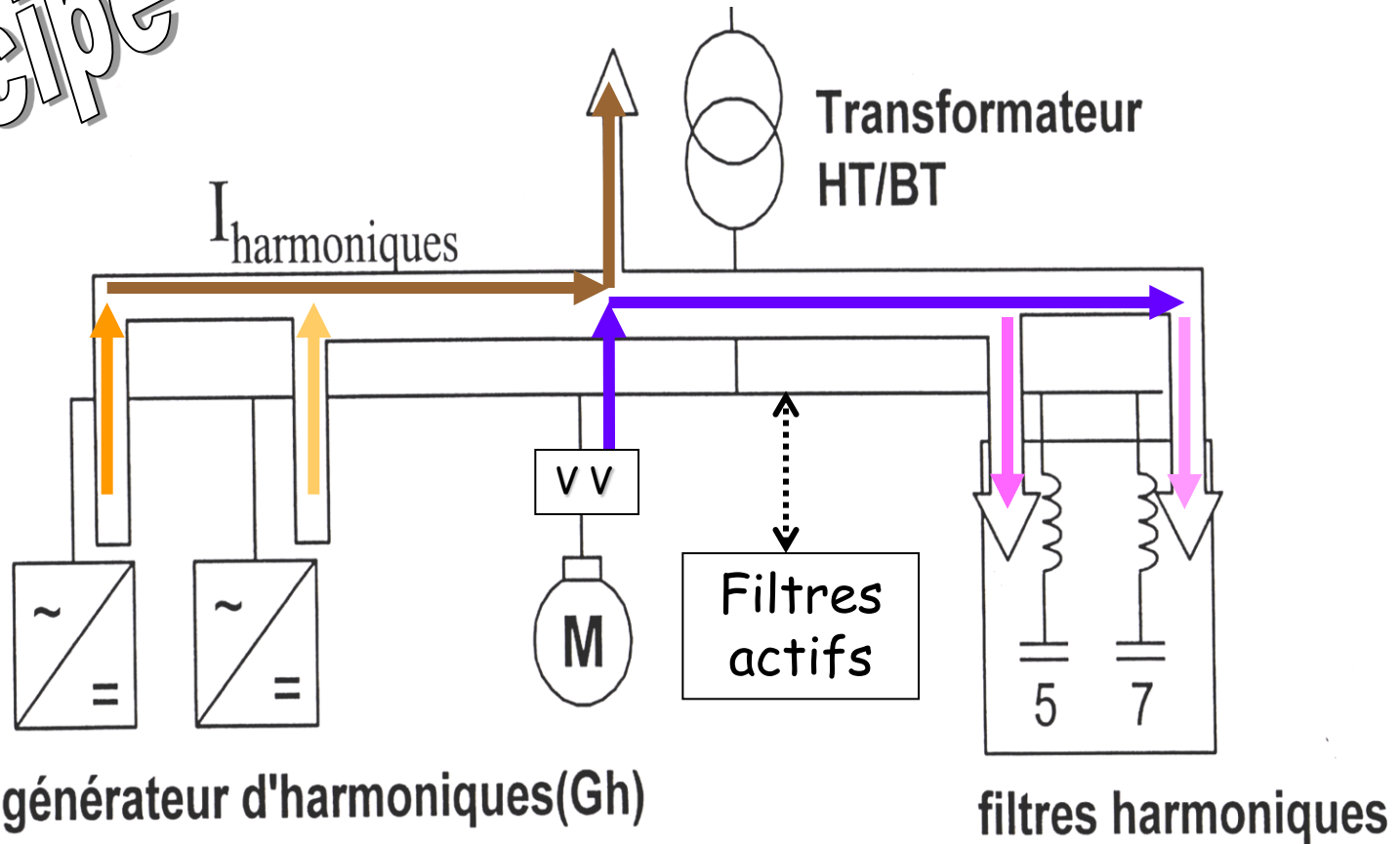
Technique

- Mesure de la pollution harmonique et évaluation en différents points de la distribution électrique.
- Bilan global de la pollution harmonique sur un cycle représentatif du profil de charge.
- Détermination du niveau de charge des transformateurs HTA / BT.
- Préconisations de solution de filtrage (actif, passif, hybride).

Réduction des coûts de l'énergie

suppression des harmoniques

principe



Filtre actif : tous rangs Filtres passifs : ex : rangs 5 - 7- ...



Tarifification de l'énergie

Tarif vert A5 _ lycée Prouvé

Prix hors taxes ^(a) au : 01/07/2011

TARIF VERT A5 - OPTION BASE

Version	Prime fixe annuelle (€/kW)	Prix de l'énergie (€/kWh)				
		PTE	Hiver HPH	HCH	Eté HPE HCE	
A5	98,76	6,916	5,564	4,237	3,950	2,451
OPTION BASE	68,64	10,678	6,406	4,386	4,044	2,529
	48,12	14,879	7,559	4,776	4,165	2,597
	24,84	22,989	9,934	5,271	4,311	2,615
Energie réactive (€/kvarh)		1,770				
Coefficients de puissance réduite	TLU	1,00	0,71	0,31	0,27	0,25
	LU	1,00	0,75	0,37	0,33	0,19
	MU	1,00	0,67	0,24	0,17	0,16
	CU	1,00	0,69	0,32	0,23	0,17
Calcul des dépassements	Comptage	Electronique	KN (P _{MAX} -P)		K (P _{MAX} -P)	
	(k ₃ k ₂ k ₁)	4,30 €/kW	1,43 €/kW		35,87 €/kW	
Coefficients par poste		1,00	0,71	0,31	0,27	0,25
Hiver	: de novembre à mars inclus					
Eté	: d'avril à octobre inclus					
Pointe	: 2h le matin et 2h le soir de décembre à février inclus					
Heures Creuses	: 8h par jour et dimanche toute la journée					

The title is centered and flanked by three light purple circles. The top circle is solid, while the middle and right circles are hollow with a thin purple outline. The text is in a serif font. The top line is in brown, and the bottom line is in red with a white outline and a drop shadow.

Tarification de l'énergie

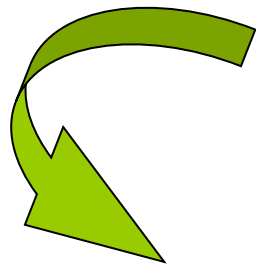
Tarif vert A5 _ lycée Prouvé

option de base MU : moyenne utilisation

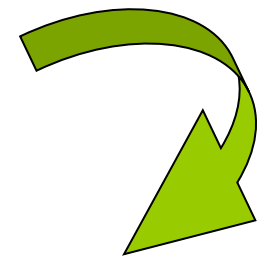
- pointe (PTE) : 2h le matin et 2h le soir : 9h - 11h et 18h - 20h
- heures pleines hiver (HPH) : période non PTE et HCH
- heures creuses hiver (HCH) : 8h par jour : 22h - 6h
- Quantité en franchise - énergie réactive : 13165 kVAR
 - Tg Phi au secondaire : 0.022

Réduction des coûts de l'énergie

Actions générales de la politique énergétique :



Tarif vert A5 MU



Heures de pointe



- Piloter la mise en marche des éclairages et usages informatiques non nécessaires
- Eviter l'utilisation des appareillages de collectivité énergivores
- Limiter les usages des appareils de confort (chauffage, climatisation,...)
- Privilégier les énergies renouvelables

Réduction des coûts de l'énergie

Actions générales de la politique énergétique

Maîtrise opérationnelle

Réduire les consommations wattées

Actions

Techniques

- Classifier les équipements énergétiques*
- Communiquer sur les actions et les modalités*
- Gestes pour économiser (couper, mettre en veille,...)*
- Gestion pertinente de la consommation*

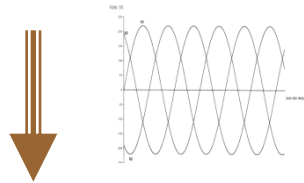
- Supprimer les effets qui dégradent la qualité de l'énergie*
- Adapter le dimensionnement des installations*
- Optimiser l'éclairage, le chauffage,...*
- Intégrer la modulation de l'énergie (gain jusqu' à 25%)*



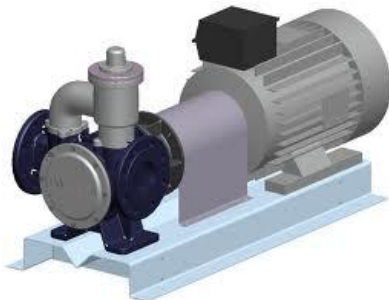
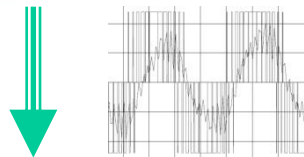
Réduction des coûts de l'énergie

la modulation d'énergie

U et f
fixes



U fixe
f modulée



Par exemple : à 80 % des besoins de la charge :

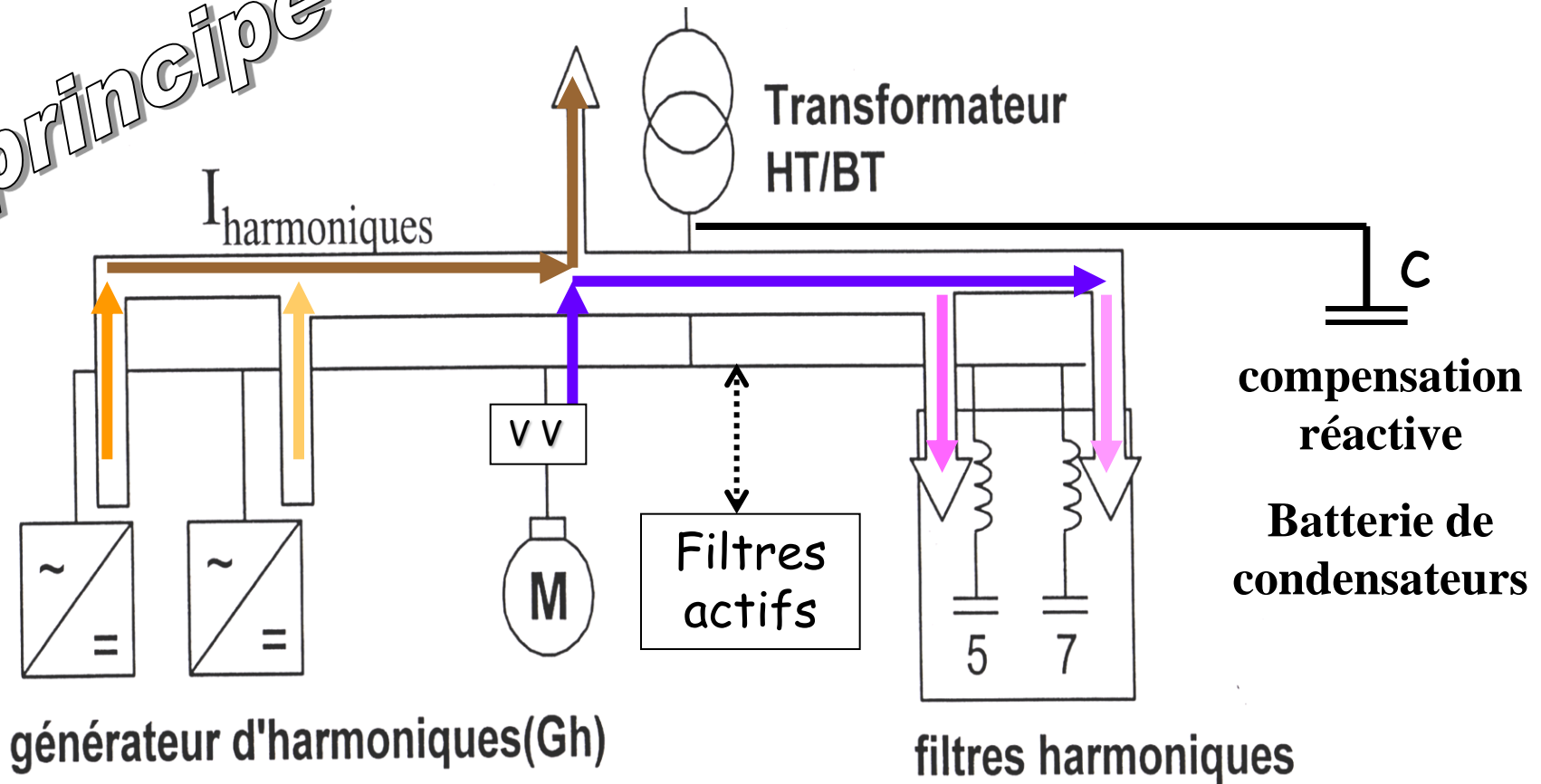
- *Gains énergétiques jusqu'à 25 % par rapport à une alimentation directe.*
- *investissement modéré*
- *Retour sur l'investissement en quelques mois*
- *Gain visible sur les factures à venir*



Réduction des coûts de l'énergie

Actions générales de la politique énergétique :

principe



3 Solutions techniques

