

IX.1.6. Bilan énergétique prévisionnel annuel de l'unité de biogaz

La potentialité énergétique du biogaz produit ainsi que les caractéristiques du processus de digestion des déchets de matière organique en laboratoire ont permis de déduire le bilan énergétique prévisionnel de l'ensemble des installations, qui est donné dans le tableau suivant.

Tableau 19 : Récapitulation du Bilan énergétique Prévisionnel Annuel

	Quantité (m ³)	Energie (Kcal)	Energie (KWh)
Bilan	984,528	5 414 904	6289,08

En tenant compte du pouvoir calorifique inférieur du biogaz PCI (biogaz) = 5500 Kcal/m³, l'énergie calorifique prévisionnelle pour le volume annuel de gaz produit est de 5 414 904 Kcal équivalent en 6289,08 KWh.

IX.1.7. La conversion du biogaz en électricité

La production d'électricité par l'intermédiaire de la transformation de l'énergie du biogaz est certainement l'étape la plus délicate à faire dans la présente étude de faisabilité, en raison des diverses contraintes techniques et surtout financières qui s'y rattachent.

IX.1.7.1. Principe de la conversion énergétique

IX.1.7.1.1. Théorie de la conversion énergétique

La conversion énergétique de l'énergie du biogaz est une application d'un principe de la thermodynamique qui implique que les diverses formes d'énergies sont inter-convertibles.

IX.1.7.1.2. Caractéristiques de la conversion

Un biogaz moyen de 60% de méthane a une potentialité de production en énergie électrique de 6 kWh/m³ (Electrigaz, 2010). Mais en pratique, on obtient environ 2 kWh/m³ selon le rendement du générateur, le reste de l'énergie est perdu et dissipé sous forme de chaleur dont la récupération est possible.

IX.1.8. Matériels utilisés

Le générateur adéquat pour la production d'énergie électrique dans le présent cas est le BioGaz Generator, disponible chez un fournisseur chinois Henan Chengcheng Import-export Co, qui effectue des ventes en ligne sur internet. Ce générateur produit 2,7 kwh par m³ de biogaz consommé.

IX.1.8.1. Caractéristiques et fonctionnement du matériel

Les caractéristiques de ce générateur et son rendement de production sont récapitulées dans le tableau suivant.

Tableau 20 :Fiche Technique du Générateur électrique

Groupe électrogène	Caractéristiques	Valeurs
Groupe à moteur en simple cylindre, à quatre temps	Poids brut	24,3 Kg
	Tension / fréquence de rendement	220 V / 50 Hz
	Maximum de puissance de sortie	0,7 KW
	Consommation de biogaz par KWh d'électricité	0,36 m ³

Source : Auteur, 2017

IX.1.9. Résultats Prévisionnels de la conversion de production

La conversion en totalité du biogaz produit, en tenant compte de la disponibilité du biogaz à convertir, donne un bilan en énergie électrique affiché dans le tableau suivant.

Tableau 21 : Production Prévisionnelle en Energie électrique

Biogaz converti (m ³)		Électricité (KWh)	
Par mois	Par an	Par mois	Par an
82,04	984,528	221,52	2658,23

En effet, en une année, il est techniquement possible de pouvoir réaliser une dizaine de cycle selon les prévisions.

IX.2. Pour le cas des déchets plastiques

Après les matières organiques, ce sont les déchets plastiques qui tiennent la seconde place du point de vue potentialité. Ce qui nous intéresse c'est la valorisation de ces déchets plastiques sous forme d'énergie électrique. Ainsi, le tableau suivant nous renseigne la quantité de chaleur et d'énergie électrique générée par ces déchets plastiques pour l'année 2018.

Tableau 22 : Quantité de chaleur et d'énergie électrique produite par les déchets plastiques

Désignation	Quantité (T)	PCI (Kcal/Kg)	Quantité de chaleur (Kcal/an)	Quantité d'énergie (KWh/an)
Déchets plastiques	30,51			
PET	15,255	10994	167713470	194789,2
PP	9,153	10755	98440515	114332,8
PEHD	6,102	4780	29167560	33876,4

Ce tableau informe la quantité de chaleur et d'énergie électrique générée par type de déchets plastiques.

IX.3. Evaluation de la quantité totale d'énergie obtenue par la valorisation des matières organiques et des déchets plastiques

L'énergie totale est la somme de l'énergie obtenue par la valorisation de la matière organique et celle obtenue par la valorisation des déchets plastiques.

IX.3.1. Energie générée par les matières organiques

En une année l'énergie générée par les matières organiques est de 2658,23 kWh/an (cf ; tableau antérieur).

IX.3.2. Energie générée par les déchets plastiques

Le tableau suivant fournit la quantité totale d'énergie obtenue par la valorisation des déchets plastiques.

Tableau 23 : Energie totale obtenue par la valorisation des déchets plastiques

Désignation	Quantité (T)	PCI (kcal/kg)	Quantité de chaleur (kcal/an)	Quantité d'énergie (kwh/an)
Déchets plastiques	30,51			
PET	15,255	10994	167713470	194789,2
PP	9,153	10755	98440515	114332,8
PEHD	6,102	4780	29167560	33876,4
Total (kWh)				342998,4

Ce tableau informe que la valorisation des plastiques génère est de 342 998,4 kWh/an d'énergie électrique.

a. Energie totale

L'énergie totale est la somme des énergies obtenues par les déchets plastiques et celles des matières organiques.

$$\text{Energie totale} = 342\,998,4 \text{ KWh/an} + 2658,23 \text{ KWh/an} = \mathbf{345\,656,6 \text{ kWh/an}}$$

CHAPITRE X : ETUDE DE PREFAISABILITE ECONOMIQUE ET DE RENTABILITE FINANCIERE

Les études de préfaissabilité économique et les calculs de rentabilité financière, consistent d'une part à déterminer et à mettre au point la possibilité de réalisation et de concrétisation du projet, et d'autre part à constituer sa viabilité financière dans le temps. Dans une telle étude, une méthode fiable, fondée et précise est nécessaire pour pouvoir atteindre les objectifs initialement fixés. Concrètement, il faut donc définir les objectifs réels des études à réaliser, mettre au point les différentes étapes de la méthodologie adoptée, avant de procéder enfin aux calculs de rentabilité proprement dites, ceci à travers l'application des méthodes soulevées. Il faut aussi souligner que ces études économiques et financières se basent sur les résultats et les prévisions des études techniques précédentes, sur le contexte socio-économique existant et sur les données statistiques officielles.

X.1. Contexte du projet

Le projet faisant l'objet de la présente étude est un projet d'infrastructure annexe, rattaché à la production de biogaz à partir de la matière organique et à la production d'énergie électrique à partir de déchet plastique. Autrement dit, pour être réalisable, le projet développé dans le présent document nécessite au préalable l'existence de valorisation des déchets solides ménagers.

X.1.1. Description du projet

Le projet a pour objet la valorisation des déchets solides ménagers en biogaz, ensuite en électricité et parallèlement en fertilisants. Le but étant de pouvoir assurer les besoins en matière d'énergie de l'exploitation tout en visant également l'autonomie énergétique, à un prix moins cher, plus avantageux sur divers aspects que les habituelles sources d'énergie non renouvelable et de réduire la quantité de déchets stockés ou rejetés dans le décharge.

Quelques caractéristiques du projet et un aperçu des démarches relatives à une perspective de réalisation figurent dans le tableau 24.

Tableau 24: Fiche technique du projet

Eléments	Objectifs et démarches
Contexte et Objet du projet	• Produire du biogaz avec t conversion électrique par valorisation des déchets solides ménagers • Les installations de production de biogaz sont annexées à une unité de valorisation des déchets solides ménagers • Les études effectuées dans ce projet concernent uniquement la partie postérieure au fonctionnement de l'infrastructure de valorisation des déchets solides ménagers
Raison et objectifs du projet	<i>Sur le plan économique</i> • Produire de l'énergie moins onéreux ou du moins de prix comparable à celle fournie par les compagnies distributrices d'électricité habituelle et les sources énergétiques courantes • Créer de nouvelles valeurs ajoutées <i>Sur le plan technique et autre</i> • Valoriser les déchets solides ménagers en nouvelle ressource énergétique pour l'exploitation • Se centrer vers l'autonomie énergétique • Contribuer à la protection de l'environnement pour un développement durable
Réalisation Technique	• Simulation expérimentale de la fermentation en laboratoire • Etude du terrain d'installation et études techniques de réalisation • Evaluation des ressources budgétaires requises
Maitre d'ouvrage	• Le projet est réalisable par tout entrepreneur intéressé d'investir dans la production d'énergie électrique à partir des déchets solides ménagers
Période et chronologie	• Ce projet est réalisable à l'issue de la mise en opération de l'infrastructure de valorisation des déchets solides ménagers pour la production de nouvelle source d'énergie
Budget	• Coût du projet (devis estimatif) • Mode de financement : Capitaux et fonds de roulement (laissé à l'entrepreneur) • Echancier des crédits de paiement (laissé à l'entrepreneur)

X.1.2. Objectifs des études de préfaissabilité économique et financière

L'objectif ultime des études économique et financière est la détermination et/ou la mise en œuvre de la possibilité de réalisation effective du projet ainsi que la viabilité de son fonctionnement dans le temps, à l'issu de son instauration.

X.1.2.1. Mise en œuvre de la possibilité de concrétisation du projet

La concrétisation du projet nécessite que deux conditions soient satisfaites, d'abord la rentabilité économique du point de vue de l'investisseur, ensuite il faut que le projet apporte des intérêts à la collectivité.

En effet, L'étude de la rentabilité financière d'un projet de production commence toujours par l'évaluation du point de vue de l'entrepreneur (WIENER et CHERVEL, 1985), qui définit le choix de l'investissement en incitant celui-ci dans la décision d'investir ou non.

X.1.2.2. Constitution de la viabilité et de la pérennisation du projet

La mise en œuvre de la viabilité de fonctionnement du projet dans le temps après son instauration implique une mise en place d'un plan de gestion rationnelle fiable afin de pouvoir s'extraire des décisions arbitraires et mieux s'adapter aux conditions futures.

X.2. La méthodologie des évaluations

Le calcul économique reste l'outil principalement utilisé lors de la réalisation des études de préfaissabilité. En effet, il conduit les décisions en particulier en matière d'investissement, que ce soit au début ou tout au long de son exécution. Enfin, le calcul économique permet de déterminer les éléments d'évaluation de l'état financier d'un projet et de mesure de performance comptable, à tout moment de la période de son existence.

X.2.1. Méthode d'études de l'opportunité économique du projet

L'étude de l'opportunité économique d'un projet nécessite un recours à l'emploi de la méthode de Capitalisation et/ou d'Actualisation des sommes investies et des gains ultérieurs pour prévoir et anticiper les résultats futurs du projet.

X.2.1.1. Justification et fondement de la méthode

Un processus économique est influencé par divers facteurs qui interfèrent dans les calculs et les rendent complexes. Lors des études, il est ainsi nécessaire de les prendre en compte afin d'obtenir des résultats fiables, sur lesquels on pourrait se baser, dans la conduite du projet et les prises des décisions importantes. Un de ces facteurs est l'effet du temps qui s'écoule entre la dépense initiale et les rentrées ultérieures résultant de cet investissement (CNEEMA, 1968), au cours duquel, les montants correspondants ne se situent pas sur un même plan et appartiennent à des mondes différents. Par conséquent, ils ne sont pas comparables entre eux bien qu'exprimés dans la même unité monétaire.

X.2.1.2. Mécanisme de la Capitalisation et de l'Actualisation

Il est alors absolument indispensable de savoir s'extraire du temps et de l'évolution monétaire pour pouvoir juger convenablement. Le mécanisme de la capitalisation et de l'actualisation permet de ramener au choix, dans le futur ou dans le présent, différentes valeurs échelonnées dans le temps, dans le passé comme dans le futur, de manière à ce que ces valeurs deviennent comparables entre elles et rendent possible une décision objective.

a. Capitalisation

La capitalisation est définie comme étant la valeur future capitalisée, après placement et fructification pendant une période déterminée, d'un montant actuel d'un fonds.

La valeur future C_f d'un capital actuel C_a placé à intérêts composés est donnée par la formule classique :

$$C_f = C_a (1 + i)^n$$

Avec :

- i : est le taux constant d'intérêt annuel admis, exprimé en valeur décimale (en pourcentage, le taux d'intérêt est égal à $100 i$) ;
- n : est la durée totale du placement, en année (plus exactement en période de 12 mois à dater du jour du placement) ;
- C_f : est la valeur qui sera acquise par le capital C_a , à la fin des n années, du fait des intérêts accumulés.

b. Actualisation

L'actualisation est simplement définie comme étant la valeur actuelle d'un montant futur d'un fonds.

La valeur actuelle A_a d'un montant futur A_f attendu à la fin de n années, en considérant que la somme correspondant à cette valeur actuelle pourrait être placée à intérêt composé au taux annuel de $(100 i) \%$ est donnée par la formule :

$$A_a = A_f (1 + i)^{-n}$$

Dans laquelle i est le taux annuel d'intérêt exprimé en valeur décimale et n la durée de la période considérée, en années de 12 mois.

X.1. Système comptable de mesure de performance de rentabilité

La Marge Brute d'Autofinancement (MBA) représente le flux net dégagé par l'exploitation d'un investissement et qui va permettre de rentabiliser les capitaux investis.

Le calcul de ces flux dégagés, ou Marge Brute d'Autofinancement, est ainsi fonction des éléments de l'exploitation : durée prévue, recettes envisagées, charges estimées et amortissement des biens acquis.

X.1.1. Valeur Actualisé Nette (VAN)

La Valeur Actualisé Nette d'un investissement est la valeur actuelle, à une date donnée et à un taux d'actualisation choisi, des flux de trésorerie annuels liés à un projet, c'est-à-dire la somme des flux de trésorerie actualisés.

$$VAN = \sum_{n=1}^{n=p} MBA_n (1 + t)^{-n}$$

X.1.2. Taux de Rentabilité Interne (TRI)

Le Taux de Rentabilité Interne (TRI) est la valeur du taux d'actualisation pour laquelle le bénéfice actualisé est nul (M. TERNIER, 1968), ou un indice de profitabilité égal à 1.

$$0 = \sum_{n=1}^{n=p} MBA_n(1 + t)^{-n} - C$$

X.1.3. Indice de Profitabilité (Ip)

L'indice de profitabilité (Ip) d'un investissement est défini comme étant le quotient de la somme des cash-flows (flux générés) actualisés par le montant du capital investi (D Franck, 2010)

$$I_p = \sum_{n=1}^{n=p} MBA_n(1 + t)^{-n} / C$$

X.1.4. Durée de Récupération des Capitaux Investis (DRCI)

La Durée de Récupération des Capitaux Investis (DRCI) est définie concrètement comme étant le temps nécessaire, comptabilisé à partir du début des activités de production, pour que la somme investie pour la conception de l'activité retourne au profit de l'investisseur à partir des bénéfices qu'elle génère.

En science économique et comptable, elle est définie comme étant la durée nécessaire pour que le cumul des Marges Brutes d'Autofinancement soit égal à la valeur des capitaux investis.

$$\sum_{n=1}^{n=p} MBA_n - C = 0$$

X.2. Définition des éléments d'évaluation financière du projet

Afin d'avoir une bonne indication sur l'état financier du projet, il faut connaître avec certitude la valeur de ses flux circulants et immobilisés. Il est possible ensuite d'en déduire un

bilan financier fiable, relatif à la performance comptable du projet. Pour obtenir ces résultats, il faut comparer les emplois de fonctionnement et les ressources résultant des activités.

X.2.1. Emplois débiteurs du projet

La valeur des flux monétaires débiteurs du projet est fonction de son importance et celui des infrastructures de production, ensuite des objectifs initialement visés et enfin du pourcentage d'accomplissement des prévisions. Ces flux monétaires débiteurs sont représentés par les capitaux initialement investis et les charges de fonctionnement.

X.2.1.1. Investissement ou Capitaux investis

Dans ce projet, le capital est investi à trois types d'affectations différentes, achats des matériels et équipements, coût des études et assistance technique ainsi que les frais d'installation des infrastructures.

X.2.1.2. Charges de l'exploitation

On a deux types de charges : les charges décaissées et les charges calculées, ces dernières étant essentiellement représentées par les amortissements des actifs immobilisés.

➤ Charges décaissées

Les charges décaissées sont les frais déboursés nécessaires au fonctionnement des activités d'exploitation des infrastructures : coûts d'acquisition des fientes substrats de la digestion, des bouses de bovins, des eaux de digestion, ainsi que les frais de main d'œuvre du personnel responsable du suivi et de l'entretien des installations, y compris les impôts.

➤ Charges Calculées

Les charges Calculées de l'exploitation correspondent aux dotations aux amortissements résultant de la dépréciation de valeurs des actifs immobilisés.

X.2.2. Ressources du projet

Les flux monétaires créditeurs par contre sont représentés essentiellement par les recettes globales réalisées, représentées par la valeur numéraire du biogaz, des fertilisants organiques, et le cas échéant, de l'énergie électrique.