

LIVRET

PÉDAGOGIQUE

- GESTION DE L'ENVIRONNEMENT -

GESTION DURABLE DE L'ÉNERGIE



La présente publication a été élaborée par le COLEACP dans le cadre de ses programmes Fit For Market, Fit for Market SPS et STDF, financés par l'Union européenne (Fonds européen de développement – FED), l'Agence Française de Développement (AFD) et Le Fonds pour l'application des normes et le développement du commerce (STDF)

Le contenu de la présente publication relève de la seule responsabilité du COLEACP et ne peut aucunement être considéré comme reflétant le point de vue officiel de l'Union européenne, de l'AFD et du STDF.

Le COLEACP détient la propriété intellectuelle de l'ensemble du document.

Cette publication fait partie intégrante d'une collection COLEACP, composée d'outils de formation, de supports pédagogiques et de documents techniques. Tous sont adaptés aux différents types de bénéficiaires et niveaux de qualification rencontrés dans les filières de production et de commercialisation agricoles.

Cette collection est disponible en ligne pour les membres du COLEACP.

L'utilisation de tout ou partie de la publication est possible dans le cadre de partenariats ciblés et selon certaines modalités. Pour cela, contacter le Coleacp à network@coleacp.org.



GESTION DURABLE DE L'ÉNERGIE

AMIS FORMATEURS, QUELQUES CONSEILS 1

MATIÈRES À DÉLIVRER.....5

FEUILLETS PÉDAGOGIQUES 7

- FEUILLET 1 : Sources d'énergie, système de gestion de l'énergie et audit énergétique
- FEUILLET 2 : Utilisation efficace de l'énergie, voies de rationalisation, bilan énergétique
- FEUILLET 3 : Transition énergétique, techniques de gestion et de production d'énergie renouvelable

RÉSUMÉ DU MANUEL 21

- 1. Les défis du changement climatique pour le secteur agricole
- 2. Principaux défis énergétiques
- 3. Interaction entre changement climatique et utilisation de technologies d'énergie renouvelable
- 4. Sources d'énergie
- 5. Besoins énergétiques et économie de l'énergie de base
- 6. Efficacité énergétique et choix de la source d'énergie
- 7. Utilisation efficace de l'énergie, voies de rationalisation, bilan énergétique
- 8. Accès à l'énergie
- 9. Les points où la réduction de la consommation est possible
- 10. Entreprendre un bilan énergétique dans une entreprise agricole
- 11. La transition énergétique
- 12. Technologies de l'énergie renouvelable pour les chaînes agro-alimentaires

Amis formateurs, quelques conseils



POURQUOI UN LIVRET PÉDAGOGIQUE ?

Les « Manuels de formation » rédigés par le COLEACP sont de précieux supports de formation. Pour les rédiger, le COLEACP s'est adressé aux meilleurs experts du domaine abordé avec pour objectif de produire sur un thème donné un document de vulgarisation qui rassemble et structure l'essentiel des connaissances actuelles. Ces manuels se veulent les plus exacts et complets que possible, adaptés au contexte ACP, orienté sur les problématiques transversales qui concernent l'horticulture. Mais l'objectif était aussi qu'ils soient abordables, compréhensibles et agréables à lire par des personnes qui ne sont pas nécessairement des experts avertis de la matière. Néanmoins, assimiler souvent en un temps réduit l'ensemble de la matière ainsi rassemblée **représente un effort considérable**.

Les manuels de formation, qui s'adressent en priorité aux experts et aux personnes les plus qualifiées, étant **souvent volumineux et complexes**, il était nécessaire d'aider les experts-formateurs à identifier les éléments les plus importants à retenir, et de rassembler pour eux une liste de « messages clés » à diffuser vers les apprenants lors des formations du COLEACP. Ce livret pédagogique est donc **un outil précieux et pratique** qui est mis à votre disposition **pour vous aider à préparer vos formations** sur le thème dont il est question dans ce Livret.

QUE CONTIENT LE LIVRET PÉDAGOGIQUE ?

Chaque livret pédagogique contient :

1. La liste des matières à délivrer aux participants lors de la formation

C'est une table des matières résumée du manuel de formation. Cette liste vous permet d'avoir une **vue globale** de l'ensemble **des grands points** qui devront être abordés lors de la formation. **L'ordre de la liste ne doit pas nécessairement être respecté**, car l'organisation des séquences est laissée à votre appréciation et dépend éventuellement d'autres facteurs (ex. : disponibilité d'un expert-formateur ; timing des séquences de formation ; place réservée aux exercices...).

Dans certains cas, **seuls certains aspects** (ou chapitres) **de la matière seront abordés** (par exemple : si les participants maîtrisent parfaitement certaines parties du sujet abordé en formation, il est inutile de les présenter en détails ; un petit rappel peut suffire et être efficace pour aborder la suite).

Toutefois, quand vous abordez une partie de la matière (un chapitre), les principaux « points » repris pour chaque chapitre vous permettent d'organiser vos présentations et animations, de manière logique et pertinente pour l'apprenant. **Il vous est aussi conseillé de présenter tous les points d'un chapitre.**

2. Des feuillets pédagogiques

Un livret pédagogique contient autant de « feuillets » qu'il y a de chapitres dans le manuel de formation. Chaque feuille reprend d'une part les **objectifs pédagogiques** de cette partie de la matière à délivrer (ce que l'apprenant doit être capable de...), et d'autre part, suivant la structure de la table, les « **messages clés** » (ce que l'apprenant doit absolument avoir assimilé en fin de formation). Il est donc très important de vous assurer de **bien diffuser la totalité des messages au cours de la séquence de formation.**



3. Un résumé du contenu du manuel

Un résumé du manuel de formation a été inséré dans ce livret pédagogique. Structuré de manière identique au manuel, il reprend l'essentiel du contenu en 15-20 pages tout en restant beaucoup moins complet (le résumé ne reprend ni les tableaux, ni les figures).

Ce résumé est avant tout destiné au formateur.

- **En début de mission**, au moment de préparer ses séquences d'intervention et ses supports, il vous permet de prendre connaissance très rapidement de l'ensemble des contenus que vous devrez aborder et de visualiser les liens entre les différentes parties de la matière à délivrer.
- **En cours de formation**, vous pouvez utiliser ce résumé **pour préparer vos synthèses journalières**, en rappelant aux participants les éléments essentiels vus au cours d'une journée (synthèse de 15-20 minutes en fin de journée avec réponse aux questions).
- **En début ou en fin de formation**, si vous le souhaitez, vous pouvez délivrer aux participants une copie de ce résumé. Si le résumé est distribué au début de la formation, il vous est conseillé de demander aux participants de surligner les passages évoqués dans votre synthèse de fin de journée (points de repère dans la matière).

Ce résumé est également utile aux apprenants en fin de formation : il leur permettra en quelques minutes de **se rappeler l'essentiel du thème abordé** (p. ex., avant une évaluation des acquis), alors que relire l'ensemble du manuel pourrait s'avérer fastidieux.

COMMENT CE LIVRET PÉDAGOGIQUE PEUT-IL VOUS AIDER À PRÉPARER VOS INTERVENTIONS EN FORMATION ?

L'intention en mettant ce livret pédagogique à votre disposition est de **vous aider à préparer vos séquences de formation et à structurer votre programme jour par jour**.

- **Considérez que chaque feuillet représente un tout** : s'il y a, par exemple, 4 feuillets, cela signifie qu'il doit y avoir 4 parties distinctes dans votre formation. Un temps suffisant doit donc être accordé dans le programme à chacune de ces 4 parties. Chaque partie de la matière devra aussi faire l'objet d'une évaluation des compétences.
- **Considérez ensuite les objectifs pédagogiques** : cela vous aidera à choisir (a) la méthode de formation la plus adéquate pour l'atteinte de ses objectifs (faut-il, p. ex., prévoir des exercices, des mises en situation, des animations de groupe...); (b) la méthode d'évaluation des acquis de cette partie.
- **Enfin, préparez vos supports** (ex : PowerPoint, tableaux à feuilles ou fiches d'animation, questions d'évaluation) en veillant à ce que l'ensemble des messages clés soient repris (« Ai-je bien prévu de parler de tous ces points ? Ai-je bien prévu une évaluation sur chaque point clé ? »).



N'OUBLIEZ PAS DE COMPLÉTER CE LIVRET PÉDAGOGIQUE !

Ce livret pédagogique est fait **pour vous... C'est un outil qui doit vivre !**

À la fin de chaque feuillet, un espace a été laissé libre pour ajouter **vos notes personnelles** : comme formateur, vous pouvez noter quelques réflexions sur la façon de faire passer les messages, noter vos questions, les réactions des participants, les points qui soulèvent des difficultés... **c'est-à-dire capitaliser votre expérience de formateur !**

Vous pouvez aussi y **noter les types de supports que vous avez utilisés**. Ce sera bien pratique quand vous aurez une nouvelle session à animer sur le même thème. Le COLEACP met à votre disposition de nombreux outils et supports, mais n'hésitez pas à en créer d'autres ou à utiliser d'autres supports existant qui seraient disponibles..., **la règle étant de bien maîtriser chacun des supports utilisés en formation** et de s'assurer qu'ils aident à faire passer les messages clés de manière plus efficace qu'en leur absence.



Matières à délivrer



CHAPITRE 1 – SOURCES D'ÉNERGIE, SYSTÈME DE GESTION DE L'ÉNERGIE ET AUDIT ÉNERGÉTIQUE

- Introduction
- Besoins énergétiques et principes fondamentaux de l'économie de l'énergie
- Systèmes de gestion de l'énergie
- Audit énergétique

CHAPITRE 2 – UTILISATION EFFICACE DE L'ÉNERGIE, PISTES DE RATIONALISATION, BILAN ÉNERGÉTIQUE

- Accès à l'énergie
- Efficacité énergétique
- Comprendre comment limiter la consommation d'énergie dans une exploitation agricole/entreprise

CHAPITRE 3 – TRANSITION ÉNERGÉTIQUE, TECHNIQUES DE GESTION ET DE PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

- Transition énergétique
- Outils d'évaluation pour aider à la prise de décisions
- Les énergies renouvelables décentralisées pour le stockage, la transformation, le transport et la distribution après récolte



Feuillets pédagogiques

Feuillet 1 : Sources d'énergie, système de gestion de l'énergie et audit énergétique	9
Feuillet 2 : Utilisation efficace de l'énergie, voies de rationalisation, bilan énergétique	13
Feuillet 3 : Transition énergétique, techniques de gestion et de production d'énergie renouvelable	17





FEUILLET 1

Sources d'énergie, système de gestion de l'énergie et audit énergétique

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de cette séquence de formation, le participant doit être capable de :

- comprendre les enjeux énergétiques liés à la production agricole et, plus généralement, liés au changement climatique ;
- comprendre les enjeux énergétiques dans une PME agricole ;
- identifier les éléments de consommation d'énergie d'une exploitation agricole et les sources de cette énergie ;
- comprendre les exigences d'un audit énergétique.

MESSAGES CLÉS

1) Les enjeux énergétiques liés à la production agricole et au changement climatique

- Le secteur agricole doit se transformer pour nourrir une population mondiale croissante, mais l'impact du changement climatique rend cette tâche plus difficile.
- Le secteur agricole est un des gros consommateurs d'énergie directe (carburant, gaz pour le chauffage de bâtiments d'élevage, électricité) et indirecte (engrais, aliments...).
- Des services énergétiques sont nécessaires pour répondre aux besoins humains fondamentaux et pour assurer les processus de production.
- Le changement climatique affecte la capacité du secteur agricole à assurer la sécurité alimentaire des populations locales.
- Le système alimentaire représente environ 30 % de la consommation mondiale totale d'énergie, avec 38 % de l'énergie consommée dans la chaîne agro-alimentaire.
- La plus grande partie de l'énergie utilisée provient des combustibles fossiles qui se révèlent être parmi les plus importants contributeurs aux émissions de gaz à effet serre (GES).
- Il y a un besoin réel et urgent pour tous ceux qui sont impliqués dans les chaînes agro-alimentaires de devenir plus efficaces dans leur consommation d'énergie.
- Le secteur agricole doit s'adapter à l'efficacité énergétique, pour assurer la durabilité ainsi que la viabilité socio-économique et environnementale.
- Les agriculteurs sont non seulement les acteurs de l'autosuffisance alimentaire, mais ils peuvent être également des acteurs majeurs dans l'autonomie énergétique.
- La réduction des émissions de GES, tout en satisfaisant la demande mondiale de services énergétiques, requiert une conservation efficace de l'énergie et une commutation des énergies fossiles.



- La complémentarité entre les exploitations agricoles et le secteur énergie doit permettre le développement des énergies renouvelables, à double titre : au niveau de la production d'énergie (valorisation des résidus agricoles) et au niveau de l'utilisation des énergies renouvelables sur les exploitations.

2) Les enjeux énergétiques dans une PME agricole

- Les PME agricoles ont une forte dépendance aux combustibles fossiles et l'adaptation, par la sélection judicieuse de technologies énergétiques qui permettent de maintenir la production et d'autres activités, est une grande valeur ajoutée.
- L'option privilégiée d'une PME agricole est celle des énergies renouvelables (ER) correctement mises en œuvre pour offrir un potentiel élevé de co-bénéfices.
- Investir dans les énergies renouvelables, c'est préserver l'énergie de la PME.
- La PME doit réaliser un « état de lieux » pour servir de « point zéro » du plan d'action, avant de développer de nouvelles technologies et/ou d'investir dans de nouvelles technologies.
- La PME doit introduire des services énergétiques modernes dans les activités agricoles, notamment l'« agriculture intelligente face au climat » (AIC).
- L'agriculture intelligente face au climat (AIC) contribue à augmenter durablement la productivité, à adapter et à renforcer la résilience au changement climatique, dans le cadre de la réduction des émissions de GES.
- Les bénéfices induits du passage de la dépendance aux combustibles fossiles vers les ER aident à l'adaptation au changement climatique, non seulement pour les PME, mais aussi pour réduire l'impact cumulatif des émissions de GES dans leur région.
- Les PME doivent évoluer vers des systèmes (agro-)alimentaires éco-énergétiques améliorant l'efficacité énergétique, et augmentant l'utilisation et la production d'énergie renouvelable.
- Les systèmes alimentaires éco-énergétiques élargissent l'accès aux services énergétiques modernes.
- La synergie entre l'agriculture intelligente face au climat et les systèmes alimentaires éco-énergétiques crée une valeur ajoutée pour les PME: réduction des émissions et de la dépendance aux combustibles fossiles ; amélioration de la productivité et de la résilience des agro-écosystèmes.

3) Les sources de l'énergie consommable dans une exploitation agricole

- Les combustibles fossiles comprennent le pétrole, le charbon et le gaz naturel.
- Ce sont tous des combustibles riches en carbone, essentiellement des hydrocarbures issus de la méthanisation d'êtres vivants, qui sont morts et enfouis dans le sol depuis plusieurs millions d'années.
- Les combustibles fossiles sont à l'origine de fortes émissions de GES.
- Utilisés seuls, les combustibles fossiles ne sont généralement pas reconnus comme fournissant des co-bénéfices.
- Les sources de l'énergie Renouvelable sont les ressources éoliennes, solaires, hydroélectriques, géothermiques ou issues de la biomasse.



- L'énergie éolienne est une source d'énergie qui dépend du vent. Cette énergie permet de fabriquer de l'électricité dans des éoliennes, appelées aussi aérogénérateurs, grâce à la force du vent.
- L'énergie solaire est une source d'énergie qui dépend du soleil et permet de fabriquer de l'électricité à partir de panneaux photovoltaïques ou des centrales solaires thermiques, grâce à la lumière du soleil captée par des panneaux solaires.
- La production hydroélectrique est le procédé qui transforme l'énergie potentielle de l'eau en énergie électrique.
- L'énergie géothermique dépend de la chaleur de la Terre et permet de fabriquer de l'électricité dans les centrales géothermiques, grâce à l'eau très chaude des nappes du sous-sol.
- L'énergie issue de la biomasse est une source d'énergie renouvelable qui dépend du cycle de la matière vivante végétale et animale.
- Les technologies d'ER sont largement utilisées dans les AIC et les systèmes énergétiques intelligents.
- La combinaison de technologies énergétiques appropriées, d'équipements et d'installations qui améliorent l'efficacité énergétique réduit les émissions de GES.
- La détermination de la combinaison des types d'énergie qui offre les meilleurs avantages nécessite une étude, un calcul des coûts et une bonne planification des investissements.

4) Les exigences et la réalisation d'un audit énergétique

- Un système de gestion de l'énergie englobe tous les éléments d'une organisation qui sont nécessaires pour créer une politique énergétique.
- Un audit énergétique est une étude de la manière dont l'énergie est utilisée dans une installation et une analyse des alternatives possibles.
- Un audit énergétique constitue un élément clé de la norme ISO 50001/2 et permet d'aider à évaluer l'efficacité du système de gestion énergétique mis en œuvre.
- Un audit énergétique (vérification ou un examen) exige une indépendance, une définition de ce qu'on recherche, une méthodologie de travail, l'analyse des résultats et un rapport.
- La démarche d'audit comprend : une planification, une définition des responsabilités, une identification des principaux systèmes à considérées, la définition de la portée et des limites, des visites sur sites, un rapport d'audit.
- La planification se fait en élaborant un questionnaire pour obtenir les données et toutes les informations sur la production et la construction avec installations et système d'exploitation.
- La définition des responsabilités et des délais permet d'effectuer les vérifications/révisions.
- L'observation permet d'identifier les principaux systèmes énergétiques, mais aussi le comportement humain lors de l'utilisation de l'équipement.
- La définition de la portée et des limites permet de segmenter chaque limite en fonction d'une utilisation significative de l'énergie.



- Les visites sur sites permettent d’inventorier les équipements de production et de production d’énergie.
- L’organisation de réunions permet d’établir les objectifs et les cibles de la vérification/ de l’examen.

5) Identifier les éléments de consommation d’énergie d’une exploitation agricole

- On doit produire un inventaire détaillé de tous les éclairages : type de luminaires et de lampes, puissance des lampes et heures d’ouverture.
- On doit produire une liste détaillée de tout équipement de chauffage, de climatisation et de ventilation doit être enregistrée dans l’inventaire avec : leur taille, numéro de modèle, spécifications électriques et heures d’utilisation estimées.
- On doit produire un inventaire détaillé des moteurs électriques : taille du moteur, utilisation, âge, modèle, heures de fonctionnement estimées, caractéristiques électriques et intégration possible du variateur de vitesse.
- On recherche toute pièce d’équipement à alimentation électrique rarement utilisée, ou dont l’utilisation pourrait être contrôlée ou déplacée vers les heures creuses.
- On explore les possibilités de récupération pour le préchauffage de la chaleur résiduelle habituellement issue de l’échappement du système.
- On inspecte les canalisations de vapeur afin d’identifier toute fuite ou défaillance d’isolation.

NOTES PERSONNELLES ET RÉFÉRENCES DES SUPPORTS UTILISÉS

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



FEUILLET 2

Utilisation efficace de l'énergie, voies de rationalisation, bilan énergétique

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de cette séquence de formation, le participant doit être capable de/d' :

- identifier les points où la réduction de la consommation est possible ;
- comprendre comment limiter la consommation d'énergie dans une ferme, entreprise ;
- comprendre comment entreprendre un bilan énergétique ;
- quantifier les entrées et les sorties d'énergie au niveau de la ferme.

MESSAGES CLÉS

1) Chercher les points du processus où la réduction de la consommation est possible

- La production, la récolte et la post-récolte sont les différentes étapes où se font les apports énergétiques et où la réduction de la consommation est possible.
- En production, moins de recours aux pesticides et aux engrais chimiques, c'est moins d'énergie nécessaire pour la production et la dépollution, au niveau de la PME, de la collectivité.
- En production, les pulvérisations de fongicides pour les produits frais peuvent être réalisées à l'aide de simples pompes manuelles.
- Au stade de la récolte, travailler tôt le matin lorsque les températures de l'air sont plus fraîches permet de réduire les besoins en énergie et les coûts de refroidissement.
- Le *low-tech* pour le séchage, le nettoyage ou lavage, la lutte contre les maladies et les ravageurs, le tri, le calibrage et l'emballage est moins énergivore.
- En post-récolte, le nettoyage / lavage est réalisé à la main pour réduire la consommation d'énergie.
- Pour le tri et calibrage, les anneaux de calibrage et les nuanciers sont utilisés pour trier visuellement et trier manuellement les fruits et légumes frais.
- Des outils simples tels que des règles ou des étriers sont utilisés pour mesurer la taille ou la longueur des produits.
- L'emballage peut être réalisé à la main dans des caisses en plastique, des caisses en carton ou des conteneurs fabriqués localement et garnis de sacs en plastique.
- On peut favoriser la ventilation naturelle de l'air : des cheminées thermiques sont ajoutées aux structures existantes ou incluses dans la conception de nouvelles installations pour assurer le refroidissement naturel de l'environnement de la station d'emballage.



- L'énergie solaire et le biodiesel (éco-énergies) sont utilisés dans l'irrigation et les serres, pour le refroidissement et le transport.
- Les modes de production agricole influencent la consommation d'énergie, et les fermes biologiques offrent des possibilités d'économies indirectes d'énergie (moins d'intrants).
- Les systèmes de chauffage à haute efficacité offrent une solution idéale pour se chauffer tout en protégeant l'environnement et en économisant de l'énergie et de l'argent.

2) Efficacité énergétique, conversion, et stratégies de minimisation et de maximisation

- L'efficacité implique toujours à la fois les ressources utilisées et les services fournis.
- L'efficacité implique un changement du système dans lequel la puissance et la chaleur sont générées de manière conventionnelle dans des cycles de production.
- À la place des systèmes conventionnels, des systèmes de réutilisation/récupération de la chaleur et des installations de cogénération sont préconisés.
- L'éclairage à haute efficacité est une option éco-énergétique, comme les diodes électroluminescentes (*light-emitting diode* ou LED)
- L'efficacité totale du luminaire est définie par le rapport entre le flux sortant du luminaire et la consommation électrique.
- Dans les systèmes de pompages d'eau, des kits d'irrigation à énergie solaire simples, mais pertinents, se révèlent efficaces énergétiquement et permettent des économies d'énergie.
- Les variateurs de vitesse éliminent les séquences de marche/arrêt, réduisant ainsi la consommation d'énergie et le niveau acoustique, tout en ménageant les moteurs pour augmenter leur longévité par un démarrage progressif.
- Les variateurs de vitesse améliorent la performance énergétique des installations en adaptant la puissance froide au strict nécessaire de la demande et réduisent les pics d'intensité dans la consommation électrique.
- Les compresseurs à haut rendement sont des installations qui permettent de réduire la consommation d'énergie de l'installation d'air comprimé.
- Les récupérateurs de chaleur sont des kits ajoutés à l'appareil de chauffage dans le but de mieux diffuser la chaleur produite afin que l'ensemble de la maison profite d'une seule et unique source de chaleur ; c'est une mesure éco-énergétique éprouvée et efficace.
- Les pré-refroidisseurs sont des systèmes d'échange de chaleur, entre (p. ex.) le lait et l'eau froide, qui permettent d'envoyer un produit pré-refroidi dans le tank.
- La réalisation d'audits par des professionnels (ou faits soi-même) est utile et même nécessaire pour l'amélioration continue de l'entreprise.

3) Approche pour limiter la consommation d'énergie dans une ferme, une entreprise

- Le premier défi à relever pour limiter la consommation d'énergie dans une ferme ou une entreprise consiste à la définition des limites du système énergétique et des installations.



- La définition consiste à définir une frontière de système de façon très spécifique.
- La définition appliquée au « système » est : tout bâtiment consommant de l'énergie, une zone dans un bâtiment, un système d'exploitation, une collection d'équipements ou une pièce d'équipement autour de laquelle une limite peut être placée au sens figuré.
- Les flux d'énergie qui traversent la frontière doivent être pris en compte afin de pouvoir quantifier les flux émis et les flux sortants.
- Le second défi à relever est la collecte de données de flux d'énergie provenant de diverses sources, y compris des mesures directes, en considérant uniquement les flux d'énergie qui traversent la frontière du système telle qu'elle a été définie.
- Le troisième défi concerne la sensibilisation et l'information des employés sur la politique énergétique de l'entreprise, avec les objectifs de gestion de l'énergie et les responsabilités de chacun.
- Un plan de gestion transparente de l'énergie doit être à la disposition de tous.

4) Entreprendre un bilan énergétique

- Un bilan énergétique est une considération de l'apport, de la production et de la consommation d'énergie dans un processus ou une étape.
- Il faut faire une liste de tous les intrants énergétiques afin de connaître le coût réel de la consommation énergétique au travers de l'analyse des données recueillies.
- Un calcul exhaustif de la quantité d'énergie par équipement est obligatoire pour un bilan réaliste et fiable.
- Les indicateurs de performance énergétique spécifiques sont essentiels pour une meilleure évaluation de la consommation énergétique d'une entreprise.
- La rédaction d'un plan d'action énergétique est réalisé afin de permettre à chaque département concerné de déterminer son potentiel d'économies.
- La formulation des objectifs énergétiques spécifiques et la surveillance de la consommation d'énergie sont réalisées sur la base des opportunités d'améliorations identifiées.

5) Quantification des entrées et des sorties d'énergie au niveau de la ferme

- Il faut sélectionner des unités de mesures pratiques et être capable de convertir les différentes unités en une seule unité sélectionnée pour la consolidation des données.
- Il faut savoir calculer l'énergie contenue dans le volume de matériau, les débits massiques et la chaleur produite à partir des différentes formes d'énergie des précurseurs.
- Il est important de distinguer les consommateurs en fonction de leurs usages.
- Les utilisations d'énergie les plus importantes, leur puissance nominale, les heures de fonctionnement et la consommation sont répertoriés pour calculer les « indicateurs de performance énergétique » (EnPI) (mettre les données dans les tableaux Excel)

- La saisie des données est facilitée par Excel : des tableaux fournissent des listes pour les applications les plus courantes.
- Les deux EnPI importants sont : la consommation d'énergie par rapport à la production (en kWh/tonne) et les coûts énergétiques par rapport à la production (en \$ ou €/tonne).

NOTES PERSONNELLES ET RÉFÉRENCES DES SUPPORTS UTILISÉS

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



FEUILLET 3

Transition énergétique, techniques de gestion et de production d'énergie renouvelable

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de cette séquence de formation, le participant doit être capable de :

- connaître le principe de la transition énergétique ;
- connaître les différents types de technologies disponibles en énergie renouvelable ;
- connaître les outils disponibles pour la prise de décision et comment les utiliser ;
- faire des choix, conseiller les opérateurs sur le type de technologie à adopter dans le but de réduire la consommation d'énergie.

MESSAGES CLÉS

1) Le principe de la transition énergétique

- La transition énergétique désigne le renoncement à certaines énergies traditionnelles au profit d'un modèle de production et de consommation plus durable, face aux enjeux socio-économiques et environnementaux.
- La transition énergétique, c'est définir des objectifs communs pour réussir, renforcer l'indépendance énergétique, préserver la santé et l'environnement, et lutter contre le réchauffement climatique.
- Le principe de la transition énergétique se fonde sur la lutte contre les gaspillages et la promotion de l'économie circulaire : de la conception des produits à leur recyclage, il faut simplifier et clarifier les procédures, pour gagner en efficacité et en compétitivité.
- Pour réussir la transition énergétique, il faut donner aux citoyens, aux entreprises, aux territoires et à l'État le pouvoir d'agir ensemble.
- La transition énergétique, c'est mieux produire et mieux consommer sans polluer (comme les centrales électriques qui brûlent des combustibles fossiles, tels que le charbon ou le gaz naturel).
- Pour la transition énergétique, une bonne connaissance pratique des ressources locales disponibles est nécessaire afin qu'un système énergétique approprié puisse être sélectionné.
- Pour vivre et produire avec une ER appropriée, ou la combinaison optimale des sources d'énergie, des investissements et des adaptations doivent obligatoirement avoir lieu.



2) Les différents types de technologies disponibles en énergie renouvelable

- Les technologies d'ER les plus fréquemment utilisées dans la transition énergétique sont : l'hydroélectricité, l'énergie éolienne et l'énergie dérivée de la biomasse ou de la bioénergie.
- L'énergie solaire, géothermique et marémotrice sont les technologies d'ER les plus facilement disponibles et fréquemment utilisées.
- L'hydroélectricité est alimentée par l'eau, c'est donc une source d'énergie propre.
- Le principe majeur derrière l'énergie éolienne est la transformation des flux de vent en mouvements de rotation.
- La bioénergie de nouvelle génération est produite à partir d'une variété de matériaux de biomasse (cultivés des résidus agricoles et forestiers et d'autres matériaux cellulosiques).
- L'énergie solaire est une forme naturelle d'énergie qui est produite à partir de la chaleur et de la lumière dérivées du soleil.
- L'énergie géothermique est la chaleur provenant de la Terre qui peut être utilisée pour chauffer ou produire de l'électricité.
- L'énergie marémotrice est issue des mouvements de l'eau créés par les marées et causés par l'effet conjugué des forces de gravitation de la Lune et du Soleil.

3) Les outils disponibles pour la prise de décision et comment les utiliser

- La prise de décision commence par la prise en compte de ce que le système d'énergie renouvelable fournira par rapport à la production énergétique requise.
- Les opérations agricoles doivent être considérées dans le choix des technologies renouvelables disponibles.
- Lors de la planification de l'investissement, il faut effectuer une analyse de faisabilité, un outil qui permettra de déterminer si le projet peut être mené à bien ou non.
- La première étape de l'analyse de faisabilité consiste à contextualiser l'investissement dans un cadre économique, institutionnel, social et technique.
- Lors de l'analyse de faisabilité, un test préliminaire de la valeur de l'investissement doit être réalisé.
- Un test préliminaire de la valeur de l'investissement nécessite une identification claire des opportunités et des risques financiers, économiques, institutionnels, sociaux et techniques.
- L'analyse technique des outils est exécutée en plusieurs étapes : la sensibilisation/formation, l'évaluation des coûts/avantages et l'adoption en fonction des réalités locales.
- Pendant l'analyse technique, l'adoption de l'option technologique dépend également du risque perçu par l'entreprise ou l'agriculteur et les parties prenantes.
- L'analyse comparative permet l'identification ainsi que la description du scénario de référence et d'intervention post-énergie, des résultats d'investissement, et la détermination des flux nets supplémentaires.
- L'identification et la description du scénario de référence consiste à décrire les technologies utilisant des combustibles fossiles et/ou inefficaces.



- L'identification et la description du scénario d'intervention post-énergie concerne la technologie adoptée.
- L'identification des résultats d'investissement prend en compte les coûts d'investissement et d'exploitation, et les avantages monétaires.
- Les flux nets supplémentaires dans l'analyse comparative représentent les flux financiers et/ou économiques du projet.
- Les modèles d'affaires et l'écosystème d'affaires sont des outils d'amélioration continue qui permettent à l'entreprise ou à l'agriculteur d'évoluer dans la performance.

4) Choix et conseils sur les technologies à adopter pour réduire la consommation d'énergie

- Avant tout investissement, il faut faire un recensement des différentes ER possibles et évaluer les différentes technologies existantes dans la zone d'activité.
- Il existe différentes technologies pour une même ER, et une combinaison de différentes ER peut être adoptée pour réaliser une même activité.
- Il faut effectuer une étude comparative coûts/avantages de chaque technologie en fonction du type d'ER identifiée.
- En fonction de la taille et du type d'activité menée, il faut choisir une technologie appropriée, efficace et efficiente.



NOTES PERSONNELLES ET RÉFÉRENCES DES SUPPORTS UTILISÉS

[Area with horizontal dotted lines for notes and references]



Résumé du manuel

Gestion durable de l'énergie

1. Les défis du changement climatique pour le secteur agricole.....	22
2. Principaux défis énergétiques	22
3. Interaction entre changement climatique et utilisation de technologies d'énergie renouvelable.....	23
4. Sources d'énergie	24
5. Besoins énergétiques et économie de l'énergie de base.....	24
6. Efficacité énergétique et choix de la source d'énergie.....	25
7. Utilisation efficace de l'énergie, voies de rationalisation, bilan énergétique.....	26
8. Accès à l'énergie	26
9. Les points où la réduction de la consommation est possible.....	27
10. Entreprendre un bilan énergétique dans une entreprise agricole.....	29
11. La transition énergétique.....	31
12. Technologies de l'énergie renouvelable pour les chaînes agro-alimentaires	32

1. LES DÉFIS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR LE SECTEUR AGRICOLE

Le secteur agricole est confronté à des défis à différents niveaux, principalement liés aux effets du **changement climatique**. Ces changements climatiques, causés par les activités anthropiques, ont **affecté la disponibilité des ressources naturelles** adéquates et de qualité de l'atmosphère, du sol et de l'eau. Jamais auparavant les agriculteurs n'ont dû autant faire appel à « l'innovation » et à la « créativité » pour survivre sur les marchés locaux, régionaux, nationaux ou mondiaux, et pour faire face à la pression sans précédent exercée sur les systèmes de soutien de la vie de la planète. En bref, le changement climatique affecte la capacité du secteur agricole à assurer la sécurité alimentaire des populations locales. Les secteurs les plus touchés semblent être l'agriculture et les entreprises agricoles des pays fortement dépendants des intrants agricoles par rapport au PIB. Ces pays, qui comprennent les pays ACP, sont particulièrement vulnérables aux effets du changement climatique et à la pression supplémentaire de populations en expansion. Les prédictions suggèrent que, d'ici 2050, la population mondiale augmentera d'un tiers et qu'une grande partie de ces personnes supplémentaires vivront dans les pays à faible PIB.

La FAO (2013) estime que la production agricole devra augmenter de 60 % d'ici 2050 pour satisfaire la demande alimentaire attendue, étant donné que les tendances actuelles de croissance des revenus et de la consommation se poursuivent. Par conséquent, **le secteur agricole doit vraiment se transformer** pour nourrir une population mondiale croissante, pour jeter les bases d'une croissance économique continue et réduire la pauvreté dans les pays ayant des PIB plus faibles. Malheureusement, **l'impact du changement climatique rendra cette tâche bien plus difficile** dans un scénario de *statu quo*, en raison des impacts négatifs sur l'agriculture et des coûts croissants nécessaires pour contrer ces impacts.

2. PRINCIPAUX DÉFIS ÉNERGÉTIQUES

L'impact cumulatif de la modification des modes de consommation alimentaire est directement lié à la **croissance économique**, à l'augmentation des capacités de consommation, à l'émergence de nouvelles technologies, aux changements démographiques, aux modes de vie et aux impacts du changement climatique (OCDE, 2017). Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a recommandé que l'un des moyens d'atténuer les effets du changement climatique soit d'accroître l'efficacité énergétique à court terme. La FAO (2011) affirme qu'à l'échelle mondiale, le système alimentaire représente environ 30 % de la consommation mondiale totale d'énergie et plus de 70 % sont consommés au-delà de la ferme, ce qui produit environ un cinquième des émissions de gaz à effet de serre (GES) mondiale. Beaucoup plus alarmant est le fait que plus **d'un tiers de la production alimentaire est perdue ou gaspillée**, et avec elle environ 38 % de l'énergie consommée dans la chaîne agro-alimentaire.

À l'heure actuelle, la plus grande partie de l'énergie utilisée provient des **combustibles fossiles** qui se sont révélés parmi les plus importants contributeurs aux émissions de GES. Il y a donc un besoin réel et urgent pour tous ceux qui sont impliqués dans les chaînes agro-alimentaires de **devenir plus efficaces dans leur consommation d'énergie**. L'efficacité énergétique peut apporter un triple gain :

- un environnement protégé et conservé ;
- une situation socio-économie en amélioration dans un développement durable ;
- l'assurance de la durabilité et la viabilité économique des contributions des propriétaires de petites et grandes entreprises.



Au niveau des chaînes agro-alimentaires l'adaptation comprend la **sélection judicieuse des technologies énergétiques** qui maintiennent la production et d'autres activités à valeur ajoutée pour les chaînes agro-alimentaires.

3. INTERACTION ENTRE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET UTILISATION DE TECHNOLOGIES D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

Les données recueillies au cours des dernières décennies confirment que la consommation de combustibles fossiles représente la majorité des émissions anthropiques mondiales de GES. Par conséquent, les concentrations de CO₂ avaient augmenté à plus de 390 ppm, soit 39 % de plus que les niveaux préindustriels, à la fin de 2010. Heureusement, plusieurs options peuvent être appliquées pour aider à réduire les émissions de GES du système énergétique tout en satisfaisant la demande mondiale de services énergétiques. Entre autres :

- conservation de l'énergie et efficacité ;
- commutation des combustibles fossiles, par exemple, du charbon au gaz naturel, et ER (énergies renouvelable).

Agriculture intelligente face au climat (AIC)

Le changement climatique a déjà un impact marqué sur l'agriculture et la sécurité alimentaire, en raison de la prévalence accrue des phénomènes météorologiques extrêmes et de l'imprévisibilité émergente des régimes météorologiques. L'agriculture intelligente face au climat (AIC), telle que définie et présentée par la FAO à la Conférence de La Haye sur l'agriculture, la sécurité alimentaire et le changement climatique en 2010, contribue à la réalisation des objectifs de développement durable. **L'AIC intègre les trois dimensions du développement durable** (économique, sociale et environnementale) en abordant conjointement la sécurité alimentaire et les défis climatiques. Elle est composée de **trois piliers principaux** :

- augmenter durablement la productivité et les revenus agricoles ;
- adapter et renforcer la résilience au changement climatique ;
- réduire et/ou éliminer les émissions de GES.

Les co-bénéfices de ce passage d'une dépendance aux combustibles fossiles à l'ER aident à l'adaptation au changement climatique en réduisant l'impact cumulatif des émissions de GES.

Systèmes d'alimentation intelligents en énergie

La voie à suivre pour ceux qui produisent et ceux qui transforment « au-delà » de la ferme est d'évoluer vers des systèmes alimentaires éco-énergétiques. Ces systèmes améliorent l'efficacité énergétique, augmentent l'utilisation et la production d'énergie renouvelable et élargissent l'accès aux services énergétiques modernes dans les chaînes agro-alimentaires. Selon la FAO, les systèmes d'alimentation intelligents en énergie devraient aborder les questions suivantes :

- l'énergie nécessaire pour assurer la sécurité alimentaire ;
- les technologies liées à l'AIC ;
- la pauvreté énergétique dans le développement rural ;



- la contribution au développement de la valeur alimentaire verte et inclusive ;
- la contribution à un accès sûr à l'énergie durable dans les contextes d'urgence et/ou de réadaptation.

Toutes ces aspirations ne mènent nulle part, à moins que tous les pays ne puissent garantir aux agriculteurs et aux autres acteurs de la chaîne agro-alimentaire l'accès à l'énergie durable, ce qui est l'aspiration de l'initiative « SE4All » des Nations Unies.

Énergie durable pour tous – SE4All

La transition énergétique mondiale a besoin des objectifs de l'initiative SE4All qui sont les suivants :

- une augmentation rapide de la productivité énergétique ;
- une nouvelle génération d'institutions pour gérer nos systèmes énergétiques ;
- une approche intégrée de l'énergie qui englobe des sources centralisées et décentralisées ;
- une part toujours croissante des énergies renouvelables dans la combinaison ;
- la transition énergétique doit être une transition « juste », toutes les parties prenantes doivent être prises en compte, personne ne doit être laissée derrière.

4. SOURCES D'ÉNERGIE

Par définition, les combustibles fossiles sont formés par des processus naturels, tels que la décomposition anaérobie des organismes morts enterrés, contenant de l'énergie provenant de la photosynthèse ancienne. Utilisés seuls, les combustibles fossiles ne sont généralement pas reconnus comme fournissant des co-bénéfices.

Contrairement aux combustibles fossiles qui sont à l'origine de fortes émissions de GES, les technologies d'ER souvent largement utilisées dans les AIC, et les systèmes énergétiques intelligents ont tendance à être adaptés à partir des ressources éoliennes, solaires, hydroélectriques, géothermiques et de la biomasse.

La combinaison de technologies énergétiques appropriées, d'équipements et d'installations améliore l'efficacité énergétique, réduit les émissions de GES et contribue à la sécurité alimentaire. Avant de prendre des décisions concernant les types de mélanges énergétiques appropriés, il est important d'étudier la situation, de calculer les coûts et de planifier les actions, pour déterminer si la combinaison sélectionnée de type d'énergie offre plus d'avantages que d'inconvénients.

5. BESOINS ÉNERGÉTIQUES ET ÉCONOMIE DE L'ÉNERGIE DE BASE

L'analyse financière et économique est plus un art qu'une science pour les aspects économiques de la gestion de l'énergie. D'une manière générale, la gestion de l'énergie, avec de courtes périodes de récupération, ne nécessite pas toujours une évaluation sophistiquée. Selon la taille de l'entreprise et le but de l'investissement proposé, il existe **trois types de méthodes couramment utilisées pour déterminer les avantages** par rapport aux coûts des investissements dans les technologies énergétiques:



- analyse coûts-avantages (*Cost-Benefits Analysis*, CBA) ;
- évaluation du coût du cycle de vie (*Life Cycle Cost Assessment*, LCCA) ;
- évaluation du cycle de vie (*Life Cycle Assessment*, LCA).

6. EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE ET CHOIX DE LA SOURCE D'ÉNERGIE

Les pratiques de production et de transformation existantes à l'intérieur et à l'extérieur de la ferme peuvent être adaptées pour qu'elles consomment moins d'énergie et fournissent en même temps des denrées alimentaires de manière sûre et respectueuse de l'environnement.

Les technologies d'ER sont préférées aux combustibles fossiles malgré le fait que les coûts de démarrage sont généralement plus élevés que ceux des combustibles fossiles, non seulement parce que les émissions de GES sont plus faibles, mais aussi parce que le coût de la plupart des technologies d'ER continue de diminuer.

Systemes de gestion de l'énergie – ISO 50001 et ISO 50002

L'ISO 50001/50002 est la norme du système de gestion de l'énergie qui spécifie les exigences pour établir, mettre en œuvre, maintenir et améliorer un système de gestion de l'énergie (ou *Energy Management System*, EnMS). Son objectif est de permettre à une organisation d'améliorer continuellement sa performance énergétique, y compris les aspects d'efficacité énergétique, sécurité énergétique, consommation d'énergie et consommation.

Le terme « gestion de l'énergie » signifie beaucoup de choses différentes pour différentes personnes. En règle générale, il implique l'application d'au moins trois principes :

- acheter le mélange d'approvisionnement en énergie au prix le plus bas possible par unité de production d'énergie utile ;
- gestion de la conversion d'énergie et consommation d'efficacité maximale ;
- utilisation de la technologie la plus appropriée.

Le cycle *Plan-Do-Check-Act* (PDCA)

Les normes ISO 50001/50002 sont basées sur le cycle PDCA (*Plan-Do-Check-Act*). Le PDCA est une méthode de gestion itérative en quatre étapes utilisées dans les entreprises pour le contrôle et l'amélioration continue des processus et des produits.

Audit énergétique

Un audit énergétique (ou *Energy Review*) est une étude de la manière dont l'énergie est utilisée dans une installation et une analyse des alternatives qui pourraient être utilisées pour réduire les coûts énergétiques. Il existe deux types d'examen énergétiques.

- Audit de passage : une inspection visuelle de l'installation est effectuée pour déterminer les possibilités d'économie d'énergie liées à la maintenance et à l'exploitation, ainsi que la collecte de données pour déterminer le besoin d'une analyse plus détaillée.
- Audit complet : nécessite des tests et des mesures pour quantifier les utilisations et les pertes d'énergie, déterminer les aspects économiques des changements et évaluer davantage la quantité d'énergie utilisée pour chaque fonction.



Un audit énergétique est décomposé en plusieurs étapes :

- planification ;
- définition des responsabilités et des délais, organiser une réunion ;
- définition de la portée et des limites en fonction d'une utilisation significative de l'énergie, de la ligne de production ou du réseau de distribution ;
- visites des sites pour inventorier les équipements de production et de production d'énergie spécifiques ;
- considération des principaux systèmes : enveloppe du bâtiment, système de chauffage/ventilation/climatisation (CVC), système d'alimentation électrique, etc.

7. UTILISATION EFFICACE DE L'ÉNERGIE, VOIES DE RATIONALISATION, BILAN ÉNERGÉTIQUE

L'évolution de l'agriculture ou d'une entreprise agricole moderne se caractérise par un recours à des apports d'énergie de plus en plus importants pour accroître la productivité. Dans le contexte d'une utilisation efficace de l'énergie, il est primordial d'analyser les voies de rationalisation de la consommation énergétique dans ces entreprises agricoles. En effet, l'énergie nécessaire pour l'équilibre énergétique du corps humain, l'homme l'obtient de sa nourriture.

Cette nourriture est produite par l'agriculture, qui est donc source d'énergie. Tout comme l'alimentation humaine correspond à un système énergétique, l'agriculture est également caractérisée par un apport et une production d'énergie. L'équilibre énergétique des entreprises agricoles, comme l'activité humaine, consomme de l'énergie pour ses moyens de production. L'évaluation de la consommation d'énergie est la première étape vers l'amélioration de la gestion de l'énergie. La rationalisation peut être envisagée après avoir analysé la disponibilité énergétique et les différents coûts, les moyens de diminuer la consommation d'énergie, et les gains économiques et environnementaux générés.

8. ACCÈS À L'ÉNERGIE

Les entreprises agricoles utilisent l'énergie à la fois directement sous forme de carburant (essence, diesel, gaz naturel), d'électricité et, indirectement, en utilisant des intrants à forte intensité énergétique, tels que les engrais et les pesticides.

L'énergie étant au cœur de toutes les opérations agricoles, **il est essentiel que les agriculteurs et les entreprises adoptent de nouvelles idées visant à utiliser l'énergie de manière efficace et efficiente.** Et, comme toute entreprise moderne, l'agriculteur ou l'entreprise peut ainsi bénéficier de ce concept en réduisant les coûts d'exploitation, en minimisant les risques, voire en générant des revenus supplémentaires en vendant l'excédent d'énergie sur site.

Une utilisation efficace de l'énergie profite non seulement à la communauté mondiale sous la forme de co-bénéfices et de sécurité alimentaire, mais l'efficacité dans l'utilisation de l'énergie peut aussi :

- entraver ou soutenir les plans de développement régionaux ;
- faire ou défaire les communautés agricoles.



Cependant, la réalité actuelle est que la plupart des petits propriétaires terriens et des entreprises dans de nombreux pays ACP ont parfois un accès limité à l'énergie avec quelquefois des prix volatils. Cette disponibilité d'énergie a un impact global sur la durabilité d'une chaîne agro-alimentaire ou de l'entreprise agricole. Les États membres de la CARICOM sont principalement des importateurs de combustibles fossiles (producteurs d'hydrocarbures ou non et autres producteurs d'énergie). Dans l'ensemble, les États membres de la CARICOM ne sont pas des acteurs majeurs sur les marchés mondiaux, et sont donc les otages des caprices de l'offre internationale et de la fixation des prix des combustibles fossiles. La majorité des petits États insulaires du Pacifique (PEID) dépend presque exclusivement de produits pétroliers raffinés importés pour répondre à leurs besoins en énergie et en énergie de transport. Le continent africain et les pays ACP africains ont des approvisionnements locaux en combustibles fossiles qui sont échangés sur une base intra-régionale. Cependant, malgré l'abondance de l'approvisionnement en combustibles fossiles dans certaines régions, de nombreux pays restent des importateurs nets d'énergie.

Dans tous les cas, les défis sont liés à la faible sécurité de l'approvisionnement énergétique, à la pauvreté énergétique à divers niveaux et à la nécessité urgente de réduire l'empreinte carbone régionale afin d'améliorer la compatibilité climatique du secteur de l'énergie.

9. LES POINTS OÙ LA RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION EST POSSIBLE

La transformation, le système post-récolte, le stockage et le refroidissement sont considérés comme des étapes énergivores des chaînes agro-alimentaires ou des entreprises agricoles qui dépendent de l'énergie conventionnelle dérivée des combustibles fossiles. Toutes ces activités dans les systèmes de production alimentaire sont nécessaires pour transformer les produits alimentaires bruts en produits de consommation destinés aux marchés locaux, nationaux et d'exportation. Ces activités nécessitent des apports énergétiques directs et indirects.

- Les apports énergétiques directs : combustibles pétroliers pour les tracteurs et les autres engins, les installations d'irrigation, électricité pour moteurs, éclairage, réfrigération et le gaz naturel pour le chauffage de l'eau.
- Les intrants énergétiques indirects comprennent ceux utilisés pour la fabrication et la livraison d'engrais et de produits agrochimiques, hormis ce qui est absorbé dans les bâtiments agricoles, les machines, les usines et le transport.

Alors, les différentes étapes où les apports énergétiques révèlent des points de réduction possible de la consommation se retrouvent au niveau :

- de l'étape de la production : utilisation de simples pompes manuelles pour les traitements phytosanitaires, des plateaux perforés et des bassins de drainage ;
- du stade de récolte : travailler pendant les périodes froides de la journée et utiliser les solutions simples pour les opérations de séchages et de nettoyage ;
- de l'étape post-récolte : favoriser plus le travail manuel pour le nettoyage, les opérations de tri, de calibrage et d'emballage ;
- la ventilation naturelle est un point de réduction de la consommation énergétique dans les entreprises agricoles.



Efficacité énergétique

À l'échelle mondiale, l'augmentation exponentielle de la consommation d'énergie par le secteur agricole a rendu la plupart des agriculteurs et des autres acteurs du secteur agricole vulnérables aux coûts élevés de l'énergie et à la volatilité des fluctuations du marché. Pourtant, si elles sont mises en œuvre de manière efficace, les mesures d'efficacité énergétique peuvent aider les producteurs agricoles à réduire la quantité d'énergie qu'ils utilisent sans nuire à la productivité et en réduisant en même temps leurs coûts énergétiques. Cela leur permettra d'être moins vulnérables et de contribuer à plus d'économies locales.

En fait, il existe de nombreuses possibilités d'économies d'énergie directes dans les entreprises agricoles en intégrant les technologies d'ER dans les systèmes énergétiques. Cette intégration a lieu dans de nombreux domaines opérationnels, notamment les systèmes de ventilation haute efficacité, les variateurs de vitesse, les compresseurs à haut rendement, les récupérateurs de chaleur, les pré-refroidisseurs, l'éclairage haute efficacité et les systèmes de chauffage haute efficacité.

D'autres possibilités d'économies indirectes d'énergie peuvent être trouvées sous la forme de fermes biologiques, qui consomment beaucoup moins d'énergie fossile que leurs équivalents conventionnels. Les fermes biologiques offrent des avantages triples aux entreprises et aux communautés agricoles :

- meilleure qualité nutritionnelle des produits ;
- réduction de la pollution des nappes phréatiques, aide à minimiser l'absorption d'eau (grâce au travail du sol et au paillage) et maintien de la qualité de l'eau ;
- réduction de l'usage des pesticides, ce qui contribue à la préservation de la biodiversité, réduit les résidus de pesticides et réduit l'exposition des travailleurs aux pesticides, réduit les coûts opérationnels totaux de la rentabilité.

Stratégies de minimisation et de maximisation – Approche pour limiter la consommation d'énergie

Dans les centrales thermiques, l'apport d'énergie se réfère à la chaleur introduite dans le procédé et à l'électricité obtenue comme sortie utile.

Les deux éléments sont des flux d'énergie et peuvent être quantifiés en utilisant des calculs thermodynamiques qui aboutissent à une valeur absolue d'efficacité. Il est donc recommandé aux producteurs et entrepreneurs de **réaliser toujours un audit énergétique**. Une fois que les résultats et les recommandations de l'audit énergétique sont disponibles, les agriculteurs ou les entreprises pourront choisir d'adopter des stratégies communément appelées maximisation ou minimisation pour améliorer l'efficacité énergétique globale. L'efficacité implique toujours à la fois les ressources utilisées et les services fournis.

On considère que l'efficacité a été améliorée si :

- avec une même consommation de ressource, on obtient un meilleur service que précédemment : c'est la stratégie de maximisation ; ou si,
- pour le même service fourni, on utilise moins de ressources : c'est la stratégie de minimisation.

Le **premier défi à relever** pour limiter la consommation d'énergie dans une ferme ou une entreprise est la définition des limites du système énergétique et des installations qui



consiste à définir une frontière de système de façon très spécifique. Cette définition appliquée au « système » est tout bâtiment consommant de l'énergie, une zone dans un bâtiment, un système d'exploitation, une collection d'équipement ou une pièce d'équipement autour de laquelle une limite peut être placée au sens figuré. Les flux d'énergie qui traversent la frontière doivent être pris en compte afin de pouvoir quantifier les flux émis et les flux sortants.

Le **deuxième défi** est la collecte de données de flux d'énergie provenant de diverses sources, y compris des mesures directes, et en considérant uniquement les flux d'énergie qui traversent la frontière du système telle qu'elle a été définie.

Enfin, le **troisième défi** conduira l'agriculteur ou l'entrepreneur agricole à réaliser un programme de sensibilisation/information des employés sur la politique énergétique de l'entreprise, avec les objectifs de la gestion de l'énergie et les responsabilités de chacun.

Pour améliorer l'efficacité énergétique, **il est également important d'identifier les zones où la consommation d'énergie peut être réduite**. Certaines mesures doivent être prises pour arriver à l'efficacité énergétique dont :

- des examens réguliers de la consommation d'énergie en portant attention aux factures d'énergie ou aux habitudes de consommation de carburant antérieures ;
- entreprendre des évaluations de sites pour enregistrer l'équipement utilisé et les données de performance ;
- effectuer une analyse technique et des coûts ; pour l'analyse technique, un simple bilan énergétique peut être réalisé ;
- rédiger des plans d'action pour identifier les mesures d'efficacité énergétique pouvant être prises pour améliorer les coûts et les économies d'énergie.

10. ENTREPRENDRE UN BILAN ÉNERGÉTIQUE DANS UNE ENTREPRISE AGRICOLE

L'entreprise agricole doit au préalable développer une base de référence énergétique fondée sur des indicateurs de performance énergétique à intégrer dans les systèmes de gestion de l'énergie ou pour aider aux audits énergétiques.

La base de référence énergétique est un résumé de l'utilisation totale d'énergie définie pour la période de référence et les paramètres de production de la référence. L'entreprise agricole disposera des **indicateurs de performance énergétiques (EnPI)** appropriés pour surveiller et mesurer la performance énergétique du système.

Base de référence énergétique

Les changements dans la performance énergétique sont mesurés par rapport aux valeurs de référence d'origine. Les lignes de base doivent être ajustées dans le cas d'un ou de plusieurs des éléments suivants :

- les indicateurs de performance énergétique ne reflètent plus l'utilisation et la consommation d'énergie de l'organisation ;
- des changements majeurs ont été apportés au processus, aux modèles opérationnels ou aux systèmes énergétiques ;
- selon une méthode prédéterminée telle que définie dans la procédure.



Indicateurs de performance énergétique

La méthodologie de détermination et de mise à jour des EnPI est établie dans les procédures du système de gestion de l'énergie et les enregistrements conservés. Les EnPI sont régulièrement examinés et comparés à la base de références énergétiques, le cas échéant. Les indicateurs **doivent de préférence être conformes aux exigences de l'ISO 50001** pour permettre la comparaison et l'étalonnage interne et externe.

Les différents types d'indicateurs (EnPI) utilisés sont les suivants.

- Indicateurs basés sur les données opérationnelles (avance et retard) : la performance énergétique est généralement évaluée avec des « indicateurs retardés » qui sont des mesures rétrospectives basées sur des données opérationnelles réelles, reflétant la situation « avant » de la performance énergétique.
- Indicateurs de niveau opérationnel : ces indicateurs sont généralement des fonctions de processus relativement simples calculées sur une base semi ou entièrement continue afin de mesurer et de surveiller la consommation d'énergie à court terme, jusqu'à une seule unité ou installation.
- Indicateurs au niveau du site : ces indicateurs sont basés sur des données agrégées du site et sont généralement calculés sur une base trimestrielle ou annuelle. Ils servent à mesurer et surveiller l'efficacité énergétique du site au fil du temps et/ou par des pairs. Les Indicateurs au niveau du site permettent de mesurer la consommation d'énergie absolue et la consommation d'énergie spécifique. En conséquence, chaque zone d'exploitation a sa propre consommation d'énergie structurelle qui reflète les tâches spécifiques qu'elle réalise.

Avec toutes les informations recueillies par ce processus, l'agriculteur et/ou l'entrepreneur agricole devra pouvoir **réaliser le bilan de l'entreprise**. Un bilan énergétique est une considération de l'apport d'énergie, de la production et de la consommation dans un processus ou une étape. Les indicateurs de performance énergétique spécifiques sont essentiels pour une meilleure évaluation de la consommation énergétique, d'une entreprise. Pour réaliser son bilan énergétique l'agriculteur et/ou l'entrepreneur agricole prendra en compte :

- la liste de tous les intrants énergétiques afin de connaître le coût réel de la consommation énergétique au travers de l'analyse des données recueillies ;
- le calcul exhaustif de la quantité d'énergie par équipement, qui est obligatoire pour un bilan réaliste et fiable ;
- la rédaction d'un plan d'action énergétique afin de permettre à chaque département concerné de déterminer son potentiel d'économies ;
- la formulation des objectifs énergétiques spécifiques et la surveillance de la consommation d'énergie, réalisées sur la base des opportunités d'améliorations identifiées.



11. LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

La transition énergétique désigne le renoncement de certaines énergies traditionnelles au profit d'un modèle de production et de consommation plus durable face aux enjeux socio-économiques et environnementaux. Elle a un objectif écologique : le changement du système énergétique actuel vers un nouveau système énergétique basé sur les ressources renouvelables.

Deux facteurs impactent les acteurs de toutes tailles impliqués dans les chaînes agro-alimentaires en matière de consommation d'énergie. Le premier consiste à comprendre comment les entreprises agricoles utilisent l'énergie directement sous forme de carburant (essence, diesel, gaz naturel) et d'électricité et, indirectement, en utilisant des intrants à forte intensité énergétique. Le deuxième facteur consiste à adopter de nouvelles idées qui visent à utiliser l'énergie de manière efficace pour plusieurs raisons dites co-bénéfices :

- réduire les émissions de GES ;
- assurer la sécurité alimentaire à long terme ;
- réduire les coûts d'exploitation et augmenter les profits.

Avant que ces co-bénéfices ne soient réalisés, une transition énergétique, c'est-à-dire un **changement structurel à long terme dans un système énergétique doit avoir lieu**. Cela implique de **réduire l'indépendance sur les combustibles fossiles**, les coûts de production énergétique et l'impact environnemental en initiant un processus de transition énergétique basé sur des technologies appropriées, adaptées et disponibles.

Utilisation actuelle des ressources énergétiques renouvelables dans les filières agro-alimentaires dans les pays ACP

Dans la plupart des pays ACP, l'agriculture et les activités agro-alimentaires connexes sont au cœur des économies rurales. Bien que l'intégration de l'utilisation des terres à des fins agricoles et énergétiques croisse, les coûts d'investissement restent élevés.

Le manque de financement, l'éloignement de la demande énergétique, y compris l'accès aux réseaux électriques et gaziers, la concurrence pour l'utilisation des terres et les contraintes de transport constituent des obstacles dans la mise en œuvre des nouvelles technologies appropriées. Les limitations de l'approvisionnement en eau, et le manque de compétences et de connaissances de la part des propriétaires fonciers ainsi que des gestionnaires influencent sur la façon de faire une transition énergétique. Pour relever ce défi, diverses initiatives liées aux politiques et à la gouvernance ont été mises en place dans les Caraïbes et le Pacifique pour faire face à cette situation.

En outre, la **Facilité énergie ACP-UE** a joué un rôle déterminant dans le financement des initiatives politique et de gouvernance à travers le continent africain. Ces actions aident à introduire les technologies d'ER dans les zones rurales. Le but est de stimuler la productivité agricole, de réduire les pertes alimentaires et les importations alimentaires, d'éliminer la malnutrition et d'accroître la résilience à la variabilité climatique. La Facilité énergie ACP-UE a favorisé l'accès aux services énergétiques dans les zones rurales et périurbaines, et a amélioré la gouvernance énergétique et le développement des capacités des pays ACP africains à travers différents organismes.

- Le pool Énergie de l'Afrique de l'Ouest (WAPP), qui est une institution spécialisée sous la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO).



- Le CAPP (*Central African Power Pool*), organe spécialisé de la CEEAC (Communauté économique des États de l'Afrique centrale) en charge de la mise en œuvre et de la coordination de la politique énergétique, l'expansion des infrastructures, ainsi que l'établissement des conditions juridiques, techniques et commerciales, pour augmenter les investissements et les échanges d'électricité dans la sous-région.
- L'adhésion au pool Énergie de l'Afrique de l'Est (EAPP), qui comprend les services publics et/ou concessionnaires et/ou sociétés en charge de la production, la transmission et/ou la distribution d'électricité dans les pays d'Afrique de l'Est.
- Le pool Énergie de l'Afrique australe (SAPP) : les actions prioritaires financées par la Facilité énergie pour le SAPP sont principalement le renforcement des capacités pour les opérations du réseau, la planification du système et la promotion des partenariats publics-privés.

Il convient de noter que **la norme internationale ISO/IEC-13273 a pour but de fournir une aide pour les activités liées à l'énergie**, qui ont trait à l'efficacité énergétique et aux sources d'énergie renouvelables. Elle est une norme horizontale conforme au Guide CEI 108. Elle traite des principes et concepts terminologiques fondamentaux dans les domaines de l'efficacité énergétique et du management de l'énergie. Ces principes et concepts sont pertinents pour différents comités techniques, dont le but est de favoriser la cohérence et l'établissement des caractères communs des termes relatifs à l'énergie. Cette norme est plus destinée aux organismes de réglementation engagés dans l'élaboration de normes pour l'efficacité énergétique et les sources d'énergie renouvelables.

Le principe de la transition énergétique et les avantages associés à une transition énergétique

Une transition énergétique définit les objectifs communs pour réussir, renforcer l'indépendance énergétique, préserver la santé et l'environnement et lutter contre le réchauffement climatique. Le principe de la transition énergétique se fonde sur la lutte contre les gaspillages et la promotion de l'économie circulaire : de la conception des produits à leur recyclage, simplifier et clarifier les procédures pour gagner en efficacité et en compétitivité.

La transition énergétique pourrait non seulement aider à réduire les émissions de GES et les pertes d'énergie, mais aussi aider les entreprises individuelles à :

- développer leurs opérations de manière durable ;
- améliorer à la fois leur propre santé et celle de leurs employés ;
- aider à générer des opportunités d'emplois locaux.

12. TECHNOLOGIES DE L'ÉNERGIE RENOUVELABLE POUR LES CHAÎNES AGRO-ALIMENTAIRES

L'agriculteur ou le propriétaire de l'entreprise doit être en mesure de choisir la source d'énergie renouvelable appropriée, ou la combinaison optimale des sources. Le type de source d'énergie privilégié dépendra toujours des ressources disponibles sur le site et de l'investissement financier lié à ce type de transition énergétique. Les technologies utilisées pour exploiter les ressources énergétiques renouvelables et les convertir en formes d'énergie utiles sont appelées technologies de l'énergie renouvelable. Pour les agriculteurs, **il existe plusieurs solutions technologiques d'ER** qui peuvent être intégrées dans le processus agricole.



Cela peut conduire à une meilleure efficacité énergétique, à un impact moindre sur l'environnement et à des coûts de production réduits. Certaines technologies d'ER les plus facilement disponibles et fréquemment utilisées sont :

- l'hydroélectricité, énergie électrique renouvelable qui est issue de la conversion de l'énergie hydraulique en électricité ;
- l'énergie éolienne, une source d'énergie qui dépend du vent ;
- l'énergie dérivée de la biomasse ou de la bioénergie, ensemble des énergies dérivées de la conversion de l'énergie solaire en biomasse par des processus biologiques ;
- l'énergie solaire, une source énergétique qui dépend du soleil ;
- l'énergie géothermique, c'est la chaleur qui se trouve sous la surface de la Terre.
- l'énergie marémotrice, exploitation de l'énergie issue des marées dans des zones littorales de fort marnage.

Il est important qu'un agriculteur, un entrepreneur, choisisse la technologie la mieux adaptée aux besoins énergétiques de l'exploitation et de l'entreprise. Les agriculteurs peuvent choisir des systèmes d'énergie renouvelable pour des raisons très différentes, et la taille et l'emplacement des propriétés peuvent affecter les types de systèmes d'énergie renouvelable que l'agriculteur peut choisir.

La première chose qu'un agriculteur et/ou un entrepreneur doit prendre en compte, c'est de savoir si un système d'énergie renouvelable fournira la production requise. La deuxième chose à considérer est comment les opérations agricoles déjà existantes peuvent être mieux intégrées avec les solutions de technologies renouvelables disponibles. Par conséquent, de nombreux facteurs doivent être pris en compte :

- la quantité d'énergie requise et l'emplacement de l'entreprise ;
- combien l'agriculteur et/ou l'entrepreneur est prêt à dépenser ;
- la taille des subventions, les outils financiers disponibles.

Tous ces facteurs auront un rôle à jouer dans le processus de décision pour les différentes tailles d'entreprises tout au long de la chaîne agro-alimentaire.

Des **outils d'aide à la décision** doivent être implantés avant la mise en œuvre d'une technologie utilisée pour exploiter rationnellement les ressources énergétiques ou l'investissement de la source ER choisie par l'agriculteur et/ou l'entrepreneur. En voici quelques-uns.

- **Analyse de faisabilité** : lors de la planification d'un investissement, l'opérateur ou le chef de projet doit d'abord effectuer une analyse de faisabilité. Cet outil permet de déterminer si un projet peut être mené à bien ou non.



- Analyse technique : l'adoption de la technologie passe par différentes étapes :
 - sensibilisation de l'entreprise et/ou de l'agriculteur qui apprend la technologie, la pratique ;
 - évaluation par une entreprise ou un agriculteur de la technologie en termes de coûts et d'avantages ;
 - adoption par une entreprise ou un agriculteur qui décide de l'adopter intégralement, mais le modifie ou l'adapte en fonction de la situation locale et des besoins particuliers.
- Les modèles d'affaires ou d'écosystèmes d'affaires : c'est un outil d'amélioration continue qui permet à l'entreprise ou à l'agriculteur d'évoluer dans la performance.

L'appropriation et la durabilité dépendent de la participation de toutes les parties prenantes aux projets d'électrification ou du changement de ressources énergétiques.



PLATEFORME E-LEARNING DU COLEACP

RECEVEZ VOTRE ACCÈS À NOTRE PLATEFORME DE FORMATION À DISTANCE RÉSERVÉE AUX ACTEURS DU SECTEUR AGRICOLE DANS LES PAYS D'AFRIQUE, DES CARAÏBES ET DU PACIFIQUE.

TESTEZ ET AMÉLIOREZ VOS CONNAISSANCES À VOTRE RYTHME !



<https://training.coleacp.org>

PRODUCTION ET COMMERCE
DURABLES

SANTÉ DES PLANTES

SÉCURITÉ SANITAIRE DES
ALIMENTS

PRODUCTION AGRICOLE ET
TRANSFORMATION

RESPECT DE LA PERSONNE ET
DÉVELOPPEMENT PROFESSIONNEL

**GESTION DE
L'ENVIRONNEMENT**

GESTION ET DÉVELOPPEMENT
DE L'ENTREPRISE

MÉTHODOLOGIES DE
FORMATION