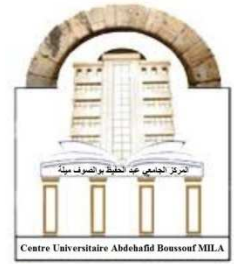




République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique
Centre Universitaire Abdel Hafid Boussouf
Mila



Support de Cours

Matière : Transport et Stockage de l'Énergie

Chapitre II : Gestion de l'Énergie

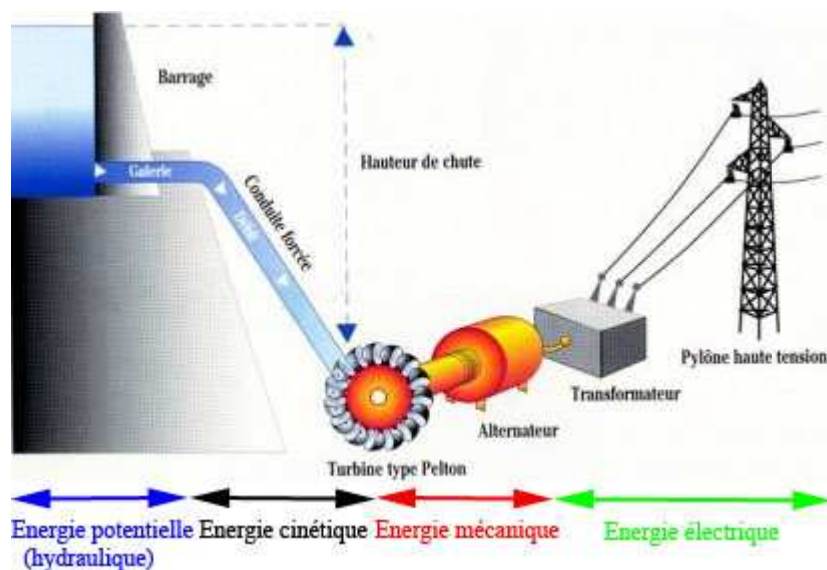
Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Énergétique

Master2

Semestre 3

Dr. ZEGHBID Ilhem



Année universitaire 2019-2020

Chapitre II

Gestion de l'Énergie

1. Introduction

La conservation de l'énergie signifie habituellement une diminution de la consommation d'énergie en raison de modifications comportementales plutôt que technologiques. La mise en application de méthodes de conservation d'énergie produit les mêmes avantages sur l'environnement que ceux obtenus en réduisant l'utilisation d'énergie par des produits et des matériaux écoénergétiques.

Les entreprises de services publics font régulièrement la promotion de la conservation de l'énergie en tant que moyen efficace de réduire la demande d'énergie. Les services publics d'électricité et de gaz sont en mesure de fournir l'information nécessaire s'appliquant aux résidences et aux commerces. Les moyens couramment recommandés pour conserver l'énergie sont d'utiliser des minuteries qui éteignent les appareils d'éclairage pendant les périodes d'inoccupation et des thermostats programmable pour baisser les points de consigne du chauffage et du refroidissement au cours de ces mêmes périodes.

La notion d'efficacité énergétique renvoie à une diminution de la consommation d'énergie attribuable à des modifications technologiques plutôt que comportementales. La plupart des appareils électroménagers ou autres types d'appareils utilisent de l'énergie pour fonctionner. Sauf pour les appareils solaires, ces équipements sont raccordés d'une façon ou d'une autre à une source d'énergie directe. Les dispositifs ou les produits écoénergétiques donnent un rendement équivalent tout en consommant moins d'énergie.

Grâce aux progrès technologiques, l'efficacité de la consommation d'énergie des appareils électroménagers et des appareils d'éclairage s'améliore constamment. Des organismes d'éco-étiquetage reconnus à l'échelle internationale ont élaboré des lignes directrices en matière de consommation énergétique des produits qui donnent une définition mesurable de normes d'efficacité énergétique technologiquement atteignables. La prescription ou le choix de produits considérés écoénergétiques permet

de réduire les impacts environnementaux en diminuant les coûts environnementaux associés à la production d'électricité, comme les émissions de dioxyde de carbone lors de la combustion de combustibles fossiles ou l'inondation des terres pour la construction de barrages hydroélectriques.

2. Gestion de l'énergie

La gestion adéquate et écologique des ressources combinée à la réduction des incidences environnementales peut favoriser le développement économique. Les projets de rénovation ou de construction procurent de multiples possibilités d'appliquer des mesures d'économie d'énergie. Dans le cas de projets de rénovation, plus les travaux prévus sont importants et complexes, plus il y a d'occasions d'améliorer l'efficacité énergétique. En ce qui concerne les projets de construction, la gamme des mesures d'économie d'énergie possibles est très étendue.

Il faudrait que les gestionnaires d'installations voient plus loin que la portée immédiate du projet pour trouver des occasions de réduire leur utilisation d'énergie. Lorsqu'une mesure d'économie d'énergie est mise en œuvre, il faudrait viser à optimiser les économies prévues et à les maintenir pendant toute la durée du projet et même au-delà. Il arrive souvent que des économies d'énergie prévues échouent à cause de méthodes d'exploitation et d'entretien déficientes. Par exemple, les produits écoénergétiques installés dans le cadre de rénovations sont parfois remplacés par des produits moins efficaces lorsqu'ils arrivent à la fin de leur durée de vie utile. Une des façons d'éviter ce problème est de mettre en place un plan de gestion de l'énergie doté de lignes directrices assurant que l'économie d'énergie soit pratiquée en permanence.

Un plan de gestion de l'énergie à long terme aide les gestionnaires d'installations à définir des mesures d'économie d'énergie, à les inclure dans leur planification et à intégrer l'efficacité énergétique dans les activités quotidiennes de l'organisation. Le regroupement de projets d'efficacité énergétique visant à maximiser leur rentabilité est un des éléments d'un plan efficace de gestion de l'énergie.

Trois ingrédients sont essentiels à la gestion efficace des éléments éco énergétiques d'un projet.

a) Equipe de gestion sur place :

Mettre en œuvre des mesures d'économie d'énergie est un processus complexe englobant de nombreuses activités. L'existence d'une équipe de gestion compétente chargée des mesures d'économie d'énergie est essentielle à la réussite du projet. L'équipe devrait se réunir très tôt dans le projet et établir un calendrier de rencontres fréquentes pour faire le point sur l'avancement des travaux. L'équipe devrait également inclure des experts dans des domaines techniques et d'autres domaines pour refléter les points de vue de l'administration et de l'exploitation.

b) Evaluation des experts

Lorsqu'on intègre la réduction de la consommation d'énergie à un projet, un grand nombre d'experts techniques sont nécessaires, car on peut, selon les étapes, avoir besoin de diverses compétences. Il arrive que des mesures d'économie d'énergie comprennent l'amélioration de l'enveloppe du bâtiment pour réduire la transmission de la chaleur par infiltration d'air, avec la conséquence que les polluants de l'air ambiant sont emprisonnés à l'intérieur et nuisent à la santé et au bien-être des occupants. Il faudrait être très vigilant tout au long d'un projet pour éviter que ce genre de situation ne se produise.

Selon l'envergure et la complexité du projet, un gestionnaire d'installations peut devoir se tourner vers des ressources extérieures spécialisées dans les domaines suivants :

- études de la consommation d'énergie;
- analyse des coûts et analyse économique;
- conception architecturale et conception des systèmes;
- aspects techniques;
- analyse de la qualité de l'air intérieur;
- méthodes de construction;
- mise en service;
- formation du personnel;
- entretien et surveillance;
- coordination des activités.

c) Impartition écoénergie

Les entreprises de services éconergétiques sont des entreprises privées qui dispensent des services éconergétiques. Ces entreprises fournissent une expertise technique pendant la planification et la mise en œuvre d'un projet et peuvent également aider à gérer les aspects financiers et à minimiser les risques. L'impartition éconergie est un moyen d'introduire des mesures d'efficacité énergétique dans des projets et de réduire les coûts d'exploitation grâce à un investissement initial minimal. Les entreprises de services éconergétiques offrent une gamme complète de compétences de même que les capitaux nécessaires pour mettre le projet en oeuvre. Les paiements sont fondés uniquement sur les économies d'énergie réalisées grâce aux améliorations effectuées au bâtiment. La majeure partie des risques techniques et financiers, et ceux liés à l'entretien, sont la responsabilité du fournisseur de services énergétiques.

Quelle que soit l'importance de la participation des professionnels des services énergétiques au projet, les gestionnaires d'installations doivent connaître les principes et les solutions d'efficacité énergétique. Ces notions seront au cœur de l'élaboration et de la mise en œuvre d'un plan de gestion de l'énergie à long terme.

3. Intégration des mesures d'économie d'énergie

Voici une marche à suivre qui pourrait servir à mettre en œuvre des mesures d'économie d'énergie. La chronologie et la portée des étapes définies peuvent varier suivant les projets.

- **Définition de la portée du projet**

La compréhension des objectifs et du budget du projet aidera à déterminer si le projet semble, ou non, offrir des possibilités d'incorporation de mesures d'économie d'énergie. Il faudrait également établir des périodes de recouvrement des coûts acceptables et le calendrier du projet.

- **Recherche**

Cette étape comprend une évaluation préliminaire des avantages financiers à incorporer au projet des systèmes éconergétiques et des mesures d'économie d'énergie. Il faudrait

qu'à l'étape des études, on évalue approximativement la quantité d'énergie pouvant être réellement économisée et les coûts liés à la mise en œuvre de ces mesures.

Dans le cas d'une installation existante, l'examen des registres et une étude de la consommation procureront des données de base valables. L'équipe du projet pourra ainsi avoir un aperçu des coûts d'énergie actuels et définir un modèle de consommation d'énergie. L'étude de la consommation permettra également de déterminer des secteurs très consommateurs d'énergie et les secteurs d'économie d'énergie potentiels. Les études techniques devraient fournir des estimations des coûts énergétiques et des modèles de consommation pour les projets de construction.

- **Étude de la consommation**

Elle permet de déterminer le modèle précis de consommation d'énergie et indique à quels endroits du bâtiment les modernisations proposées permettront de modifier ces modèles et les mesures d'économie les plus avantageuses. Une étude complète traitera des aspects de la conservation de l'énergie, de l'efficacité énergétique et des économies d'énergie. Par exemple, si les occupants laissent des appareils d'éclairage allumés à la fin de la journée, l'étude pourrait recommander que les travaux de modernisation comportent l'installation de capteurs de présence et de régulateurs d'éclairage automatiques qui éteignent les appareils d'éclairage lorsque les pièces sont inoccupées. L'étude de la consommation peut consister en une visite brève ou en une vérification complète. Son importance doit être proportionnelle à l'envergure du projet de rénovation.

Une étude de la consommation est une approche systématique pour recueillir l'information concernant l'utilisation de l'énergie, les systèmes de chauffage à l'eau chaude, l'éclairage, l'équipement de bureau et les autres appareils très consommateurs d'énergie. L'étude portera sur les types d'équipements et leur utilisation ainsi que sur les degrés d'activité, et elle apportera des réponses aux questions fondamentales suivantes :

Qui -quels occupants ou quelles activités humaines consomment le plus d'énergie.

Quand - le modèle de consommation d'énergie avec les moments de la journée ou les activités les plus énergivores.

Où -quelle est la consommation d'énergie d'équipements comme les appareils CVCA et les chauffe-eau.

Quoi -quels secteurs doivent être visés par les économies d'énergie.

4. Surveillance du système

La direction devrait régulièrement passer en revue les données de surveillance. Les résultats devraient être comparés aux économies d'énergie prévues et utilisés pour faire le suivi et la mise à jour des objectifs de réduction de la consommation. Un programme de surveillance régulière permet à la direction de savoir si les économies d'énergie prévues peuvent être réalisées. Il permet de suivre de près la consommation d'énergie et de faire l'évaluation continue des mesures d'économie adoptées.

La surveillance peut être une activité simple ou complexe. Réduite à sa plus simple expression, elle signifie passer en revue les factures d'électricité, mais cet exercice ne fournit que des renseignements d'ordre financier et peut être assez décevant compte tenu de l'augmentation continue des coûts. À un degré plus complexe, elle signifie d'effectuer des mesures de la consommation d'énergie d'un bâtiment ou d'un équipement en particulier. Quoiqu'il y ait des coûts associés à ces calculs, l'information obtenue est beaucoup plus précise et utile pour évaluer l'efficacité d'un programme d'économie d'énergie.

5. Les stratégies de gestion : la planification, l'organisation et le suivi

La Stratégie : C'est une démarche concrète qui tend à orienter l'activité du gestionnaire vers la concrétisation de la mission et des objectifs de l'entreprise.

Une stratégie est un plan détaillé pour atteindre la réussite, l'ensemble de décisions et d'activités que nous sélectionnons pour réaliser nos objectifs à **long terme**. C'est l'itinéraire que nous suivons. Chaque organisation doit déterminer ce qu'elle veut réaliser et comment faire pour atteindre le but désiré en utilisant les produits dont elle dispose, ses clients et ses activités d'exploitation. La stratégie est fluide, continue et interactive et peut être ventilée en étapes ou éléments logiques.

- **La planification**

La **planification** consiste à déterminer de quelle façon les ressources d'une **entreprise** seront utilisées pour obtenir les résultats désirés. Elle permet de choisir entre plusieurs, la meilleure option qui permettra d'atteindre l'objectif de la façon la plus efficace.

La planification est un processus qui permet d'identifier les objectifs à atteindre et les moyens les plus avantageux pour les réaliser,

1. Détection des points faibles et forts;
2. Détermination des objectifs à court et moyen termes;
3. Appréciation de l'écart entre la situation actuelle et l'objectif;
4. Identification des activités à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs.

Pourquoi planifier?

- Pour coordonner les activités.
- Pour assurer que le futur est pris en considération.
- Pour définir les objectifs à long terme:
- Pour agir sur le futur et le contrôler;
- Pour maîtriser son environnement en perpétuel changement.

- **L'organisation**

On peut définir l'organisation d'une entreprise comme étant les devoirs, les responsabilités et les relations des membres de l'entreprise. Ce concept et sa compréhension sont essentiels à la **gestion efficace**. Le concept d'organisation d'entreprise doit idéalement être intégré à la gestion opérationnelle de l'entreprise dès la création de l'entreprise et doit perdurer jusqu'à sa fin. Une gestion d'entreprise qui est flexible et réactive est une gestion qui sera efficace. Le dynamisme des employés et leur adaptabilité est aussi un enjeu qui devient de plus en plus important avec la mondialisation.

- **Le suivi**

Le suivi est centré sur le recueil régulier d'informations et la vérification à intervalles rapprochés des progrès réalisés sur le court terme, complétés par l'analyse des implications de ces progrès pour le projet. Il contribue à l'auto-évaluation permanente en fournissant les données nécessaires, par des mécanismes formels, c'est-à-dire le recueil et l'échange d'impressions tirées d'entretiens avec les acteurs et d'observations sur le terrain.

6. Les méthodes de gestion de l'énergie

Un grand nombre de programmes et méthodes de gestion du fait des nombreux acteurs concernés (consommateurs, gestionnaires du réseau, revendeurs,...). Il existe à la fois des programmes appliqués depuis longtemps (gestion classique) et des programmes plus récents basés sur des méthodes de contrôle avancées.

L'ensemble des méthodes de gestion seront réparties en deux classes, selon que les méthodes de contrôle mises en œuvre sont directes ou indirectes.

6.1 Méthodes de gestion indirectes (Indirect Load Control)

Elles incitent les utilisateurs (consommateurs ou clients) à modifier leur comportement énergétique. Le consommateur gère lui-même ses activités énergétiques (choix des fournisseurs, de l'abonnement, équipements d'électricité,...), mais les gestionnaires ou les opérateurs du réseau ne peuvent pas contrôler directement les charges des utilisateurs. Les programmes de contrôle indirect de la charge peuvent être rassemblés en quatre groupes principaux :

Premier groupe : Ces sont les actions ayant pour but d'encourager les utilisateurs à remplacer leurs anciens appareils électriques et à utiliser des solutions plus économes en énergie exemples: utilisation des lampes à basse consommation, ou incitation au renforcement de l'isolation thermique, etc). Ces méthodes reposent essentiellement sur des aides au financement en vue de faciliter la pénétration des nouvelles technologies.

Deuxième groupe : L'utilisateur est sollicité pour s'accorder avec les fournisseurs afin de réduire sa consommation pendant certaines périodes dans la journée en échange d'aides financières ou de primes. Les méthodes sont appliquées en particulier largement en vue de résoudre les problèmes liés aux pics de consommation pour les heures de pointe.

Troisième groupe : Il s'agit d'appliquer des tarifs différents au cours de la journée. La France, l'Espagne, les États-Unis ou quelques autres pays ont appliqué de nombreux programmes selon cet axe. Avec ces méthodes, des renseignements relatifs au prix de l'énergie électrique sont fournis aux utilisateurs, lequel peut alors adapter ses comportements de consommation afin de tirer le meilleur parti des tarifs variables. Il s'agit d'une action indirecte, dont le résultat dépend de la sensibilité du client aux prix élevés.

Quatrième groupe : Il s'agit des méthodes basées sur le fait que sur le marché électrique le prix de l'électricité présente un caractère dynamique. Ces méthodes qui permettent à l'utilisateur de faire face à des prix différents sur le marché électrique et de prendre la responsabilité de ces décisions d'achat. Le "Demand Side Bidding" (DSB), par exemple, est une approche très populaire qui permet aux utilisateurs de participer de manière active au marché de l'électricité. Il autorise les consommateurs à changer de fournisseur et à négocier le prix de l'électricité. Le DSB est très prometteur pour augmenter la concurrence dans le marché de l'énergie et améliorer l'efficacité d'utilisation énergétique en appliquant des approches de programmation optimale orientées vers le marché. Il faut bien noter que ces quatre méthodes indirectes sont appliquées par des opérateurs sous la forme de règles ou de contrats. Ils incitent les consommateurs à un changement du comportement de l'utilisation d'énergie électrique.

6.2 Méthodes de gestion directes (Direct Load Control-DLC)

Ce sont des moyens/méthodes de contrôle qui permettent aux opérateurs du réseau et également aux utilisateurs de réaliser directement des actions de gestion de la charge afin d'atteindre des objectifs de contrôle bien définis. En général, les méthodes DLC appliquées dans le secteur résidentiel-tertiaire visent à contrôler les consommations des climatisations, des chauffages, des chauffe-eau et des dispositifs d'éclairage. La

classification des méthodes de gestion est basée sur divers caractéristiques, comme le type de charge, les temps de calcul requis ainsi que la nature des données à traiter.

1. *Méthodes de gestion préventives*

Elles reposent sur des programmes ayant pour but d'établir à l'avance des plans d'affectation de l'énergie dans certains créneaux horaires. Le principe de ces méthodes est de fournir des informations, de manière cohérente et crédible, liées à l'énergie qui sera consommée dans le futur. Les fluctuations du coût énergétique, les changements liés aux usages ou encore les prévisions météorologiques, sont les informations les plus utilisées. Elles répondent aux exigences de planification de charge du système. Basés sur ces informations, des actions et des plans d'utilisation de l'énergie sont élaborés en utilisant des techniques de recherche opérationnelle. Concernant la prévention météorologique, les programmes de gestion peuvent récupérer les informations à distance via des lignes de communication dédiées. La prévision la plus importante concerne la prévision des courbes de charge. Pour ce faire une grande variété de techniques sont disponibles : des réseaux de neurones artificiels (Artificial Neural Network- ANN,), systèmes experts, systèmes d'apprentissage comme les systèmes flous, reposant en majorité sur des bases de données. L'efficacité des méthodes de gestion préventive dépend fortement de la précision des résultats et de la capacité de prévision à s'adapter aux incertitudes. L'emploi de techniques optimales est indispensable pour la planification des affectations énergétiques, afin d'atteindre le niveau de performance désiré. Elles sont appliquées afin trouver la solution optimale entre des plans possibles d'affectation de l'énergie. Ces plans sont normalement définis en utilisant des modèles mathématiques ou des simulations. Ces plans varient en fonction de divers paramètres comme l'évolution des tarifs électriques (heure pointe/creuse, marché électrique), les demandes directes auprès du fournisseur, les ressources complémentaires, etc. Le temps de calcul d'un programme optimal dépend directement du nombre de variables à résoudre. Pour tenir compte des contraintes liées au temps de réponse, les formulations d'un problème d'optimisation doivent être aussi simples que possible (la complexité de calcul est plus faible).

2. *Méthodes de gestion en temps réel*

L'objectif de ces méthodes est de contrôler les charges de façon directe avec un temps d'intervention rapide, en temps réel. Ces méthodes sont appliquées dans plusieurs domaines comme les systèmes de contrôle de l'éclairage, de la porte, etc, dont les actions de contrôle sont déterminées en fonction d'événements à future. Récemment, de nouvelles approches ont été proposées. **Premièrement**, ce sont des méthodes directes basées sur l'utilisation de capteurs (Sensor-based approach). Cette approche améliore la qualité des services de gestion, en vue de satisfaire les besoins des occupants, ou d'optimiser l'utilisation de l'énergie, en profitant des derniers développements dans le domaine des capteurs. **Deuxièmement**, les méthodes de gestion directe s'appuient sur des techniques de Multi-agent (MA). Ces techniques sont très répandues pour construire un système de gestion autonome. Elles considèrent les équipements et les utilisateurs du système comme un ensemble d'agents. Chaque "agent" agit de façon autonome et intervient avec les autres en respectant des contraintes globales déterminées par le système.