Université Libre de Bruxelles
Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire
Faculté des Sciences
Master en Sciences et Gestion de l'Environnement

« Les systèmes de production d'énergie renouvelable : application au sein d'une commune. »

Mémoire de Fin d'Etudes présenté par
VERVACK, Gaëlle
en vue de l'obtention du grade académique de
Master en Sciences et Gestion de l'Environnement

Directeur : Prof. M. Huart

Année Académique : 2007-2008

Résumé

Le but de ce MFE est d'étudier les différentes solutions possibles pour une commune de se lancer dans la production d'énergie renouvelable, et de fournir un document de synthèse simple à destination de celles-ci.

Ce document de synthèse a un double objectif. D'une part, il doit permettre aux communes de se rendre compte de l'intérêt d'installer un système de production d'énergie renouvelable, et de réaliser que toutes ces technologies existent déjà et sont fiables. D'autre part, il doit servir à identifier quel système est le mieux adapté aux besoins et aux conditions locales.

Afin de réaliser ce document, une analyse bibliographique très étendue a été réalisée sur les technologies et sur les installations en place en Région Wallonne. Des informations ont également été obtenues en contactant des spécialistes et des responsables d'installations wallonnes.

Le document de synthèse est divisé en trois parties :

- Une introduction sur les énergies renouvelables et sur leur intérêt pour les communes.
- Une présentation des différents systèmes de production d'énergie renouvelable. Pour chaque technologie sont repris une courte description de la technologie, les différentes étapes à suivre pour mettre en œuvre un projet de ce type, les contraintes liées à la technologie, une description de plusieurs projets qui ont déjà été réalisés par des communes ainsi que des informations pour aller plus loin dans l'analyse de la technologie.
- Un bilan financier de chaque technologie ainsi qu'une présentation des différentes façons de financer un projet.

Afin de le rendre plus convivial pour les communes, des résumés ont été mis au début de chaque partie.

Malgré toutes les difficultés que l'élaboration de ce document a générées, je pense que le résultat est très intéressant. Il montre bien le rôle primordial que les communes devraient jouer dans le développement des systèmes de production d'énergie renouvelable, et surtout que c'est à la portée de chacune. La conclusion la plus importante est que le choix de la technologie doit se baser sur les spécificités de la commune. En effet, une même technologie peut être très rentable dans certaines conditions, mais pas du tout dans d'autres. Il n'existe pas de « meilleure » technologie. Ce document a été fait spécifiquement pour aider chaque commune à identifier « sa » technologie, celle qui rencontrera ses attentes et sera rentable.

Le document destiné aux communes pourrait, après relecture par des spécialistes, être envoyé à celles-ci.

Table des matières, des figures et des tableaux

1) TABLE DES MATIERES

Introduction 7
Chapitres de contenu 10

PARTIE I : INSTALLER UN SYSTEME DE PRODUCTION D'ENERGIE RENOUVELABLE…. POURQUOI ???? 11

1 Toutes les bonnes raisons d'installer un système de production d'énergie renouvelable 12
1.1 INTERETS SOCIAUX 12
1.2 INTERET ECONOMIQUE 12
1.3 INTERET POLITIQUE 13
1.4 LUTTE CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE 13
1.5 DIMINUTION DE LA POLLUTION DE L'AIR DUE AUX ENERGIES FOSSILES 13
1.6 DIMINUTION DES RISQUES DU NUCLEAIRE 14
1.7 AUGMENTATION DE L'INDEPENDANCE ENERGETIQUE ET PREVISIBILITE DES COUTS ENERGETIQUES POUR LA COMMUNE 14

2 Les freins à l'installation des systèmes de production d'énergie renouvelable dans les communes… et pistes de réflexion pour passer outre. 14
2.1 LA PEUR DE L'INCONNU 14
2.2 LE MANQUE DE TEMPS ET DE PERSONNEL 15
2.3 LA RETICENCE DES CITOYENS 15
2.4 L'INVESTISSEMENT FINANCIER 16

3 L'implication de la commune dans le projet … à la carte ! 16

PARTIE II : INSTALLER UN SYSTEME DE PRODUCTION D'ENERGIE RENOUVELABLE…. COMMENT ??? 18

1 Parcs éoliens 21
1.1 DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE ET ETAT DES LIEUX EN REGION WALLONNE 21
1.2 AVANTAGES ET INCONVENIENTS 21
1.3 MISE EN ŒUVRE D'UN PROJET EOLIEN 22
1.4 CONTRAINTES ET CONDITIONS POUR L'IMPLANTATION D'UN PARC EOLIEN 25
1.5 EXEMPLES DE PARCS EOLIENS 26
1.5.1 Parcs sans investissement communal ou citoyen : 26
1.5.2 Parcs avec investissement communal 27
1.5.3 Exemple de parc avec investissement communal et citoyen 28
1.6 POUR ALLER PLUS LOIN… 28

2 Systèmes photovoltaïques 29
2.1 DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE ET ETAT DES LIEUX EN REGION WALLONNE 29
2.2 AVANTAGES ET INCONVENIENTS 30
2.3 MISE EN ŒUVRE D'UN PROJET PHOTOVOLTAÏQUE 30
2.4 CONTRAINTES ET CONDITIONS POUR L'IMPLANTATION D'UN SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE 34
2.5 EXEMPLES 35

2.6 POUR ALLER PLUS LOIN… 35

3 Cogénération et chaufferie au bois 36
3.1 DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE ET ETAT DES LIEUX EN REGION WALLONNE 36
3.1.1 Le bois comme carburant 36
3.1.2 Description des technologies de cogénération et de combustion au bois 38
3.1.3 Etat des lieux en Région Wallonne 39
3.2 AVANTAGES ET INCONVENIENTS 39
3.2.1 Chaufferie au bois 39
3.2.2 Cogénération au bois 40
3.3 MISE EN ŒUVRE D'UN PROJET DE BOIS ENERGIE 40
3.4 CONTRAINTES ET CONDITIONS POUR L'IMPLANTATION D'UNE CHAUFFERIE OU D'UNE COGENERATION BOIS 42
3.4.1 Pour la chaufferie et pour la cogénération 42
3.4.2 Pour la cogénération 43
3.4.3 Pour la chaufferie 43
3.5 EXEMPLES 43
3.5.1 Cogénération au bois 43
3.5.2 Chaufferie bois 45
3.6 POUR ALLER PLUS LOIN… 46

4 Biométhanisation 47
4.1 DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE ET ETAT DES LIEUX EN REGION WALLONNE 47
4.2 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA BIOMETHANISATION 49
4.2.1 Mise en œuvre d'un projet de biométhanisation 49
4.3 CONTRAINTE ET CONDITIONS POUR L'IMPLANTATION D'UNE UNITE DE BIOMETHANISATION 50
4.4 EXEMPLES 51
4.5 POUR ALLER PLUS LOIN… 53

5 Petite centrale hydroénergétique 54
5.1 DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE ET ETAT DES LIEUX EN REGION WALLONNE 54
5.2 AVANTAGES ET INCONVENIENTS 55
5.3 MISE EN ŒUVRE D'UN PROJET HYDRAULIQUE 55
5.4 CONTRAINTES ET CONDITIONS POUR L'IMPLANTATION D'UN PETIT PROJET HYDRAULIQUE 56
5.5 EXEMPLES 56
5.6 POUR ALLER PLUS LOIN… 57

6 Système solaire thermique 57
6.1 DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE ET ETAT DES LIEUX EN REGION WALLONNE 57
6.2 AVANTAGES ET INCONVENIENTS 58
6.3 MISE EN ŒUVRE D'UN SYSTEME DE PRODUCTION SOLAIRE THERMIQUE 59
6.4 CONTRAINTES ET CONDITIONS POUR L'IMPLANTATION D'UN SYSTEME DE PRODUCTION SOLAIRE THERMIQUE 60
6.5 EXEMPLES 61
6.6 POUR ALLER PLUS LOIN… 61

PARTIE III : INSTALLER UN SYSTEME DE PRODUCTION D'ENERGIE RENOUVELABLE…. AVEC QUEL FINANCEMENT ???? 63

1 Coût et rentabilité d'un système de production d'énergie renouvelable 65
1.1 COUT 65
1.1.1 Coût du projet 65

1.1.2 Aides et primes disponibles 65
1.1.3 Coûts annuels : entretien, assurance, gestion, prix du carburant 66
1.1.4 TVA 66
1.2 BENEFICES 66
1.2.1 La revente des Certificats verts 67
1.2.2 La diminution de la facture électrique et la revente d'électricité 67
1.2.3 La diminution de la facture de combustible 67
1.3 DONNEES FINANCIERES POUR LES DIFFERENTS SYSTEMES 68
1.3.1 Parc éolien 70
1.3.2 Système solaire photovoltaïque 71
1.3.3 Cogénération au bois 73
1.3.4 Chaufferie au bois 74
1.3.5 Unité de biométhanisation 75
1.3.6 Installation hydro-énergétique 77
1.3.7 Système solaire thermique 78

2 Systèmes de gestion et de financement 79
2.1 FINANCEMENT SUR FONDS PROPRES OU PRET BANCAIRE 80
2.2 TIERS-INVESTISSEUR 80
2.3 COOPERATIVES CITOYENNES 82
2.4 PARTENARIAT AVEC UN FOURNISSEUR D'ELECTRICITE 82

Conclusions 83
Bibliographie 84
Annexes 87
1 - Les différentes unités d'énergie et les facteurs de conversion
2 - Analyses de rentabilité des différents systèmes
3 – Document de synthèse destiné aux communes

2) TABLE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 1 : rendement de l'installation par rapport à une installation orientée et inclinée de façon optimale. 32

Figure 2 : équivalences entre les différentes formes de combustibles bois 38

Figure 3 : PCI des combustibles fossiles 38

Figure 4 : quantités de biogaz produit en m³ par tonne de matière fraîche entrante 48

Figure 5 : intrants et production de l'installation 52

Figure 6 : bilan énergétique et environnemental de l'installation 53

Figure 7 : consommation moyenne d'eau chaude par type d'établissement en Région Wallonne 59

Tableau 1 : bilan financier pour un parc éolien de 10MW 71

Figure 8 : octroi des Certificats Verts selon la puissance de l'installation 72

Tableau 2 : bilan financier pour un petit système photovoltaïque (10 kWc) 73

Tableau 3 : bilan financier pour un grand système photovoltaïque (30 kWc) 73

Tableau 4 : bilan financier pour une installation de cogénération au bois de300 kWé et 550 kWth 74

Tableau 5 : bilan financier pour une petite installation : remplacement d'une chaudière de 400kW dans une chaufferie existante 75

Tableau 6 : bilan financier pour une grande installation: installation d'une chaudière de 400 kW dans un nouveau hangar avec réseau de chaleur 75

Tableau 7 : bilan financier pour une unité de biométhanisation d'un MWé 77

Tableau 8 : bilan financier pour une petite installation hydroénergétique (10kW) 78

Tableau 9 : bilan financier pour une assez grande installation hydroénergétique (300kW) 78

Tableau 10 : bilan financier pour un petit système solaire thermique (50m² de capteurs) 79

Tableau 11 : bilan financier pour un grand système solaire thermique (500m² de capteurs) 79

Introduction

1 Contexte du sujet traité

Les systèmes de production d'énergie renouvelables sont maintenant des technologies mûres, aussi bien d'un point de vue technologique qu'économique. Ils constituent une alternative intéressante aux carburants fossiles et à tous les problèmes que ceux-ci engendrent (émission de gaz à effet de serre, fluctuations des prix menaçant les ménages les moins aisés, etc.).

Les communes ont un rôle très important à jouer dans le développement des technologies de production d'énergie renouvelable. Leur domaine d'actions peut se subdiviser en 2 parties :

- Encourager les citoyens à installer les différentes technologies chez lui, par le biais de l'information (séances d'information, brochures spécifiques, etc.) et des incitants financiers (primes communales pour l'installation de panneaux solaires, etc.).
- Produire l'énergie que ses infrastructures consomment (électricité et carburant) à partir d'une source d'énergie renouvelable.

C'est ce deuxième volet qui sera développé dans ce document. Le but d'une commune n'est pas de devenir un grand producteur d'électricité, car ce n'est pas son rôle. Par contre, réduire sa facture énergétique et celle de ses concitoyens, servir d'exemple pour ceux-ci et leur permettre de s'impliquer dans des projets innovants et rémunérateurs, tout cela cadre parfaitement avec les missions d'une commune.

Pour le moment, certaines communes sont encore un peu « frileuses » par rapport aux énergies renouvelables, que ce soit par manque de temps, de moyen ou tout simplement de connaissance de ces technologies. Certaines communes se lancent également dans une technologie sans avoir une vue d'ensemble sur les différentes technologies disponibles, et ne choisissent ainsi pas la plus adéquate. Ces deux phénomènes s'expliquent par deux raisons :

D'une part, il existe maintenant une multitude de technologies disponibles pour produire de la chaleur ou de l'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable. Il n'existe pas un moyen meilleur que les autres de produire de l'électricité ou de la chaleur. Chaque technologie est bien adaptée à certaines situations (besoins en chaleur, en électricité, disponibilité du carburant, etc.) mais a ses limites. Il n'est pas facile d'y voir clair dans toutes les possibilités.

D'autre part, les communes ont souvent l'impression qu'elles n'ont pas les moyens financiers ou humains de se lancer dans ce type de projet. Hors, il existe une multitude de moyens de financements (tiers-investisseurs, contrat avec un producteur d'électricité, etc.) et de mise en œuvre (bureaux d'études) qui permettent à des communes sans gros budget disponible et sans personnel spécialisé de se lancer dans l'aventure.

C'est pour ces deux raisons qu'il semblait intéressant de réaliser un document à l'intention des communes afin de le aider à s'y retrouver dans le monde des énergies renouvelables, et afin qu'elles franchissent le pas.

2 Objectifs

Le but de ce MFE est d'étudier les différentes solutions possibles pour une commune de se lancer dans la production d'énergie renouvelable, et de fournir un document de synthèse simple à destination des communes.

Ce document de synthèse a un double objectif. D'une part, il doit permettre aux communes de se rendre compte de l'intérêt d'installer un système de production d'énergie renouvelable, que ce soit dans un but financier, social, environnemental ou politique, et d'aussi réaliser que toutes ces technologies existent déjà

et sont fiables. D'autre part, il doit servir à identifier quel système de production d'énergie renouvelable est le mieux adapté aux besoins et aux conditions locales.

Ce document pourra ensuite être envoyé aux communes intéressées.

3 Méthodologie suivie

La première étape a été l'analyse de la bibliographie disponible sur les systèmes de production d'énergie renouvelable. En pratique les informations ont quasi toutes été récupérées sur des sites internet, spécialement sur le « portail énergie » de la Région Wallonne[1] qui reprend une quantité énorme d'informations sur les énergies renouvelables, et qui est indépendant de toutes marques. Tous les documents de références concernant les différentes technologies ont été analysés. Depuis les informations recueillies sur ce site, j'ai visité d'autres sites web.

Le plus souvent, il me manquait cependant certaines informations cruciales. Des contacts téléphoniques ou via internet ont été pris avec les différents facilitateurs de la Région Wallonne, qui m'ont été d'un très grand secours[2].

La seconde étape a été d'identifier, selon ces données recueillies, les systèmes de production d'énergie renouvelables adaptées aux communes et écologiquement intéressantes. Six technologies ont été retenues

- les pars éoliens,
- la cogénération et la chaufferie à partir de bois
- la biométhanisation
- les systèmes solaires photovoltaïques
- les petites centrales hydroénergétiques
- les systèmes solaires thermiques

La troisième étape a été d'analyser certains projets déjà réalisés par des communes. Pour cela, des informations ont été recherchées sur les sites web de celles-ci et des contacts téléphoniques ont également eu lieus avec les responsables des projets, afin de recouper les données souvent différentes trouvées sur le web. Certaines installations ont également été visitées.

Durant ces analyses de projets concrets de nombreuses modifications ont été faites aux données théoriques recueillies lors de la première étape, car comme dans tous les domaines innovants, la théorie et la réalité divergent souvent…L'analyse des projets réels m'a également permis de mieux identifier les sources de financements auxquelles une commune peut avoir recours.

La quatrième étape a été l'analyse économique des différents systèmes de production d'énergie renouvelable.

La cinquième étape a été l'élaboration du document de synthèse destiné aux communes, basé sur toutes les données recueillies lors de l'élaboration du MFE.

4 Présentation succincte de la structure du rapport

Comme expliqué ci-dessous, le but de ce MFE était de produire un document à envoyer aux communes. Cependant, il est évident que le MFE requiert un degré de détails important, ce qui le rendrait peu digeste pour une commune. Pour cette raison, **le document pour les commune a été mis en annexe, et le MFE en lui-même reprend exactement le même texte (mis en caractères normaux -), mais en y apportant**

[1] Portail de l'Énergie en Région wallonne http://energie.wallonie.be

des précisions tels que les détails de calcul, les sources d'informations, les réflexions, etc (en caractères italiques). Le style du MFE est assez simple et adressé aux communes, parce que je ne voulais pas écrire deux documents différents (un pour la commune et un pour le MFE), faute de temps.

Le MFE est assez long, parce que le sujet est très vaste mais aussi parce qu'il reprend tout le document adressé aux communes. J'aurais pu mettre uniquement les ajouts dans le MFE, mais cela aurait rendu sa lecture très indigeste.

Le MFE ne reprend également pas les photos, puisqu'elles n'apportent que très peu au niveau de la compréhension. Elles sont par contre très importantes dans le document pour les communes afin que celles-ci puissent visualiser les différents systèmes, mais aussi afin de le rendre plus attrayant.

Le rapport en lui-même est structuré comme suit :

- Introduction sur les énergies renouvelables et sur leur intérêt pour les communes.
- Présentation des caractéristiques des différents systèmes de production d'énergie renouvelable. Pour chaque technologie est repris :
  - Une courte description de la technologie. Celle-ci a pour but de définir « de quoi on parle », et certainement pas d'analyser en détail toutes les finesses des installations. Une brève analyse du développement de la technologie en Région Wallonne est également fournie.
  - Les différentes étapes à suivre pour mettre en œuvre un projet de ce type. Cette partie a pour but d'aider les communes à se représenter ce qu'un projet de ce type va demander comme temps et comme moyen.
  - Les contraintes liées à la technologie, qui vont définir si un projet de ce type est adapté à la commune ou s'il vaut mieux chercher parmi d'autres solutions.
  - Une description de plusieurs projets qui ont déjà été réalisés par des communes (ou par des entreprises / des particuliers quand peu de communes ont déjà eu recours à la technologie). Cette partie a pour but de montrer aux communes que les technologies sont au point et sont déjà installées dans la région. Ca leur permettra aussi de contacter ces communes pour avoir des compléments d'informations si nécessaire.
  - Enfin, les coordonnées du facilitateur qui pourra aider la commune tout au long du projet sont reprises, ainsi qu'une liste de documents et de sites intéressant à visiter si les communes choisissent cette technologie.
- Présentation des différentes façons de financer un projet. Cette partie reprend les différentes données financières valables pour toutes les technologies (primes et aides disponibles, etc.), un ou plusieurs bilan(s) financier(s) pour chaque installation ainsi que les différents systèmes permettant à la commune d'être soutenue par un organisme extérieur (tiers-investisseur, etc).

  Concernant le bilan financier, celui-ci est beaucoup plus détaillé dans le MFE que dans le document destiné aux communes. En effet, cette partie est plus que lourde à digérer. Les communes ont simplement besoins d'avoir une idée des coûts et de la rentabilité, mais elles n'ont pas besoins de connaître toutes les données qui ont permis d'arriver à cela.

5 Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement les facilitateurs de la Région Wallonne qui ont répondu avec sympathie à mes nombreuses questions, ainsi que toutes les personnes contactées par téléphone qui ont accepté de m'aider ou de me faire visiter leurs installations de production d'énergie renouvelable.

Merci enfin à mon directeur de MFE, Mr Huart, pour m'avoir guidée quand je me perdais dans la jungle des énergies renouvelables

Chapitres de contenu

Préambules

Le document que vous avez entre les mains a deux objectifs. D'une part, il voudrait attirer votre attention sur l'intérêt d'installer un système de production d'énergie renouvelable, que ce soit dans un but financier, social, environnemental ou politique (partie I). D'autre part, il devrait vous démontrer que toutes ces technologies existent déjà et sont fiables, et vous aider à identifier la technologie (photovoltaïque, éolien, etc.) et le mode de financement et de gestion les mieux adaptés aux besoins spécifiques de votre commune (partie II et III).

Les communes ont un rôle très important à jouer dans le développement des technologies de production d'énergie renouvelable. Leur domaine d'actions peut se subdiviser en 2 parties :

- Encourager les citoyens à installer un système chez eux, par le biais de l'information (séances d'information, brochures spécifiques, etc.) et des incitants financiers (primes communales, etc.).
- Produire l'énergie que ses infrastructures consomment à partir d'une source d'énergie renouvelable.

C'est ce deuxième volet qui sera développé dans ce document. Le rôle d'une commune n'est pas de devenir un grand producteur d'électricité. Par contre, réduire sa facture énergétique et celle de ses concitoyens, servir d'exemple pour ceux-ci et leur permettre de s'impliquer dans des projets innovants et rémunérateurs, tout cela cadre parfaitement avec les missions d'une commune.

Pour le moment, certaines communes sont encore un peu « frileuses » par rapport aux énergies renouvelables, que ce soit par manque de temps, de moyen ou tout simplement de connaissance de ces technologies. Certaines communes se lancent également dans une technologie sans avoir une vue d'ensemble sur les différentes technologies disponibles, et ne choisissent ainsi pas la plus adéquate. Ces deux phénomènes s'expliquent par deux raisons :

- D'une part, il existe maintenant une multitude de technologies disponibles pour produire de la chaleur ou de l'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable. Il n'existe pas un moyen meilleur que les autres de produire de l'électricité ou de la chaleur. Chaque technologie est bien adaptée à certaines situations (besoins en chaleur, en électricité, disponibilité du carburant, etc.) mais a ses limites. Il n'est pas facile d'y voir clair dans toutes les possibilités.
- D'autre part, les communes ont souvent l'impression qu'elles n'ont pas les moyens financiers ou humains de se lancer dans ce type de projet. Hors, il existe une multitude de moyens de financements (tiers-investisseurs, contrat avec un producteur d'électricité, etc.) et de mise en œuvre (bureaux d'études) qui permettent à des communes sans gros budget disponible et sans personnel spécialisé de se lancer dans l'aventure.

C'est pour ces deux raisons qu'il semblait intéressant de réaliser un document à l'intention des communes afin de les aider à s'y retrouver dans le monde des énergies renouvelables, et afin qu'elles franchissent le pas.

Ce document peut vous paraître volumineux, mais il a été conçu pour vous prendre un minimum de temps et vous permettre d'aller directement à l'essentiel, grâce à la page de résumé se trouvant au début de chacune des trois parties qu'il comprend.

Le premier résumé vous permettra d'être convaincu de l'intérêt de ces technologies.

Le second vous permettra d'identifier les technologies à approfondir, grâce à des tableaux reprenant les avantages, les inconvénients te les conditions à remplir pour chaque technologie. Une fois les technologies identifiées, vous pouvez lire les chapitres qui y sont consacrés. Si vous voulez approfondir encore plus une technologie en particulier, des documents et des sites de référence sont également mentionnés.

Le troisième vous permettra de vous faire une idée du bilan financier de chaque technologie et d'identifier les systèmes de financement qui ont l'air de convenir. De nouveaux, il vous suffit de lire ensuite les chapitres correspondant à vos choix.

Partie I : installer un système de production d'énergie renouvelable…. Pourquoi ????

Résumé de la Partie I

Quels sont les intérêts pour une commune d'installer un système de production d'énergie renouvelable ?

- Intérêts sociaux : ces projets sont sources d'emplois locaux. De plus ils permettent à la commune, aux citoyens et aux entreprises locales de s'engager ensemble dans un projet fédérateur et d'amener des solutions à des problèmes rencontrés par ceux-ci. Ces projets renforcent la cohésion sociale.
- Intérêts économiques : ces projets, s'ils sont bien adaptés à la commune, peuvent rapporter beaucoup d'argent et diminuer la facture énergétique des bâtiments communaux (ainsi que les fluctuations de celle-ci, dues aux changements de prix des carburants classiques).
- Intérêt politique : ces projets donnent une image innovante, dynamique, et tournée vers l'avenir de la commune, mais aussi du bourgmestre et de tout le personnel communal.
- Lutte contre le changement climatique : les énergies renouvelables sont un moyen efficace de diminuer les émissions de CO_2 et de lutter ainsi contre le changement climatique, qui amènera de gros problèmes au niveau mondial, mais aussi local (canicules, inondations, migration massive de populations, etc.).
- Lutte contre la pollution due aux énergies fossiles, engendrant des problèmes de pluies acides, de santé publique, d'eutrophisation, etc.

Comment dépasser les réticences face à l'implantation d'un système de production d'énergie renouvelable ?

- La peur de l'inconnu : les technologies présentées dans ce document sont toutes déjà installées en Région Wallonne (voir partie II) et peuvent être visitée pour convaincre les sceptiques de leur efficacité.
- Le manque de temps, de personnel qualifié et d'argent : il existe différentes formules d'investissement et de gestion « à la carte », qui permettent à la commune de mettre les moyens humains et financier qu'elle possède dans le projet, même si ceux-ci sont très réduits. Contrairement à ce qui est souvent avancé, le manque d'argent n'est absolument pas un problème dans la mise en place d'un système de production d'énergie renouvelable (voir partie III).
- La réticence des citoyens : si le projet est bien adapté aux besoins de la commune, que les citoyens peuvent être impliqués et qu'ils sont bien informés, les réticences diminuent très fortement.

Comment la commune peut-elle s'impliquer selon ses moyens ?

Les communes peuvent s'impliquer de beaucoup de manières différentes, selon leurs besoins, leurs possibilités financières, leur envie d'impliquer les concitoyens ou non, et la technologie choisie.

Selon le but défini au départ (trouver une solution pour les problèmes des citoyens, donner une bonne image de la commune, diminuer la facture énergétique de la commune, se lancer dans les énergies renouvelables quelles qu'elles soient, etc.), le choix de la technologie, mais aussi de l'implication de la commune seront très différents. Idéalement, la commune devrait toujours au moins réaliser une pré-étude avec l'aide du facilitateur de la Région Wallonne afin de déterminer le ou les technologies bien adaptées à leurs besoins. Par après, la commune peut mener elle-même le projet ou faire appel à des sociétés spécialisées (bureaux d'études, porteurs de projets, etc.).

1 Toutes les bonnes raisons d'installer un système de production d'énergie renouvelable

Il suffit d'observer notre environnement immédiat, nos gestes quotidiens, ou de suivre l'actualité pour constater à quel point notre société dépend de l'énergie.

Pourtant, la consommation énergétique est de plus en plus montrée du doigt pour ses impacts majeurs sur notre environnement. Dans le même temps, l'énergie est devenue une question géostratégique majeure et est à l'origine de nombreux conflits et crises dans le monde. Enfin, l'inéluctable épuisement des énergies fossiles renforce la nécessité de trouver des solutions énergétiques alternatives que sont les énergies renouvelables.

Il est très important de noter qu'installer un système de production d'énergie renouvelable va de pair avec une utilisation rationnelle de l'énergie au sein des bâtiments communaux (bonne isolation, régulation, etc.). L'énergie la moins cher et la moins écologique est celle que l'on ne consomme pas !

1.1 Intérêts sociaux

Création d'emploi

L'implantation d'un système de production d'énergie renouvelable est souvent synonyme de création d'emplois locaux, insensibles aux délocalisations. Même si le gros matériel est souvent importé de l'étranger, les bureaux d'études, les installateurs, les sociétés effectuant la maintenance éventuelle sont eux bien locaux.

Par exemple, pour la filière bois-énergie, la création d'emplois locaux (éventuellement pour des ouvriers communaux) peu qualifiés est importante, que ce soit pour la production, le stockage, le transport, la vente du combustible-bois ou pour l'installation et le suivi des chaufferies.

Projet citoyen

L'implantation de certains grands systèmes de production d'énergie renouvelable permettent au citoyen, aux sociétés locales et aux communes de s'associer en un projet commun et fédérateur.

Dans le domaine des parcs éoliens, l'implication de la commune dans ces projets et quasi une obligation morale. En effet, cette technologie modifie le paysage qui appartient aux citoyens. Ceux-ci ont payé pour s'acheter un logement qui offre une certaine perspective. Si on modifie celle-ci, le citoyen peut se sentir volé, puisqu'on modifie quelque chose qui lui appartient, sans que cela ne lui rapporte quoi que ce soi. Si la commune s'investit financièrement dans les projets, elle en ressort un bénéfice important qui peut être réinvestit dans des actions communales dont le citoyen va pouvoir profiter.

Cette obligation morale a également une autre origine, valable elle pour tous les systèmes de production d'électricité vert. Ces technologies sont rentables, entre autres, parce que l'électricité d'origine renouvelable donne droit à des Certificats Verts.[3] Ce mécanisme est en partie financé grâce à une taxe qui se retrouve dans la facture d'électricité de chaque citoyen et de chaque commune. C'est donc tout simplement logique que ceux qui paient, via leur facture, pour la production d'électricité verte en soient également les bénéficiaires… en assurant eux-mêmes cette production.

Un autre intérêt social est que ces technologies sont implantées localement et sont donc proches du citoyen. Celui-ci peut ainsi réaliser que leur commune prend des mesures concrètes dans ce domaine.

1.2 Intérêt économique

En tenant compte des aides et primes, l'installation d'un système de production d'énergie renouvelable s'avère, en Région Wallonne, souvent très rentable. Les sociétés privées l'ont bien compris et construisent un peu partout des parcs éoliens ou d'autres technologies. Si la commune et ses concitoyens investissent ensemble dans ce type de système, les retombées économiques suivent.

[3] Voir paragraphe 1.2.1 de la partie III

1.3 Intérêt politique

Développer un projet de production d'énergie renouvelable, c'est s'inscrire dans une logique de développement durable. Ce projet donne à la commune une image propre, dynamique, innovante. La commune se montre concernée et réagit face aux problèmes et aux questions qui se posent à ses concitoyens, confrontés sans cesse à l'augmentation des prix de l'énergie et aux menaces du réchauffement climatique.

La commune est mise en valeur, mais également le bourgmestre, les échevins et le personnel communal, qui réalisent ainsi une action concrète et visible, aussi bien par les concitoyens que par les communes extérieures.

1.4 Lutte contre le changement climatique

Le réchauffement climatique est causé par l'intensification d'un phénomène naturel : l'effet de serre. Ce phénomène est dû à la présence, dans l'atmosphère, de différents gaz qui piègent une partie de la chaleur solaire réfléchie par la terre (par exemple le CO_2). Sans lui, la température moyenne sur terre serait d'environ -18°C. Il s'agit donc d'un phénomène utile et naturel.

Cependant, avec le développement de ses activités, l'homme rejette dans l'atmosphère des quantités croissantes de ces gaz, spécialement lors de la combustion d'énergies fossiles (charbon, gaz naturel et pétrole), provoquant un renforcement de l'effet de serre naturel. C'est ce renforcement qui est à l'origine des changements climatiques.

Ainsi, selon les modèles et les scénarios, la température moyenne de la terre en 2100 aura grimpé de 1,4 à 5,8°C[4].

Les principaux effets de ce réchauffement, attendus à l'échelle planétaire, sont une élévation du niveau des mers (9 à 88cm en 2100)[5] qui constitue une menace à long terme pour certaines îles ainsi que pour des terres côtières situées près ou sous le niveau de la mer, une augmentation des périodes caniculaires en été, des orages, inondations et cyclones tropicaux plus abondants, avec des conséquences sur la progression et l'étendue des maladies infectieuses, sur les écosystèmes et enfin sur les réserves en eau potable. Ces phénomènes auront des impacts économiques indéniables.

Dans nos pays, il y aura aussi des conséquences peu agréables, comme les canicules et l'augmentation des risques d'inondations.

Les problèmes climatiques les plus graves toucheront surtout les pays plus pauvres, mais les conséquences, aussi bien humaines (énormes déplacement de populations – 200 millions de personnes pourraient être touchés par ce problème d'ici 2050 -, extension de la malaria, conflits pour l'accès à l'eau qui se raréfie, etc.) qu'économiques (coût du changement climatique estimé, selon l'ancien vice-président de la banque mondiale, à 5.500 milliard d'euros annuellement, soir 20% du produit mondial brut) seront mondiales.

A titre d'exemple, si le niveau de l'eau monte d'un mètre, le delta du Nil se retrouvera sous l'eau, ce qui donnera 10 millions d'habitants à recaser ailleurs…

Pour stabiliser la concentration du CO_2 à son niveau actuel, il faudrait réduire immédiatement ses émissions de 50 à 70%[6]. Plus on attend pour agir et plus les mesures à prendre devront être drastiques.

L'énergie produite à partir de sources renouvelables (soleil, eau, etc) ne génère pas ou peu de gaz à effet de serre, d'où l'intérêt de les substituer aux énergies fossiles qui, elles, émettent de grandes quantités de CO_2.

1.5 Diminution de la pollution de l'air due aux énergies fossiles

La combustion de combustibles fossiles entraine l'émission d'un certain nombre de polluants, nocifs à la fois pour l'environnement et pour la santé humaine. On peut citer particulièrement les pluies acides, la contamination

---

[4] *« Plan 2003 pour la Maîtrise Durable de l'Energie à l'horizon 2010 en Wallonie»*
[5] *« Plan 2003 pour la Maîtrise Durable de l'Energie à l'horizon 2010 en Wallonie»*
[6] *« Plan 2003 pour la Maîtrise Durable de l'Energie à l'horizon 2010 en Wallonie »*

progressive de l'atmosphère par les composés organiques volatiles (toxiques pour l'homme et l'environnement) et d'autres polluants, l'eutrophisation des eaux ou encore la formation d'ozone dans les basses couches de l'atmosphère. Cette pollution est nettement réduite par le recours aux énergies renouvelables.

1.6 Diminution des risques du nucléaire

Le nucléaire est la seule énergie fossile qui ne génère pas de CO_2 durant sa transformation en électricité, ce qui le fait parfois passer pour une solution de lutte contre le réchauffement climatique. Cependant, l'uranium nécessaire au fonctionnement des centrales doit être extrait dans des mines, traité et transporté jusqu'à nos centrales, ce qui demande énormément d'énergie et libère donc de grandes quantités de CO_2.

De plus, même s'ils sont extrêmement faibles, les risques d'accidents liés aux centrales nucléaires existent. L'incident dans la centrale nucléaire Slovène de Krsko, l'a rappelé dernièrement.

Au-delà de cette menace, la gestion des déchets reste également problématique.

1.7 Augmentation de l'indépendance énergétique et prévisibilité des coûts énergétiques pour la commune

A l'heure actuelle, la dépendance énergétique globale de la Wallonie atteint 98%[7] (ce qui signifie que 98% du combustible utilisé pour produire de l'électricité et de la chaleur provient de l'étranger). Chaque commune est donc tributaire de la demande sur le marché mondial. De plus, une part importante des approvisionnements provient de régions « à risque » d'un point de vue géopolitique. Cela génère donc des modifications de prix très importantes et difficiles à prévoir, qui pèsent de plus en plus lourd sur les budgets communaux et sur ceux des citoyens. L'énergie produite à partir de sources d'énergie renouvelable génère une énergie dont le coût est totalement prévisible, puisqu'il s'agit du coût d'investissement réparti sur un certains nombre d'années. Un fois la technologie en place, elle ne coûte plus rien (sauf l'entretien qui est prévisible). La seule exception est le recours aux technologies utilisant le combustible bois.

2 Les freins à l'installation des systèmes de production d'énergie renouvelable dans les communes… et pistes de réflexion pour passer outre.

Rem : l'identification des freins au développement des énergies communales s'est faite en interviewant des « responsable énergie » travaillant dans diverses communes.

2.1 La peur de l'inconnu

« Les chaudières classiques et les centrales électriques ont toujours donné satisfaction, alors pourquoi installer des machines compliquées et expérimentales ? … »

Tout d'abord, il existe bel et bien des systèmes de production d'énergie renouvelable qui sont parfaitement au point, qui sont déjà installés en Wallonie et donnent entièrement satisfaction. C'est pour répondre précisément à cette « peur de l'inconnu » que des installations wallonnes en fonctionnement sont décrites dans la partie II de ce document.

La plupart des sites de production d'énergie verte peuvent d'ailleurs être visités, pour convaincre les plus sceptiques… Les communes qui ont investi dans ces technologies en sont généralement très fières, et ne demandent qu'à partager leur savoir.

Comme décrit plus haut, les avantages de l'installation d'un système de production d'énergie renouvelable sont à la fois sociaux, écologiques, économiques et politiques. On ne peut pas en dire autant de l'installation d'une simple chaudière ou d'une centrale électrique classique…

[7] *« Plan 2003 pour la Maîtrise Durable de l'Energie à l'horizon 2010 en Wallonie »*

2.2 Le manque de temps et de personnel

« Ce projet va réquisitionner la moitié du service technique, qui a déjà trop de travail… en plus, ils ne sont pas du tout formés dans ce domaine… »

L'installation d'un système de production d'énergie renouvelable peut effectivement demander beaucoup de temps pour mettre le projet au point, pour réaliser les entretiens, etc.

Cependant, il existe certaines façons de mener un projet qui demandent beaucoup moins de temps, par exemple en ayant recours à un développeur de projet externe et à une société de maintenance. Le bénéfice économique sera moins important, par contre il n'y aura plus rien à gérer. De plus, pour certaines technologies plus complexes comme la cogénération au bois, l'installateur forme lui-même les ouvriers communaux pour qu'ils puissent gérer l'installation par après.

Vu les nombreux intérêts engendrés par ce type de projet, l'engagement d'un fonctionnaire supplémentaire, s'occupant entre autre du développement de ce projet, peut être justifié. D'autre part, il est a noté qu'il est très important pour une commune d'avoir un membre du personnel (le Responsable Energie) s'occupant à plein temps de la gestion de l'énergie dans les bâtiments communaux. En effet, une analyse des bâtiments et tout spécialement de leur régulation permet toujours de faire de grandes économies sur la facture énergétique. Ces économies peuvent ensuite éventuellement être affectées an partie pour le projet de GSER…

De plus, deux programmes ont déjà été lancés dans les années précédentes pour subventionner l'engagement d'un Responsable Energie (Programme « PALME » et « Commune Energ-éthique »). Si vous n'avez pas encore de Responsable Energie, vous pouvez toujours vous renseigner sur le prochain programme qui offrira ce genre d'opportunité[8].

2.3 La réticence des citoyens

« Les habitants de la commune vont encore réclamer… ce n'est pas bon pour l'image de la commune !... »

En effet, les riverains peuvent être réfractaires à l'installation d'un système de production d'énergie renouvelable qu'ils peuvent considérer comme peu fiable, dérangeant (parcs éoliens), ou simplement parce qu'ils considèrent que ce n'est pas une bonne façon d'investir les deniers publics.

Les opposants aux projets peuvent se classer dans trois catégories :

- les opposants par principe : ils sont contre tout projet, toute idée nouvelle. Heureusement, ils sont généralement peu nombreux et peu dangereux, puisqu'ils n'ont aucun argument valable.
- les opposants par intérêt : ils ont peur de perdre de l'argent dans ces projets. Par exemple, un riverain qui voit un projet de parc éolien se développer près de chez lui peut craindre de voir la valeur de son terrain ou de sa maison baisser. Cependant, une étude[9] objective a été effectuée par un géomètre expert immobilier en Région Wallonne, montrant que l'implantation d'éoliennes n'influence pas la santé du marché immobilier dans les alentours.
- les opposants par manque d'information : ils sont opposés au projet parce qu'ils ont été laissés de côté, dans le flou. On ne leur a pas expliqué en quoi le projet consistait. Cette forme d'opposition est aisément vaincue en diffusant efficacement des informations claires et objectives dès la genèse du projet, et en permettant au citoyen d'exprimer ses craintes lors de réunions de consultations.

---

[8] Pour plus de renseignements sur le programme Energ-éthique, vous pouvez contacter la DGTRE. La personne de contact est Mme Isabelle Gouthière - 081/33.55.74. ou 081/33.55.06. - i.gouthiere@mrw.wallonie.be

[9] Pour plus d'information sur l'acceptation des éoliennes en RW : « étude sur l'acceptation sociale des éolienne »

D'autre part, il ne faut pas oublier que, même si les opposants aux énergies renouvelables font plus de bruits, une large majorité des citoyens les accepte ou même les encourage.

Concernant les éoliennes, qui sont de loin le système qui soulève le plus de protestations, une écrasante majorité des wallons (87 %) se dit favorable au développement de l'énergie éolienne en Belgique. Une majorité (64 %) accepte en outre la présence d'un parc d'éoliennes à moins de 1.000 mètres de chez eux[10].

Un bon exemple d'acceptation des éoliennes est le parc de Quiévrain-Dour. Lors de la demande de permis pour l'implantation des 7 premières éoliennes, la commune a été submergée de plaintes. Les permis a finalement été accordés, et 4 des 7 éoliennes ont été mises en service. Une demande pour ajouter quatre éoliennes supplémentaires a ensuite été introduite et n'a suscité quasi aucune plainte, simplement parce que les citoyens se sont rendus compte que les éoliennes n'étaient pas gênantes.

2.4 L'investissement financier

« C'est bien joli les énergies renouvelables, mais la commune n'a pas des millions à mettre sur la table… »

Le coût d'une installation ne doit pas être dissuasif pour une commune car il existe une multitude de moyens de financer ce type de projet, parfois même sans investir un seul euro.

Selon l'implication de la commune dans le projet et la technologie choisie, les retombées économiques seront très variables. Cependant, pour la plupart des communes, il y a une possibilité de trouver un système de production d'énergie renouvelable et un système de financement bien adaptés, et qui vont donc très vite rapporter de l'argent.

Selon le niveau de risque et le budget que la commune est prête à investir, elle pourra soit financer elle-même l'investissement, soit avoir recours à un tiers-investisseur ou faire un contrat avec un producteur d'électricité. La première solution comprendra souvent plus de risques, mais une très bonne rentabilité. La seconde est quasi sans risque, mais les retombées économiques seront évidemment moindres. Les différents moyens de financer un système de production d'énergie renouvelable sont décrits au paragraphe 2 de la partie III.

L'avantage d'implanter un système de production d'énergie renouvelable, au niveau purement économique, est donc également de pouvoir choisir un financement adapté aux besoins de la commune.

Le recours aux énergies renouvelables permet également de pouvoir anticiper les frais de combustible et d'électricité, puisque ces coûts sont connus lors de l'investissement.

3 L'implication de la commune dans le projet … à la carte !

Les communes peuvent s'impliquer de beaucoup de manières différentes, selon leurs besoins, leurs possibilités financières, leur envie d'impliquer les concitoyens ou non, et la technologie choisie.

Le choix d'installer un grand système de production d'énergie renouvelable peut partir d'un besoin : une nouvelle piscine va être installée, il faudra la chauffer… Pourquoi ne pas analyser la possibilité de mettre une chaudière alimentée au bois plutôt qu'une chaudière au gaz classique ?

Ce choix peut aussi partir d'un besoin des concitoyens : votre commune compte une grande population agricole qui ne sait que faire de ses effluents d'élevage… Pourquoi ne pas développer un projet de biométhanisation, qui permettra de produire de l'énergie à partir de ces effluents… et tant qu'à faire d'y ajouter les déchets verts de la commune. Tout le monde est ainsi gagnant !

Et le choix peut, finalement, partir d'une réelle initiative communale, que ce soit dans un but politique, social ou économique.

[10] Pour plus d'information sur l'acceptation des éoliennes en RW : « étude sur l'acceptation sociale des éolienne »

Selon le but défini au départ, le choix de la technologie sera différent. Cependant, il est toujours très important de choisir une technologie adaptée aux besoins, mais aussi aux spécificités de la commune (terrains disponibles, ressources énergétiques locales, etc). Cela devrait donc toujours constituer la première étape de tout projet de production d'énergie renouvelable. Ce premier pas sera facilité en consultant la deuxième partie de ce document, qui présente, le plus objectivement possible, chaque possibilité. Le budget disponible ne devrait que très peu influencer le choix puisque, comme il a déjà été expliqué précédemment, il y a toujours moyen de trouver un système de financement adapté.

Une fois la technologie pré-identifiée, la commune pourra faire appel à un porteur de projet qui effectuera la suite du travail (analyse plus approfondie, cahiers de charge, appel d'offre, suivi de chantier, etc). Elle peut également continuer le développement elle-même.

Il faudra ensuite trouver une source de financement. Celle-ci dépendra bien sûr du montant évalué de l'investissement. Autant la commune pourra financer sur fonds propres une chaudière bois dans la chaufferie de sa piscine, autant elle ne pourra jamais financer un parc éolien. La meilleure solution est toujours (sauf pour une petite installation réservée à un bâtiment communal) de laisser au citoyen la possibilité d'investir avec la commune. Les différentes façons de financer un système de production d'énergie renouvelable et de gérer ce type de projet sont détaillées dans la partie III de ce document.

Partie II : installer un système de production d'énergie renouvelable…. Comment ???

Résumé de la Partie II

Quels sont les étapes d'un projet ?

1. Selon les besoins (recherche d'une solution pour les effluents d'élevage des agriculteurs, besoins de chauffer une piscine, etc.), les contraintes et les opportunités décrites ci-dessus, la commune détermine une ou des technolgies qui semblent appropriées.
2. La commune réuni les données nécessaires pour évaluer l'adéquation du système envisagé aux spécificités de la commune. Avec ces données, elle effectue (elle-même ou via le facilitateur) une étude de pertinence (ou « pré-faisabilité ») afin de déterminer si le système semble convenir. Jusque là, cela ne coûte rien à la commune (hormis du temps).
3. Si l'étude de pertinence est favorable, la commune doit alors faire réaliser une étude de faisabilité (si nécessaire) par un bureau d'étude spécialisé qui sera, elle, payante.
4. Ensuite, la commune doit rédiger un cahier de charge (qui sera si possible contrôlé par le facilitateur) et lancer un appel d'offre public.
5. L'installation de la technologie vient clôturer le projet et un système de suivi doit être mis en place pour vérifier que tout fonctionne correctement.

Quelles sont les contraintes et les opportunités à prendre en compte pour choisir la technologie la mieux adaptée ?

Le but de ce tableau est seulement de vous donner un aperçu, tous ces paramètres sont expliqués plus en détail dans la partie II

technologie	Condition à remplir absolument	Condition à remplir de préférence	Opportunité
Parc éolien	Terrain suffisamment grand pouvant accueillir légalement des éoliennes, avec un vent de qualité (étendue de champs, colline, etc.)	Cabine haute tension très proche	Proximité d'une infractrure d'Infrabel (voie ferrovière) Commune est contactée par un promoteur de projts éolien.
Système solaire photovoltaïque	Bâtiment communal avec un toit, une façade ou un parking bien orientés (SE / S / SO), en bon état et avec un ombrage très réduit OU construction d'un nouveau bâtiment	Consommation électrique élevée et constante en journée, week-end compris	Rénovation ou construction d'une toiture Bâtiment sportif (aides Infrasport)
Chaufferie au bois	Espace disponible près des bâtiments à chauffer pour y mettre la chaudière et le stockage de bois Source d'approvisionnement en plaquettes proche (bois communaux, revendeur de plaquettes, industries du bois, terrains agricoles)	Bâtiments ou ensemble de bâtiments proches avec une consommation de chaleur élevée, si possible toute l'année.	Chaudière à remplacer dans un bâtiment communal Nouveau bâtiment à équiper d'une chaudière Bâtiment sportif (aides Infrasport)
Cogénération au bois	Ensemble de bâtiments proches avec une consommation de chaleur très élevée toute l'année Source d'approvisionnement en plaquettes proche (bois communaux, revendeur de plaquettes, industries du bois, terrains agricoles) Grand espace disponible près des bâtiments à chauffer pour les machines et le stockage (environs 1.000m²)		Proximité d'une industrie utilisant de la chaleur de process Bâtiment sportif (aides Infrasport) Hangar disponible proche des bâtiments à chauffer de dimension minimale d'un 1.000m² et de 10m de haut. Bâtiment sportif (aides Infrasport)
Unité de biométhanisation	Grande quantité de déchets organiques disponibles (stations d'épuration, exploitations agricoles, industries agro-alimentaires, cuisines collectives, centre de collecte de déchets verts, etc.) Grand espace disponible près des bâtiments à chauffer pour les machines et le stockage (3 à 10.000 m²) Possibilité d'écouler le digestat (exploitations agricoles)		Commune avec beaucoup d'élevage mais peu de culture (plusieurs porcheries par exemple => problème d'excès de lisier, d'odeurs, etc.) Bâtiment sportif (aides Infrasport)
Installation hydro-énergétique	Barrage ou écluse sur un cours d'eau non navigable à côté d'un bâtiment communal OU ancien moulin sur un terrain communal		Achat d'un ancien moulin à eau pour en faire des bâtiments communaux. Bâtiment sportif (aides Infrasport)
Système solaire thermique	Bâtiment communal avec un toit ou une façade bien orientés (SE / S / SO), en bon état et avec un ombrage très réduit OU construction d'un nouveau bâtiment		Rénovation ou construction d'une toiture Bâtiment sportif (aides Infrasport)

Quelles sont les avantages et les inconvénients des différentes technologies

Le but de ce tableau est seulement de vous donner un aperçu, tous ces paramètres sont expliqués plus en détail dans la partie II.

Rem : Tous les paramètres sont formulés en tant qu'avantages. Le « + » signifie que le paramètre est un avantage de la technologie, le « - » qu'il s'agit d'un inconvénient (exemple : projet éolien : « - » pour le paramètre « peu de contraintes légales » signifie qu'il y a beaucoup de contraintes légales pour cette technologie.

Paramètres	Parc éolien	Système solaire photovoltaïque	Chaufferie au bois	Cogénération au bois	Unité de biométhanisation	Hydro-énergie	Système solaire thermique
Peu de risques financiers ou technologiques	+ Le porteur de projet prend les risques	+ Technologie sure	+ Technologie sure	- Technologie assez nouvelle, plus risquée	+ Technologie assez sure et répandue	+ Technologie sure, très ancienne	+ Technologie sure
Projet citoyen fédérateur	+ Les citoyens peuvent y investir (coopérative citoyenne)	- Toute l'énergie est utilisée par le bâtiment communal	+ Réseau de chaleur possible	+ Réseau de chaleur et réseau électrique privé possibles	+ Réseau de chaleur et réseau électrique privé possibles	- Toute l'énergie est utilisée par le bâtiment communal	- Toute l'énergie est utilisée par le bâtiment communal
Visibilité, mise en évidence de la commune	+ Très visible de l'extérieur	+ Très visible sauf sur un toit plat.	- Non visible si placé dans une chaufferie. Peu innovant.	+ Peu visible (grand hangar classique) mais innovant => on peut en parler dans les médias	+ Peu visible mais innovant => on peut en parler dans les médias	+ Visible	+ Très visible sauf sur un toit plat.
Diminution de la facture énergétique	- Le parc ne peut pas être relié aux bâtiments communaux	+ Diminue la facture électrique du bâtiment	+ Diminue la facture de gaz/mazout du ou des bâtiments	+ Diminue la facture de gaz/mazout et d'électricité du ou des bâtiments	+ Diminue la facture de gaz/mazout et d'électricité du ou des bâtiments	+ Diminue la facture électrique du bâtiment	+ Diminue la facture de gaz/mazout du ou des bâtiments
Possibilité pour la commune de gérer tout le projet	- Projet toujours mené par un porteur de projet externe	+ La commune peut mener tout le projet	+ La commune peut mener tout le projet	- Nécessite des analyses techniques détaillées par le fabricant	+ La commune peut mener le projet – appel à un bureau d'études	+ La commune peut mener le projet – appel éventuel à un bureau d'études	+ La commune peut mener le projet mais doit faire appel à un bureau d'études pour le dimensionnement
Pas de fortes réticences des citoyens	- Des réticences sont toujours présentes	+ Peu de réticences	+ Peu de réticences	+ Peu de réticences	- Peut entraîner des réticences pour les craintes d'odeurs	+ Peu de réticences	+ Peu de réticences
Taille du projet modulable selon les besoins	- Les parcs éoliens sont toujours grands et ne suivent pas les besoins de la commune	+ Nombre de m² de panneaux au choix – mais la puissance ne sera jamais très élevée	+ Puissance au choix – petite chaudière d'un bâtiment ou grande chaudière avec réseau de chaleur	- Il n'existe que des machines de puissance importante	+ Taille adaptable	+ Choix de la puissance de la turbine – mais la puissance ne sera jamais très élevée (faible hauteur de chute)	+ Nombre de m² de panneaux au choix – mais la quantité de chaleur produite ne sera jamais très élevée
Projet innovant	+	+	-	+	+	-	-
Projet rapide à mettre en œuvre	- Prend plusieurs années (permis, commande des machines, etc.)	+ Peut aller assez vite (pas de grandes études ou de permis)	+ Peut aller assez vite (pas de grandes études ou de permis)	- Demande la construction d'un hangar, la mise au point de l'installation, etc.	- Gros-œuvre (béton) important, permis nécessaire	- Nombreux permis et autorisations nécessaires	+ Peut aller assez vite (étude assez rapide, pas de permis)
Peu de contraintes légales (permis, etc.)	- Permis unique, choix du terrain, etc.	+ Pratiquement pas de contraintes, pas de permis	+ Pratiquement pas de contraintes, pas de permis	+ Permis nécessaire	- Permis nécessaire, ne peut se mettre que dans certaines zones	- Nombreux permis et autorisations nécessaires	+ Pratiquement pas de contraintes, pas de permis
Production énergétique importante	+ C'est le système permettant la plus grande production d'électricité	- La puissance est toujours limitée par la surface disponible, et la production n'est importante qu'en été	+ On peut choisir la puissance thermique qu'on veut, elle peut être très élevée	+ La puissance est toujours élevée	+ La puissance peut être très élevée	- La puissance ne sera jamais très élevée (faible hauteur de chute)	- La puissance est toujours limitée par la surface disponible, et la production n'est importante qu'en été

Cette seconde partie a pour but de vous exposer six systèmes de production d'énergie renouvelable qui sont à la fois adaptés aux communes et écologiquement intéressants :

- les parcs éoliens,
- la cogénération et la chaufferie à partir de bois
- la biométhanisation
- les systèmes solaires photovoltaïques
- les petites centrales hydroénergétiques
- les systèmes solaires thermiques

Comme vous l'avez peut-être constaté, l'utilisation de biocarburants « classiques » (huile de colza, etc.) n'est pas abordée, et ceci pour les raisons suivantes :

- leur intérêt écologique est très discuté. Ces cultures tombent dans les mêmes travers que l'agriculture intensive, à savoir le recours massif aux pesticides, herbicides et engrais (dérivés entre autres de l'industrie pétrolière), l'uniformisation du paysage, la diminution de la biodiversité, la consommation d'énergie (tracteurs, etc.),etc.
- les biocarburants de première génération sont de plus en plus pointés du doigt pour leur influence sur la flambée des prix des biens alimentaires.

Les grandes installations hydroélectriques ne sont pas non plus abordées parce que les sites convenant pour ce type de projet sont déjà presque tous exploités en région wallonne. De plus, ce type d'installations a également un effet négatif sur le milieu (entrave à la migration des poissons, modification de débit et du paysage, etc.).

Afin d'identifier la ou les technologie(s) bien adaptée(s) à votre commune, diverses informations vous sont données pour chacune d'entre elles.

- Une courte description de la technologie et un état des lieux de la technologie en Région Wallonne.
- Les conditions qui font que le projet est bien adapté ou pas aux spécificités de votre commune
- Les différentes étapes à suivre pour réaliser le projet.
- Quelques exemples de réalisation en Région Wallonne, pour vous montrer que ces technologies sont au point.
- Les coordonnées de la ou les personnes qui pourront vous aider à développer votre projet (le plus souvent, il s'agit du facilitateur[11] de la Région Wallonne) et les documents de références disponibles sur le web (si vous désirez approfondir une des technologies).

Certaines remarques sont à prendre en compte pour les différentes technologies :

- Pour les technologies produisant de l'électricité (sauf les parcs éoliens) : il faut toujours essayer d'auto-consommer un maximum de l'électricité produite par le système de production d'électricité verte (càd de consommer l'électricité au moment où elle est produite par le système). En effet, l'électricité auto-consommée est déduite de la facture électrique du bâtiment, et est donc valorisée au même prix

[11] Les facilitateurs de la Région Wallonne sont des personnes qui ont été désignée comme « référence » dans la technologie concernée. Ils ont pour mission d'aider et de conseillée toutes personnes désireuses de se lancer dans un projet relatif à cette tehnologie. Pour plus d'informations sur les facilitateurs : Portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-5160-.html

que l'électricité achetée par la commune (à savoir 119€/MWh environ[12]). L'électricité qui n'est pas auto-consommée doit être revendue à un fournisseur d'électricité. Le prix se négocie entre 25 et 70€/MWh selon la technologie. Cela signifie que l'électricité auto-consommée peut avoir jusqu'à 5 fois plus de valeur que l'électricité revendue au réseau.

- Si on a la possibilité d'installer une grosse installation de production d'énergie renouvelable, il est intéressant de relier entre eux différents bâtiments communaux, et éventuellement des bâtiments privés et industriels. Plusieurs bâtiments pourront ainsi utiliser la chaleur et l'électricité produite, ce qui diminuera la quantité d'énergie revendue au réseau et diminuera la chaleur non utilisée. Pour l'électricité, la commune peut réaliser un réseau privé, et pour la chaleur, elle peut faire poser un réseau de chaleur. Ces réseaux de chaleur sont constitués de canalisations entourées d'une gaine isolante, et sont le plus souvent enterrés. Ces deux réseaux peuvent éventuellement être posés dans une tranchée commune.

1 Parcs éoliens

1.1 Description de la technologie et état des lieux en Région Wallonne

Les éoliennes les plus communes sont constituées d'un rotor à 3 pales, d'un système de transmission mécanique directe ou à multiplicateur et de circuits de gestion du courant (régulateur, onduleur, etc.). L'ensemble se trouve dans la nacelle posée sur le mât, ou la tour, de l'éolienne. Le vent fait tourner les pales qui entraînent le générateur électrique. Le courant produit est rendu compatible avec le réseau de distribution qui le reçoit.

Les éoliennes couramment installées aujourd'hui font entre 1,5 et 3 MW (les plus puissantes font 6MW). Une machine de 2 MW a un rotor de 70 à 90 m de diamètre et la nacelle est perchée sur un mât de 60 à 100 m de hauteur. La hauteur maximale se situe alors entre 100 et 140m au-dessus du sol.

En Wallonie, la première éolienne de grande taille a été installée en 1998 à Saint-Vith. Sa puissance est de 0,5 MW[13]. Actuellement, 84 éoliennes sont en exploitation et représentent une puissance de 140 MW[14].

1.2 Avantages et inconvénients

<u>Avantages</u>

- Technologie sure, fiable et revenus financiers prévisibles
- Revenus possibles pour la commune sans prendre aucun risque. En effet, le porteur de projets éoliens reverse toujours une certaine somme aux communes sur lesquels les parcs sont implantés (4 à 6.000 € par éolienne et par an). Si les éoliennes sont implantées sur un terrain communal, le développeur ajoute 3 à 6.000 € par éolienne et par an[15]. Pour un parc de taille moyenne (5 éoliennes) cela représente donc annuellement entre 20 et 60.000 € sans devoir investir ou risquer quoi que ce soit….
- Projet citoyen fédérateur si la commune choisit un porteur de projet qui accepte que les citoyens investissent dans le parc éolien (création d'une coopérative citoyenne).
- Visibilité très importante, mise en évidence de la commune.

<u>Inconvénient</u>

- L'implantation d'un parc éolien demande un grand effort d'information[16] auprès des citoyens (voir également le paragraphe 2.3 de la partie I). Beaucoup de maux sont traditionnellement reprochés aux

[12] *« PV SIM – simulation photovoltaïque pour le secteur public et assimilés – notice d'explication »*
[13] *« Atlas énergétique de Wallonie »*
[14] *Portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-2824-.html*
[15] *Données obtenues auprès du facilitateur éolien lors d'un entretien téléphonique.*
[16] Les réponses aux questions et aux reproches les plus fréquents des citoyens sont repris dans deux documents très intéressants : « questions-réponses sur les éoliennes » et « Les Nimbies et les Nin Biesses »

éoliennes. Cependant la plupart d'entre eux sont soit totalement faux, soit issus d'observations d'anciennes éoliennes qui comportaient effectivement quelques « erreurs de jeunesse »

Les reproches les plus fréquents sont :

- Le danger pour les riverains : il n'y a jamais eu d'accident avec un riverain depuis que les éoliennes existent.
- Le bruit : les éoliennes modernes font très peu de bruit. Au pied même de l'éolienne, la conversation est plus facile que dans une voiture. Dans un rayon de 100 m, le bruit de l'éolienne est équivalent à celui d'une voiture passant à la même distance à une vitesse de 65 km/h (55 dB).[17]
- Le danger pour les oiseaux : les éoliennes ne sont que très peu dangereuses pour les oiseaux, sauf quand ils migrent (ils volent alors « en veilleuse »). Les éoliennes sont d'ailleurs interdites dans les couloirs de migration.
- L'ombre des pales : le mouvement des pales induit une ombre animée du même mouvement : c'est l'ombre stroboscopique. Des normes sont à respecter quant à cet ombre. S'il y a trop fréquemment de l'ombre sur une maison, les pales sont arrêtées automatiquement.

- Il est impossible pour une commune de mener réellement le projet, tant les coûts et les connaissances techniques sont importants.
- Ce projet ne diminue pas la facture énergétique de la commune, puisque l'électricité est directement réinjectée dans le réseau électrique. C'est la seule technologie qui n'est pas reliée aux bâtiments communaux.

1.3 Mise en œuvre d'un projet éolien

Le développement d'un projet éolien passe par quatre phases majeures :

- La définition du projet.
- L'étude de faisabilité : elle coûte entre 50 et 100.000€[18]. Elle est composée de deux parties :
  - L'étude d'incidence : celle-ci est obligatoire pour introduire la demande de permis unique auquel tout parc éolien est soumis. Cette étude évalue l'impact qu'aura le projet sur le paysage, la nature, les habitants, etc. L'étude d'incidence déterminera donc les chances d'obtention du permis unique.
  - Le montage financier du projet : celui-ci reprend l'étude de vent, qui permettra d'évaluer la production annuelle d'énergie, et l'étude de raccordement au réseau électrique, qui influencera le montant de l'investissement initial.
- L'introduction de la demande de Permis Unique : les parcs éoliens étant assimilés à des actes et travaux d'utilité publique, ce sont donc les fonctionnaires technique et délégué qui sont compétents pour l'octroi des permis sur ces dossiers.
- La rédaction du cahier de charge, l'appel d'offre, la commande et l'installation des machines.

Un projet éolien représente un énorme investissement : pour 5 éoliennes de puissance moyenne (2MW), il faut compter environ 16 millions d'euros[19]. Mais il rapporte gros : sur 15 ans (durée de vie économique d'une éolienne), il engrangera un bénéfice de plus de 6 millions d'euros[20]. De plus, une fois le permis accordé, il s'agit d'un investissement non seulement rentable, mais également sûr. La production est connue d'avance (même si ça

[17] *« questions-réponses sur les éoliennes »*
[18] *Donnée obtenue auprès du facilitateur éolien lors d'un entretien téléphonique.*
[19] *Estimation selon le « Bilan financier-facilitateur éolien »*
[20] *Estimation selon le « Bilan financier-facilitateur éolien »*

reste approximatif), et le constructeur offre une solide garantie (en cas de panne, il rembourse la production électrique perdue).

Cependant, il est quasiment impossible pour une commune de se charger elle-même de tout un projet, faute de personnel expert en la matière, de temps et surtout d'argent. De plus, cette démarche comporte un grand risque : il faut investir 50 à 100.000€ dans une étude de faisabilité qui risque toujours de conclure que le projet n'est pas réalisable.

Ce choix étant difficilement envisageable, toutes les étapes d'un projet éolien ne sont pas détaillées dans ce document[21].

Cependant, la commune peut s'impliquer de trois façons différentes :

1 - Implication minimale de la commune dans le projet : aide au choix du site et à l'information du public

Une société de développement de projet éolien contacte la commune en vue d'effectuer une étude de faisabilité et d'implanter un parc éolien sur son territoire. Dans ce cas, la commune peut favoriser le projet en coopérant avec la société pour déterminer le site le plus favorable et pour convaincre la population du bienfondé de la démarche.

L'éolien est de loin la technologie de production d'énergie renouvelable pour laquelle l'information des citoyens est le plus important (voir ci-dessus). Il est donc primordial d'organiser une réunion d'information dès le début du projet. Pour tout projet de classe I (puissance installée supérieure à 3 MW), une consultation du public est obligatoire dans le cadre de la procédure de demande de permis unique. La présence des élus communaux aux différentes réunions et leur soutien affiché pour le projet sont indispensables.

2 - Implication moyenne de la commune dans le projet : prise en charge de l'étude de préfaisabilité

La commune peut avoir un rôle proactif et attirer les promoteurs de projets éoliens. Elle effectue donc la première phase de tout projet éolien, à savoir la définition du projet, ou étude de préfaisabilité.

Cette phase consiste à identifier un ou des lieu(x) bien adapté(s) à l'implantation du parc, à savoir une zone venteuse, proche d'un poste haute tension pour pouvoir raccorder l'éolienne au réseau électrique, et susceptible d'obtenir un permis unique pour l'implantation du parc éolien.

1. Concernant le vent, il s'agit d'effectuer un « Quick scan » du potentiel éolien afin de déterminer les zones où le vent est suffisamment fort et peu turbulent. Le plus souvent, il s'agit des zones
   - situées sur un plateau ou une colline à faible pente
   - situées sur une surface dégagée et régulière, à plus de cent mètres d'obstacles naturels (arbres, dénivelé, etc.) ou artificiels (maison, mur, poteau, etc.)
   - orientés vers les vents dominants
2. Il s'agit ensuite de consulter la carte communale d'urbanisme afin de déterminer le type de zone, la distance par rapport aux habitations, etc (voir paragraphe 1.4 de la partie II).
3. Un petit nombre de zones convenant potentiellement à l'implantation du parc est ainsi défini. Afin de connaître les chances d'obtenir le Permis Unique , le mieux est de consulter les différents organismes qui émettront un avis lors de la procédure de demande de permis unique, à savoir le fonctionnaire technique et délégué, la CRAT, le CRMSF, Belgocontrôle, la Défense Nationale et la DGATLP[22].

[21] Pour plus d'informations, vous pouvez consulter le document « Vade-mecum non-technologique du candidat à l'implantation d'un parc éolien »
[22] Toutes les références des personnes de contact sont reprises dans le document « Vade-mecum non-technologique du candidat à l'implantation d'un parc éolien »

4. Une fois ce dossier en main, il s'agit de prendre contact avec des développeurs de projets éoliens. Celui-ci mènera le reste du projet. L'investissement financier des communes et des citoyens est toujours à discuter avec les promoteurs, avant d'accorder le projet à l'un d'entre eux.

En adoptant cette stratégie, la commune, si elle a des terrains adéquats, a des fortes chances d'attirer un promoteur, et de voir un parc éolien se réaliser sur son territoire sans devoir y consacrer beaucoup de temps ou d'argent. De plus, elle sera en position de force pour négocier avec le promoteur de projet. Le risque est très limité, puisque l'investissement financier risqué, à savoir le coût de l'étude de faisabilité, est pris en charge par le développeur de projet. Cette stratégie est actuellement fortement privilégiée par les communes.

Rappelons que l'information du public est bien entendu toujours primordiale.

3 - Implication maximale de la commune dans le projet : prise en charge de l'étude de préfaisabilité ET investissement financier

La commune peut réaliser l'étude de préfaisabilité (comme décrite ci-dessus) afin d'attirer un porteur de projet ET investir dans le parc éolien, avec (conseillé) ou sans les citoyens. Une fois l'étude de préfaisabilité effectuée, il s'agit donc de la proposer aux « bons » porteurs de projet, qui acceptent la participation de la commune et/ou des citoyens.

Seuls deux développeurs de projets « citoyens » sont actifs en Région Wallonne. Il s'agit d'Emissions zéro[23] et d'Energy 2030. Leur principe de fonctionnement et de financement est similaire. Ils proposent des partenariats publics/privés pour le financement, et s'occupent de tout le développement du projet et de la création de la coopérative citoyenne.

La commune, les riverains et le porteur de projet s'associent et forment une structure d'exploitation. Cette société emprunte 90% du coût des éoliennes à une banque et met 10% en fonds propres. La commune et le porteur de projet mettent chacun 1/3 de la somme pour constituer le fonds propre. Le dernier tiers est divisé en un certain nombre de parts que les riverains peuvent acheter. Tout cela est bien entendu négociable.

Ces deux sociétés ont déjà 4 éoliennes opérationnelles et en ont une vingtaine en projet[24].

TPF[25] est un autre développeur de projet qui permet à la commune et aux citoyens de s'investir. Une société est créée pour développer et gérer le projet. Si c'est la commune ou un groupe de citoyens qui font l'étude de pré-faisabilité, puis font appel à TPF, ils peuvent spécifier leur participation au sein du projet.

La commune fait une prise de participation dans la société, elle rachète x pourcent des parts de la société, et touche un certain bénéfice selon le bon fonctionnement du parc éolien.

Les citoyens de la commune peuvent quant à eux investir avec un rendement financier garanti (emprunt à taux garanti). Le rendement annuel garanti est de 6% plus une partie variable de 0 à 6%, selon le rendement réel du parc[26].

Si la commune ne veut pas s'impliquer dans ce type de projet citoyen, elle peut aussi faire appel à des porteurs de projets « classiques ». L'investissement de la commune ainsi que les retombées économiques sont alors à discuter avec le porteur de projet au moment où celui-ci est choisi.

Chaque porteur de projet propose des solutions différentes, par exemple :

- La commune peut racheter une des éoliennes du parc une fois que le permis est accordé. Bien sûr, le porteur de projet fera retomber une partie des coûts de l'étude de faisabilité et du risque qu'il a

[23] Plus d'informations sur le site d'émissions zéro http://www.emissions-zero.com et sur le site de l'asbl Vents d'Houyet http://www.vents-houyet.be/ Personne de contact : Mr Mitch 0495/298.815
[24] *Informations sur Energy 2030 et Emissions zéro recueillies par téléphone auprès de Mr Jean-François Mitch – Energy2030*
[25] Plus d'informations auprès de TPF – personne de contact : Mr Benoît Ribesse – 02/370.19.13. - br@tpf.be
[26] *Informations sur TPF recueillies par téléphone auprès de Mr Benoît Ribesse - TPF*

encouru en faisant cette étude sur la commune. La commune et le porteur de projets créent alors une société qui va gérer le parc éolien. Comme la commune a des parts (limitées le plus souvent à 20% du parc éolien) dans le parc éolien, elle en touche une partie des bénéfices. A titre d'exemple, SPE fait ce type de projet[27] [28]

- Le porteur de projet peut également émettre des titres. Ceux-ci peuvent être rachetés par la commune et éventuellement par des citoyens, avec un rendement garanti et fixe.

Il est à noter que le « business » des parcs éolien devient de plus en plus éthique. Au départ, il s'agissait uniquement de porteurs de projets qui faisaient tout le travail, mais empochaient aussi tout le bénéfice, hormis une petite redevance pour les communes et pour les propriétaires de terrains. A présent, l'idée est plutôt devenue que le paysage appartient à tout le monde, aussi bien aux communes qu'aux citoyens. Ceux-ci veulent donc s'approprier les éoliennes qui font partie de ce paysage commun , en investissant via des coopératives citoyennes et en retouchant ainsi une partie des bénéfices.

1.4 Contraintes et conditions pour l'implantation d'un parc éolien

Pour implanter un parc éolien, la condition sine qua non est de disposer d'un terrain qui permettra de l'accueillir. Ce terrain appartiendra idéalement à la commune si elle veut obtenir plus d'argent, ou à un concitoyen pas trop récalcitrant à ce type de projet.

1 - Paramètre influençant l'autorisation d'implantation du parc éolien

Un cadre de référence[29] a été adopté par la Région wallonne afin d'aider les porteurs de projet et les autorités responsables de les évaluer. Celui-ci reprend des recommandations sur le choix de l'emplacement des sites éoliens.

Certains principes généraux prévalent lors de l'implantation de toute éolienne en Région wallonne: conserver voire renforcer la qualité de l'espace rural, regrouper les éoliennes et assurer un usage combiné des éoliennes avec d'autres fonctions, notamment l'agriculture.

Voici certains critères à prendre en compte lors du choix du site d'implantation du parc éolien :

- Plan de secteur
  - Zonage : les éoliennes sont assimilées à des équipements d'utilité publique et peuvent, en tant que tels, faire l'objet d'une dérogation au plan de secteur. Les zones dans lesquelles l'implantation d'un parc éolien est exclue ou très difficile sont les suivantes : zones forestières, zones naturelles, zones d'espace vert, zones de parc et zones d'habitats[30].
  - Périmètres en surimpression aux zones : l'implantation d'éoliennes est déconseillée dans les périmètres suivants, en raison de leur caractère à priori incompatible : point de vue remarquable, liaison écologique, intérêt paysager, intérêt culturel, historique ou esthétique, remembrement légal de biens ruraux, bien immobilier classé, risque naturel prévisible ou contrainte géotechnique majeure et périmètre de protection visé par la législation sur la protection de la faune. Les parcs naturels s'inscrivant dans la philosophie du développement durable, un parc éolien pourrait y être implanté moyennant autorisation de la commission de gestion du parc, voire être inscrit dans le plan de gestion du parc naturel.

[27] Pour plus d'informations, contactez Mr François Desmaré – SPE – 0496/58.24.64. - Francois.Desmare@spe.be
[28] *Informations sur SPE recueillies par téléphone auprès de Mr François Demaré - SPE.*
[29] *« Cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région Wallonne. »*
[30] « Vade-mecum non-technologique du candidat à l'implantation d'un parc éolien »

- Interaction avec d'autres fonctions[31] :
    - Distance supérieure à 10 km d'un autre parc éolien – dans cette optique, il est recommandé d'établir une planification cartographique du développement des parcs éoliens au niveau communal.
    - Distance supérieure à 350m de toute habitation existante.
    - Distance supérieure à 600m des antennes émettrices de télécom.
    - Distance supérieure à la hauteur des éoliennes par rapport aux routes et autoroutes gérées par le MET, aux lignes à haute-tension et au réseau ferroviaire.
    - Restrictions provenant de l'aviation civile et des forces armées : certains espaces destinés à l'aviation à basse altitude et certains terrains situés à proximité de radars ou de balises de navigation sont également à éviter. Une distance supérieure à 5/10 km d'un aéroport est également à respecter et supérieure à 15km dans l'axe des pistes. Une carte reprenant ces différentes limitations est disponible auprès de l'IGN (disponible aux points de ventes IGN et consultable à l'APERe).

2 - Paramètres influençant le bilan financier du parc éolien

- Qualité du vent : le site doit présenter un vent avec peu de turbulences et une vitesse moyenne élevée. Ces deux caractéristiques se rencontrent sur les plateaux ou collines à faibles pentes (la vitesse du vent augmente avec l'altitude) et sur les surfaces dégagées et régulières, non boisées. Les grandes étendues agricoles sont idéales.
- Proximité d'un poste de transformation de l'électricité : le parc éolien se connecte sur le réseau électrique via un poste de transformation. La proximité d'un poste ayant une capacité d'accueil suffisante pour permettre la connexion du parc éolien est primordiale afin de limiter le coût de raccordement du parc au réseau. En effet, la longueur du câble de connexion aura une grande influence sur le coût de l'installation du parc éolien. L'emplacement des postes se retrouve sur la carte du réseau électrique d'Elia. La disponibilité de ceux-ci pour accueillir le parc éolien est à vérifier auprès du gestionnaire du réseau de distribution (Elia[32]).

1.5 Exemples de parcs éoliens

1.5.1 Parcs sans investissement communal ou citoyen :

Parc d'Estinnes[33]

C'est le plus grand projet de parc éolien terrestre d'Europe : 11 éoliennes de 6MW, soit une puissance totale de 66 MW. La production annuelle est estimée à 169.000 MWh et devraient répondre aux besoins de plus de 48.000 ménages[34]. Le projet est actuellement en chantier et les éoliennes devraient être en fonction fin 2009.

En 2002, la commune avait déjà émis l'idée de construire un parc éolien, mais cela n'avait pas été concrétisé. En 2003, un porteur de projets éoliens (la société Windvision) a contacté la commune afin de proposer le projet d'implantation d'un parc sur la commune.

---

[31] *Tous les chiffres de ce paragraphe proviennent de « Vade-mécum non technologique du candidat à l'implantation d'un parc éolien »*
[32] Les références de la personne de contact d'Elia sont reprises dans le document « Vade-mecum non-technologique du candidat à l'implantation d'un parc éolien »
[33] *Données obtenue par téléphone auprès de la commune d'Estinnes.*
[34] La correspondance entre la production et le nombre de ménage se fait dans tout le document en utilisant la consommation moyenne d'un ménage wallon (hors chauffage électrique), à savoir 3.500 kWh/an. Ce chiffre provient du document «La consommation moyenne de clients résidentiels types »

Windvision a géré toute la mise en place du projet, tout en concertant régulièrement les communes et les citoyens. La société a notamment organisé des voyages pour le personnel communal et les citoyens dans des parcs éoliens en activités, afin qu'ils se rendent compte de l'impact visuel et sonore de ces installations.

Windvision a modifié l'implantation de ses éoliennes selon les remarques de la commune. Cette attitude a permis d'avoir très peu de remarques négatives lors du dépôt du permis unique.

Tout l'investissement financier a été pris en charge par Windvision. La commune reçoit annuellement une certaine somme via une asbl créée pour l'occasion. Les citoyens de la commune ne reçoivent rien, hormis les propriétaires des terrains où se trouve le champ d'éoliennes (zone entourant les éoliennes – même si il n'y a pas d'éolienne implantée sur le champ-même, le propriétaire touche une certaine somme).

Le parc éolien devrait en principe s'intégrer dans un projet de site voué au développement durable, reprenant des logements construits selon les principes de l'éco-construction et un centre d'information sur le développement durable.

Parc de Quiévrain-Dour[35]

C'est un des premiers parcs à avoir été mis en place. Les initiateurs et porteurs du projet sont Ventis et Electrabel. Il comportait au départ dix éoliennes de 2 MW. Le projet a rencontré énormément de résistance de la part des riverains, mais le permis a finalement été accepté pour sept éoliennes après un recours de Ventis.

Les quatre premières éoliennes de Ventis sont en fonctionnement, les trois d'Electrabel devraient l'être fin 2008.

L'investissement financier a été pris en charge par les porteurs de projet. La commune perçoit une redevance annuelle, ainsi que les propriétaires des terrains sur lesquels se trouvent les éoliennes.

Au niveau touristique, une personne de Quiévrain organise une visite d'une des éoliennes chaque mois, et ces visites ont beaucoup de succès.

Un nouveau permis a été introduit pour l'extension du parc par Ventis. Quatre nouvelles éoliennes seront ainsi ajoutées fin 2009. Ce permis n'a entraîné aucune protestation des riverains, ce qui démontre bien que quand les gens savent réellement quels sont les impacts des éoliennes, puisqu'ils les côtoient, leurs réticences s'en vont rapidement.

Chaque éolienne devrait produire annuellement environs 4.000 MWh, ce qui élèverait à 44.000 MWh la production totale du parc. Cela correspond aux besoins de plus de 12.500 ménages.

1.5.2 Parcs avec investissement communal

Parc de Hannut[36]

Electrabel avait le projet d'installer le plus grand parc éolien « on shore » de Belgique sur plusieurs communes, le long de l'autoroute E40. La participation des communes n'était au départ pas prévue dans ce projet.

Le parc devrait représenter une puissance totale de 40 à 60 MW et produire de 100 à 140 GWh par an.

Le projet sera finalement mené par un consortium formé par Electrabel, les communes et Infrabel (groupe SNCB). L'investissement de 65 millions d'euros sera pris en charge à 40% par les communes, à 51% par Electrabel et à 9% par Infrabel.

---

[35] *Données obtenues par téléphone auprès de la commune de Quiévrain.*
[36] *Description du projet provenant de la commune de Hannut (contactée par téléphone). Données chiffrées de ce projet provenant de l'article « six communes créent le plus grand parc éolen de Belgique » paru sur le site d'actu24 le 20 février 2008 http://www.actu24.be/article/societe/le_plus_grand_parc_eolien_de_belgique/106333.aspx et de l'article « Infrabel/Belgique : un parc éolien le long de la Ligne à Grande Vitesse Leuven-Liège à partir de 2010 ! » paru sur les site de Caradisiac le 9 mars 2008 http://ecologie.caradisiac.com/Infrabel-Belgique-un-parc-eolien-le-long-de-la-Ligne-a-Grande-Vitesse-Leuven-Liege-a-partir-de-2010-856*

Les communes concernées se sont associées afin de créer une société dont le statut n'a pas encore été défini. Certaines communes sont situées en Flandre et d'autres en Wallonie, ce qui rend l'aspect légal très complexe.

Ces communes vont contracter un emprunt afin d'investir dans ce parc éolien. Les bénéfices communaux seront réinvestis dans des actions en faveur de l'énergie sur son territoire. Le montant des bénéfices espérés n'a pas été divulgué. Celui-ci est cependant beaucoup plus élevé que les intérêts que générerait la même somme placée sur un compte d'épargne.

La participation citoyenne a été envisagée, mais, d'après la commune, était peu compatible avec un projet déjà en cours.

Chose intéressante à noter, Infrabel est preneur de tout projet qui offrirait des conditions similaires…

1.5.3 Exemple de parc avec investissement communal et citoyen

Parc de Vaux-sur-Sûre[37]

Une demande de Permis a été introduite pour un projet de parc éolien de 18MW, comprenant 6 éoliennes

Le projet a été instigué par

- « Green Invest » : Tiers-investisseur intéressé par un financement respectueux d'apports locaux
- « Vents d'Houyet » : asbl spécialisée dans la création et la gestion de coopératives citoyennes.

Ces deux sociétés forment ensemble « Vent-sur-Sûre », le porteur de projet, qui prend en charge tous les coûts et risques liés à l'obtention du Permis.

La coopérative « Emission zéro » a été crée par « Vents d'Houyet » afin de permettre à minimum 3.000 citoyens (en partie de la commune de Vaux-sur-Sûre) d'acheter ensemble une des six éoliennes prévues.

Une partie des revenus générés par l'éolienne revient au porteur de projet pour assurer la gestion du parc. Une partie des frais d'étude et des droits industriels lui sont également remboursés par la coopérative.

Pour être propriétaire d'une éolienne, la coopérative doit investir au minimum 25% du prix d'une éolienne (+/- 3 millions) c'est-à-dire 760.000 €. En comptant que 3.000 citoyens vont devenir coopérant, chacun doit investir au minimum 260€. Chaque citoyen acquérant une part de la coopérative devient alors coopérant et peut assister à l'assemblée générale, bénéficier d'un dividende de 6 %, ainsi que d'un avantage en nature – un chèque «électricité», permettant de réduire la facture électrique de chacun – si la situation financière le permet. Le taux d'intérêt annuel est estimé à 10%[38]

Cependant pour « dédommager » les riverains directs de l'éolienne, 500 parts leur sont revendues à moitié prix.

La commune peut s'investir dans ce projet de deux façons, soit via la coopérative citoyenne (en achetant des parts de 260€), soit en direct. Les sociétés locales peuvent également acheter des parts de la coopérative.

Dans ce type de projet, toute la commune se retrouve impliquée, que ce soient les citoyens, les commerçants ou la commune.

1.6 Pour aller plus loin…

<u>Contacts</u>

Les facilitateurs de la Région wallonne :

- Mr Jade Charouk : 02/209.04.05. eole@apere.org

[37] *Description du projet provenant de la commune de Vaux-sur-Sûre (contactée par téléphone).*
[38] *Paragraphe issu de l'article « Emission zéro, coopérative d'investissement participatif dans l'éolien »*

- Mme Annabelle Jacquet : 02/218.78.99. eole@apere.org

Une liste des acteurs de l'éolien en Wallonie est disponible sur le Portail de la Région Wallonne à l'adresse http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-2824-.html

Documents de références

« Cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région Wallonne. » : http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/note_cellule_eolienne.PDF?IDR=423
« Vade-mecum non technologique à l'usage du candidat à l'implantation d'un parc éolien » : http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/vade-mecum-eolien.PDF?IDR=464
« les éoliennes en Région Wallonne » : http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/des-eoliennes-en-region-wallonne.PDF?IDR=1013
« Vade-mecum éolien pour les communes » : http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-2824-.html

Sites de référence :

Site de l'APERe : http://www.apere.org/fr/er/eolien.php?code_rubrique=2130
Portail de l'Energie en Région Wallonne : http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-2824-.html
Site de la Danish Wind Industry Association http://www.windpower.org/composite-192.htm

2 Systèmes photovoltaïques

2.1 Description de la technologie et état des lieux en Région Wallonne

Les panneaux solaires photovoltaïques permettent de transformer l'énergie solaire en électricité.

Les panneaux (ou « modules ») sont constitués d'éléments de base appelés cellules photovoltaïques. Celles-ci sont principalement constituées d' un matériau semi-conducteur, le plus souvent du silicium, dans lequel va se créer un courant électrique grâce à l'énergie provenant du soleil.

Les cellules solaires les plus répandues sont issues de lingots de silicium cristallin, découpés en fines tranches. Lorsque le matériau est constitué d'un seul cristal, on parle de silicium monocristallin (aspect uniforme gris bleuté ou noir). Quand il est élaboré à partir de plusieurs cristaux assemblés, on l'appelle silicium polycristallin (généralement bleu, aspect d'une mosaïque). Les cellules issues du silicium monocristallin ont de meilleurs rendements que les autres, mais elles sont plus chères. Il existe également des cellules « en couches minces », que l'on trouve, par exemple, dans les calculatrices.

Les panneaux solaires peuvent être soit posés sur le toit ou la façade d'un bâtiment, soit placés directement au sol, ou encore placés sur des mâts (on parle alors de « verger solaire »). Dans un « verger solaire », les panneaux photovoltaïques sont équipés d'un système permettant au panneau de suivre la position du soleil, et d'assurer ainsi une production électrique plus élevée.

Dans tous les cas, les panneaux sont reliés à un onduleur qui rend le courant compatible avec les installations se trouvant dans le bâtiment et avec le réseau électrique.

Les panneaux sont toujours définis par leur « puissance-crête », qui correspond à la puissance délivrée par le module dans des conditions spécifiques d'éclairement.

Une cellule photovoltaïque rembourse l'énergie nécessaire à sa fabrication en 2 à 3 ans, alors que sa durée de vie est de 30 à 40 ans[39].

[39] *Chiffres provenant de la brochure « l'énergie solaire photovoltaïque – du soleil au courant »*

Le plan Solwatt, lancé le 1er janvier 2008 en Région Wallonne et contenant toute une série de mesures destinées à encourager le développement de la technologie photovoltaïque, a sonné le début du développement important des installations chez les particuliers et les entreprises.

Avant cela, seules quelques installations existaient en Région wallonne dès 2004, totalisant 38 kWc[40]. Actuellement, plus de 500 installations existent en Région Wallonne, principalement des installations de puissance inférieure à 10kWc[41].

2.2 Avantages et inconvénients

Avantages

- La commune peut faire tout le projet elle-même, spécialement si il s'agit d'une petite installation (<10kWc).
- Il s'agit d'un projet « sur mesure ». La commune peut déterminer la taille de son installation pour qu'elle convienne à son budget.
- La visibilité pour les citoyens est élevée, tout en suscitant en principe peu de réticences.

Inconvénients

- La production est peu élevée
- Le projet est destiné à un seul bâtiment. Les citoyens ne peuvent donc pas y participer

2.3 Mise en œuvre d'un projet photovoltaïque

Pour une commune, il est tout à fait possible de réaliser soi-même tout un projet photovoltaïque avec l'aide du facilitateur de la Région Wallonne, spécialement s'il s'agit d'un système de moins de 10kWc. C'est pourquoi les questions pratiques comme le dimensionnement sont abordées ici

ETAPE 1 - Choisir entre un grand (>10kWc) et un petit (<10kWc) système photovoltaïque

Il existe de grosses différences, d'un point de vue de la procédure d'installation et de vente de l'électricité produite, selon que l'installation ait une puissance installée inférieure ou supérieure à 10 kWc (à 10kVA pour être précis – mais c'est plus ou moins équivalent). Le système de financement en place en Région Wallonne privilégie fortement les petites installations. Cependant, les grandes installations peuvent être très intéressantes, notamment grâce aux subsides Infrasport.

Installation de moins de 10 kWc (= 80m² de surface utile / environs 8.500 kWh produits annuellement / investissement d'environ 60.000€[42])

- Le « principe de compensation » est d'application. Concrètement, cela signifie que le compteur électrique peut tourner à l'envers. Donc, tant que l'on produit moins d'électricité que le bâtiment n'en consomme (sur un trimestre), l'électricité produite sera déduite de la facture du bâtiment et sera donc valorisée au même prix que l'électricité achetée. Pour une petite installation, ce sera toujours plus rentable de produire moins ou environs la même chose que la consommation du bâtiment.

- Le nombre de Certificats Verts reçu pour chaque MWh produit est beaucoup plus élevé

- Pas de coût de raccordement de l'installation au réseau électrique ni de coûts de certification de l'installation comme « productrice d'électricité verte ».

---

[40] *Chiffres provenant de « l'atlas énergétique wallon »*
[41] *Chiffre provenant de la consultation de la « PV database : base de données en ligne de projets photovoltaïques en Région wallonne et à Bruxelles » disponible sur le site d'ef4* http://www.ef4.be/fr/pv-database/pv-database.html
[42] *Données chiffrée issues du site d'ef4 http://www.ef4.be/fr/photovoltaique/aspects-techniques/dimensionnement-projet-photovoltaique.html*

Installation de plus de 10 kWc

- Le principe de compensation n'est pas d'application. Il est obligatoire de disposer de 2 compteurs distincts pour l'injection et le prélèvement d'électricité au réseau. Le dimensionnement est alors beaucoup plus complexe puisqu'il doit tenir compte du profil de consommation du bâtiment et du profil de production du système photovoltaïque (il faut auto-consommer le maximum, comme expliqué dans l'introduction de la partie II). Les calculs étant plus complexes, il est alors conseillé de se faire aider par un bureau d'étude spécialisé .
- Le raccordement au réseau est payant, et peut représenter un coût non négligeable. Il faut alors prendre directement contact avec son Gestionnaire de Réseau de Distribution. Tous les tarifs de raccordement utilisés par les GRD sont disponibles sur le site de la CREG (www.creg.be). A titre d'exemple, pour le GRD AIEG, le tarif de raccordement est de 30€/ kVA.
- L'installation recevra moins de Certificats Verts par MWh produit.
- La certification de l'installation comme production d'énergie verte doit être faite pas un organisme certifié et coûte environ 400€[43].

Comme on peut ainsi le voir, les installations de grande taille demandent un plus grand investissement financier, mais également en frais d'étude et en procédures administratives.

ETAPE 2 - Choix de l'emplacement

Il faut tout d'abord déterminer si on veut installer le système photovoltaïque en toiture, en façade ou dans les vitrages, ou au sol. Ensuite, il faut sélectionner un bâtiment adéquat pour installer les panneaux.

Pour tous les types de placement, deux critères très importants sont :

- Ombrage très réduit sur la zone où les panneaux solaires seront installés. En effet, un ombrage qui occulte 50% d'une cellule photovoltaïque peut diminuer le rendement de toute l'installation de 50% ! Il faut donc faire attention aux ombrages même minimes engendrés par des câbles électriques, des arbres, des constructions à proximité du site, etc.
- La consommation d'électricité du compteur (à voir sur la facture annuelle du compteur) auquel sera reliée l'installation. Cette consommation doit être suffisamment élevée afin de pouvoir auto-consommer un maximum de l'électricité produite. De plus, si on décide d'installer un grand système de production photovoltaïque, il faut privilégier les bâtiments qui ont une consommation électrique élevée durant toute la journée, y compris le week-end. Pour maximaliser les gains, il faut en effet que l'électricité soit consommée au moment où elle est produite.

Placement sur un bâtiment

En toiture :

Il faut sélectionner le toit d'un bâtiment communal qui soit :

- Suffisamment grand : il est à noter que, pour un toit plat, la surface des capteurs qu'il est possible de poser, en évitant l'ombrage des champs de capteurs entre eux, est égale à la moitié de la surface du toit.
- Bien orienté et incliné : l'orientation et l'inclinaison idéal du toit est plein sud, incliné à 35°C par rapport à l'horizontal. Dans ces conditions, le système photovoltaïque délivrera le plus d'énergie. Les toits plats conviennent également étant donné qu'on y installera les panneaux sur des profilés dont on peut ajuster l'inclinaison et l'orientation. En pratique, tant qu'on est orienté entre le sud-

[43] *Site d'ef4 http://www.ef4.be/fr/marche-energie/certificats-verts/certificats-verts-procedure-octroi.html*

est et le sud ouest, et que l'inclinaison du toit est comprise en 0 (toit plat) et 50°, le rendement de l'installation sera intéressant.

Figure 1 : Rendement de l'installation par rapport à une installation orientée et inclinée de façon optimale[44].

INCLINAISON PAR RAPPORT À L'HORIZONTALE (°)

ORIENTATION	0	15	25	35	50	70	90
est	88 %	87 %	85 %	83 %	77 %	65 %	50 %
sud-est	88 %	93 %	95 %	95 %	92 %	81 %	64 %
sud	88 %	96 %	99 %	max 100 %	98 %	87 %	68 %
sud-ouest	88 %	93 %	95 %	95 %	92 %	81 %	64 %
ouest	88 %	87 %	85 %	82 %	76 %	65 %	50 %

SOURCE : www.ef4.be

- L'état de la toiture peut aussi jouer un rôle dans la sélection. L'installation photovoltaïque est conçue pour rester en place une quarantaine d'années. Il ne sert donc à rien d'installer les panneaux sur une toiture en mauvais état, qui devra être démontée dans 5 ou 10 ans. Il faut donc choisir soit une toiture en bon état, soit une toiture en très mauvais état et profiter de sa rénovation pour intégrer en même temps les panneaux solaires. Cette seconde solution peut être financièrement très intéressante au niveau de la main d'œuvre, mais permet également d'installer des panneaux qui servent en même temps de couverture de toit et donneront un effet esthétique intéressant. En effet, il existe maintenant des ardoises et des tuiles photovoltaïques (pour les toitures inclinées) ainsi que des membranes d'étanchéité photovoltaïques (pour les toitures plates).

En façade

On peut également installer les panneaux sur les façades ou dans les vitrages (on parle alors de modules semi-transparents), ils seront alors verticaux.

Cela présente néanmoins deux inconvénients majeurs :

- l'installation est alors soumise à un permis d'urbanisme, même si il s'agit d'une formule « allégée ».
- même si les panneaux sont orientés plein sud, la production d'électricité sera plus de 30% inférieure que pour une installation située sur un toit avec une orientation et une inclinaison idéale.

Cependant, si la visibilité des panneaux ou le « look » innovant du bâtiment sont importants, le choix de l'installation en façade peut se justifier.

Il faut choisir un bâtiment dont une ou plusieurs façades sont orientées entre le sud-est et le sud-ouest, en passant par l'orientation plein sud qui représente l'idéal.

Sur le sol : Verger solaire

Concernant l'implantation d'un verger solaire, la commune est rarement propriétaire de terrains qui vont rester inoccupés durant 40 ans. Par contre, cette technologie de panneaux solaires sur mâts est bien adaptée à un parking proche d'un bâtiment communal.

L'installation sera plus chère, mais la production sera plus élevée (d'environ 25%). La visibilité sera également plus importante que pour des panneaux posés en toiture.

Pas contre, un permis d'urbanisme est nécessaire.

[44] Figure tirée du site d'ef4 http://www.ef4.be/fr/photovoltaique/aspects-techniques/orientation-structure.html

Le terrain doit être proche d'un bâtiment communal auquel sera reliée l'installation. Ce bâtiment doit répondre aux critères définis plus haut.

ETAPE 3 - Dimensionner son système photovoltaïque[45]

On peut dimensionner son système photovoltaïque selon 3 critères: la consommation d'électricité du bâtiment, la surface de toit disponible et le budget. Ces 3 critères sont dépendants l'un de l'autre, et vont déterminer la puissance du système installé.

Une fois qu'on a une valeur limite pour un des ces 3 critères, on peut déterminer les autres critères à l'aide de la relation suivante (valable pour des panneaux classiques):

8 m² de surface utile de panneaux <=> 1 kWc <=> 850 kWh produit par an x facteur de correction <=>

environ 6000 € (htva)

Il s'agit bien entendu de valeurs purement indicatives. Le coût pourra atteindre 8.000 € si vous installez seulement 1 kWc et pourra descendre à 5.000 € par kWc si vous installez 20 kWc...

La production électrique de l'installation solaire peut également être estimée très facilement grâce à un logiciel gratuit disponible sur le web, à la page
http://sunbird.jrc.it/pvgis/apps/pvest.php?lang=fr&map=europe&app=gridconnected

Pour une grande installation (>10 kWc), il vaut mieux faire appel à une entreprise spécialisée pour dimensionner le système, puisqu'il faut alors tenir compte du profil de consommation d'électricité du bâtiment (consommation durant le week-end, etc).

Dimensionner sur base des consommations d'électricité :

Comme il est financièrement plus intéressant de produire moins que ce que le bâtiment consomme, on peut dimensionner le système de manière à ce qu'il produise un peu moins que la consommation annuelle du bâtiment. Pour cela, on peut se baser sur la facture annuelle d'électricité.

Exemple: Si on consomme 3.600 kWh d'électricité par an et que la toiture est orientée vers le sud-est avec une inclinaison de 35°, chaque kWc installé produira plus ou moins 850 kWh par an * 0,95 (facteur de correction) soit 808 kWh par an. Pour produire l'entièreté de ces 3.600 kWh par an, la commune aurait donc besoin d'un système d'une puissance de 3.600/808, soit 4,45 kWc. Sachant qu'1 kWc correspond plus ou moins à 8 m², la superficie totale du système serait d'environ 36 m². Le coût de cette installation serait d'environ 4,45 * 6000, soit 26.700 €.

A ce stade, il y a trois possibilités :

- soit on dispose de la surface et du budget nécessaire, et on garde le dimensionnement auquel on est arrivé
- soit on ne dispose pas de la surface disponible, il faut alors dimensionner en fonction de la surface disponible
- soit on ne dispose pas du budget, il faut alors dimensionner en fonction du budget

[45] *Ce paragraphe est fortement inspiré du site d'ef4 http://www.ef4.be/fr/photovoltaique/aspects-techniques/dimensionnement-projet-photovoltaique.html*

Dimensionner sur base de la surface disponible :

Si on dispose d'une surface disponible limitée, on peut calculer le potentiel photovoltaïque de cette surface en reprenant les mêmes données.

Exemple: Je dispose d'une surface de 50 m² orientée à l'est avec une pente de 15°. La production annuelle d'électricité d'1 kWc sera de 850 * 0,87 (facteur de correction) soit 740 kWh. Cela signifie que le système d'1 kWc qui correspond à une surface de 8 m² produira 740 kWh par an. Si la surface disponible est limitée à 50 m², le potentiel photovoltaïque est donc de 50/8 soit 6,25 kWc et correspond à une production d'électricité de 6,25*740, soit 4.625 kWh par an.

Dimensionner sur base du budget :

Si on dispose d'un budget limité, on peut calculer le potentiel photovoltaïque de son budget en reprenant les mêmes données.

Exemple: Je dispose d'un capital limité de 20.000 €. Dans ce cas, le potentiel photovoltaïque de mon budget est d'environ 20.000/6 000, soit 3,33 kWc.

ETAPE 4 - Introduction de la demande de permis d'urbanisme/ permis d'environnement

Seuls les panneaux solaires installés en toiture et ne présentant aucun débordement par rapport aux limites du bâtiment sont dispensés de permis[46]. Par contre, les installations sur un bâtiment ne répondant pas à ces critères sont soumises à un permis d'urbanisme, même si il s'agit d'une formule « allégée » : ce permis ne nécessite ni avis conforme du fonctionnaire délégué, ni intervention d'un architecte, à condition que l'aménagement :

- n'implique aucune dérogation à d'autres dispositions existantes (plan de secteur, PCA, permis de lotir, règlement communal d'urbanisme, …),
- ne porte pas sur un bien protégé,
- ne nécessite pas d'actes et travaux préparatoires soumis au permis d'urbanisme.

Pour les installations au sol, un permis d'urbanisme est également nécessaire, nécessitant l'avis conforme du fonctionnaire délégué, et l'intervention d'un architecte.

Dans le cas où un permis est nécessaire, la demande de Permis doit être accompagnée notamment d'une "Notice d'évaluation préalable des incidences sur l'environnement". Le délai d'attribution varie en fonction du type de procédure : permis délivré avec ou sans l'avis du fonctionnaire délégué, nécessitant ou non une enquête publique.

Même si l'installation d'un système photovoltaïque rencontre généralement peu d'opposants, il est intéressant d'informer les citoyens de ce projet ne serait-ce que pour montrer que la commune est active dans ce domaine.[47]

ETAPE 5 - Rédaction du cahier de charge, appel d'offre, commande et installation des machines

2.4 Contraintes et conditions pour l'implantation d'un système photovoltaïque

Il faut disposer d'un bâtiment qui possède un toit, une façade ou un parking répondant aux conditions décrites dans le paragraphe 2.3 de la partie II, et d'une consommation d'électricité suffisamment importante (et si possible le week-end si l'installation a une puissance supérieure à 10kW).

[46] Plus d'informations sur le type de Permis nécessaire dans le document « Prescriptions urbanistiques pour le placement de capteurs solaires »

[47] Pour répondre aux remarques des éventuels réticents, vous pouvez vous aider de la page http://www.ef4.be/fr/fiches-synthetiques-sur-lenergie-photovoltapque.html?cmp_id=7&news_id=67&vID=220 sur le site d'ef4

2.5 Exemples

La commune d'Attert (initiative et investissement communal)[48]

Depuis fin 2007, l'école communale de la commune d'Attert, située dans la province du Luxembourg, a été équipée de 170m² de panneaux solaires photovoltaïques, ce qui représente une puissance de 21 kWc. Cette initiative est purement communale.

L'installation a été réalisée dans le cadre du projet « dix communes pilotes photovoltaïques en Région Wallonne ». Le Ministère de l'énergie a subventionné 80% de l'installation et la commune d'Attert a payé les 20% restant (ce projet est hélas terminé).

Etant donné que la puissance de l'installation est supérieure à 10 kWc, différentes démarches ont dû être entreprises :

- L'installation a dû être équipée de 2 compteurs distincts pour l'injection et le prélèvement d'électricité du réseau. Dans la pratique, il s'agit d'un seul compteur électronique capable de comptabiliser séparément l'injection et le prélèvement d'électricité. Le compteur étant loué au GRD, cela n'a pas entraîné de surcoûts.
- Un contrat a dû être conclu avec un fournisseur d'électricité pour la revente de l'électricité (0,05€/kWh en moyenne) quand celle-ci n'est pas auto-consommée (principalement le week-end et en soirée) et le rachat des CV (à environ 75€). La partie auto-consommée est estimée à 75%.
- L'installation a été réceptionnée par un organisme agréé, qui a également fait le dossier pour la CWAPE, afin que celle-ci certifie la commune comme productrice d'électricité verte (frais : 500 à 750€) .
- Une étude d'orientation a également dû être réalisée pour le GRD (250€).

L'installation a coûté 148.000 € (HTVA, installation et équipement compris)

Les panneaux ont une orientation sud sud est et une inclinaison de 38°.

L'estimation de la production électrique annuelle est de 25.000 kWh.

Genappe (mécanisme de tiers-investisseur)

La ville de Genappe a équipé le toit de son hôtel de ville de 40 m² de panneaux photovoltaïques. Pour cette installation, la ville a fait appel à un tiers-investisseur, Publisolar, spécialisé dans l'équipement de bâtiments publics de système photovoltaïques. Ce type de projet n'a pas d'impact sur la dette de la commune et à un effet favorable dès la première année sur le budget communal.

La société propose aux communes un 'package' complet : étude, financement, installation, sollicitation des aides, vente de l'électricité et des certificats verts. Pendant quelques années, la commune reçoit un paiement pour l'électricité qu'elle produit (sans que sa propre facture énergétique pour le bâtiment en question ne diminue – il s'agit d'une sorte de location du toit d'un bâtiment communal). Au bout de cette période la commune devient propriétaire de tout l'équipement et, à partir de ce moment, l'électricité produite vient en déduction de ses consommations.[49]

2.6 Pour aller plus loin…

Contacts :

---

[48] *Données de l'installation issues d'une conversation téléphonique avec l'asbl « Au Pays de l'Attert » et de deux sites :*
Site d'ef4 – PV database - http://ef4.be/fr/pv-database/pv-database.html?casestudy=73&order=total_power&order_dir=up
Site de l'asbl « Au Pays de l'Attert » - http://www.aupaysdelattert.be/energie.php#photo

[49] *http://www.socofe.be/pdf/SOCOFEra2007.pdf*

Le facilitateur de la Région wallonne : Mr Denis Thomas : 010/23.70.00. denis.thomas@ef4.be

Une liste des acteurs du photovoltaïque en Wallonie est disponible sur le Portail de la Région Wallonne à l'adresse http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-2824-.html

Documents de références :

« Cadre de référence pour l'implantation d'éliennes en Région Wallonne. » : http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/note_cellule_eolienne.PDF?IDR=423
« Vade-mecum non technologique à l'usage du candidat à l'implantation d'un parc éolien » : http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/vade-mecum-eolien.PDF?IDR=464
« les éoliennes en Région Wallonne » : http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/des-eoliennes-en-region-wallonne.PDF?IDR=1013
« Vade-mecum éolien pour les communes » : http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-2824-.html

Sites de référence :

Site d'ef4 : www.ef4.be

site de l'APERe : http://www.apere.org/fr/er/pv.php?code_rubrique=2160

3 Cogénération et chaufferie au bois

3.1 Description de la technologie et état des lieux en Région Wallonne

3.1.1 Le bois comme carburant

Bilan CO_2 du combustible bois

Tout comme les combustibles fossiles tels que le charbon ou le pétrole, la production d'énergie à partir du bois libère du CO_2 dans l'atmosphère. Cependant, dans le cas du combustible-bois, ce CO_2 a été prélevé dans l'atmosphère durant la croissance de l'arbre. Il est donc piégé dans le bois, puis relâché lors de la combustion. Le bilan CO_2 est donc nul, contrairement à la combustion de combustibles fossiles qui entraîne la libération de CO_2 prélevé à l'atmosphère il y a plusieurs millions d'années par la végétation préhistorique.

Même en tenant compte de l'énergie nécessaire pour produire les combustibles-bois (sylviculture, abattage, broyage, transport, etc.), on peut constater que l'utilisation du bois comme combustible permet de réduire drastiquement les émissions de CO_2 comparé à l'utilisation de combustibles fossiles.

De plus, le combustible-bois provient soit de déchets de l'industrie du bois (et ne demande donc pas d'intrants ni de terres agricoles), soit de cultures énergétiques tel que le taillis à très courte rotation de saule (qui demande très peu d'intrants et peut être « cultivé » sur des terres très humides, impropres à l'agriculture classique). Il est donc écologiquement beaucoup plus intéressant que les biocarburants classiques (huile de colza, etc. voir l'introduction de la partie II).

Sources d'approvisionnement en bois

Produits connexes de l'industrie du bois

Les différentes étapes de l'industrie du bois (exploitation forestière, industries de transformation, etc.) génèrent des « déchets », qui sont en partie réutilisés (sciure utilisée pour la fabrication de panneaux de bois

aggloméré, écorces utilisées en horticulture, etc.), mais également en partie perdus. Les déchets ultimes, dont on ne sait rien faire, sont mis en décharge.

Ces déchets sont appelés « produits connexes ». Ils peuvent se présenter sous la forme de sciures, de copeaux, d'écorces, de plaquettes et de chutes de tailles diverses. Sur 100m³ de bois sur pied servant pour l'industrie de seconde transformation (fabrique de meuble, de bois pour le bâtiment, etc.), 82 à 98m³ formeront des produits connexes[50].

Par exemple, lors d'une coupe, le bois qui a peu d'intérêt économique (trocs tordus, branche avec un diamètre peu important, etc.) est souvent laissé sur place par l'exploitant forestier. Ce bois peut être récupéré et servir de combustible. Il est a noté que le bois mort, en forêt, joue un rôle écologique très important. Il est donc primordial d'en laisser une partie sur place.

Toutes les communes possédant des bois communaux ou comprenant des industries de transformation de bois trouveront ainsi une source de carburant écologique et bon marché.

Déchets d'entretien

Lors des entretiens des bords de route ou des voies de chemins de fer, des arbres isolés et des haies libres sont taillés. Le produit de cette taille est bien souvent broyé et laissé sur place. Il peut également servir de combustible.

Culture énergétique : taillis à très courte rotation de saule[51]

Seule la technique du taillis à très courte rotation de saule a été retenue, car c'est la seule culture qui existe réellement en Région Wallonne (hormis sous forme de cultures expérimentales) et que c'est également une espèce indigène. Bien que les variétés utilisées ne sont pas indigènes (on sélectionne des variétés plus résistantes que les variétés locales), cette culture est plus intéressante pour la biodiversité et moins « choquante » dans le paysage.

Le taillis à très courte rotation de saule est une culture qui reste en place 15 à 20 ans, avec une récolte tous les 2 à 3 ans. Cette culture ne demande pas d'intrants, hormis un passage au désherbant lors de la première année, pour éviter que les « mauvaises herbes » n'étouffent les jeunes plants.

Le rendement annuel s'élève de 8 à 12 T ms/ha par an.

Cela peut être intéressant de signer des contrats avec des agriculteurs qui « cultivent » ensuite le bois (voir introduction de la partie II)

Formes de carburants–bois

Le bois provenant des trois sources décrites ci-dessus doit être transformé en un carburant maniable et uniforme, comme les plaquettes ou les pellets.

Les plaquettes ou chips

Ce sont des morceaux de bois déchiquetés. Une broyeuse transforme les branches, les déchets de bois ou même les palettes cassées en plaquettes.

Les achats de plaquettes se font généralement en mètre cube apparent de plaquettes (map). Il s'agit d'un volume de 1m³ de plaquettes, contenant du bois et des interstices remplis d'air. En moyenne, 1m³ de bois plein donnera après broyage un tas d'environ 2,5 map. L'important volume d'encombrement de ce combustible est un paramètre dont il faut tenir compte. On peut acheter des plaquettes sèches (30%HR) et des plaquettes vertes (50% HR – bois frais)

---

[50] *« Etat des lieux de la filière bois-énergie »*
[51] *« le TTCR en Bretagne »*

Les granulés de bois ou pellets

Ce sont des petits cylindres de bois densifié.

Ils sont toujours vendus secs et prennent moins de place que les plaquettes. Etant plus chers que celles-ci, ils ne sont à privilégier que si on a très peu d'espace de stockage.

Contenu énergétique du bois[52]

Le contenu énergétique du bois est exprimé par son pouvoir calorifique inférieur (PCI). Il représente la chaleur dégagée par sa combustion complète.

Le PCI du bois anhydre (c'est-à-dire contenant 0% d'eau) est de l'ordre de 5,1 MWh/T quelle que soit l'essence du bois. Le PCI du bois et des plaquettes varie avec le taux d'humidité contenu dans le bois. En effet, si un bois est très humide, l'énergie qu'il dégagera lors de sa combustion servira en partie à faire évaporer l'eau qu'il contient. L'énergie réellement utilisable est donc plus faible que si le bois était sec.

Figure 2 : Equivalences entre les différentes formes de combustibles bois[53]

		anhydre (0-10% HR)	***sec - 1 an de stockage (20-30% HR)***	***vert (50% HR)***
1T de bois	*PCI (MWh)*	*5,1*	*3,3 à 3,9*	*2,1*
	Volume (m³)	*Variable selon l'essence*	*1,25*	*1*
1 T de plaquettes	*PCI (MWh)*	*/*	*3,3 à 3,9*	*2,2 à 2,8*
	Volume (map)	*/*	*3,1*	*2,1*
1 T granulés	*PCI (MWh)*	*4,4 à 5*	*/*	*/*
	Volume (m³)	*1,3 à 1,4*	*/*	*/*

Figure 3 : PCI des combustibles fossiles

1000 l mazout	*PCI (MWh)*	*10*
1 m³ gaz	*PCI (MWh)*	*0,01*

D'une manière générale, on retiendra que

- 1 T de bois sec ≅ 5 MWh = 500 l de mazout
- 1T de plaquettes vertes = 2,1 map (et donc occupe un espace de 2,1 m³) = 2,5 MWh = 250 l de mazout
- 1 T de plaquettes sèches = 3,1 map = 3,6 MWh = 360 l de mazout
- 1 T de granulés = 1,4 m³ = 5 MWh = 500l de mazout

3.1.2 Description des technologies de cogénération et de combustion au bois

En Wallonie, il existe actuellement 2 façons d'utiliser le bois pour en extraire de l'énergie sous forme de chaleur, d'électricité, ou des deux en même temps, ce qui se nomme la cogénération. Ces deux techniques se différencient selon la quantité d'oxygène injectée lors du chauffage du bois :

- La gazéification : en présence d'une petite quantité d'oxygène, le bois chauffé se transforme en un mélange de gaz riche en énergie. Ce gaz peut, par près, être utilisé comme carburant.

[52] Un petit logiciel permettant d'effectuer toutes les conversions (énergie, quantité de bois, volume de bois, etc) est disponible gratuitement sur le site de l'ITEBE http://www.itebe.org/portail/affiche.asp?arbo=1&num=455
[53] *Chiffres calculés ou prélevés à partir du document « la filière bois-énergie »*

- La combustion : lorsque le bois est chauffé en présence d'un excès d'oxygène, il brûle et libère son contenu énergétique sous forme de chaleur. C'est ce qu'il se passe par exemple dans un poêle à bois.

En Wallonie, pour la production unique de chaleur, la combustion est la voie la plus rentable tandis que pour la production simultanée de chaleur et d'électricité (la cogénération), les meilleurs rendements sont obtenus par gazéification.

Cogénération par gazéification

Les plaquettes sont stockées dans un silo. Elles sont acheminées vers le gazogène où elles sont transformées en gaz. Ce gaz est ensuite refroidi avant d'être utilisé dans les groupes moteurs où il permettra de produire de l'électricité. La chaleur produite par le moteur et à d'autres endroits de l'installation est récupérée pour produire de l'eau chaude. Même si l'installation est contrôlée par télégestion, elle demande tout de même une importante main d'œuvre qualifiée pour le nettoyage régulier du gazogène.

Lorsqu'elles fonctionnent de manière optimale, les centrales de cogénération par gazéification ont un rendement énergétique de l'ordre de 75 %, avec une production d'énergie thermique deux fois plus importante que la production d'électricité. Cela signifie que, avec 1 kg de bois anhydre (5 kWh), l'installation produira 2,48 kWh de chaleur et 1,25 kWh d'électricité, soit 3,73 kWh d'énergie utile[54].

Chaudières à bois

Ces chaudières fonctionnent sur le même principe que les chaudières traditionnelles. Le bois est brûlé à l'intérieur de la chaudière et libère une forte quantité de chaleur. Celle-ci assure la production d'eau chaude.

Le silo doit être rempli périodiquement selon les besoins de la chaudière, mais le transfert entre le silo de stockage et le foyer de combustion est quant à lui totalement automatisé.

Distribution de la chaleur

La chaleur produite par la chaudière à bois peut soit être exploitée par le bâtiment dans lequel l'installation se trouve, soit être dirigée vers un réseau de chaleur. Pour la cogénération, il n'existe que des machines de puissance élevée (minimum 300 kWth), elle devra donc toujours être reliée à un réseau de chaleur.

3.1.3 Etat des lieux en Région Wallonne

Incontestablement, le combustible-bois est le leader des énergies renouvelables en Wallonie. Leur production primaire additionnée représente près de 70 % de la production totale wallonne d'énergie renouvelable.

Au total, la consommation intérieure brute de bois, de déchets végétaux (et de quelques déchets animaux) se monte à 4 416 GWh en 2006, soit une progression de 24 % par rapport à 2005[55].

Initié en 2001, le Plan Bois-Energie et Développement Rural (PBE & DR) a fortement contribué au développement des technologies bois-énergie.

Actuellement, plusieurs projets communaux ont été réalisés et plusieurs dizaines sont à l'étude ou en cours de réalisation.

3.2 Avantages et inconvénients

3.2.1 Chaufferie au bois

Avantages

- Projet peu risqué
- Les citoyens peuvent y participer puisqu'on peut y connecter un réseau de chaleur

[54] *Données chiffrées et description issues du site de Xylowatt http://www.xylowatt.com/*
[55] *« Atlas énergétique de Wallonie »*

- Pas ou peu de réticences de la part des citoyens
- Investissement modulable. Avec assez peu de moyens, on peut installer une chaudière pour un bâtiment. Avec plus de moyens et d'ambition, on peut installer une grosse chaudière alimentant un réseau de chaleur.
- Le projet peut être mené entièrement par la commune

Inconvénient

- Peu visible

3.2.2 Cogénération au bois

Avantages

- Projet innovant
- Production de chaleur et d'électricité en même temps
- Les citoyens peuvent y participer puisqu'on peut y connecter un réseau de chaleur et/ou un réseau électrique privé.
- Pas ou peu de réticences de la part des citoyens
- Le projet peut être mené par la commune

Inconvénients

- Prend beaucoup de temps avant que l'installation ne soit au point
- 1 seul fournisseur de matériel disponible
- Nécessite une chaudière d'appoint (la cogénération ne couvre jamais tous les besoins)
- Demande beaucoup de temps aux techniciens communaux pour la maintenance.

3.3 Mise en œuvre d'un projet de bois énergie

Rem : Dans le cadre de ce mémoire, nous n'envisageons pas les chaudières de faible puissance, adaptées par exemple à un bâtiment administratif. Pour la cogénération par gazéification, il n'existe pas d'unités de faible puissance.

ETAPE 1 - Décider d'envisager ou non une cogénération

Une cogénération par gazéification demande :

- Beaucoup de place (hangar de +/- 1.000 m² et de 10 m de haut)
- Des bâtiments communaux ou privés (industries) proches ayant une très forte demande de chaleur, si possible même en été. Les plus petites cogénérations par gazéification ont une puissance thermique de 600 kW.
- Beaucoup de temps pour l'entretien et les réglages. Il faut plusieurs mois de réglage avant que l'installation ne fonctionne bien

Si un de ces critères pose problème, la cogénération est exclue et seule la chaudière au bois pourra être envisagée.

ETAPE 2 - Identifier le ou les bâtiments potentiels

Si on veut envisager une cogénération, le principe de base est qu'il faut pouvoir utiliser l'énorme quantité de chaleur produite, et ce pendant toute l'année. En effet :

- Les cogénérations au bois sont un peu modulables (elles peuvent fonctionner entre 75% et 100% de leur puissance maximale), mais elles ont un moins bon rendement si elles ne tournent pas à pleine charge.
- Si la cogénération ne tourne que la moitié de l'année, il faudra deux fois plus de temps pour la rentabiliser
- Si la cogénération ne tourne que la moitié du temps, les bénéfices seront divisés par deux, hors les coûts d'entretien (très élevés) restent constants.
- Chaque fois qu'on arrête et qu'on redémarre l'installation, celle-ci utilise des combustibles fossiles pour arriver à la bonne température
- Si toute la chaleur n'est pas valorisée, l'installation recevra moins de certificats verts par MWh produit.

Il faut donc identifier un ensemble de bâtiments proches, qui ont des consommations d'eau chaude élevées même en été, comme les piscines, les hôpitaux et les établissements d'accueil social (maisons de repos, centres d'accueil pour personnes handicapées, …). On peut également inclure des industries proches qui ont un besoin constant en chaleur de process et qui pourront utiliser le surplus de chaleur généré en été.

Si on envisage uniquement une chaudière bois, le choix des bâtiments est moins restrictif. Comme il existe des chaudières de toutes les puissances, on peut identifier un seul bâtiment qui a des besoins suffisants en chaleur, ou on peut identifier, comme pour la cogénération, un ensemble de bâtiments qui seront alors reliés par un réseau de chaleur. Si ces bâtiments ont besoin de beaucoup moins de chaleur en été, la chaudière bois sera coupée à ce moment-là, comme une chaudière traditionnelle.

En pratique, le mieux est de situer, sur un plan, les bâtiments communaux. Ensuite, il faut déterminer un ou des bâtiments (qui doivent alors être proches) ayant une demande de chaleur élevée. On peut ensuite ajouter quelques bâtiments avoisinants ayant des besoins en chaleur moins importants, et éventuellement des industries proches, surtout si on envisage une cogénération. On obtient ainsi le groupe de bâtiments qui bénéficiera de la nouvelle installation. Il faut aussi veiller à ce qu'il y ait un espace disponible près de ces bâtiments pour installer les machines et le stockage de plaquettes.

ETAPE 3 - Collecter toutes les factures mensuelles de gaz /mazout et d'électricité des bâtiments identifiés.

Les factures de combustibles (gaz/mazout) sont indispensables pour déterminer s'il vaut mieux placer une chaudière ou une cogénération, ainsi que pour dimensionner l'installation et calculer sa rentabilité.

Sur la dernière page de la facture de gaz, il y a en principe un tableau reprenant l'évolution des consommations mensuelles des dernières années. Si ce tableau n'est pas disponible, il peut être demandé à votre fournisseur.

Si on a décidé depuis le départ qu'on ne voulait pas installer une cogénération, mais bien une chaudière-bois, il ne faut bien sûr collecter que les factures de combustible et pas celles d'électricité.

ETAPE 4 - Effectuer une étude de pertinence pour une cogénération

L'étude de pertinence est une première étape qui permet de juger si le projet de cogénération est ou non pertinent. Celle-ci peut se faire soi-même mais est très complexe dans le cas d'une cogénération au bois. Le facilitateur cogénération peut réaliser gratuitement cette étude si on lui fournit les factures d'électricité et de gaz, ainsi qu'un plan reprenant les bâtiments concernés. Cette étude permet d'évaluer la pertinence de l'installation en toute indépendance, puisque la suite de l'étude sera faite par le fournisseur des machines (cf. paragraphe suivant) et ne sera donc pas impartial.

L'étude de pertinence peut déboucher sur 2 conclusions :

- une cogénération-bois semble être appropriée => passer à l'étape 5

- une cogénération-bois ne semble pas appropriée => passer à l'étape 5bis

ETAPE 5 - l'étude de faisabilité d'une unité de cogénération

Si la cogénération semble être intéressante, il faut faire appel à un bureau d'experts pour effectuer une étude de faisabilité. Concrètement, en Belgique, il n'existe qu'un seul fournisseur de matériel, à savoir la société Xylowatt[56]. Cette société effectue toutes les études elle-même, ce qui se déroule en trois étape :

- Etude de pertinence : analyse avec la commune des consommations thermiques, de la place disponible près des bâtiments et des sources de bois disponibles, afin de déterminer si l'installation sera viable.
- Etude technique détaillée pour savoir la puissance à installer et déterminer les coûts de l'installation.
- Recherche de moyens de financement adaptés à la commune.

ETAPE 5bis - Dimensionner sa chaudière bois

Si la cogénération ne semble pas intéressante, ou si on veut investir dans un projet plus sûr, on peut étudier la possibilité d'installer une chaudière-bois utilisant des pellets (si on a peu de place disponible) ou des plaquettes. On peut contacter des installateurs de chaudières qui dimensionneront au mieux celle-ci (il est toujours conseillé de faire vérifier le dimensionnement par le facilitateur).

ETAPE 6 - Rédaction du cahier de charge, appel d'offre, commande et installation des machines

3.4 Contraintes et conditions pour l'implantation d'une chaufferie ou d'une cogénération bois

3.4.1 Pour la chaufferie et pour la cogénération

Place disponible pour construire la chaudière ou l'unité de cogénération + le silo de stockage de bois

Le stockage des plaquettes ou des pellets prend beaucoup de place (50 à 150 m^3, voir plus), si on veut éviter de devoir le remplir trop fréquemment.

L'installation de cogénération prend également énormément de place. A titre d'exemple, le hangar qui abrite la cogénération et le stockage de bois à Tournai fait plus de 1.000 m^2[57]. Une chaudière au bois occupe cependant beaucoup moins de place.

L'idéal est d'avoir déjà à sa disposition un entrepôt vide – cela diminuerait très fortement les coûts d'installation (attention, pour la cogénération il faut une hauteur libre de 10 mètres minimum).

L'installation doit être faite le plus près possible des bâtiments qu'elle va alimenter, car le réseau de chaleur coûte très cher (entre 500 et 700€/m) et entraîne des déperditions de chaleur importantes si il est trop long.

Source de carburant-bois proche

D'un point de vue économique et écologique, il serait absurde de s'alimenter en bois provenant de l'autre côté de la Wallonie.

Les conditions suivantes sont particulièrement intéressantes :

- Surfaces de bois communaux importants.
- Industrie(s) de transformation du bois située(s) à proximité
- Fournisseur(s) de plaquettes/pellets situé(s) à proximité
- Agriculteurs prêts à se lancer dans le taillis à très courte rotation

[56] Plus de renseignements sur cette société sur leur site http://www.xylowatt.com
[57] *Chiffre communiqué par le responsable communal lors de la visite de l'installation.*

3.4.2 Pour la cogénération

Bâtiments proches ayant des besoins très importants et continus en chaleur

Comme expliqué dans le paragraphe 3.3 de la partie II, la quantité de chaleur produite est pratiquement constante et très importante, et elle doit être valorisée durant toute l'année. Cela suppose de disposer de bâtiments ayant une demande de chaleur élevée également en été (piscine, homes, hôpitaux, etc.) et éventuellement d'industries utilisant de la chaleur de process.

3.4.3 Pour la chaufferie

Opportunité : chaudière à remplacer

Une chaudière à bois peut parfaitement remplacer une chaudière classique, contrairement à une cogénération qui ne produira qu'une partie de la chaleur nécessaire aux bâtiments. Si, parmi les bâtiments que l'on envisage de relier au réseau de chaleur, il y en a certains dont la chaudière doit de toute façon être changée, la rentabilité du projet sera d'autant meilleure.

3.5 Exemples

3.5.1 Cogénération au bois

Gedinne[58] [59]

Approvisionnement en bois

L'approvisionnement en plaquettes vertes se fait de deux façons différentes.

- D'une part, les ouvriers communaux récupèrent les bois abandonnés en bord de route lors des coupes dans les bois communaux. Les gardes forestiers signalent à la commune quand ils tombent sur ce genre de chose. Les ouvriers ont un broyeur pour les branches de diamètre inférieur à 25cm. Pour le reste, ils stockent et font venir un broyeur plus grand de temps en temps (300€ par déplacement). Ce système de production revient à un peu plus de 20€/map.
- D'autre part, des scieries locales revendent à la commune des plaquettes issues de leurs déchets de bois. Les plaquettes sont livrées sur place pour environs 16€/map.

La cogénération nécessite 5.000 map de plaquettes par an.

Machine : Cogénération avec un gazogène Xylowatt

Une partie de la chaleur de l'unité de cogénération sert pour le séchage des plaquettes (silo de séchage de 90m^3), l'autre partie sert à alimenter un réseau de chaleur de 1,3 km, relié à une douzaine de bâtiments publics. Cependant, la chaleur en été n'est pas utilisée, elle est simplement rejetée dehors. L'utilisation de la chaleur est estimée à seulement 20%.

La température de l'eau chaude est régulée automatiquement selon le besoins des bâtiments et la température extérieure. L'eau chaude est dirigée vers un échangeur de chaleur dans chaque bâtiment. Cette chaleur permet de remplacer 125.000l de mazout par an.

Le réseau de chaleur a été fait par une société française (EIMI – Besançon) parce que les sociétés belges étaient trop chers. La société a formé des ouvriers communaux pour qu'ils puissent réguler la machine. Les tuyaux en eux-mêmes proviennent d'une société danoise, Loxtor.

---

[58] Pour plus de renseignements sur ce projet, vous pouvez consulter la fiche de présentation du projet « La future cogénération de Gedinne fonctionnera 100% au bois »

[59] *Données chiffrées et description obtenues lors de la visite de l'installation avec le responsable communal et en consultant la fiche de présentation du* projet « La future cogénération de Gedinne fonctionnera 100% au bois »

La cogénération produit 580 kWth au maximum, or les besoins montent jusqu'à 620 kWth. Une chaudière au fuel a donc été ajoutée. Elle a une puissance de 800 kW afin de pouvoir subvenir à tous les besoins en cas de problème avec la cogénération.

La cogénération à une puissance électrique de 300 kWé. L'électricité est autoconsommée par les bâtiments proches, et le surplus part vers une cabine haute tension. Lampiris rachète le surplus d'électricité et les CV (2.200 CV/an à environs 90€).

Le montant total de l'investissement s'élève à 2.500.000€. Le projet a reçu des aides financières de l'Europe (1.700.000€ - fonds structurels européens – Objectif 2), de la Région Wallonne (10% de l'investissement). Des demandes d'aides UREBA et Infrasport sont en cours.

La cogénération a une puissance thermique de 580 kWth (rendement thermique nominal de 48%) et une puissance électrique de 305 kWé (rendement électrique nominal de 25%). La durée de fonctionnement prévue est estimée à 5.000h par an.

L'estimation des recettes sont les suivantes :

- Production électrique annuelle de 1.525 MWhé. Recette des ventes d'électricité et de certificats verts à Lampiris : 270 000 € / an
- Production thermique annuelle de2.900 MWth dont 2.000 MWh utilisés, soit une économie de mazout de chauffage : 60 000 € / an (en pratique l'utilisation est beaucoup plus faible)

L'estimation des dépenses sont les suivantes :

- Coûts d'achat du bois : 120 000 € / an
- Coûts de gestion et d'entretien de la centrale : 65 000 € / an

Le gain annuel net est estimé à 145 000 € / an, le temps de retour simple (subsides compris) à 4.1 ans, le gain actualisé net sur 10 ans à 400 000 € et le taux de rentabilité interne à 19% / an.

Cette installation est fonctionnelle mais tourne très peu parce que la cogénération demande beaucoup de réglages.

Tournai (projet Gazenbois)[60]

Ce projet vise à assurer le chauffage et l'alimentation électrique de la piscine communale de Tournai. Il sera normalement fonctionnel en septembre 2008.

Aprovisionnement en bois

1.300T de matière sèche par an sont nécessaires pour alimenter la cogénération.

Les plaquettes de bois proviennent de deux filières d'approvisionnement :

- Taillis à très courte rotation de saule[61] : la commune a signé une convention avec six agriculteurs locaux pour faire de la culture de taillis à très courte rotation de saule. La commune a offert les boutures de saule (0,10€ la bouture achetées à De Vos Salix – 13 à 15.000 boutures par ha – 20ha plantés au total). 3 variétés de saule ont été choisies pour leur résistance à la rouille (maladie du saule). Ce ne sont pas des variétés indigènes. La plantation s'est faite à l'aide d'une grande planteuse automatique venant du Danmark pour les grandes parcelles, et avec une petite planteuse belge pour les parcelles plus petites. Les frais de plantation sont à la charge des agriculteurs. La commune s'est arrangée avec les agriculteurs pour racheter les plaquettes à un prix fixe. La récolte se fait avec une tête de récolte spéciale que l'on fixe sur une ensileuse à maïs. Cela récolte et broie le saule en une opération. La récolte prévue sur 3 ans est de 30T de matière sèche par ha (environs 150m^3).

[60] *Données chiffrées et description obtenues lors d'une réunion avec le responsable communal.*
[61] Plus de renseignements sur le taillis à très courte rotation sur le site deValbiom http://www.valbiom.be/files/gallery/noterecapitulative_ttcr_pn_06041196163291.pdf

- Récupération de déchets de bois de la commune

Machine : machine de cogénération de Xylowatt.

La centrale de cogénération d'une puissance de 300 kWe et 550 kWth sera installée sur un terrain à 300 m de la piscine appartenant à la ville de Tournai. Le bâtiment, de type industriel, fera 1100 m² de surface et abritera la centrale mais également le stock de bois et un système de séchage et d'alimentation automatique du bois.

L'implantation d'autres bâtiments communaux à proximité, alimentés par un réseau de chaleur, est à l'étude.

Utilisation

La centrale de cogénération alimentera la piscine en électricité et en chaleur. Les surplus d'électricité seront injectés sur le réseau et la chaudière actuelle de la piscine servira pour couvrir les pointes ou lors des interventions de maintenance de la centrale.

Coûts

La centrale a coûté 980.000€. Le hangar où a été mise la cogénération a coûté très cher (1.100.000€) parce qu'on est dans une ancienne carrière, le sol est particulier. En ajoutant le coût des divers aménagements, la gestion automatisée, etc, on arrive à un montant final de 3.021.000€.

Au niveau des subsides, l'Europe a donné 2.000.000€ et la Région Wallone a donné 239.000€ dans le cadre des aides Infrasport.

Le nombre d'heures équivalents sera compris entre 5.000 et 5.500h.

A production annuelle de chaleur devrait être compris entre 2.750 et 3.025MWh, et celle d'électricité entre 1.500 et 1.650 MWh.

En tenant compte de ces paramètres, les recettes annuelles devraient s'élever entre 312 et 368.000€, les coûts annuels entre 173 et 205.000€ et le temps de retour entre 4 et 7 ans.

3.5.2 Chaufferie bois

Chimay[62]

Depuis 1983, l'Intercommunale Sports et Loisirs et la Ville de Chimay ont décidé de chauffer leur piscine grâce à une chaudière à bûches alimentée manuellement. Suite à la nécessité de remplacer l'ancienne installation, en 2004, l'Intercommunale a décidé d'investir dans le placement d'une nouvelle chaudière bois de 400 kW à alimentation automatique de plaquettes forestières.

Le placement de cette chaudière a nécessité l'aménagement d'un silo de 50m³ pour accueillir le stockage des plaquettes forestières et la pose d'un système d'alimentation de la chaudière depuis le silo par une vis sans fin.

La régulation est pleinement automatisée et les seules contraintes d'utilisation sont le remplissage du silo (comme on remplirait une citerne à mazout) environ chaque quinzaine et la vidange trimestrielle du cendrier. Ces actions sont réalisées par le personnel de maintenance de la piscine.

Les plaquettes ont été achetées durant 1 an à la plate-forme bois Sécobois de Mariembourg qui commercialise industriellement des plaquettes forestières. La livraison se faisait par camion de 40 m³. Les plaquettes proviennent maintenant des bois communaux. Il est récolté et broyé par les ouvriers communaux.

La consommation annuelle de combustible est d'environ 600 stères de bois. L'économie attendue en équivalent litre de mazout de 41.400 litres par an.

L'investissement total est de 90.000 € HTVA . Les subventions ont été de 50% grâce à Infrasport (30%) et aux aides UREBA.

[62] Pour plus de renseignements sur ce projet, vous pouvez consulter la fiche de présentation du projet « Une piscine de la botte du Hainaut se chauffe au bois… »

Les économies en 2004 (avec achat des plaquettes) se sont élevées à 25.000€, avec un mazout à 0,35€/l

Philippeville[63]

La localité de Philippeville a installé une chaudière-bois ainsi qu'un réseau de chaleur pour alimenter le hall de sports, la zone de police et l'arsenal des pompiers.

Les 3 bâtiments chauffés au bois sont reliés à la chaufferie par un réseau de chaleur de 210 mètres de longueur.

La chaudière bois a une puissance de 400 kW et le silo d'alimentation en plaquettes a une capacité de 120 map, ce qui permet une autonomie d'environ 11 jours avec une chaudière à pleine charge et nécessite, en moyenne, une dizaine de remplissages par an.

La chaudière bois et la chaudière d'appoint au gaz (qui était déjà sur place) sont couplées avec la priorité donnée au bois qui couvre environ 85 % des besoins thermiques totaux. Combiné au réseau de chaleur, ce principe bi-énergie (gaz-bois) permet lui aussi de réduire et d'optimiser les puissances installées - ce que permet la régulation intégrée performante de la chaudière bois - et de diminuer les investissements.

Les plaquettes de bois utilisées à Philippeville proviennent actuellement d'entreprises régionales. Dans le court à moyen terme, la Ville devrait tenter de mettre en place une filière locale d'approvisionnement au départ de ses propres bois communaux.

La consommation annuelle en bois s'élève à 1.200 map de plaquettes, et la consommation résiduelle de gaz à 15.000 m^3.

L'investissement total est de 655.490 € (TVAC) dont 302.480 € pour le gros œuvre, 178.455 € pour la chaudière et les installations périphériques, 143.467 € pour l'installation hydraulique et le réseau de chaleur et 31.088 € pour les études et la coordination. Le projet a reçu un financement très important de la Région Wallonne et de l'Union Européenne via le fonds « Objectif II Rural » : 609.325,60 €

Le cash flow annuel (au prix gaz et bois 2008) est de +/- 40.000 € et le temps de retour sur investissement est de 13 mois.

3.6 Pour aller plus loin…

Contacts :

Les facilitateurs de la Région wallonne :

- Facilitateur bois-énergie pour le secteur public : Mr Francis Flahaux : 084/21.98.62. pbe@frw.be
- Facilitateur cogénération : Mr. Ismaël Daoud : 081/25.04.80. facilitateur@cogensud.be

Une liste des acteurs de la biomasse bois n'est pas disponible, cependant les contacts peuvent être donnés par le facilitateur

Une liste des acteurs de la cogénération (toutes technologies confondues) se trouve sur le portail de l'énergie en Région Wallonne à l'adresse http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-4714-.html

Documents de références :

« La filière bois-énergie » (2005) disponible sur le portail de l'énergie en Région Wallonne
http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/la-filiere-bois-energie.PDF?IDR=3633

[63] *Données chiffrées et description issues de la fiche technique du projet « Philippeville: Un projet brûlant pour chauffer le hall de sports, la zone de police et l'arsenal des pompiers ! »*

« Les coûts et les performances des installations de chauffage au bois » (2006) disponible sur le portail de l'énergie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/document---les-coûts-et-performances-des-installations-de-chauffage-au-bois.PDF?IDR=5791

Sites de référence :

Utilisation de la biomasse : http://www.valbiom.be/

Cogénération au bois : http://www.xylowatt.com/

Cogénération : http://www.cogensud.be/

Site de l'APERe : http://www.apere.org/fr/er/biomasse.php?code_rubrique=2120

4 Biométhanisation

4.1 Description de la technologie et état des lieux en Région Wallonne

La biométhanisation est la dégradation de matières organiques humides (animales ou végétales) par des bactéries, en l'absence d'oxygène et de lumière. Ce procédé produit d'un part du biogaz riche en énergie, et d'autre part un résidu solide qui peut être utilisé comme amendement agricole.

Il s'agit d'un processus de fermentation qui se déroule naturellement dans les centres d'enfouissement techniques (le biogaz est alors récupéré par des puits installés dans les déchets – certaines décharges de Wallonie sont déjà équipées de ce système), mais qui peut aussi être mis en place dans un digesteur.

En théorie, tout ce qui est organique peut être mis dans un digesteur pour produire du biogaz par biométhanisation :

- boues de station d'épuration récupérées dans les stations d'épuration de l'eau
- effluents d'élevage (lisier, fumier, purin) récupérés chez les agriculteurs locaux
- déchets agroalimentaires récupérés dans les industries agroalimentaires, dans les grandes cuisines collectives, les restaurants, etc…
- déchets verts récupérés lors des ramassages chez les particuliers et dans les centres de collecte des déchets.

Le biogaz produit dans le digesteur ou récupéré dans les centres d'enfouissement technique peut être utilisé de différentes manières :

- Combustion directe en chaudière : certaines chaudières acceptent le biogaz et fonctionnent alors comme de simples chaudières au gaz naturel. La chaleur permet ensuite de chauffer un bâtiment ou d'alimenter un réseau de chaleur.
- Combustion dans un moteur pour la production d'électricité
- Introduction dans une unité de cogénération, afin de produire de l'électricité et de la chaleur

En Région Wallonne, le biogaz est pratiquement toujours introduit dans une unité de cogénération parce que c'est la moyen le plus rentable de l'utiliser (grâce aux Certificats Verts).

Il est à noter que la biométhanisation est très intéressante pour la réduction des gaz à effet de serre. Non seulement produire de l'électricité et de la chaleur via la biométhanisation évite d'utiliser des carburants

classiques et donc de libérer le CO_2 contenu dans ces carburants, mais en plus, grâce à ce procédé, le méthane, un autre gaz a effet de serre qui est 21 fois plus nocif que le CO_2, n'est plus libéré de façon incontrôlée dans l'atmosphère.

Analyse des différents carburants

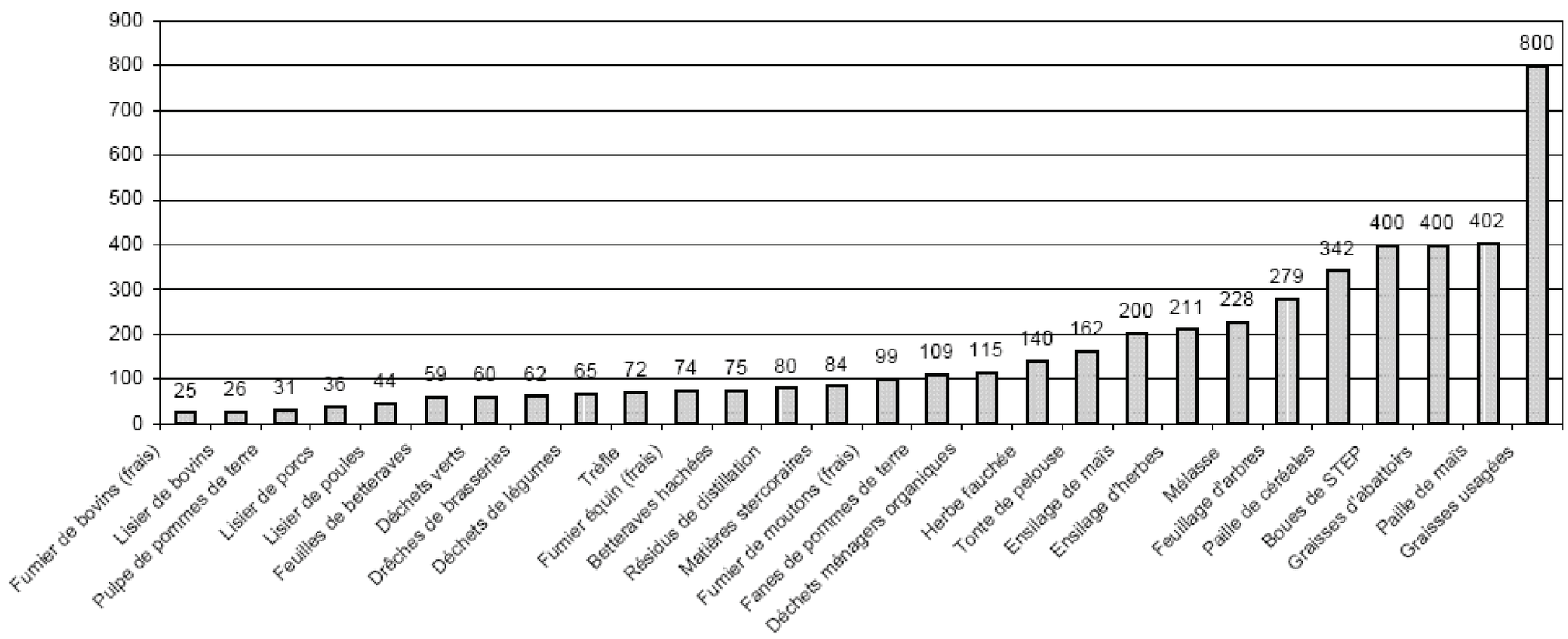
La valeur énergétique du biogaz est essentiellement fournie par le méthane qu'il contient

Le PCI[64] du méthane est de 9,94 kWh/m³. Le PCI du biogaz sera équivalent au pourcentage de méthane qu'il contient multiplié par 9,94 kWh/m³. Le biogaz « moyen » épuré contient environ 60% de méthane et a donc un PCI de 5,96 kWh/m³[65].

Cependant, on obtient des quantités et des compositions de biogaz très différentes selon le type de déchet organique introduit dans le digesteur.

Sur base d'un PCI de méthane de 9,94 kWh/m³ et d'une teneur en méthane de 60%, le tableau ci-dessous reprend une estimation de la quantité d'énergie brute produite par unité de matière entrante.

Figure 4 : Quantités de biogaz produit en m³ par tonne de matière fraîche entrante[66]



On peut ainsi estimer qu'une tonne de lisier de porc va générer une énergie de 357 kWh (1T de lisier = 36 m³ de biogaz dont 60% de méthane = 21,6 m³ de méthane avec un PCI de 9,94 kWh/m³ = 357 kWh).

En Région Wallonne, le secteur de la biométhanisation est en plein développement. Le gaz de décharge a connu une forte croissance au cours de ces dernières années. Toutefois, les nouvelles réglementations interdisent la mise en décharge des déchets organiques ce qui aura pour conséquence de diminuer leur production de biogaz.

On note toutefois le développement de nombreux projets de biométhanisation d'autres déchets (effluents industriels, effluents d'élevage, déchets ménagers, ...).

Ainsi en 2006, le total de la fermentation anaérobie représente 406 GWh d'énergie primaire valorisée, soit encore 118 GWh d'électricité et 28 GWh de chaleur[67].

---

[64] La PCI, ou pouvoir calorifique inférieur, est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète d'une unité de combustible, la vapeur d'eau étant supposée non condensée et la chaleur non récupérée

[65] *Données chiffrées issues du document « Vade mecum technique et administratif relatif à la biométhanisation de biomasse humide en Région wallonne pour les installations d'une puissance maximale de 10 MWth. »*

[66] Figure tirée du document « Vade mecum technique et administratif relatif à la biométhanisation de biomasse humide en Région wallonne pour les installations d'une puissance maximale de 10 MWth. »

[67] *Données chiffrées issue de l' « Atlas énergétique de Wallonie »*

4.2 Avantages et inconvénients de la biométhanisation

Avantages

- Projet participatif. impliquant les citoyens (agriculteurs, gérant d'industries agro-alimentaires,etc) et la commune. Possibilité de créer un réseau de chaleur et un réseau électrique privé.
- Les agriculteurs diversifient leurs revenus et améliorent la qualité agronomique de leurs effluents d'élevage qu'ils récupèrent par après (valeur fertilisante identique, épandage facilité, diminution des odeurs, réduction des germes pathogènes et des éventuels polluants).
- Réduction des plaintes pour les odeurs lors des épandages

Inconvénients

- Le biogaz est un gaz hautement inflammable et nécessite, de ce fait, un certain nombre de mesures de sécurité.
- Demande énormément de place (3.000 à 10.000 m²)

4.2.1 Mise en œuvre d'un projet de biométhanisation

<u>ETAPE 1 - Définition du projet</u>

4 types de données sont à rechercher :

- Estimer le gisement en matières organiques qui pourraient faire l'objet d'une biométhanisation :
    - Lister toutes les personnes et industries locales qui pourraient être intéressées par le projet : agriculteurs, parcs à conteneurs, gérants des grandes cuisines collectives (écoles, homes, etc.), gérants des restaurants, fournisseurs en gros de fruits et légumes, industries agro-alimentaires, etc.
    - Contacter ces personnes afin de savoir si elles sont intéressées. Les personnes motivées par le projet devraient envoyer les caractéristiques des déchets qu'elles pourraient fournir (composition et tonnage).
    - En connaissant la composition et le nombre de tonnes de chaque type d'intrant, il est facile d'estimer la quantité de biogaz que la commune peut produire en se référant à la figure ci-dessus (paragraphe 4.1 de la partie II)
- Evaluer les besoins en électricité et en chaleur de chaque bâtiment appartenant à la commune (recueil des factures d'électricité et de gaz/mazout des bâtiments communaux) et les situer sur un plan. Cela permettra de voir à quel(s) bâtiment(s)l'unité de biométhanisation pourrait être reliée.
- Préciser la situation géographique et juridique du ou des lieux d'implantation possible(s) de l'unité de biométhanisation.
- Evaluer le niveau d'éloignement du réseau de distribution d'électricité.

<u>ETAPE 2 - Etude de pertinence par le facilitateur (gratuite)</u>

Sur base des renseignements repris ci-avant, le facilitateur réalise :

- L'étude de la conformité du projet au niveau de l'urbanisme et du plan de secteur ;
- L'évaluation de la production en biogaz, la production en électricité ainsi qu'en chaleur et la manière la plus optimale de valoriser ces énergies ;
- L'analyse des investissements nécessaires pour la mise en œuvre de l'unité de biométhanisation et les aides applicables au projet ;

- L'évaluation de la rentabilité de l'installation.

ETAPE 3 - Etude de faisabilité

Si le facilitateur remet un avis positif lors de l'étude de pertinence, on peut :

- soit faire réaliser une étude de faisabilité par un bureau d'étude spécialisé, ce qui coûte entre 5.000 et 70.000€ (qui comprendra alors le dimensionnement de l'installation de biométhanisation, la rédaction du cahier des charges, le calcul de la rentabilité et l'investissement nécessaire, et la constitution du dossier pour l'obtention du permis unique)
- soit rédiger un cahier de charge avec l'aide du facilitateur, et prendre contact directement avec les constructeurs. Ceux-ci réaliseront alors une étude complète avec les spécificités de leurs machines.

ETAPE 4 - Procédure administrative[68]

Introduction des dossiers de Permis Unique :

- Si la quantité d'intrants est supérieure à 50T/jour en zone d'habitat à caractère rural, ou à 100T/jour dans une autre zone, l'installation est considérée comme une installation de classe 1, et de ce fait, la demande de Permis Unique doit comprendre une étude d'incidence réalisée par un bureau d'étude compétent.
- Si la quantité d'intrants est inférieure, l'installation est de classe 2 et l'étude n'est pas nécessaire.

ETAPE 5 - Appel d'offre, commande et installation de l'unité de biométhanisation

4.3 Contrainte et conditions pour l'implantation d'une unité de biométhanisation

Disposer de matières organiques de manière suffisante et constante.

L'approvisionnement peut se faire de différentes façons selon le type de déchet :

- Effluents d'élevage : contrat avec des agriculteurs locaux pour la fourniture de leur purin, lisier et fumier. Le résidu solide, plus facilement valorisable par épandage, peut être rendu aux agriculteurs par après. Il s'agit d'un vrai contrat « win-win », puisque la commune dispose alors d'une source d'énergie et l'agriculteur d'un amendement de meilleur qualité.
- Déchets verts : approvisionnement via les parcs à conteneurs et le ramassage des déchets verts chez les particuliers. Il s'agit donc d'une alternative au compostage.
- Déchets ménagers organiques : on peut imaginer une collecte séparée de la fraction organique des déchets, spécialement dans les cuisines collectives (écoles, homes, etc.). Encore une fois, il s'agit d'un win-win : les établissements ont moins de déchets à faire enlever via la filière classique, et la commune dispose d'un carburant gratuit
- Etc…

Disposer d'un terrain qui réponde aux conditions suivantes :

- Il doit être suffisamment grand pour installer les digesteurs et les différents stockages de biogaz et de déchets, ainsi que la cogénération qui exploitera le biogaz.
- Il doit pouvoir accueillir « légalement » l'unité de biométhanisation (conformité au plan de secteur). Une exploitation de biométhanisation peut être située dans les zones suivantes : habitat à caractère rural, industrielle, activité économique et agricole.

[68] *Les données de ce paragraphe proviennent d'une conversation téléphonique avec le facilitateur biométhanisation*

Avoir au sein du personnel communal un technicien – mécanicien disposant chaque jour d'un minimum de temps (environs 2 h) pour alimenter, contrôler et suivre l'installation.

Disposer de filière de valorisation du digestat soit via des contrats avec des agriculteurs locaux soit via une commercialisation.

Avoir des possibilités de valoriser un maximum l'électricité en autoconsommation.

Avoir des possibilités de valoriser un maximum de chaleur dans les bâtiments proches.

4.4 Exemples

Surizénergie à Surice[69]

Cette installation de biométhanisation combinée à une unité de cogénération a été mise en place par l'asbl « La Surizée », à Surice. Elle fonctionne depuis juin 2006.

Elle est constituée d'un digesteur de 1.500m³, d'une cuve de stockage de digestat de 1.500m³, et d'une unité de cogénération ayant une puissance thermique de 155 kW (rendement de 56%) et une puissance électrique de 104 kW (rendement de 37,2%). Ce moteur consomme 50m³ de biogaz/heure. L'électricité produite est utilisée pour le fonctionnement de l'unité de biométhanisation, et pour les besoins de l'exploitation agricole. Le reste est renvoyé sur le réseau. La chaleur est utilisée pour le chauffage du digesteur et pour chauffer seize logements situés à proximité, via un réseau de chaleur de 440m. En été, la chaleur est en grande partie perdue. Cependant divers projets sont en cours pour réutiliser cette chaleur, entre autres pour sécher des plaquettes issues de cultures de taillis à très courtes rotations de saule. La durée de vie de l'installation est de 8 ans pour le moteur (il représente 1/8ème du prix de l'installation) et de 25 ans pour tout ce qui est béton. L'installation complète occupe une surface d'environs 35 ares.

Les données réelles pour la première année complète de fonctionnement sont les suivantes :

- Produits entrant : 1.800T de fumier, 1.000 T de radicelles de betteraves et de pommes de terre vitreuses et 800T de maïs énergétique – 10 à 20 T d'intrants par jour.
- Production de 792.000 kWh d'électricité, dont 80.000 sont consommés dans l'unité de biométhanisation. Il a fallut acheter 5.000 kWh au réseau pour alimenter la biométhanisation quand elle avait des problèmes de fonctionnement. La production nette est donc de 707.000 kWh.
- La chaleur utilisée dans les logements remplace environ 40.000 l de mazout.

Le coût du projet s'est élevé à 848.000€ (études comprises) dont

- 196.000€ pour les cuves
- 286.000€ pour les techniques spéciales (dont 115.000€ pour le moteur et 22.000€ pour la connexion à la cabine électrique existante située à 300m)
- 206.000€ pour le terrassement et les bâtiments
- 29.000€ pour le réseau de chaleur (ils l'ont placé eux-mêmes, sinon ça aurait été environs 60.000€)

L'installation a presque complètement été subsidiée par l'Europe et la Région Wallonne dans le cadre des Fonds structurel (Objectif II).

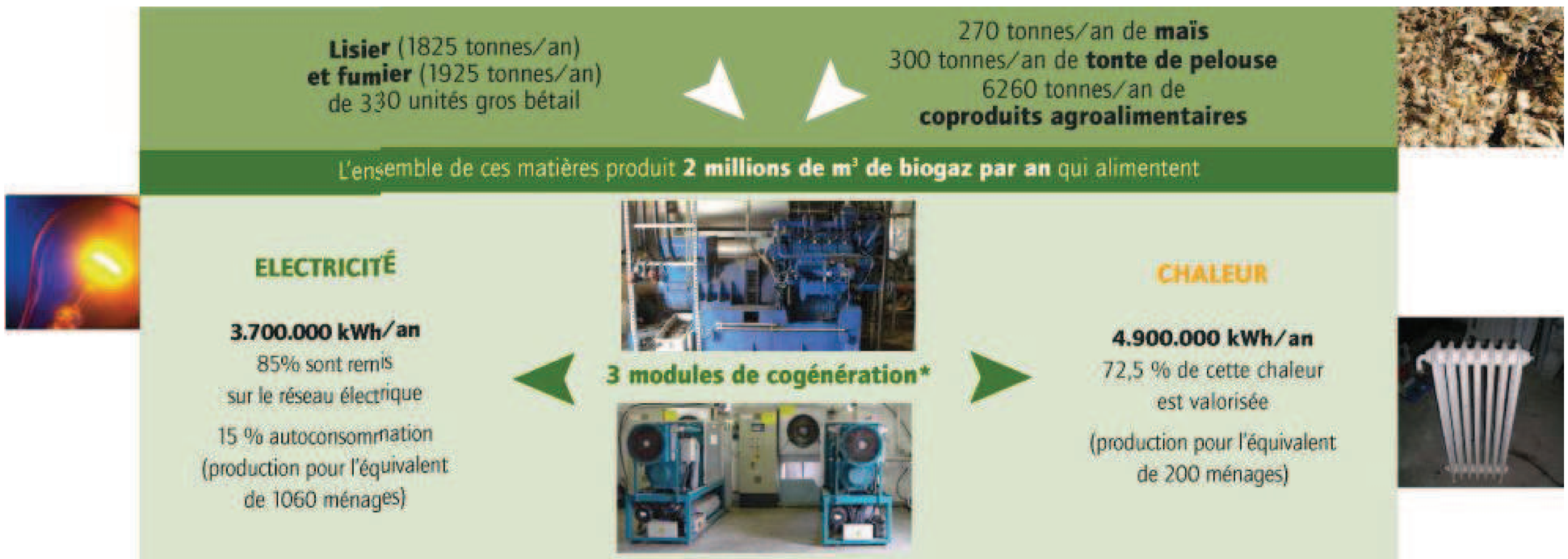
La ferme du Faascht[70]

Une exploitation agricole a décide de s'allier avec une asbl locale ("Au pays de l'Attert") afin de développer la première unité de biométhanisation en Région Wallonne.

---

[69] *Informations obtenues de l'exploitant (Mr Burniaux) lors de la visite de son installation.*
[70] Pour plus de renseignements sur cette installation, vous pouvez consulter la fiche du projet « Cultivateurs d'énergie - La ferme du Faascht » et le site agricométhane http://www.agricomethane.eu/faascht/faascht.html

Figure 5 : intrants et production de l'installation[71]



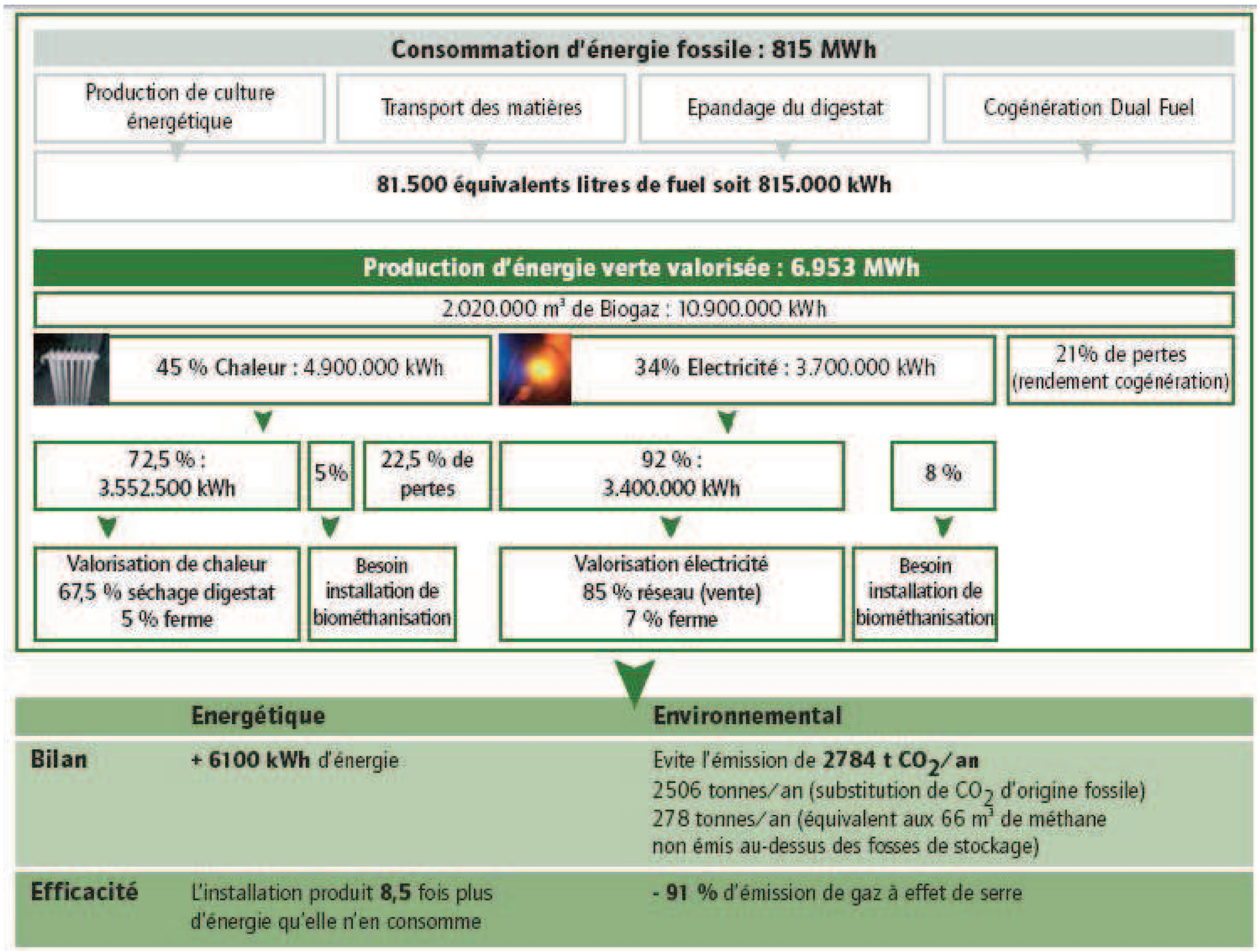
Les matières premières utilisées pour produire le biogaz sont les lisiers et les fumiers produits par l'élevage bovin au sein de l'exploitation, auquel on rajoute du maïs pour augmenter la quantité de biogaz produit et d'autres déchets (tontes de pelouse et coproduits agroalimentaires). Ce carburant permet d'alimenter un module de cogénération.

L'unité de biométhanisation est constituée de :

- deux digesteurs de 750 m³ chacun
- une cuve de stockage final de 2400 m³
- un module de cogénération dual fuel de 80 kWél et de 103 kWth (rendement électrique : 36% / rendement thermique : 45%).
- un module de cogénération ne fonctionnant qu'au biogaz de 311 kWél et 442 kWth (rendement électrique : 36% / rendement thermique : 48%).

[71] Figure tirée du site d'agricométhane http://www.agricomethane.eu/faascht/faascht.html#question1

Figure 6 : Bilan énergétique et environnemental de l'installation[72]



La ferme du Faascht produit quelques 3.400.000 kWhé net par ans dont 8% est consommée dans la ferme et 92% est revendu sur le réseau. La chaleur est en grande partie valorisée pour sécher le digestat produit par l'unité de biométhanisation. Cela permet de le stocker et de la transporter plus facilement. Comme la chaleur est utilisée, elle donne droit à des certificats verts et permet d'augmenter la rentabilité de l'installation.

Le digestat est épandu sur les terres de l'exploitation au lieu des lisiers et fumiers.

L'investissement total s'élève à 1.833.280 €. L'Union européenne, la Région wallonne et la Province du Luxembourg ont soutenu financièrement le projet à hauteur de 33% de l'investissement.

4.5 Pour aller plus loin…

Contacts :

Les facilitateurs de la Région wallonne :

- Les Facilitateurs Biomasse-Energie et biométhanisation pour le secteur public :
  - Mr Philippe Hermand : 081/22.60.82. irco@skynet.be
  - Mr Julien Hulot: 081/22.60.82. irco @skynet.be
- Le facilitateur cogénération : Mr. Ismaël Daoud : 081/25.04.80. facilitateur@cogensud.be

[72] Figure tirée du site d'agricométhane http://www.agricomethane.eu/faascht/faascht.html#question1

Une liste des acteurs de la biométhanisation est disponible sur le portail de l'énergie en Région Wallonne à l'adresse http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-2835-.html

Une liste des acteurs de la cogénération (toute technologies confondues) se trouve sur le portail de l'énergie en Région Wallonne à l'adresse http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-4714-.html

Documents de références :

« Vade mecum technique et administratif relatif à la biométhanisation de biomasse humide en Région wallonne pour les installations d'une puissance maximale de 10 MWth » (2002) disponible sur le portail de l'énergie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/vademecumbiomethanisation.PDF?IDR=465

« Cadre administratif et législatif pour la mise en oeuvre d'une unité de biométhanisation en Région wallonne » - A.M. PARIDAENS (2008) disponible sur le site de Valbiom
http://www.valbiom.be/index.php?url=fr/presentation-de-valbiom/nos-projets/projets-actuels/

Sites de référence :

Cogénération : http://www.cogensud.be/

Portail de l'énergie en Région Wallonne : http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-2835-.html

Site de l'APERe : http://www.apere.org/fr/er/biomasse.php?code_rubrique=2120

Site de la société Domaix-Energie : http://www.domaix-energie.com

Site d'Agricométhane : http://www.agricomethane.eu/

5 Petite centrale hydroénergétique

5.1 Description de la technologie et état des lieux en Région Wallonne

L'énergie hydraulique provient du mouvement de l'eau coulant le long des pentes naturelles. Pour pouvoir récupérer cette énergie, il est nécessaire de la concentrer, soit en tirant parti de chutes naturelles (ce qui est rare en Région Wallonne), soit par l'aménagement d'un barrage de manière à obtenir une hauteur de chute et un débit suffisant pour installer une centrale.

L'exploitation de petites centrales hydroénergétiques étant très ancienne, les endroits adéquats ont quasi toujours été équipés de barrages ou de moulins. Si, au sein de la commune, il n'y a pas d'installations de ce type, il y a de grandes chances pour que l'endroit ne convienne tout simplement pas à l'installation d'une microcentrale hydroénergétiques, et cela ne vaut pas la peine d'approfondir cette voie.

Une centrale hydroénergétique au fil de l'eau utilise localement une partie du débit d'un cours d'eau pour actionner une turbine (centrale hydroélectrique) ou une roue à aubes (moulin). La turbine ou la roue actionnent ensuite une génératrice ou un alternateur afin de produire de l'électricité.

En pratique, en Région Wallonne, il existe 2 façons de produire de l'électricité à partir d'énergie hydraulique. On peut soit remettre en état un ancien moulin à eau, soit installer une turbine ou une visse hydrodynamique sur un barrage ou une écluse existants.

- Une turbine est une sorte d'hélice qui tourne dans un « tuyau » grâce à la force de l'eau. La puissance de la turbine à installer, et donc la quantité d'électricité produite, dépendra de la hauteur de la chute d'eau et de son débit.
- Une visse hydrodynamique est une visse sans fin (« visse d'Archimède ») placée à l'endroit de la dénivellation. La vis entraînée par l'eau, va tourner sur elle-même. C'est donc le même principe qu'une

turbine, même si la forme est différente. Ces visses fonctionnent très bien même pour les très basses chutes.

À l'échelle wallonne, l'énergie hydraulique est le vecteur énergétique le plus important des énergies renouvelables hors biomasse. Le potentiel de développement de l'hydroélectricité est, par contre, relativement faible pour les raisons citées ci-dessus.

5.2 Avantages et inconvénients

Inconvénients :

Il existe trois difficultés majeures à la mise en œuvre d'un projet hydraulique par une commune :

- La commune possède rarement des bâtiments administratifs juste à côté d'un barrage ou d'une écluse.
- La commune possède rarement le droit d'installer un projet hydraulique sur les rivières qui traversent son territoire. En effet,
    - La commune ne gère elle-même que les cours d'eau non navigables de troisième catégorie. Pour tous les autres types de cours d'eau, elle doit recevoir une autorisation de l'autorité compétente.
    - Pour pouvoir utiliser l'eau, la commune doit disposer du droit de riveraineté (pour les cours d'eau non navigables). Le droit de riveraineté est un droit réel d'usage. Il est un attribut de la propriété immobilière et constitue de ce fait un droit réel immobilier. Il peut, comme tel, être acquis par titre ou prescription par un " non-riverain ". Dans le cas d'anciens sites, le droit d'usage de l'eau est relié au moulin qui utilise l'eau, à l'industrie qui a fait construire le barrage, etc… La commune doit donc racheter la propriété du moulin ou la propriété qui est bordée ou traversée par le cours d'eau.
- L'exploitation d'un site hydroénergétique nécessite un ensemble d'autorisations et permis émanant de diverses autorités. Dès que la centrale hydroélectrique atteint une puissance installée de 100 kW électrique, elle doit disposer d'un permis environnement de classe 2. Ainsi, dans le cadre réglementaire actuel, l'exploitant doit généralement disposer d'une autorisation de prise et de remise d'eau (sur base du droit d'usage de l'eau) et d'un Permis Unique.
- Les centrales hydroénergétiques ont souvent un temps de retour très long (une dizaine d'années), ce qui, en soi, ne pose pas de problème car ces centrales fonctionnent très longtemps (certaines turbines marchent depuis plus de 100 ans). Cependant, ce type de retour à long terme correspond assez mal aux communes qui subissent des changements profonds après chaque élection.

5.3 Mise en œuvre d'un projet hydraulique

ETAPE 1 - Déterminer un endroit répondant aux critères du paragraphe 5.4

ETAPE 2 - Faire réaliser une étude de pertinence par le facilitateur Hydro-énergie

Le facilitateur pourra effectuer, en collaboration avec la commune, une petite étude reprenant le débit du cours d'eau et analysant les différentes possibilités en matière de technologie.

ETAPE 3 - Faire réaliser une étude de faisabilité

Si l'étude de pertinence est positive, on peut passer directement à l'installation du système (s'il s'agit d'une petite installation, qui représente peu de risques) ou faire réaliser une étude de faisabilité par un bureau d'étude (analyse précise du débit, etc.). Celui-ci pourra également rédiger un cahier de charge, et éventuellement la constitution des dossiers pour les différents permis.

ETAPE 4 - Introduction de la demande pour les différents permis

Vu la complexité des différentes autorisations, la procédure pour chacune n'est pas décrite ici. On peut se référer au document « Vade-mecum non technologique du candidat à la réhabilitation d'un site hydroénergétique» disponible sur le Portail de l'Energie en Région Wallonne
http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/vademecumhydroelectricite20030630.PDF?IDR=466

ETAPE 5 - Appel d'offre, commande et installation des machines

5.4 Contraintes et conditions pour l'implantation d'un petit projet hydraulique

Pour pouvoir installer une centrale hydroénergétique, il faut impérativement qu'un cours d'eau passe par la commune et soit déjà équipé d'un barrage, d'une écluse ou d'un moulin à eau.

- Dans le cas d'un moulin, la quantité d'énergie sera très peu élevée. Le seul cas intéressant serait qu'un bâtiment communal soit déjà équipé d'une vieille roue à aube. Celle-ci pourrait alors être remise en état et l'électricité pourra être autoconsommée.
- Dans le cas d'une centrale hydroélectrique, il faut que la commune ait un droit de riveraineté sur un morceau du cours d'eau qui convient à la mise en place de ce type de projet, ce qui ne sera possible que si la commune possède le terrain sur lequel ce morceau de cours d'eau se trouve. Si elle doit acheter ce terrain juste pour construire la centrale hydroélectrique, le projet deviendra très vite peu rentable.

5.5 Exemples

Commune de Martelange : réhabilitation d'un moulin

La commune de Martelange a racheté un ancien moulin afin d'y installer son administration communale ainsi que les bureaux du Parc Naturel de la Haute-Sûre. A cette occasion, la roue du moulin a été réhabilitée et produit de l'électricité.

Liège : mise en place d'une centrale flottante[73]

La centrale flottante élaborée par la société belge Rutten s'adapte sur les petites chutes d'eau existantes (2-3m de hauteur de chute). Ce système n'est adapté que pour les grands cours d'eau ayant un débit important(le Meuse et la Sambre en Région Wallonne), qui ne sont donc pas gérés par la commune.

Le prototype de turbine Omega produit par la société liégeoise Rutten et installé par la SPE à Liège aux Grosses Battes a produit 2 360 000 kWh en 2006, ce qui a dépassé les prévisions[74]

La sa RUTTEN a convenu avec la SPE de construire un prototype sur le barrage des Grosses Battes à Liège. A cet endroit, l'Ourthe y a un débit moyen de 51 m^3/s et le barrage offre une hauteur de chute de l'ordre de 3 m. L'installation de la machine s'est terminée en ce début d'année 2005 et le turbinage a commencé. La machine a été conçue pour travailler 6 000 heures par an (héq de 6 000). Elle a un débit d'équipement de 27,5 m3/s et une puissance nominale de 486 kW. La production électrique annuelle attendue est d'environ 3 GWh.

L'objectif technico-économique est de réaliser des centrales hydroélectriques au droit de barrages existants pour un coût de l'ordre de 550 000 €/GWh/an (soit de l'ordre de 3 300 EUR/kW installé). En d'autres termes, pour une durée de vie de 20 ans, le prix de revient du kWh électrique pourrait être de l'ordre 0,28€.

---

[73] *Données chiffrées et explications provenant du document « La turbine Oméga : nouvelle (bien)venue sur nos cours d'eau !! »*
[74] *http://recherche-technologie.wallonie.be/fr/particulier/menu/revue-athena/par-numero/numeros-anterieurs/septembre-2006-a-juin-2007/n-230-avril-2007/energie/au-fil-de-l-eau.html?PROFIL=PART*

Couvin : Domaine Saint-Roch[75]

Le domaine Saint-Roch, situé à Couvin, est traversé par l'Eau noire. Le site était une ancienne forge, et était donc bien adapté pour être équipé d'une turbine hydraulique.

La hauteur de chute d'eau est de 3,6m et le débit varie entre 500 et 3.500l/s.
Une turbine de type Kaplan de 95 kW (fabriquée par la société Thee de Toul (www.thee.fr)) a été installée.

La conception générale et la gestion de projet ont été effectués par A+I sprl de BOUFFIOULX (www.aplusi.be).
BAIX sprl de LOBBES a réalisé les travaux de génie civil.
L'électricité non consommée est revendue à Lampiris. La production annuelle espérée est de 400 MWh.

L'installation est particulièrement bien intégrée dans le paysage et est presque invisible.

5.6 Pour aller plus loin…

Contacts :

Les facilitateurs de la Région wallonne :

- Mr Jean-Jacques T'Serstevens : 02/736.03.01. ou 0486/83.27.53. hydro@apere.org
- Mme Marie Schippers : 081/33.56.17. m.schippers@mrw.wallonie.be

Une liste des acteurs de l'hydroénergie est disponible sur le portail de l'énergie en Région Wallonne à l'adresse http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDD-7493-.html

Document de références :

« Vade mecum non-technologique du candidat à la réhabilitation d´un site hydroénergétique » (2003) disponible sur le portail de l'énergie en Région Wallonne
http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/vademecumhydroelectricite20030630.PDF?IDR=466

Sites de référence :

Portail de l'énergie en Région Wallonne : http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-3608-.html

Site de l'APERe : http://www.apere.org/fr/er/hydro.php?code_rubrique=2150

6 Système solaire thermique

6.1 Description de la technologie et état des lieux en Région Wallonne

Une installation solaire de production d'eau chaude est constituée de capteurs solaires à l'intérieur desquels circule un liquide qui s'échauffe lorsqu'il passe dans le capteur. Ce liquide donne ensuite sa chaleur à l'eau sanitaire se trouvant dans le ballon de stockage. Celui-ci permet ainsi d'accumuler l'énergie du soleil en attendant que l'eau chaude ne soit utilisée. Une installation de production d'eau chaude « classique » permet de porter l'eau à la bonne température quand l'installation solaire ne suffit pas. L'installation est également équipée d'une station solaire comprenant la régulation (permettant d'avoir toujours de l'eau à bonne température), le circulateur et d'autres systèmes de sécurité. Un vase d'expansion permet de réguler la pression du liquide au sein de l'installation.

[75] Plus d'informations sur le site du Domaine Saint-Roch http://www.domainesaintroch.be/

Il existe deux grandes familles de capteurs solaires :

- Les capteurs plan : ils sont constitués d'une couche opaque (l'absorbeur) qui absorbe la chaleur et le transmet au liquide circulant dans des tuyaux sous cette couche.
- Les capteurs sous vide : l'absorbeur est enfermé dans un tube en verre sous vide. Les tubes sont disposés parallèlement et sont tous connectés à un collecteur. Ceux-ci sont plus chers que les capteurs plans mais sont à privilégier dans certains cas particuliers

Tout comme les panneaux solaires photovoltaïques, les capteurs peuvent être installés sur des toitures inclinées (intégrés ou posés sur la toiture) ou plates (placés alors sur des profilés qui permettent d'incliner les panneaux à 45°), mais aussi sur les façades.

La position optimale générale pour récupérer un maximum de chaleur durant l'année est une orientation plein sud et une inclinaison de 45°. Cependant, cette position ne sera pas optimale pour tous les bâtiments, car elle donnera une production très forte en été et faible en hiver. Si on incline un peu plus les panneaux, on aura une production annuelle totale moins élevée, mais on aura une production hivernale meilleure. Si on dimensionne le système pour avoir une fraction solaire maximale (ce qui n'est sans doute pas l'optimum économique) ou si le bâtiment consomme plus d'eau chaude en hiver qu'en été, une inclinaison de 50 à 60° peut être conseillée.

Le système solaire est toujours accompagné d'un système d'appoint pour porter l'eau à la bonne température si le soleil est insuffisant, ce qui sera toujours le cas l'hiver. Il existe trois façons de réaliser cet appoint :

- Boiler solaire relié à une chaudière classique : le boiler solaire possède 2 échangeurs de chaleur : celui du bas est relié aux panneaux solaires, et celui du haut à la chaudière d'appoint. Ce dernier ne fonctionnera que quand l'eau du boiler n'est pas assez chaude.
- Boiler solaire avec résistance électrique : c'est le même principe, sauf que l'échangeur provenant de la chaudière est remplacé par une résistance électrique placée dans le boiler. Ce système ne doit donc pas être raccordé à une chaudière. Par contre, vu le prix important de l'électricité, ce système est à proscrire sauf si il n'y a pas de place pour mettre une autre chaudière.
- Boiler solaire sans appoint + préparateur instantané au gaz : l'eau est chauffée dans le boiler uniquement grâce à l'énergie solaire. Quand l'eau est utilisée, elle passe par un préparateur instantané au gaz qui amène l'eau à la bonne température.

Etant donné que la production sera très importante durant l'été et très faible durant l'hiver, les systèmes solaires thermiques sont peu adaptés pour chauffer des immeubles. Ils sont par contre intéressants pour produire l'eau chaude sanitaire des bâtiments qui en ont une forte consommation, ainsi que pour les piscines.

Fin 2007, 65.000 m^2[76] de capteurs solaires thermiques étaient installés en Wallonie.

6.2 Avantages et inconvénients

<u>Avantages</u>

- Technologie sûr
- Visibilité
- Pas de problèmes d'acceptation par les riverains

<u>Inconvénients</u>

- Pas de participation citoyenne – le système est utilisé pour un seul bâtiment.
- Pas vraiment d'image innovante

[76] *Chiffre provenant de l'article« Chauffe-eau solaires – état du marché »*

6.3 Mise en œuvre d'un système de production solaire thermique

ETAPE 1 - Identifier le ou les bâtiments potentiel(s)

Vu la production de chaleur assez peu élevée et la température de l'eau assez faible (la plupart du temps), ce type d'installation est peu adapté à un réseau de chaleur. Le système sera donc installé sur un bâtiment et ne desservira que celui-ci.

3 critères doivent être remplis :

- Grande surface de toit, avec un minimum d'ombrage – cependant, un ombrage passager sur une petite partie des capteurs est beaucoup moins catastrophique que dans le cas d'une installation solaire photovoltaïque. Il est à noter que, pour un toit plat, la surface des capteurs qu'il est possible de poser, en évitant l'ombrage des champs de capteurs entre eux, est égale à la moitié de la surface du toit.
- Besoins élevés et constants en eau chaude (surtout en été). Les bâtiments les mieux adaptés sont les piscines, les centres sportifs, les hôpitaux et les établissements d'accueil social (maisons de repos, centres d'accueil pour personnes handicapées, …). Plus la consommation en eau chaude est élevée et constante, plus grand pourra être le système, et plus rentable il sera.
- Le toit doit être suffisamment résistant pour supporter la charge supplémentaire amenée par les panneaux, et il doit être en bon état (ne pas nécessiter de modification les 25 prochaines années, durée de vie de ce type de système). Un remplacement de toit peut également représenter un bon choix, le placement des panneaux pourra se faire en même temps que les travaux nécessaires.

ETAPE 2 - Déterminer les besoins en eau chaude du ou des bâtiment(s)

Il existe plusieurs façons d'estimer les consommations d'eau chaude sanitaire du bâtiment :

- Analyser les compteurs d'eau éventuellement installés dans l'installation de production d'eau chaude sanitaire ou pour les bassins (pour les piscines).
- Réaliser une campagne de mesures pendant une période minimum de deux mois précédant l'étude de pré-faisabilité. Cela consiste à placer un débitmètre à impulsion qui va mesurer l'eau chaude consommée à une température donnée (coût=250€[77]).
- Estimer à la « grosse louche », selon des données issues d'autres installations comparables :

Figure 7 : Consommation moyenne d'eau chaude par type d'établissement en Région Wallonne[78]

Type d'établissement	Consom. moyenne (l/j/établissement)	
Hôpitaux	17 246	à 60°C
Piscines (eau de bassin)	9 573	à 28°C
Action sociale avec hébergement	2 679	à 60°C
Internats	2 470	à 60°C
Grands hôtels et centres de vacances	2 149	à 60°C
Immeubles de plus de 15 logements	1 545	à 60°C
Restaurants d'entreprises, cantines	1 406	à 60°C

Même si on n'a pas d'estimation de la consommation du bâtiment, on peut les évaluer pendant l'étape 3 (pour les hôpitaux, les maisons de repos et les centre résidentiels pour handicapés).

[77] *Chiffre issu du document « Installer un grand système solaire de production d'eau chaude en Wallonie »*
[78] Figure tirée du document « Installer un grand système solaire de production d'eau chaude en Wallonie »

ETAPE 3 - Pré-dimensionnement

Il existe petit programme convivial (le Quick-scan)[79] permettant de réaliser soi-même une étude de pré-dimensionnement de l'installation solaire selon le type de bâtiment. Cela permet d'évaluer la pertinence d'un audit solaire pour le bâtiment choisi. Cependant, ce programme n'existe que pour les bâtiments du secteur de la santé.

Si on a un bâtiment non repris dans le programme Quick-scan dont on sait estimer les consommations d'eau chaude sanitaire, on peut se baser sur les données suivantes[80] :

- La fraction solaire (fsol) ou taux de couverture solaire représente la part de l'eau chaude sanitaire chauffée par l'énergie solaire par rapport à la part chauffée par le combustible de base.
- Pour une fraction solaire de 30%, généralement proche de l'optimum économique, il faut compter 1m² de capteur par 80 l d'eau chaude à 60°C et prévoir environ 30 litres de stockage solaire par m² de capteur.
- Le ballon solaire doit généralement pouvoir stocker l'équivalent de 30 à 40% d'une journée de consommation d'eau chaude (à 60°) de l'établissement. Une autre façon de dimensionner le volume de stockage est de fixer celui-ci à 1,3 à 1,7 fois la consommation journalière afin de pouvoir stocker l'eau pour plus d'un jour, et être ainsi moins dépendant de la météo.

Dans tous les cas, on peut également demander au facilitateur pour effectuer ce Quick-scan.

ETAPE 4 - Audit solaire

L'audit solaire fait l'inventaire des caractéristiques techniques de l'établissement et détermine les dimensions du système solaire correspondant à l'optimum économique (ou environnemental, selon le but recherché par la commune). Il détermine comment les composants du chauffe-eau solaire s'intègrent dans l'installation existante de manière à assurer le fonctionnement optimal de l'ensemble du système. Le rapport d'audit dresse les bilans énergétiques, économiques et environnementaux suite à l'installation d'un système solaire. Un audit solaire coûte au minimum 2.500€ HTVA[81].

ETAPE 5 - Rédaction du cahier des charges – appel d'offre publique – mise en place de l'installation

6.4 Contraintes et conditions pour l'implantation d'un système de production solaire thermique

Le bâtiment choisi doit répondre à certaines conditions, comme décrit ci-dessus :

- Grande surface de toit, avec un minimum d'ombrage.
- Besoins élevés et constants en eau chaude (surtout en été). Les bâtiments les mieux adaptés sont les piscines, les centres sportifs, les hôpitaux et les établissements d'accueil social (maisons de repos, centres d'accueil pour personnes handicapées, …).
- Toit suffisamment résistant et en bon état, ou nouveau toit à construire.

Les panneaux peuvent également être fixés sur les façades.

[79] Disponible sur le portail de l'énergie en Région Wallonne à l'adresse http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDD-7589-.html

[80] *Données provenant du document « Installer un grand système solaire de production d'eau chaude en Wallonie »*

[81] *Chiffre provenant du document « Commander un audit solaire - Eléments à intégrer dans le cahier des charges »*

6.5 Exemples

Piscines du Blocry à Louvain-la-Neuve[82]

Cette piscine est une copropriété de la communauté française, de l'UCL et de la commune.

350m² de panneaux solaires thermiques y chauffent l'eau des douches et des deux piscines depuis 1983. Cette installation a été conçue comme un projet de démonstration et a été financée par le ministère des affaires économiques et par l'Europe. Comme l'installation de chauffage a été rénovée récemment, avec notamment une très bonne isolation des tuyauteries d'eau chaude, la piscine n'a presque plus besoin d'être chauffée en été, et la chaleur des panneaux ne sert maintenant pratiquement plus que pour l'eau chaude sanitaire. L'installation fonctionne cependant encore très bien alors qu'elle a 23 ans…

L'énergie fournie par les capteurs a été estimée à l'époque à 190 MWhth par an. Lors d'une campagne de mesure menée en 1985, cette production d'énergie a été estimée à 106 MWhth.

Maison de repos « la Charmille » à Gembloux. [83]

Cette maison de repos est gérée par le CPAS de Gembloux. Elle a été équipée de 77 m² de panneaux solaires et d'un ballon accumulateur de 3.000l pour l'eau chaude sanitaire. Ce système permettrait de couvrir 62% des besoins énergétiques pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, dont la consommation annuelle s'élève à 730m³ d'eau chaude. Cela représente une économie en combustible de 4.500€ et de 9T de CO_2 par an. Cette installation a bénéficié de 30% de subsides et le temps de retour a été estimé à 11 ans.

6.6 Pour aller plus loin…

Contacts :

Le facilitateur de la Région wallonne : asbl ICEDD : 081/25.04.80. facilitateur.tertiaire@icedd.be

Une liste des acteurs du solaire thermique n'est pas disponible. Il existe cependant une liste des installateurs agréés pour poser des systèmes solaires thermiques chez les particuliers. Certains seront en mesure de réaliser une installation plus grande. Elle est disponible sur le Portail de l'Energie en Région Wallonne à l'adresse http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/annuaire-des-installateurs-agrees-soltherm.PDF?IDR=377 . Le facilitateur pourra également vous fournir les coordonnées dont vous aurez besoins.

Documents de référence :

« Installer un grand système solaire de production d'eau chaude en Wallonie » (2006) disponible sur le portail de l'énergie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDD-7049-.html

« Le chauffe-eau solaire » (?) disponible sur le portail de l'énergie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/brochure-technique-relative-au-solaire-thermique.PDF?IDR=1870

« Commander un audit solaire – éléments à intégrer dans le cahier de charge » (2003) disponible sur le portail de l'énergie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/commander-un-audit-solaire---cahier-des-charges-de-reference.PDF?IDR=670

« Check-list des éléments essentiels à retrouver dans le cahier des charges pour l'exécution des travaux d'installation du chauffe-eau solaire » (2004) disponible sur le portail de l'énergie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/installation-d'un-grande-systeme-solaire---check-list-pour-rediger-le-cahier-des-charges.PDF?IDR=1390

---

[82] *Données sur l'installation communiquées lors d'un entretien téléphonique avec le gestionnaire technique de la piscine*

[83] *Données de cette installation tirée du site http://energiesrenouvelables.mon-vip.com/vip/pages/energiesrenouvelables_article5.html*

Sites de référence :

Site de l'APERe : http://www.apere.org/fr/er/thermique.php?code_rubrique=2170

Portail de l'énergie en Région Wallonne : http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-2828-.html

Partie III : installer un système de production d'énergie renouvelable…. Avec quel financement ????

Résumé de la Partie III

Il est très important de réaliser, avant toute élaboration de plan financier, que le prix n'est pas du tout le point central de ce type de projet, et ceci pour différentes raisons :

- Tout projet intéressant peut être installé dans la commune sans que celle-ci ne débourse un seul euro, grâce aux systèmes de financement mentionnés ci-dessous
- Les subventions disponibles sont souvent très élevées, jusqu'à 90% dans certains cas.

Analyse économique des différentes technologies

Le but du tableau ci-dessous n'est pas de donner une analyse économique réelle et exacte, mais bien de donner une idée du budget à prévoir et des économies engendrées.

Tableau : Rentabilité des différentes technologies

Technologie	Puissance habituellement installée	Exemple choisi pour l'analyse	Investissement (€)	Gain annuel net (€)	Durée de vie (an)	Energie électrique produite (MWhé/an)	Energie thermique économisée (MWh de gaz ou mazout/an)	Temps de retour simple (an)	Valeur actualisée nette (€)
parc éolien	10 à 50 MWé	10 MWé	13,5 à 18,4 millions	2 à 2,9 millions	20	22.000 à 27.500	/	4,5 à 9,5	-904.000 à +12.300.000
système solaire photovoltaïque	0,005 à 0,04 MWé	0,010 MWé	6.500 à 51.000	4.000 à 5.500	30	7 à 9	/	1 à 12	-3.000 à +56.000
		0,030 MWé	18.000 à 155.000	8.000 à 12.500	30	22 à 25	/	2,5 à 18	-58.500 à +73.000
cogénération au bois	0,3 MWé + 5,5 MWth	0,3 MWé et 5,5 MWth	1,5 à 3,2 millions	135.500 à 571.000	10	1.500 à 1.650	3.200 à 3.600	2,5 à 24	-2.046.000 à +3.241.500
chaufferie au bois	0,1 à 0,5 MWth	0,4 MWth (remplacement)	11.000 à 102.000	62.000 à 67.000	20	/	1.200	0,5 à 1,5	+880.000 à +1.035.000
		0,4 MWth (nouveau + réseau de chaleur)	308.000 à 593.000	68.000 à 75.000	20	/	1.400	4 à 8,5	+501.000 à +873.000
unité de biométhanisation	0,2 à 2MWé + 0,26 à 2,9 MWth	1 MWé et 1,3 à 1,45 MWth	3,2 à 6,8 millions	1,6 à 3 millions	10	8.000	10.200 à 12.100	1 à 4,5	+6.526.000 à +21.173.500
installation hydroénergétique	0,003 à 0,3	0,01 MWé	3.500 à 68.000	9.000 à 11.500	50	50 à 60	/	0,5 à 7,5	+51.000 à +144.000
		0,3 MWé	795.000 à 2,7 millions	188.500 à 310.000	50	1.500 à 1.800	/	2,5 à 14	-526.500 à +2.976.500
système solaire thermique	30 à 500m²	50 m²	7.500 à 58.000	1.500 à 2.000	25	/	23 à 35	3,5 à 44,5	-34.000 à +30.500
		500 m²	41.500 à 332.000	13.000 à 21.000	25	/	235 à 352	2 à 25	-93.500 à +342.500

La grande variabilité dans le montant de l'investissement est due essentiellement au taux de subside. La variabilité dans le temps de retour et dans la valeur actualisée nette est due au montant de l'investissement, mais aussi à l'adéquation entre le choix de la technologie et les conditions propres à la commune (besoins en chaleur, en électricité, bâtiments bien adaptés à la technologie, etc.).

Ces deux types de variabilité montrent bien que chaque technologie peut être financièrement intéressante si elle est bien adaptée à la commune, mais totalement inintéressante si elle n'y est pas adaptée. Il ne faut donc en aucun cas choisir une technologie sur base de la rentabilité calculée ici, mais bien sur base des besoins et des spécificités de la communes.

Modes de financement

Quatre modes de financement peuvent être utilisés, selon le but du projet et les moyens financiers et humains de la commune. Il est également possible d'utiliser pour un projet plusieurs modes différents.

1. Sur fonds propres / prêt bancaire : la commune finance tout le projet elle-même

Avantages	Inconvénients
• Le plus rentable si c'est bien géré • La commune dirige tout le projet selon ses choix	• Nécessite des fonds disponibles – possible uniquement pour les petits investissements • Peu de garanties, plus risqué • Demande du temps et du personnel

2. Tiers-investisseur : il finance et prend en charge tout le projet. Tout le projet a lieu « à livre ouvert » pour la commune. Le tiers-investisseur se rembourse ensuite sur les économies d'énergie engendrées par l'installation. Une fois le remboursement effectué, la commune devient en principe propriétaire de l'installation.

Avantages	Inconvénients
• Beaucoup de garanties, peu de risques • La commune et le tiers-investisseur dirigent le projet ensemble – tout est « à livre ouvert » • Aucun investissement nécessaire de la part de la commune • Peu de temps et de personnel nécessaire • La commune devient propriétaire de l'installation après le remboursement	• Peu voir pas de bénéfices au début

3. Coopérative citoyenne : les citoyens s'associent en une coopérative et investissent dans l'installation. Ce type de financement se combine toujours avec un ou plusieurs autres. L'avantage est de faire participer les citoyens au projet.

4. Partenariat avec un fournisseur d'électricité : le fournisseur finance et gère tout le projet. Il offre à la commune une réduction sur sa facture de gaz et/ou de combustible.

Avantages	Inconvénients
• Beaucoup de garanties, peu de risques • Aucun investissement nécessaire de la part de la commune • Peu de temps et de personnel nécessaire	• Peu de bénéfices • La commune ne contrôle rien et ne devient pas propriétaire de l'installation • L'installation sera dimensionnée pour rapporter un maximum au fournisseur et pas forcément pour répondre aux besoins de la commune

1 Coût et rentabilité d'un système de production d'énergie renouvelable

1.1 Coût

1.1.1 Coût du projet

Le coût d'un projet de production d'énergie renouvelable est très variable selon la technologie, mais aussi selon les projets et surtout selon les primes perçues.

1.1.2 Aides et primes disponibles

Programme UREBA[84] [85]

C'est un mécanisme d'aide de la Région wallonne destinée entre autres aux communes, visant l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments. Celui-ci remplace les deux systèmes d'aide qui existaient auparavant en Wallonie pour subsidier les investissements URE dans les communes, à savoir ECHOP et AGEBA.

Quatre aides peuvent être utiles dans le cadre de l'équipement d'un bâtiment d'un grand système de production d'énergie renouvelable :

- Etude de pré-faisabilité : L'aide est de 50% des coûts éligibles. Toutefois, le taux est ramené à 25 % si ces investissements font l'objet d'autres subsides ou primes dépassant 40 % du montant éligible. Cela concerne toutes les technologies envisagées dans ce document.
- Installation de systèmes exploitant des sources d'énergies renouvelables pour les besoins propres du bâtiment. Cela concerne toutes les technologies étudiées ici, sauf les parcs éoliens. L'aide est de 30% des coûts éligibles Toutefois, le taux est ramené à 15 % si ces travaux font l'objet d'autres subsides ou primes dépassant 20 % du montant éligible.
- L'installation d'un réseau de chaleur si celui-ci constitue une condition indispensable à une utilisation rationnelle d'énergie. L'aide est de 30% des coûts éligibles. Toutefois, le taux est ramené à 15 % si ces travaux font l'objet d'autres subsides ou primes dépassant 20 % du montant éligible.
- L'installation ou l'amélioration de tout système de chauffage peut prétendre à une subvention de 75 % du montant des coûts éligibles. Toutefois, cette subvention ne pourra être accordée au demandeur que si, lors de l'introduction de sa demande, il occupe le bâtiment visé et si ce bâtiment est construit depuis au moins dix ans.

Le pourcentage d'aide sera calculé selon le pourcentage de la production qui sera réellement consommée par les bâtiments communaux. Si 50% de l'électricité est revendue au réseau, la prime sera alors de maximum 15% (= 50% de 30%).

Les subsides sont calculés TVA comprise.

Programme Infrasport[86]

Infrasports est la direction de la Région Wallonne s'occupant de la construction, la rénovation et l'équipement des infrastructures sportives.

---

[84] Ces aides sont détaillées dans l' *« Arrêté du Gouvernement wallon du 10 avril 2007 relatif à l'octroi de subventions aux personnes de droit public et aux organismes non commerciaux pour la réalisation d'études et de travaux visant l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments »* modifié par l'AGW du 15 mars 2007 et du 26 juin 2008. Une version consolidée est disponible sur le site Wallex à l'adresse http://wallex.wallonie.be/index.php?doc=9101&rev=8219-4054

[85] Pour plus de renseignements sur les aides UREBA, vous pouvez contacter Mr Luat Le Ba – 081/33.55.83. – l.leba@mrw.wallonie.be et consulter le document « UREBA – mode d'emploi »

[86] Pour plus de renseignements sur les aides INFRASPORT, vous pouvez contacter la Direction des infrastructures sportives - Mr Devos – 081/32.37.31.

L'installation d'un système de production d'énergie verte pour subvenir aux besoins d'une infrastructure sportive existante ou en projet (hall omnisport, piscine, etc.) entre dans cette catégorie.

Les subventions s'élèvent à 75% du montant de l'installation si il est inférieur à 685.000€ et à 60% si il supérieur à ce montant[87]. La subvention se calcul sur le montant TVA comprise.

Tous les systèmes décrits dans ce document peuvent bénéficier de ces aides (sauf les parcs éoliens) à conditions qu'ils soient connectés à une infrastructure sportive.

Si une partie de l'énergie n'est pas utilisée pour les besoins du bâtiment (réseau de chaleur), la commune ne touchera qu'un certain pourcentage de la prime, selon le pourcentage qu'elle utilise. La partie utilisée par le bâtiment est calculée sur base annuelle. Dans le cas d'une installation photovoltaïque par exemple, tant que la production annuelle est inférieure à la consommation électrique annuelle du bâtiment, on peut toucher la totalité de la subvention.

Autres aides disponibles

D'autres sources de financement de la Région Wallonne et/ou de l'Europe sont disponibles plus ponctuellement, dans le cadre d'appels à projets. Ces aides ne sont pas détaillées ici parce qu'elles sont très variables selon les technologies, le temps et l'endroit où le projet se trouve, mais elles peuvent être très importantes. Il est donc très important de se renseigner sur les possibilités d'accéder à de telles aides[88].

Le programme FEDER (Fonds Européen de Développement Régional) comprend différentes initiatives qui permettent de financer l'installation d'un système de production d'énergie renouvelable telles que le « Programme Objectif 2 rural » ou « Interreg 3 (France/Wallonie/Vlaanderen) ».

Le programme « Energie Intelligente Europe » permet également de subventionner jusqu'à 75% des coûts d'un projet.

Aide supplémentaire pour les installations de biométhanisation[89]

Une réserve de 600 000 € a été budgétée dans le but de soutenir les installations 100 % agricoles. Cette aide est de 84,4 €/MWhé produit pendant un an voire éventuellement deux ans. Ce fonds est financé entre autre par l'Office wallon des déchets. L'idée est de rémunérer les installations de biométhanisation pour les externalités positives qu'elles engendrent : diminution des mises en décharge, des nuisances olfactives, protection des nappes phréatiques, etc.

1.1.3 Coûts annuels : entretien, assurance, gestion, prix du carburant

Tous les systèmes présentés ici doivent subir des entretiens réguliers afin de fonctionner de manière optimale. Les systèmes doivent également être assurés contre le vol, le vandalisme, etc.
Concernant le carburant, cela ne concerne que les installations utilisant du bois comme carburant, puisque le soleil, l'eau et le vent sont – heureusement - gratuits…

1.1.4 TVA

La TVA s'élève à 21% pour toutes les technologies[90].

1.2 Bénéfices

Les sources de bénéfices annuels sont, dans le cas de systèmes producteurs d'électricité, la revente des certificats verts, la revente d'électricité, et la baisse de la facture électrique. Dans le cas des systèmes

---

[87] *Chiffres donnés par le département Infrasport par téléphone*
[88] Plus de renseignement sur le Portail de l'Energie en Région Wallonne à l'adresse http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-4890-.html
[89] *Paragraphe issu du document « Cadre administratif et législatif pour la mise en oeuvre d'une unité de biométhanisation en Région wallonne »*
[90] *Chiffre issu du document « PV SIM – simulation photovoltaïque pour le secteur public et assimilés – notice d'explication »*

producteurs de chaleur, la source de bénéfice est la baisse de la facture de carburant et éventuellement la suppression des frais d'entretien des chaudières classiques.

1.2.1 La revente des Certificats verts[91]

Le mécanisme des Certificats Verts est un système de soutien à la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable dont toute installation peut bénéficier, que l'électricité soit auto-consommée ou injectée sur le réseau.

Chaque Certificat Vert correspond à l'évitement du rejet de 456 kg de CO_2 dans l'atmosphère – c'est ce que rejette, au minimum, une centrale TGV (turbine gaz vapeur – meilleure technologie utilisée pour produire de l'électricité d'une façon classique en Région Wallonne) à chaque fois qu'elle produit 1MWhé.

A chaque fois que le producteur vert permet d'éviter 456 kg de CO_2, il reçoit un Certificat Vert. Si la technologie utilisée ne produit aucun CO_2 (cas du photovoltaïque, de l'éolien, etc.), on reçoit donc un Certificat Vert à chaque fois que l'installation produit un MWh d'électricité. Dans le cas de la cogénération, l'installation peut recevoir jusqu'à 2 Certificats Verts par MWhé produit.

Le mécanisme des Certificats Verts est assez complexe[92]. Cependant les points importants à noter sont que :

- leur attribution est garantie pendant 10 ou 15 ans selon la technologie.
- une valeur minimum de 65€ par Certificat Verte est également garantie pendant cette période.
- leur prix actuel tourne autour de 90€.

Pour bénéficier de ces Certificats Verts, l'installation doit :

- recevoir un « certificat de garantie d'origine » par un organisme de contrôle agréé. Celui-ci atteste que l'installation est conforme et produit bien de l'électricité verte
- être certifiée comme unité de production d'électricité verte par la CWaPE (basé sur le certificat de garantie d'origine).

Cette procédure administrative est parfois réalisée par l'installateur lui-même, elle n'est donc pas détaillée ici.

Une fois l'installation en marche, la commune communique trimestriellement les relevés de compteurs d'énergie verte (petit compteur indiquant la quantité d'électricité produite par l'installation) à la CWaPE et reçoit les Certificats Verts correspondant. La commune peut ensuite négocier leur vente avec tout acheteur actif sur ce marché. Un contrat de revente de ceux-ci peut éventuellement être conclu avec un fournisseur d'électricité pour plusieurs années, en même temps que le contrat de rachat d'électricité.

1.2.2 La diminution de la facture électrique et la revente d'électricité

Comme expliqué dans l'introduction de la partie II, l'électricité auto-consommée est valorisée au même prix que l'électricité achetée par la commune (à savoir 119 €/MWh environ[93]), celle qui est réinjectée dans le réseau se négocie à des prix différents selon la technologie utilisée (entre 25 et 70 €/MWhé).

1.2.3 La diminution de la facture de combustible

La chaleur produite par le système de production d'énergie renouvelable représente une quantité de mazout ou de gaz naturel qui ne devra plus être acheté par la commune.

---

[91] *Données chiffrées de ce paragraphe issues du site d'ef4 http://www.ef4.be/fr/marche-energie/certificats-verts*
[92] Plus de détails sur le mécanisme des Certificats Vert sur le site de le site d'ef4 http://www.ef4.be/fr/marche-energie/certificats-verts
[93] *Chiffre issu du document « PV SIM – simulation photovoltaïque pour le secteur public et assimilés – notice d'explication »*

1.3 Données financières pour les différents systèmes

L'analyse économique des différents systèmes de production d'énergie renouvelable est extrêmement difficile. Il est impossible de donner un coût ou une rentabilité « standard » pour chaque technologie, car le coût et la production énergétiques sont extrêmement variables selon les projets.

J'ai cherché dans un premier temps à faire un bilan économique pour une «installation-type ». Cependant, ce type d'analyse se base sur beaucoup trop d'hypothèses et risquerait d'influencer les communes à se tourner vers une technologie qui a l'air intéressante sur papier, mais qui est peu adaptée à leurs spécificités, et ne donnera donc pas la rentabilité espérée.

L'approche choisie dans ce document est de définir une fourchette de coûts pour les différents paramètres entrant dans le bilan économique (coût du système, nombre d'heures-équivalent, frais d'entretiens, etc.) provenant de projets réels, de données trouvées dans des articles, etc. Ensuite, un bilan économique « favorable » (reprenant la valeur la plus intéressante pour chaque paramètre - le coût du système le plus bas, le nombre d'heures-équivalent le plus élevé, etc.) et « défavorable » (reprenant la valeur la moins intéressante pour chaque paramètre) ont été calculés.

Ces calculs ont été faits pour une puissance-type, ou pour différentes puissances ou configurations du système quand cela s'avère intéressant (par exemple, une petite chaudière pour un seul bâtiment, ou une grosse chaudière avec réseau de chaleur, etc.).

Le but de cette recherche n'est donc pas de donner une analyse économique réelle et exacte, mais bien de donner une idée du budget à prévoir et des économies engendrées. Cette analyse permet également de montrer que chaque technologie peut être financièrement intéressante si elle est bien adaptée à la commune (= bilan économique « favorable »), mais totalement inintéressante si elle n'y est pas adaptée (= bilan économique défavorable).

Pour effectuer ces calculs, j'ai utilisé une feuille Excel « CALCULrentabilité » provenant de Mr Daoud, le facilitateur cogénération. Ces feuilles de calcul se trouvent en annexe.
Le tableau reprenant les résultats de cette analyse se trouve dans le résumé (feuille A3) situé à l'avant de la partie III.

Voici quelques informations pour mieux comprendre ce tableau :

1) Paramètres fixes :

Les paramètres dont une valeur identique est toujours reprise sont les suivants :

- Prix du Certificat Vert : son prix de revente peut varier entre 65 et 100€. Le prix moyen de revente est d'environs 92€. Cependant, pour les installations de taille moyenne, il est difficile de trouver un acheteur prêt à payer ce prix-là. Le prix a donc été fixé à 80€ pour le bilan économique défavorable, et à 92€ pour le bilan favorable[94].
- Prix des énergies : Le prix d'achat de l'électricité du réseau par la commune a été fixé à 119€/MWh[95]. Le prix de revente de l'électricité verte produite par le système est variable selon la technologie. Le prix du gasoil de chauffage a été fixé à 0,0788€/kWh[96] et celui du gaz à 0,06€/kWh[97] (prix moyen du

[94] *Données chiffrées sur les Certificats Verts issues du site d'ef4 http://www.ef4.be/fr/marche-energie/certificats-verts*
[95] *Chiffre issu du document « PV SIM – simulation photovoltaïque pour le secteur public et assimilés – notice d'explication »*
[96] *"Evolution du prix des pellets et du mazout en Wallonie (juin 2008) »*
[97] *Chiffre issu du document « Evolution des prix du gaz naturel sur le marché résidentiel – juillet 2008 »*

gasoil et du gaz les six premiers mois de 2008). Pour pouvoir effectuer une seule comparaison, j'ai pris la moyenne entre le prix du gasoil et du gaz, à savoir 0,07€/kWh. Le rendement d'une chaudière classique a été évalué à 85%. Cela signifie que chaque kWh d'énergie thermique produite par le système évite de dépenser 0,082€ de gasoil de chauffage ou de gaz naturel. J'ai également pris en compte une augmentation des coûts de l'énergie de 2% par an, ce qui est assez conservateur. En effet, sur la période d'un an, d'avril 2007 à avril 2008, le prix moyen de l'électricité achetée par les ménages a augmenté de 15 à 22%, le gaz naturel de 24% et le mazout de 34 %.[98]

- Le taux d'actualisation est de 5%[99]

2) Indices de rentabilité :

La rentabilité d'un système peut être exprimée par différents paramètres définis ci-dessous. *Pour le document destiné aux communes, seuls le TRS et la VAN sont donnés afin de simplifier l'analyse.*

TRS – Temps de Retour Simple

C'est le nombre d'années nécessaires pour que le système rapporte autant qu'il n'a coûté, sans tenir compte de l'actualisation ou d'un quelconque autre paramètre d'évolution des prix.

TRE – Temps de Retour Evolué

Cet indice se base sur le TRS, mais prend en compte l'actualisation. Il évalue le temps nécessaire pour que la valeur nette actualisée de l'investissement soit nulle.

VAN – Valeur Actualisée Nette[100]

« C'est le cumul actualisé des soldes annuels de trésorerie prévisionnelle calculés sur toute la durée de vie de l'investissement, y compris le montant du capital investi.

Ainsi, la valeur actuelle nette positive est le surplus monétaire dégagé par le projet après avoir :

- Remboursé le capital investi sur la durée de vie du projet,
- Rémunéré le solde de trésorerie encore investi au début de chaque période à un taux égal à celui du taux d'actualisation (ou du coût des capitaux).

Un projet est à retenir si la VAN est positive. Une VAN égale à zéro signifie en effet que le projet étudié permet de rembourser et de rémunérer le capital investi mais ne laisse pas de surplus à la commune, donc qu'il n'accroît pas sa valeur.

La VAN sert de :
- Critère de rejet : tout projet, considéré isolément, dont la VAN est nulle ou négative, est rejeté.
- Critère de sélection : entre deux projets concurrents, on retient celui dont la VAN est supérieur. »

TRI – Taux de Rentabilité Interne[101]

« C'est le taux pour lequel la valeur actuelle nette (V.A.N.) est nulle.

C'est donc le taux i pour lequel il y a équivalence entre :

- *le capital investi d'une part,*

---

[98] *Chiffres issus de l'article « Prix d'achat de l'énergie par les ménages »*
[99] *Chiffre issu du document « PV SIM – simulation photovoltaïque pour le secteur public et assimilés – notice d'explication »*
[100] *Paragraphe issu du document « PV SIM – simulation photovoltaïque pour le secteur public et assimilés – notice d'explication »*
[101] *Paragraphe issu du document « PV SIM – simulation photovoltaïque pour le secteur public et assimilés – notice d'explication »*

- *la somme des flux de trésorerie prévisionnelle, d'autre part, actualisés au taux i*

Le TRI permet donc de rémunérer le capital investi et non encore remboursé, et ce sur toute la durée de vie de l'investissement, et de rembourser le capital investi dans le projet.

Le TRI est aussi, et surtout, le coût maximum des capitaux que le projet pourrait supporter.

Si le TRI est inférieur au taux d'actualisation ou au taux de rentabilité accepté par le promoteur, le projet sera refusé. Le taux de rentabilité interne représente théoriquement le taux d'intérêt maximum auquel on pourrait accepter d'emprunter pour financer l'investissement prévu. »

CEE – Coût du kWh économisé

Il s'agit des frais nécessaires pour produire un kWh avec le système étudié. Si les frais de fonctionnement sont nuls, le coût du kWh sera égal au montant de l'investissement divisé par le nombre de kWh que le système produira pendant sa durée de vie.

ANCO – Annuité constante équivalente

C'est la VAN du projet calculée sur sa durée de vie.

1.3.1 Parc éolien

Paramètres :

- *Coût total du projet : selon les sources, le coût d'un parc éolien varie entre 1,2 et 1,6 millions d'euros par MW installé[102 103.] Un parc éolien « moyen » a une puissance avoisinant les 10 MW.*
- *Economie en énergie: Le nombre d'heures-équivalent est variable selon la qualité du vent et de l'éolienne. Selon le projet, ce paramètre varie entre 2.200 (bilan défavorable) et 2.750 (bilan favorable)[104 105 106]*
- *Subsides : Les aides UREBA et Infrasport ne sont pas valables parce que ce type d'investissement ne répond pas aux besoins d'un bâtiment communal, puisqu'il est directement relié au réseau de distribution ou de transport de l'électricité. L'aide à investissement de la Région Wallonne d' 1 million d'euros dont bénéficient les parcs éoliens privés s'applique ici puisque la commune passe toujours par un développeur de projet qui pourra toucher cette aide.*
- *Gains annuels - revente de l'électricité : dans le cas de l'éolien, l'électricité est directement renvoyée dans le réseau. Toute l'électricité est donc revendue. Le prix de vente par MWh est estimé à 25€/MWh produit[107].*
- *Gains annuels - Certificats Verts : pour l'éolien, chaque MWh produit donne droit à un Certificat Vert, et ce pour une période garantie de 10 ans.[108]*
- *Dépenses annuelles - entretien, gestion et assurance : Le coût varie entre 32.000 (bilan favorable) et 35.000€/MW (bilan défavorable)[109 110 111]*
- *Durée de vie économique : elle est estimée à 20 ans[112]*

---

[102] *« Vade-mecum éolien à l'usage des communes »*
[103] *« Réunion de consultation du public : projet éolien citoyen 'le tige de Reux-Ronvaux' »*
[104] *« Vade-mecum éolien à l'usage des communes »*
[105] *« Réunion de consultation du public : projet éolien citoyen 'le tige de Reux-Ronvaux' »*
[106] *« Bilan financier-facilitateur éolien »*
[107] *« Bilan financier-facilitateur éolien »*
[108] *« Bilan financier-facilitateur éolien »*
[109] *« Bilan financier-facilitateur éolien »*
[110] *« Vade-mecum éolien à l'usage des communes »*
[111] *"Windenergie op de Noordzee: een maatschappelijke kosten-batenanalyse"*
[112] *« Bilan financier-facilitateur éolien »*

Bilan financier

Tableau 1 : bilan financier pour un parc éolien de 10MW

	TRS (an)	*TRE (an)*	*VAN (€)*	*TRI (%/an)*	*CEE (€/MWh)*	*ANCO (€/an)*
Hors subsides	*5 à 10*	*5 à 10*	*-1.904.230 à 11.312.195*	*3 à 17*	*26 à 44*	*-152.800 à 907.719*
Avec subsides	*4,5 à 9,5*	*5 à 9,5*	*-904.230 à 12.312.195*	*4 à 19*	*25 à 42*	*-72.557 à 987.962*

On put remarquer que les subsides (hormis les Certificats Verts) jouent un rôle mineur dans le bilan financier des parcs éoliens, ce qui ne sera pas e cas pour les autres technologies.

1.3.2 Système solaire photovoltaïque

Le calcul est effectué pour une petite (10kWc) et une grande (30kWc) installation, car le bilan financier sera très différent selon que l'installation ait une puissance crête inférieure ou supérieure à 10kWc (voir paragraphe 2.3 de la partie II). Pour la grande installation, le bilan favorable avec subside se calcule avec l'aide Infrasport et l'aide UREBA (soit 90% au total). Par contre, le bilan favorable hors subsides se calcule sans les aides Infrasport, parce que cela génère plus de Certificats verts (voir ci-dessous).

Paramètres :

- *Coût total du projet : seuls sont envisagés ici les systèmes « classiques », à savoir les panneaux solaires en silicium polycristallins, posés sur un toit. Le coût varie entre 5 (grandes installations) et 8€ (très petites installations) par Wc installé. Pour une installation de 10 kWc, cela tourne autour de 5, 5€/Wc[113] [114]. Pour la grande installation, on prendra 5€/Wc pour le bilan favorable et 5,5€/Wc pour le bilan défavorable. Pour la petite installation, on pendra 5,5 et 6€/Wc.*
- *Economie en énergie : Dans le bilan favorable, on suppose que les panneaux sont placés de façon idéale (orientés plein sud, inclinaison par rapport à l'horizontale de 35°, pas d'ombrage). Dans ce cas, la production annuelle, en Région Wallonne, est estimée à 850 kWh par kWc installé. Dans le bilan défavorable, on considère que les panneaux sont moins bien orientés (par exemple orientation Ouest, inclinaison de 25°) et produisent seulement 85% de la production maximale (soit 722 kWh par kWc)[115]*
- *Auto-consommation : Pour la petite installation, on considère que toute la production est auto-consommée par le bâtiment. Pour la grosse installation, on considère que tout est auto-consommé pour le bilan favorable, et que 75% est auto-consommé et 25% est revendu au réseau pour le bilan défavorable.*
- *Subsides : le cas favorable est calculé avec les subsides INFRASPORT et URBA sur 100% du montant de l'installation (l'aide est alors de 90%). Le cas défavorable est calculé avec uniquement le subside UREBA. De plus, pour la grande installation l'aide de 30% ne se calcule que sur 75% du montant, puisque c'est ce pourcentage qui est consommé par le bâtiment.*
- *Gains annuels - Certificats Verts : Pour l'installation de 10kW, la production des 5 premiers kWc (la moitié de l'installation) donne droit à 7 Certificats Verts par MWh produit. Les 5 suivant donnent droit à 5 Certificats Verts par MWh produit. On peut donc dire que la moitié de la production génère 7 et la seconde moitié 6 Certificats Verts pas MWh. On peut ainsi déduire que, globalement, chaque MWh*

---

[113] *http://www.ef4.be/fr/photovoltaique/aspects-economiques/photovoltaique-combien-ca-coute.html*
[114] *Chiffre issu du document « PV SIM – simulation photovoltaïque pour le secteur public et assimilés – notice d'explication »*
[115] *Chiffres issus du site d'ef4 http://www.ef4.be/fr/photovoltaique/aspects-techniques/dimensionnement-projet-photovoltaique.html*

produit donne droit à 6 Certificats Verts. Pour l'installation de 30kW, le nombre de Certificats Verts par MWh produit est réparti comme suit :

Figure 8 : octroi des Certificats Verts selon la puissance de l'installation[116]

	Octroi de CV
Pour les 5 1ers kWc	7 CV/MWh
Pour les 5 kWc suivants	5 CV/MWh
Pour les 20 kWc suivants (sous certaines conditions)*	4 CV/MWh
Pour les 20 kWc suivants (conditions non remplies)*	1 CV/MWh

**Si on assume que l'audit cogénération a montré que cette technologie était mal adaptée au bâtiment*[117]*, on peut dire qu'on aura droit à 4 Certificats Verts/MWh si les subsides sont inférieurs à 40%, et donc si on n'a pas droit à l'aide Infrasport. Sinon, l'installation ne recevra qu' 1 Certificat Vert/ MWh, sauf pour la production des dix premiers kWc.*

- *Pour une installation ne bénéficiant pas des aides Infrasport, le nombre de Certificats Verts/MWh produit sera de : (5/30 x 7CV) + (5/30 x 5CV) + (20/30 x 4CV) par MWh produit = 4,67 Certificats Verts/MWh produit*
- *Pour une installation bénéficiant des aides Infrasport, le nombre de Certificats Verts /MWh produit sera de : (5/30 x 7CV) + (5/30 x 5CV) + (20/30 x 1CV) par MWh produit = 2,67 Certificats Verts/MWh produit*

Les Certificats Verts sont assurés durant les 15 premières années de production de l'installation.[118]

- *Gains annuels – revente de l'électricité et réduction sur la facture électrique : l'électricité auto-consommée est valorisée au prix de 119€/MWh, celle qui est revendue est valorisée au prix de 54 à 70€/MWh*[119]*. Les gains sur la vente de l'électricité augmentent de 1,5% par an. Cela reprend :*
  - *L'augmentation annuelle de 2% du prix de l'électricité.*[120]
  - *La diminution de rendement de 0,5% par an du système photovoltaïque*[121] *(en principe, uniquement à partir de la 5è année – pour simplifier les calculs, le rendement est supposé descendre dès la première année).*
- *Dépenses annuelles – entretien, gestion et assurance : une installation photovoltaïque ne nécessite pas d'entretien. Les frais sont quasi nuls pour les petites installations, mais peuvent être assez élevés pour les grandes installations (environs 37€/kWc*[122]*) dont les panneaux seront nettoyés de temps en temps afin d'assurer une rentabilité maximale.*
- *Dépenses annuelles – onduleur et durée de vie économique: l'onduleur doit être changé environs tous les 15 ans, et représente approximativement 7%*[123] *du prix de l'installation totale. Pour l'installation de 10 kWc, le coût de ce remplacement est évalué à 4.650€ TVAC, et pour l'installation de 30 kWc, à 12.705€*

[116] *http://www.ef4.be/fr/photovoltaique/aspects-economiques/certificats-verts-photovoltaiques.html*
[117] *http://www.ef4.be/fr/photovoltaique/aspects-economiques/certificats-verts-photovoltaiques.html*
[118] *http://www.ef4.be/documents/cwape/cwape_note_certificats_verts_et_labels_garantie_origine_2008_01_31.pdf*
[119] *Chiffre donné par le facilitateur photovoltaïque par téléphone*
[120] *Chiffre issu du document « PV SIM – simulation photovoltaïque pour le secteur public et assimilés – notice d'explication »*
[121] *Chiffre issu du document « PV SIM – simulation photovoltaïque pour le secteur public et assimilés – notice d'explication »*
[122] *Chiffre issu du document « PV SIM – simulation photovoltaïque pour le secteur public et assimilés – notice d'explication »*
[123] *Chiffre issu du document « PV SIM – simulation photovoltaïque pour le secteur public et assimilés – notice d'explication »*

TVAC. Vu le prix, il semble préférable de ne changer l'onduleur qu'une seule fois (après 15 ans). Par la suite, on laisse fonctionner l'installation jusqu'à ce que ce nouvel onduleur cède, soit 30 ans après l'installation. On peut donc étaler le prix de cet onduleur sur 30 ans, ce qui revient à une charge de 155€/an pour l'installation de 10 kWc et à 423€ pour l'installation de 30 kWc. C'est aussi suite à la durée de vie de l'onduleur que la durée de vie économique a été estimée à 30 ans, bien que les panneaux en eux-mêmes seront toujours capables de produire de l'électricité après 30 ans de fonctionnement.

Bilan financier

Tableau 2 : bilan financier pour un petit système photovoltaïque (10 kWc)

	TRS (an)	TRE (an)	VAN (€)	TRI (%/an)	CEE (€/MWh)	ANCO (€/an)
Hors subsides	12 à 17,5	12,5 à /	-29.970 à -3.972	0 à 4	261 à 335	-1.624 à -258
Avec subsides	1,2 à 12,2	1, 3 à 12,8	-3.190 à 55.923	4 à 83	26 à 235	-207 à 3.638

Tableau 3 : bilan financier pour un grand système photovoltaïque (30 kWc)

	TRS (an)	TRE (an)	VAN (€)	TRI (%/an)	CEE (€/MWh)	ANCO (€/an)
Hors subsides	14,5 à 23	16,9 à /	- 103.414 à - 43.126	-3 à 2	237 à 307	- 6.727 à – 2.805
Avec subsides	2,5 à 18	2,4 à /	- 58.492 à 73.219	-1 à 43	24 à 238	- 3.805 à 4.763

On peut constater que les petites installations sont fortement privilégiées par le système de subsides, mais que les grands systèmes peuvent également être très intéressant si le taux de subsides est élevé (infrastructure sportive).

1.3.3 Cogénération au bois

Le calcul sera effectué pour une installation de 300 kWé et de 550 kWth, ce qui représente la plus petite installation disponible en Région Wallonne. Un réseau de chaleur y est associé puisqu'il est toujours nécessaire pour valoriser la chaleur.

Sauf quand une référence est mentionnée, les données chiffrées sont issues des deux installations en place actuellement à Gedinne et à Tournai, communiquées oralement par le responsable communal lors de la visite de chacun des sites

Paramètres

- *Coût total du projet : ce type de projet a un coût variant entre 2,5 et 3 millions d'€, selon la longueur du réseau de chaleur et les difficultés d'implantation de l'installation comme la construction d'un hangar sur un sol difficile, etc.*
- *Economie en énergie : le nombre d'heures équivalent varie entre 5.000 et 5.500h pour les deux projets parce qu'il y a beaucoup d'entretiens et de maintenance à réaliser.*
- *Auto-consommation : pour le bilan positif, on considère que toute la chaleur est auto-consommée par la commune grâce au réseau de chaleur, et que 75% de l'électricité est auto-consommée. Pour le bilan négatif, on considère que 25% de la chaleur est utilisée (le reste est perdu - cas des installations actuelles) et que 50% de l'électricité est auto-consommée.*
- *Subsides : Les subsides UREBA et INFRASPORT sont envisageables, mais pas sur la totalité de l'investissement, puisque toute l'énergie ne sera pas consommée par un seul bâtiment. Pour le bilan favorable, on envisage que la cogénération est reliée à une piscine communale qui consomme 1.000.000 kWhth[124] par an. Pour simplifier, on va supposer que la piscine consomme 1/3 de la production*

[124] *Basé sur une moyenne entre les consommations :*
- *de la piscine de Herstal, issue du document « audit solaire thermique de la piscine communale de Herstal »*
- *de la piscine Helios, issue du document « audit solaire thermique de la piscine Hélios de Charleroi »*

*énergétique de l'installation, ce qui correspond plus ou moins. Le subside sera alors d'environs 50% (20% Infrasport et 30% UREBA). Pour le bilan défavorable, on considère que l'installation ne concerne pas une installation sportive et que l'aide UREBA ne concernera que 34% de l'installation (puisque c'est la quantité d'énergie autoconsommée). La prime s'élève alors à 11% (= 0,34*0,30).*

- *Gains annuels – revente de l'électricité : l'électricité revendue est valorisé aux environs de 40€/MWh*[125]
- *Gains annuels –Certificats Verts : le nombre de Certificats verts par MWhé produit tourne autour de 0,8 si la chaleur n'est pas du tout valorisée, et autour de 2 si toute la chaleur est valorisée. Pour l'installation valorisant toute la chaleur, on prendra la valeur de 2 certificats Verts/MWhé produit. Pour l'installation valorisant 25% de la chaleur, on prendra la valeur d'1,1 Certificat Vert/MWhé produit.*
- *Dépenses annuelles – entretien, gestion et assurance : cela représente entre 65 à 75.000€.*
- *Dépenses annuelles – achat du carburant : Le coût du carburant-bois sera variable selon que les plaquettes proviennent de déchets de l'industrie ou de forêt, qu'elles soient sèches ou humides et de la distance par rapport à la source d'approvisionnement. Selon le responsable communale de l'installation de Gedinnes, les plaquettes achetées (50% HR) coûtent 16€/map et celles récoltées dans les bois communaux 20€/map (coût de la main d'œuvre, du broyeur, du transport…). Selon la dernière estimation de l'APERe, le prix des plaquettes 30% HR (petit volume) est de 15€/map*[126]*. Ces différences sont étranges puisqu'en principe, l'achat en petit volume devrait être plus cher que l'achat en gros… Cependant, on peut estimer le prix des plaquettes sèches entre 15 et 20€/map. Pour la consommation de carburant-bois, on peut calculer la consommation de map (plaquettes sèches) par heure équivalent de fonctionnement en partant du rendement de l'installation (75% -voir paragraphe 3.1.2 de la partie II), de sa puissance (300 kWé + 550 kWth) et de l'énergie contenue dans un map (1,16MWh – voir paragraphe 3.1.2 de la partie II). On arrive à une consommation de 0,975 map/héq. Pour le bilan favorable, le coût s'élèvera à 80.430€ (= 975map/h * 15€/map * 5.500h), et, pour le bilan défavorable, à 97.500€ (= 975map/h * 20€/map * 5.000h).*
- *Durée de vie économique : elle est estimée à 10 ans*[127]

Bilan financier

Tableau 4 : bilan financier pour une installation de cogénération au bois de300 kWé et 550 kWth

	TRS (an)	TRE (an)	VAN (€)	TRI (%/an)	CEE (€/MWh)	ANCO (€/an)
Hors subsides	5,5 à 27	5,3 à /	- 2.438.030 à 1.728.894	- 13 à 15	183 à 242	- 315.736 à 223.899
Avec subsides	2,5 à 24	2,5 à /	- 2.045.990 à 3.241.394	- 11 à 38	92 à 216	- 264.965 à 419.775

1.3.4 Chaufferie au bois

Pour une chaufferie au bois, l'analyse s'avère difficile à cause du manque de données disponibles, mais aussi parce que le coût fluctue beaucoup selon le type d'installation (simple remplacement d'une chaudière ou construction d'une nouvelle chaufferie équipée d'un réseau de chaleur) et selon l'utilisation (pendant la saison de chauffe ou toute l'année). De plus, les chaudières étant modulables, elles fonctionnent tout le temps à des puissances différentes.

Pour donner malgré tout une idée, l'analyse pour deux projets très différents a été réalisée :

- *Une analyse pour une chaudière de 400 kW installée dans une piscine, en remplacement d'une ancienne chaudière, sans réseau de chaleur (exemple de l'installation de Chimay)*[128] *– cette analyse sera nommée par après « petite installation »*

[125] *Chiffre donné par le facilitateurbiométhanisation par téléphone*
[126] *Chiffre issu de l'article « Prix d'achat de l'énergie par les ménages »*
[127] *Chiffre provenant d'une conversation téléphonique avec Xylowatt.*
[128] *Chiffre provenant de la fiche « Une piscine de la botte du Hainaut se chauffe au bois… »*

- *Une analyse pour une chaudière de 400kW équipée d'un réseau de chaleur et ayant nécessité la construction d'un hangar et la mise en place de toutes les canalisations (exemple de l'installation de Philippeville)[129] – cette analyse sera nommée par après « grande installation »*

Paramètres :

- *Coût total du projet : Pour la petite installation, le coût du projet de Chimay s'est élevé à 90.000€. Ce prix étant très peu élevé pour ce type d'installation, on prendra le chiffre de 90.000€ pour le bilan favorable et de 120.000€ pour le bilan défavorable. Pour Philippeville, le coût du projet s'est élevé à 651.515€. Comme ce coût est assez commun, on choisira, pour la grande installation, 600.000€ pour le bilan favorable et 700.000€ pour le bilan défavorable.*
- *Economie en énergie : Les économies annuelles en mazout s'élèvent à 1.200 MWh pour Chimay et à 1.393 MWh pour Philippeville. On gardera ces valeurs pour les deux types de bilans.*
- *Subsides : Pour le projet de remplacement de chaudière, cela pourrait donner droit à l'entièreté des subsides UREBA et INFRASPORT, soit 90% de l'investissement (= 15% + 75%) pour le bilan favorable. Pour le bilan défavorable (hors installation sportive), le projet bénéficiera de l'aide UREBA de 30%. Pour la grande installation, comme il y a un réseau de chaleur, on ne peut pas considérer que tout est subsidiable. Pour le bilan favorable, on peut prendre comme exemple que 1.000.000 kWh est utilisé pour une piscine (soit 71% de la production), et le reste alimente d'autres bâtiments communaux. Cela donnera un subside de 58% (= (0,71*0,6) + 0,15) . Pour le bilan défavorable (infrastructure non sportive), on prendra uniquement les aides UREBA de 30%.*
- *Dépenses annuelles – achat du carburant : On considère qu'un MWh de mazout équivaut à 0,86 map (car 3,1map équivaut à 3,6 MWh) – les rendements des chaudières à bois et à mazout sont supposés équivalents. Le coût du map est de 15 (bilan favorable) à 20€ (bilan défavorable).*
- *Dépenses annuelles – entretien, gestion et assurance : ces frais sont très peu élevés, de l'ordre de 1.400€[130]*
- *Durée de vie économique : 20 ans[131].*

Bilan financier

Tableau 5 : bilan financier pour une petite installation : remplacement d'une chaudière de 400kW dans une chaufferie existante

	TRS (an)	TRE (an)	VAN (€)	TRI (%/an)	CEE (€/MWh)	ANCO (€/an)
Hors subsides	1,5 à 2,5	1,5 à 2,5	865.166 à 936.898	46 à 66	5 à 6	67.096 à 79.179
Avec subsides	0,2 à 1,6	0,2 à 1,7	879.726 à 1.034.906	64 à 65	0 à 4	70.591 à 83.043

Tableau 6 : bilan financier pour une grande installation: installation d'une chaudière de 400 kW dans un nouveau hangar avec réseau de chaleur

	TRS (an)	TRE (an)	VAN (€)	TRI (%/an)	CEE (€/MWh)	ANCO (€/an)
Hors subsides	9,5 à 12,5	8,9 à 11	246.980 à 454.779	8 à 11	26 à 30	19.818 à 36.492
Avec subsides	4 à 8,5	4 à 8	501.080 à 872.955	13 à 27	11 à 21	40.208 à 70.048

Quand on compare la cogénération et la chaufferie au bois, on peut constater que les projets de chaufferies son beaucoup moins risqués, mais rapportent aussi beaucoup moins, puisqu'il n'y a pas d'électricité produite (et dont pas de Certificats Verts générés). LA cogénération vaut donc la peine d'être étudiée et d'être mise en place si les conditions s'y prêtent.

---

[129] *« Philippeville: Un projet brûlant pour chauffer le hall de sports, la zone de police et l'arsenal des pompiers ! »*
[130] *Chiffre provenant du document « La chaufferie bois automatique avec réseau de chaleur de l'espace Saint-Brisson à Saint-Brisson (Nièvre). »*
[131] *Chiffre issu du site Campagnes et Environnement : http://www.campagnesetenvironnement.fr/economie-et-efficacite-986.htm et vérifié prs le site de TRAME http://www.trame.org/maj/_files/upload/documents/Fiche_chaudiere_bois.pdf*

1.3.5 Unité de biométhanisation

Il est extrêmement difficile de faire un bilan économique d'une unité de biométhanisation, car les coûts sont très variables, aussi bien pour l'installation que pour les intrants.

Les chiffres retenus ici proviennent du facilitateur en biométhanisation et de l'analyse des bilans de cinq installations : la ferme de Faascht[132], le projet de Fleurus[133], la ferme Lenges[134], Le projet de Redange[135] et le projet de Surice[136].

Paramètres :

- *Coût total du projet : Actuellement, ce sont essentiellement de très grand projets qui se mettent en place (6 à 10 millions d'€). A titre d'exemple, une installation à Fleurus de 2MWé et de 7 millions d'€ verra bientôt le jour. Ils sont toujours reliés à un réseau de chaleur. Le coût par kW varia entre 4.000 et 8.000€. Pour les bilans, on prendra une installation d'une puissance de 1MWé, représentative de ce qui se fait actuellement.*

- *Economie en énergie : les unités de cogénération tournent environs 8.000h par an (à condition de pouvoir valoriser la chaleur l'été). On prendra ce chiffre pour les deux bilans. Un moteur de cogénération au biogaz a un rendement électrique d'environs 35%, et un rendement thermique variant entre 45 (bilan défavorable) et 50% (bilan favorable). Concernant la production thermique, 10 à 15% est utilisée au sein du digesteur, et ne peut donc pas être valorisée. Pour le bilan favorable, la production électrique sera donc de 8.000MWh et la production thermique de 10.296 MWh (= (1,43MW*8.000h) -10%). Pour le bilan défavorable, la production électrique sera identique, mais la production thermique sera de 8.704 MWh (= (1,28MW*8.000h) – 15%)*

- *Auto-consommation : pour le bilan favorable, 75% de l'électricité et 100% de la chaleur est consommée par la commune. Dans le bilan défavorable, 25% de l'électricité et de la chaleur est consommée. 75% de l'électricité est revendue, et 75% de la chaleur est perdue.*

- *Subsides : les subsides UREBA et INFRASPORT sont envisageables, mais pas sur la totalité de l'investissement, puisque toute l'énergie ne sera pas consommée par un seul bâtiment. Pour le bilan favorable, on envisage que la cogénération est reliée à une piscine communale qui consomme 1.000.000 kWhth par an (soit 1/12ème de la production totale de chaleur – pour simplifier, on considère que la piscine consomme la même proportion d'électricité). Les subsides sont donc de 5% pour Infrasport et 30% UREBA. Pour le bilan défavorable, on considère que l'installation ne concerne pas une installation sportive, les subsides s'élèvent alors à 30%.*

- *Gains annuels - revente de l'électricité : l'électricité se revend autour de 40€/MWh.*

- *Gains annuels - Certificats Verts : dans le bilan favorable, toute l'énergie thermique est valorisée, le nombre de Certificats Verts est alors maximal (2 par MWhé produit). Dans le bilan défavorable, on prendra une valeur de 1,1 Certificat Vert par MWhé produit, comme pour la cogénération au bois.*

- *Dépenses annuelles – achat du carburant : les intrants ont un prix très variable selon leur origine. Par exemple, des déchets de l'industrie agro-alimentaires peuvent être gratuits, le lisier se marchande à 0,8€/T, la fiente de poule à 4 ou 5€/T. Pour le bilan favorable, nous prendrons un prix d'1€/T et pour le bilan défavorable, de 2€/T. La production de biogaz par tonne d'intrant est également très variable (36m³/T de lisier – 200m³/T de maïs). Pour le bilan favorable, on retiendra la valeur de 200 m³/T et, pour le bilan défavorable, de 100m³/T. La consommation de biogaz est de 22.880 MWh par an (= (1MW/0,35) * 8.000h) soit 23.018.108m³ de gaz (1m³=9,94 kWh). Pour le bilan favorable, la*

---

[132] *« Cultivateurs d'énergie - La ferme du Faascht »*
[133] *Données communiquées par téléphone par le facilitateur*
[134] *« L'exploitation Lenges : Production et valorisation de biogaz par cogénération »*
[135] *« La biométhanisation : La coopérative "Biogas un der Atert"*
[136] *Données obtenues du responsable lors de la visite de l'installation*

consommation annuelle en intrant est donc de 76.727T, soit 76.726€. Pour le bilan défavorable, elle est de 115.090T, soit 230.181€.

- *Dépenses annuelles - entretien : les coûts d'entretien sont assez faible, cependant il faut prévoir de la main-d'œuvre pour le chargement des intrants et le contrôle des installations (environs 2,5h/jour)[137]. Des données chiffrées n'ont pas pu être obtenues. Pour donner une idée, on reprendra la même valeur que pour la cogénération au bois.*

Bilan financier

Tableau 7 : bilan financier pour une unité de biométhanisation d'un MWé

	TRS (an)	TRE (an)	VAN (€)	TRI (%/an)	CEE (€/MWh)	ANCO (€/an)
Hors subsides	1,5 à 6	1,5 à 6	3.622.125 à 19.479.381	12 à 63	61 à 121	469.081 à 2.522.669
Avec subsides	1 à 4,5	1 à 4,5	6.526.125 à 21.173.381	21 à 97	39 à 85	845.163 à 2.742.049

Le bilan financier pour les unités de biométhanisation me semble un peu trop favorable. Il est à noter que les coûts d'entretien ont peut-être été un peu sous-estimés.

Cependant, ce type de projet est en pleins développement, ce qui tend à montrer que le bilan financier est réellement fort positif. De plus, comme mentionné dans la partie II, cette technologie a beaucoup d'intérêts en dehors de la production d'énergie, et est onc toujours à envisager

1.3.6 Installation hydro-énergétique

Etant donné l'absence de données sur des installations réelles, les paramètres ne se basent que sur les valeurs données par le facilitateur hydro-énergie lors d'un entretien téléphonique. Les données sont très similaires à celles se trouvant sur le site de l'APERe[138].

Les bilans ont été réalisés pour une petite (10kW) et une grande installation (300kW).

Paramètres

- *Coût total d'un projet : de 3 à 8.000€ par kW installé. La puissance varie d'habitude entre 3 et 300 kW.*
- *Economie en énergie : Les heures de fonctionnement à puissance nominale varie entre 5 et 6.000h par an*
- *Auto-consommation : Pour la petite installation, toute l'électricité est supposée être auto-consommée. Pour la grande installation, dans le bilan favorable, 75% de l'électricité est auto-consommée, le reste est revendu au réseau. Dans le bilan défavorable, 25% de l'électricité est auto-consommée.*
- *Gains annuels - revente de l'électricité : environ 40€/MWh.*
- *Dépenses annuelles – entretien, gestion et assurance : les frais d'entretien sont peu élevés. L'idéal est qu'un ouvrier communal passe toutes les semaines voir s'il n'y a pas de problèmes. On peut considérer que 10% des revenus annuels seront consacrés à l'entretien, selon le site de l'APERe. Avec 1.000€/an, c'est en principe suffisant (= 2 jours de travail pour un technicien spécialisé).*
- *Durée de vie économique : la durée de vie d'une turbine est très longue et peut atteindre 100 ans. J'ai pris une durée de vie de 50 ans en supposant que l'installation sera dépassée d'ici-là.*

[137] *Donnée obtenue du propriétaire de l'exploitation de Surice*
[138] *site de l'APERe http://www.apere.org/fr/er/hydro.php?code_rubrique=2150*

Bilan financier

Tableau 8 : bilan financier pour une petite installation hydroénergétique (10kW)

	TRS (an)	*TRE (an)*	*VAN (€)*	*TRI (%/an)*	*CEE (€/MWh)*	*ANCO (€/an)*
Hors subsides	*3 à 11*	*3 à 10*	*11.427 à 22.018*	*7 à 33*	*12 à 39*	*1.206 à 6.103*
Avec subsides	*0,5 à 7,5*	*0,5 à 7*	*51.058 à 144.097*	*12 à 322*	*1 à 27*	*2.797 à 7.893*

Tableau 9 : bilan financier pour une assez grande installation hydroénergétique (300kW)

	TRS (an)	*TRE (an)*	*VAN (€)*	*TRI (%/an)*	*CEE (€/MWh)*	*ANCO (€/an)*
Hors subsides	*3,5 à 15,5*	*3,5 à 21*	*- 744.450 à 2.682.717*	*2 à 28*	*12 à 39*	*- 40.778 à 144.950*
Avec subsides	*2,5 à 14*	*2,5 à 19*	*- 526.650 à 2.976.747*	*3 à 40*	*9 à 36*	*- 28.848 à 163.056*

Les petites installations semblent toujours assez rentables, mais rapportent assez peu. Le bilan financier pour les grandes installations est plus variable, mais les gains peuvent être beaucoup plus importants. Cependant, il faut garder à l'esprit que, comme mentionné dans la partie II, les communes remplissent très rarement les conditions pour mener à bien ce type de projets.

1.3.7 Système solaire thermique

L'analyse est faite pour une petite installation (50m² de capteurs) et une grande installation (500m² de capteurs). Les données proviennent du facilitateur et de l'analyse de trois audits thermiques.[139]

Paramètres

- *Coût total d'un projet : le coût varie entre 600 (grande installation) et 1.200€/m²(petite installation) auquel il faut rajouter 14% de frais d'études*[140]*. Cela donne un coût variant entre 684 et 1.368€/m². On fera varier ces valeurs de 100€ selon qu'on soit dans un bilan favorable ou défavorable. Pour la petite installation, on prendra comme donnée favorable 1.268 et comme donnée défavorable 1.368€/m². Pour la grande installation, on prendra 684 et 784€/m². Les installations classiques (pour les bâtiments ayant des consommations suffisantes en eau chaude sanitaire ou pour des piscines) font entre 30 et 500m²de surface de capteurs solaires.*

- *Economie en énergie : la production varie entre 400 et 600 kWhth*[141] *par m². C'est très variable selon l'emplacement, mais aussi selon la fraction solaire. Une installation ayant une fraction solaire très importante perdra une grande partie de sa chaleur produite en été (parce qu'elle est trop importante comparé aux besoins).*

- *Subsides : Le subside sera de 90 ou de 30% selon que l'on soit sur une infrastructure sportive (bilan favorable) ou pas (bilan défavorable).*

- *Dépenses annuelles – entretien, gestion et assurance, ainsi que la consommation des auxiliaires : environs 17% du bénéfice annuel – comme cela dépend surtout de la puissance installée, on prendra une moyenne pour chaque puissance. Pour la petite installation, le coût annuel sera de 350€ (= ((1.647 + 2.471)/2) *0,17) et pour la grande, de 3.500€ (= ((24.706 + 16.471)/2)*0,17).*

---

[139] *« Audit solaire thermique de la piscine Hélios de Charleroi », « Audit solaire thermique de la piscine communale de Herstal » et « Audit solaire thermique de la maison de repos La Charmille (CPAS de Gembloux) »*

[140] *Chiffres donnés par le facilitateur lors d'un entretien téléphonique et par le document « Cycle de formation Responsables Energie 2008 en Région bruxelloise - Production d'Eau Chaude Sanitaire grâce à l'énergie solaire dans les bâtiments tertiaires et les logements collectifs ».*

[141] *Données issues de l'analyse des trois audits et du document « Installer un grand système solaire de production d'eau chaude en Wallonie »*

- *Durée de vie économique : environs 25 ans*[142].

Bilan financier

Tableau 10 : bilan financier pour un petit système solaire thermique (50m² de capteurs)

	TRS (an)	*TRE (an)*	*VAN (€)*	*TRI (%/an)*	*CEE (€/MWh)*	*ANCO (€/an)*
Hors subsides	*36 à 64*	*/ à /*	*- 38.343 à - 58.828*	*0*	*87 à 141*	*-4.174 à - 2.720*
Avec subsides	*3,5 à 44,5*	*3,5 à /*	*- 33.999 à 30.700*	*- 2 à 31*	*9 à 98*	*-2.412 à 2.178*

Tableau 11 : bilan financier pour un grand système solaire thermique (500m² de capteurs)

	TRS (an)	*TRE (an)*	*VAN (€)*	*TRI (%/an)*	*CEE (€/MWh)*	*ANCO (€/an)*
Hors subsides	*19,5 à 36,5*	*16,7 à /*	*- 236.165 à – 30.108*	*0 à 4*	*47 à 81*	*- 16.756 à - 2.136*
Avec subsides	*2 à 25*	*2 à 20*	*- 93.506 à 342.330*	*2 à 55*	*5 à 57*	*- 6.634 à 24.289*

Les grandes installations sont beaucoup plus rentables que les petites installations, tout spécialement si le taux de subside est peu élevé.

1.3.8 Conclusion

On peut constater que pratiquement toutes les technologies ont une VAN négatives dans le bilan défavorable et une VAN positive dans le bilan favorable, ce qui montre que toutes les technologies peuvent être intéressantes, mais uniquement si elles sont bien adaptées aux spécificités de la commune.
En regardant le bilan favorable, on peut voir que toutes les technologies peuvent avoir un temps de retour inférieur à 4 ans.
Le parc éolien, souvent considéré comme le plus rentable, est la technologie qui a le temps de retour minimum le plus long (4,5 ans), ce qui démontre tout l'intérêt d'étudier la possibilité d'implanter d'autres systèmes de production d'énergie renouvelable, et pas simplement d'attendre qu'un promoteur de projet éolien daigne s'intéresser à la commune.

2 Systèmes de gestion et de financement

Remarques préalables :

1) Si le projet inclut la revente d'électricité, certaines remarques sont à prendre en compte :

- La vente d'énergie étant une activité commerciale, la commune doit créer une société commerciale (société coopérative, société privée, société de droit public, sprl, scrl, sa, …) afin de pouvoir revendre l'électricité produite.
- Elle est également tenue de se faire immatriculer au registre de commerce avant le début de l'activité. Les demandes se font auprès du greffe du tribunal de commerce dans le ressort duquel l'entreprise entend exercer son activité.
- Le commerçant d'énergie privé étant assujetti à la TVA, il doit en conséquence solliciter un numéro d'identification à la TVA.

2) Pour gérer son installation de production d'énergie renouvelable, la commune a diverses possibilités. Elle peut gérer directement le projet tout comme elle peut remettre la gestion de telle activité à une régie (ordinaire ou autonome), une intercommunale ou encore une association sans but lucratif. Elle peut également décider de créer une association de projet ou encore de passer une convention avec d'autre(s) commune(s).

[142] *Donnée tirée des 3 audits.*

3) Si la commune ne veut pas prendre en charge la gestion de l'installation, elle peut faire appel à des sociétés spécialisées qui proposeront diverses formules, décrites brièvement ci-dessous. La choix entre ces différentes formules dépend :

- des fonds propres disponibles et la capacité d'emprunt de la commune
- des risques financiers et économiques liés au projet, et du taux de risque que la commune est prête à prendre
- de la disponibilité d'une ou de plusieurs personnes capables de mener le projet et de gérer l'installation par après

2.1 Financement sur fonds propres ou prêt bancaire

Une commune peut acheter un système de production d'énergie renouvelable sur fonds propres ou en recourant au crédit. La commune est alors directement propriétaire de l'installation, et reçoit elle-même les aides (Certificats Verts, aides UREBA, etc).

Sur décision du conseil communal, la commune peut contracter des emprunts pour couvrir le montant des dépenses extraordinaires. Le délai de remboursement des emprunts ne peut excéder la durée d'amortissement des biens pour lesquels ces emprunts ont été contractés –ce qui signifie qu'une commune ne peut installer que des systèmes « rentables ».

Pour la gestion au quotidien de l'installation, la commune peut :

- assurer elle-même les entretiens si elle dispose de techniciens compétents. Certains fournisseurs proposent des formations pour les techniciens afin qu'ils puissent gérer au mieux les installations.
- souscrire à un contrat de maintenance négocié avec le fournisseur d'équipements. Il existe des couvertures omnium, comprenant une assurance bris de machine, ou des couvertures à la carte où les petites interventions sont à la charge du propriétaire et les entretiens à la charge du fournisseur. Certains fournisseurs proposent également des garanties de performance.

<u>Avantages</u>

- Si il est bien géré, c'est le système le plus rentable puisqu'il y a moins d'intermédiaires
- Autonomie totale de la commune

<u>Inconvénients</u>

- N'est possible que pour des « petits investissements »
- Pas de garanties financières ou techniques (sauf parfois de la part des installateurs)
- Prend du temps au personnel communal (sauf pour les projets peu complexes comme les petits systèmes solaires photovoltaïques ou les petites chaudières biomasse).
- Demande du personnel qualifié pour mener le projet

2.2 Tiers-investisseur

Le mécanisme de tiers-investisseur est un contrat entre d'une part un consommateur d'énergie et d'autre part une entreprise qui investit dans l'installation ou l'amélioration d'un équipement producteur d'énergie et qui reçoit, comme rémunération, (une partie de) la diminution de la dépense en énergie qui en résulte.

Le tiers-investisseur effectue la totalité des investissements et peut également faire office de développeur de projet. Une fois que le tiers-investisseur a récupéré sa mise (plus le bénéfice qu'il définit au départ), il se retire et la commune gère elle-même l'installation. Si les conditions du marché permettent un remboursement plus rapide que prévu, il est mis fin à la convention dès que le tiers-investisseur a récupéré sa mise. Dans le cas

contraire, si les remboursements se révèlent plus long (en cas de problème technique par exemple), il n'y a pas de prolongation et la convention se termine au terme prévu. Les termes précis du contrat sont à négocier entre la commune et le tiers investisseur.

La commune est propriétaire de l'installation dès le départ et reçoit donc les aides publiques à l'investissement. Cependant, ces aides sont parfois reversées au tiers-investisseur pour qu'il se rembourse plus vite.

Le mécanisme de tiers-investisseur sera différent selon le type de projet.

1) S'il s'agit d'un projet demandant un investissement raisonnable, destiné en grosse partie à réduire les besoins énergétiques de la commune (chaudière biomasse, panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques, etc.), le mécanisme est réellement du tiers-investisseur. Celui-ci préfinance les investissements (études, travaux et services) et l'occupant les rembourse sur base des économies d'énergie annuelles réalisées. Le tiers investisseur peut soit empocher la totalité des gains engendrés par l'installation jusqu'à ce qu'il se soit remboursé et fait son bénéfice escompté, soit n'empocher qu'une partie des gains, et en faire profiter également la commune depuis le départ. Sa période de remboursement sera évidemment plus longue, mais la commune gagnera directement de l'argent, et ce sans investissement préalable.

Dans ce cas, le recours à un tiers-investisseur se fait alors en différentes étapes :

1. Identification de la ou les technologies intéressante(s) pour la commune et réalisation d'une étude de pertinence pour celle(s)-ci (avec l'aide des facilitateurs de la Région Wallonne).
2. Choix d'un tiers investisseur selon ce qu'il propose en matière d'engineering (certains tiers-investisseur ne font qu'une seule technologie), d'expérience dans le domaine, de garanties et de financement.
3. Rédaction d'une convention avec le tiers-investisseur.
4. Réalisation de l'étude détaillée par le tiers-investisseur qui servira de base pour définir les garanties offertes par celui-ci.
5. Après validation par la commune, rédaction du cahier de charge par le tiers investisseur, lancement de l'appel d'offres et analyse des offres.
6. Le tiers-investisseur passe les commandes après validation de l'analyse des offres
7. Le tiers-investisseur assure le suivi du chantier et la réception des travaux.

2) S'il s'agit d'un projet demandant un gros investissement, et dont l'installation n'a pas pour but de diminuer la facture énergétique de la commune (parc éolien), cela passera en principe par la création d'une société dans laquelle la commune possède des parts. Le tiers-investisseur pourra éventuellement être en même temps le développeur de projet. Cette société n'étant créée qu'après l'obtention du Permis Unique, la commune ne court pas de risques importants. L'installation ne revient pas à la commune une fois l'investissement rentabilisé.

<u>Avantages</u>

- Permet de réaliser des économies d'énergie ou des bénéfices sans devoir investir
- Le tiers-investisseur gère le risque financier
- Le tiers-investisseur travaille à livre ouvert. La commune peut avoir accès à tous les détails du projet.
- Le tiers-investisseur gère tout le déroulement du projet.
- La commune est au final propriétaire de l'installation et touche l'intégralité des bénéfices engendrés annuellement par l'installation, une fois que le tiers investisseur s'est remboursé.

Inconvénient

- Bénéfices moindre au départ, voir nuls si le tiers investisseur touche tout le bénéfice afin de se rembourser plus vite

Exemples de Tiers investisseurs

- Banques :
  - Dexia – EnergyLine : contact : François-René GREINDL – 02/222.36.13. - françois-René.greindl@dexia.be www.dexia.be
  - Triodos Bank (banque spécialisée dans le financement de projets de développement durable) : contact : Jan Poppe - 02/548.28.16. - jan.poppe@triodos.be - www.triodos.be
  - Les autres banques (KBC, ING…)
- Autres tiers-investisseurs :

  TPF Econoler, Green Invest, Eneas, Aspiravi, Vanparijs Maes Ingénieur, Axima services, Dalkia, etc…

2.3 Coopératives citoyennes

Les coopératives citoyennes sont un groupement de citoyens qui s'unissent pour investir dans un projet demandant un capital important. Cela s'applique principalement à la création de parcs éoliens (voir paragraphe 1.3 de la partie II). Dans ce type de projet, on peut combiner la création d'une coopérative citoyenne avec d'autres types de financement.

Légalement, ce type de groupement ne peut pas recevoir un bénéfice annuel supérieur à 6% de son investissement. Il n'y a pas de précompte et le bénéfice est défiscalisé s'il est inférieur à 150 €. Si le bénéfice est plus important, l'argent doit être réinvesti dans des projets de la coopérative.

2.4 Partenariat avec un fournisseur d'électricité

Celui-ci est bien sûr uniquement envisageable pour les technologies produisant de l'électricité.

La commune conclut un contrat de partenariat avec un fournisseur d'électricité. Les conditions de ce contrat sont basées sur les principes suivants :

- L'installation de production d'électricité verte est construite, financée et entretenue par le fournisseur d'électricité ;
- une réduction sur la facture d'électricité et/ou la facture de chaleur (dans le cas d'une cogénération) est accordée à la commune. C'est sur base de cette réduction tarifaire que le gain financier se fait.

Dans ce type de partenariat, c'est le fournisseur d'électricité qui est le propriétaire de l'installation et qui reçoit les aides financières.

Avantages

- Peu de prise de risques
- Pas d'investissement financier
- Peu de temps et de compétences nécessaires pour développer le projet ou gérer l'installation

Inconvénients

- Bénéfices peu importants.

Conclusions

L'analyse des différents systèmes de production d'énergie renouvelable applicables aux communes s'est avérée nettement plus ardue que prévu. En effet, il a fallut dans un premier temps comprendre le fonctionnement des sept technologies adéquates, ce qui représente un domaine très large. Il existe une multitude de documents sur le web concernant chaque technologie, mais très peu qui reprennent l'ensemble des technologies. Il est donc difficile de recueillir les mêmes informations pour toutes les technologies afin de pouvoir effectuer un comparatif de celles-ci. De plus, la masse d'informations recueillie est souvent contradictoire. Ces informations ont été vérifiées au maximum en contactant une trentaine de personnes (les facilitateurs de la Région Wallonne, mais aussi les sociétés de financements, les communes ayant installé certaines technologies, etc.) et en visitant des installations existantes. Cependant, il est impossible de tout contrôler, et des imprécisions se retrouvent sans doute encore dans ce document.
La partie qui s'est avérée la plus difficile a été l'analyse économique des différentes technologies, comme expliqué dans le paragraphe 1.3 de la partie III. Les données des installations existantes sont très difficiles à obtenir, car ce qui touche au financement et aux coûts est souvent confidentiel.

Malgré toutes ces difficultés, je pense que le résultat obtenu (le document destiné aux communes) est réellement très intéressant. Il montre bien le rôle primordial que les commune devraient jouer dans le développement des systèmes de production d'énergie renouvelable, et surtout que c'est à la portée de chacune. La conclusion la plus importante est que le choix de la technologie doit se baser sur les spécificités de la commune. En effet, une même technologie peut être très rentable dans certaines conditions, mais pas du tout dans d'autres. Il n'existe pas de « meilleure » technologie.

De plus, j'ai essayé de lui donner une forme conviviale (résumés en tête de chaque chapitre, illustrations, etc.)

Le but serait maintenant que les centaines d'heures passées à élaborer ce document servent à quelque chose... Etant donné les erreurs qui s'y trouvent encore potentiellement et le temps que cela me prendrait de l'envoyer à toutes les communes wallonnes (ce qui avait été envisagé au départ), je pense que le plus intéressant serait de l'envoyer aux différents facilitateurs de la Région Wallonne. Ceux-ci pourraient éventuellement compléter et vérifier la partie dédiée à leur technologie, et parfaire ainsi le document. Ensuite, ce document pourrait être envoyé à toutes les communes de la Région Wallonne. Je pense qu'une association comme l'APERe pourrait parfaitement superviser ce projet… selon ce que le directeur de ce mémoire en pensera…

Une autre suite intéressante à donner serait de se pencher sur l'impact environnemental de chacune des technologies, tel que leur bilanCO_2, et d'intégrer cela dans le document.

Il est intéressant de noter qu'un guide de référence des énergies renouvelables en Wallonie et à Bruxelles, destiné aux particuliers, est paru très récemment (je l'ai découvert quelques jours avant de terminer ce MFE), et qu'il est très similaire au document que j'ai élaboré pour les communes. Cela prouve l'intérêt de ce type de document généraliste, permettant de s'y retrouver dans les différentes technologies envisageables…

Bibliographie

Dans cette partie sont repris tous les documents utilisés plusieurs fois dans ce travail. Cela permet de ne pas trop encombrer les bas de pages. Tous les documents sont disponibles sur le web ou auprès des facilitateurs de la Région Wallonne.

Note : tous les sites ont été revisités pour la dernière fois le 31 juillet 2008. Cette date n'est donc pas mentionnée à côté de toutes les références de sites.

« Atlas énergétique de Wallonie » (2006) - ICEDD – disponible sur le site de l'ICEDD - http://www.icedd.be/atlasenergie

« Audit solaire thermique de la maison de repos La Charmille (CPAS de Gembloux) » (2003) - 3E - disponible sur le Portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDD-7589-.html

« Audit solaire thermique de la piscine communale de Herstal » (2002) – 3E - disponible sur le Portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-4682-.html

« Audit solaire thermique de la piscine Hélios de Charleroi » (2003) – 3E - disponible sur le Portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-4682-.html

« Bilan financier-facilitateur éolien » (2007) – disponible sur demande auprès du facilitateur éolien

« Cadre administratif et législatif pour la mise en oeuvre d'une unité de biométhanisation en Région wallonne » - (2008) - A.M. PARIDAENS - disponible sur le site de Valbiom http://www.valbiom.be/index.php?url=fr/presentation-de-valbiom/nos-projets/projets-actuels/

« Cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région Wallonne. » (2002) – Cellule éolienne du Gouvernement Wallon – disponible sur le Portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/note_cellule_eolienne.PDF?IDR=423

« Chauffe-eau solaires – état du marché » (2008) – Renouvelle n°5 - disponible sur le site de l'APERe http://www.apere.org/doc/Renouvelle05.pdf

« Check-list des éléments essentiels à retrouver dans le cahier des charges pour l'exécution des travaux d'installation du chauffe-eau solaire » (2004) – 3E - disponible sur le portail de l'énergie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/installation-d'un-grande-systeme-solaire---check-list-pour-rediger-le-cahier-des-charges.PDF?IDR=1390

« Commander un audit solaire - Eléments à intégrer dans le cahier des charges » (2003) – 3E - disponible sur le Portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/commander-un-audit-solaire---cahier-des-charges-de-reference.PDF?IDR=670

« Cultivateurs d'énergie - La ferme du Faascht » (2006) – Valbiom et IRCO – disponible sur le portail de l'énergie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-2837-.html

« Cycle de formation Responsables Energie 2008 en Région bruxelloise - Production d'Eau Chaude Sanitaire grâce à l'énergie solaire dans les bâtiments tertiaires et les logements collectifs » (2008) – B. Huberlant (facilitateur énergies renouvelable en Région Bruxelloise) – disponible sur demande auprès de Mr Huberlant

« Des éoliennes en Région Wallonne » (2003) – APERe - disponible sur le Portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/des-eoliennes-en-region-wallonne.PDF?IDR=1013

« Emission zéro, coopérative d'investissement participatif dans l'éolien » - Jade Charouk - paru dans le magazine Renouvelle n°21 (3ème trimestre 2007) – disponible sur le site de l'APERe http://www.apere.org/manager/docnum/doc/doc606_2102_Emission_zero.pdf

« Etat des lieux de la filière bois-énergie » (2007) - Valbiom – disponible sur le site de Valbiom http://www.valbiom.be/files/gallery/4rb_marchal1196850192.pdf

« Etude sur l'acceptation sociale des éolienne » (2005) – APERe - disponible sur le portail de l'énergie en RW http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-2824-.html

« Evolution des prix du gaz naturel sur le marché résidentiel – juillet 2008 » (2008) – CREG - disponible sur le site de la CREG http://www.creg.be/fr/index_fr.html

« Evolution du prix des pellets et du mazout en Wallonie (juin 2008) » (2008) – Valbiom - http://www.valbiom.be/files/gallery/graphprixpelletsjuin081215592540.pdf

« Installer un grand système solaire de production d'eau chaude en Wallonie » (2002) – 3E / Institut Wallon / cellule de recherche Architecture et Climat de l'UCL - disponible sur le portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/tertiaire_systemes_solairesv251002.PDF?IDR=455

« La biométhanisation : La coopérative "Biogas un der Atert" » (2003) – Biométha – disponible sur le site de Biométha http://www.biometha.com/Fiche_biogaz_Redange-3.pdf

« La chaufferie bois automatique avec réseau de chaleur de l'espace Saint-Brisson à Saint-Brisson (Nièvre). » (2004) disponible sur le site du Parc du Morvan http://www.parcdumorvan.org/fic_bdd/pdf_fr_fichier/1151338363_1149674712_Bilanchauf9804_1101826318.pdf

«La consommation moyenne de clients résidentiels types » (2003) – CWAPE - disponible sue le site de la CWAPE http://www.cwape.be/servlet/Repository/Consommation_moyenne_%C3%A9lectric.PDF?IDR=570

« La filière bois-énergie » (2004) – Valbiom - disponible sur le site de Valbiom http://www.valbiom.be/files/gallery/la_filiere_bois_energie1196085690.pdf

« La future cogénération de Gedinne fonctionnera 100% au bois » (2004) – ICEDD - disponible sur le Portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-4724-.html

« La turbine Oméga : nouvelle (bien)venue sur nos cours d'eau !! » (2005) – M. Huart - Renouvelle n°13 - disponible sur le site de l'APERe http://www.apere.org/docnum/recherche/view_docnum.php?doc_filename=doc397_1306-turbine_Omega.pdf&num_doc=397

« Les coûts et les performances des installations de chauffage au bois » (2006) disponible sur le Portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/document---les-coûts-et-performances-des-installations-de-chauffage-au-bois.PDF?IDR=5791

« Les Nimbies et les Nin Biesses » (2007) – Jean-François VIOT - disponibles sur le site de l'APERe http://www.apere.org/docnum/recherche/view_docnum.php?doc_filename=doc674_071102_LLB_Nimby.pdf&num_doc=674

« Le chauffe-eau solaire » (?) – Energie2030 - disponible sur le Portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/brochure-technique-relative-au-solaire-thermique.PDF?IDR=1870

« Le TTCR en Bretagne » (2007) - Valbiom – disponible sur le site de Valbiom http://www.valbiom.be/files/gallery/4rb_leplus1196850444.pdf

«L'énergie solaire photovoltaïque – du soleil au courant » (2008) disponible sur le Portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/l'energie-solaire-photovoltaique-du-soleil-au-courant.PDF?IDR=9366

« L'exploitation Lenges : Production et valorisation de biogaz par cogénération » (2004) – ERBE – disponible sur le site de l'ERBE http://users.skynet.be/erbe/Documents/Fiches_projets/Fiche7.pdf

« Philippeville: Un projet brûlant pour chauffer le hall de sports, la zone de police et l'arsenal des pompiers ! » (2008) – FRW – disponible sur demande auprès du facilitateur bois-énergie.

« Plan climat : Plan d'action de la Région wallonne en matière de changements climatiques » (2001) disponible sur le portail de l'énergie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDD-6923-.html

« Plan 2003 pour la Maîtrise Durable de l´Energie à l´horizon 2010 en Wallonie » (2003) – disponible sur le Portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/plan-pour-la-maitrise-durable-de-l'-energie-du-18-decembre-2003.PDF?IDR=424

« Prescriptions urbanistiques pour le placement de capteurs solaires » (2008) – APERe - disponible sur le Portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-5083-.html

« Prix d'achat de l'énergie par les ménages » (2008) – Renouvelle n°4 – disponible sur le site de l'APERe http://www.apere.org/manager/docnum/doc/doc688_wm%200412%20Prix_achat_energie.pdf

« PV SIM – simulation photovoltaïque pour le secteur public et assimilés – notice d'explication » (2008) disponible sur demande auprès du facilitateur photovoltaïque.

« Questions-réponses sur les éoliennes » disponible sur le site de la commune de Gembloux http://www.gembloux.be/fr/Gembloux_officielle/procedures/energie/questions_reponses_eoliennes.htm

« Quick-scan solaire thermique » (2008) – disponible sur le site de l'IBGE http://www.ibgebim.be/Templates/Professionnels/Informer.aspx?id=2684&langtype=2060&detail=tab3

« Réunion de consultation du public : projet éolien citoyen 'le tige de Reux-Ronvaux' » (2007) – Vents d'Houyet / Green Invest – disponible sur demande auprès de Vents d'Houyet

« Une piscine de la botte du Hainaut se chauffe au bois… » (2004) – ICEDD - disponible sur le portail de l'énergie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-4683-.html

« UREBA – mode d'emploi » (2008) – DGTRE - disponible sr le Portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/xml/doc.html?IDD=5254

« Vade-mecum éolien à l'usage des communes » (2007) - APERe – disponible sur le Portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-2824-.html

« Vade mecum non-technologique du candidat à la réhabilitation d´un site hydroénergétique » (2003) – APERe - disponible sur le portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/vademecumhydroelectricite20030630.PDF?IDR=466

« Vade-mecum non-technologique du candidat à l'implantation d'un parc éolien » (2008) – facilitateur éolien - disponible sur le Portail de l'Energie en Région Wallonne http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/vade-mecum-eolien.PDF?IDR=464

« Vade-mecum technique et administratif relatif à la biométhanisation de biomasse humide en Région wallonne pour les installations d'une puissance maximale de 10 MWth. » (?) - IRCO - disponible sur le Portail Energie de la Région Wallonne http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-2835-.html

« Windenergie op de Noordzee: een maatschappelijke kosten-batenanalyse » (2005) - Centraal Planbureau – disponible sur le site de CPB http://www.cpb.nl/nl/pub/cpbreeksen/bijzonder/57/

Annexes

1 - Les différentes unités d'énergie et les facteurs de conversion

Dans le cadre des systèmes de production d'énergie renouvelable, la puissance d'une machine est la quantité d'énergie qu'elle peut fournir par unité de temps. La puissance s'exprime en watt (W), en kilowatt (kW = 1.000 watt), en mégawatt (MW = 1.000.000 watt) ou en gigawatt (GW = 1.000.000.000 watt).

L'énergie est la quantité de travail fournie par une machine quand elle fonctionne pendant un certain temps. Il existe beauoup d'untité différentes pour exprimer l'énergie, mais les plus connues son le joule (j) et le watt heur (Wh). 1 Wh représente l'énergie fournie par une machine qui tourne pendant une heure avec une puissance de un watt.

Figure : Facteurs de conversion entre unités d'énergie[1]

Vers De	Gcal	GJ	MWh	tep	tec
Gcal	1	4,1868	$\frac{4,1868}{3,6}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{7}$
GJ	$\frac{1}{4,1868}$	1	$\frac{1}{3,6}$	$\frac{1}{10x4,1868}$	$\frac{1}{7x4,1868}$
MWh	$\frac{3,6}{4,1868}$	3,6	1	$\frac{3,6}{10x4,1868}$	$\frac{3,6}{7x4,1868}$
tep	10	10x4,1868	$\frac{10x4,1868}{3,6}$	1	$\frac{10}{7}$
tec	7	7x4,1868	$\frac{7x4,1868}{3,6}$	$\frac{7}{10}$	1

Remarques:
k (kilo) = 10^3
M (Mega) = 10^6
G (Giga) = 10^9
T (Tera) = 10^{12}
P (Peta) = 10^{15}

[1] Figure tirée du site SPF économie http://mineco.fgov.be/energy/energy_statistics/Statistics_fr_007.htm

2 – Analyses de rentabilité des différents systèmes

Parc éolien

CALCUL*rentabilité.xls* *Version : 12-mars-08*

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Parc éolien de 10 MW - bilan défavorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : revente électricité	22 000	25.00	550 000	€/an	2%	%/an	20	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 : revente CV	22 000	80.00	1 760 000	€/an	0%	%/an	10	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Sous -total :	16 000 000	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
TVA 21%	3 360 000	€	*Total des gains :*			2 310 000	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : entretien	10	35 000.00	350 000	€/an	0%	%/an	20	années
Coût total du projet HORS subsides :	19 360 000	€	Dépense n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Taux du subside :		%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :	1 000 000	€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	1 000 000	€	*Total des dépenses :*			350 000	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	18 360 000	€	***Gain annuel net (GAN) :***			1 960 000	€/an				
Economie en énergie :	22 000 000	kWh/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	9.9	an	***TRS :***	9.4	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	10.3	an	***TRE :***	9.5	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	20	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	-1 904 230	€	***VAN :***	-904 230	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	3%	%/an	***TRI :***	4%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.044	€/kWh	***CEE :***	0.042	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	-152 800.3	€/an	***ANCO :***	-72 557.7	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Parc éolien de 10 MW - bilan favorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : revente électricité	27 500	25.00	687 500	€/an	2%	%/an	20	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 : revente CV	27 500	92.00	2 530 000	€/an	0%	%/an	10	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Sous -total :	12 000 000	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
TVA 21%	2 520 000	€	*Total des gains :*			3 217 500	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : entretien	10	32 000.00	320 000	€/an	0%	%/an	20	années
Coût total du projet HORS subsides :	14 520 000	€	Dépense n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Taux du subside :		%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :	1 000 000	€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	1 000 000	€	*Total des dépenses :*			320 000	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	13 520 000	€	***Gain annuel net (GAN) :***			2 897 500	€/an				
Economie en énergie :	27 500 000	kWh/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	5.0	an	***TRS :***	4.7	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	5.2	an	***TRE :***	4.8	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	20	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	11 312 195	€	***VAN :***	12 312 195	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	17%	%/an	***TRI :***	19%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.026	€/kWh	***CEE :***	0.025	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	907 719.8	€/an	***ANCO :***	987 962.4	€/an

Système solaire photovoltaïque

CALCUL*rentabilité.xls* *Version : 12-mars-08*

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Petit système photovoltaïque (10kW) - bilan défavorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : électricité auto-consommée	7	119.00	857	€/an	2%	%/an	30	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 : revente CV	43	80.00	3 456	€/an	-1%	%/an	15	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Sous -total :	60 000	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
TVA	12 600	€	*Total des gains :*			4 313	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : remplacement onduleur	1	155.00	155	€/an	0%	%/an	10	années
Coût total du projet HORS subsides :	72 600	€	Dépense n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Taux du subside :	30%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :	0	€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	21 780	€	*Total des dépenses :*			155	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	50 820	€	***Gain annuel net (GAN) :***			4 158	€/an				
Economie en énergie :	7 220	kWh/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	17.5	an	***TRS :***	12.2	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	-	an	***TRE :***	12.8	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	30	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	-24 970	€	***VAN :***	-3 190	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	0%	%/an	***TRI :***	4%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.335	€/kWh	***CEE :***	0.235	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	-1 624.3	€/an	***ANCO :***	-207.5	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Petit système photovoltaïque (10kW) - bilan favorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : électricité auto-consommée	9	119.00	1 012	€/an	2%	%/an	30	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 : revente CV	51	92.00	4 692	€/an	-1%	%/an	15	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Sous -total :	55 000	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
TVA	11 550	€	*Total des gains :*			5 704	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : remplacement onduleur	1	155.00	155	€/an	0%	%/an	10	années
Coût total du projet HORS subsides :	66 550	€	Dépense n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Taux du subside :	90%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :	0	€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	59 895	€	*Total des dépenses :*			155	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	6 655	€	***Gain annuel net (GAN) :***			5 549	€/an				
Economie en énergie :	8 500	kWh/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	12.0	an	***TRS :***	1.2	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	12.6	an	***TRE :***	1.3	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	30	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	-3 972	€	***VAN :***	55 923	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	4%	%/an	***TRI :***	83%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.261	€/kWh	***CEE :***	0.026	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	-258.4	€/an	***ANCO :***	3 637.9	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Grand système photovoltaïque (30kW) - bilan défavorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : électricité auto-consommée	16	119.00	1 933	€/an	2%	%/an	30	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 : revente CV	101	80.00	8 080	€/an	-1%	%/an	15	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 : revente électricité	5	54.00	292	€/an	2%	%/an	30	années
Sous -total :	165 000	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
TVA	34 650	€	*Total des gains :*			10 306	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : remplacement onduleur	1	423.00	423	€/an	0%	%/an	30	années
Coût total du projet HORS subsides :	199 650	€	Dépense n°2 : entretien et assurance	30	37.00	1 110	€/an	0%	%/an	30	années
Taux du subside :	23%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :	0	€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	44 921	€	*Total des dépenses :*			1 533	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	154 729	€	***Gain annuel net (GAN) :***			8 773	€/an				
Economie en énergie :	21 660	kWh/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	22.8	an	***TRS :***	17.6	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	-	an	***TRE :***	-	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	30	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	-103 414	€	***VAN :***	-58 492	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	-3%	%/an	***TRI :***	-1%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.307	€/kWh	***CEE :***	0.238	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	-6 727.2	€/an	***ANCO :***	-3 805.0	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Grand système photovoltaïque (30kW) - bilan favorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : électricité auto-consommée	26	119.00	3 035	€/an	2%	%/an	30	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 : revente CV	68	92.00	6 256	€/an	-1%	%/an	15	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Sous -total :	150 000	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
TVA	31 500	€	*Total des gains :*			9 291	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : remplacement onduleur	1	423.00	423	€/an	0%	%/an	30	années
Coût total du projet HORS subsides :	181 500	€	Dépense n°2 : entretien et assurance	30	37.00	1 110	€/an	0%	%/an	30	années
Taux du subside :	90%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :	0	€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	163 350	€	*Total des dépenses :*			1 533	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	18 150	€	***Gain annuel net (GAN) :***			7 758	€/an				
Economie en énergie :	25 500	kWh/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	23.4	an	***TRS :***	2.3	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	-	an	***TRE :***	2.4	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	30	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	-90 131	€	***VAN :***	73 219	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	-2%	%/an	***TRI :***	43%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.237	€/kWh	***CEE :***	0.024	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	-5 863.2	€/an	***ANCO :***	4 763.0	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Grand système photovoltaïque (30kW) - bilan favorable - hors Infrasport

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : électricité auto-consommée	26	119.00	3 035	€/an	2%	%/an	30	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 : revente CV	119	92.00	10 948	€/an	-1%	%/an	15	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Sous -total :	150 000	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
TVA	31 500	€	*Total des gains :*			13 983	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : remplacement onduleur	1	423.00	423	€/an	0%	%/an	30	années
Coût total du projet HORS subsides :	181 500	€	Dépense n°2 : entretien et assurance	30	37.00	1 110	€/an	0%	%/an	30	années
Taux du subside :	30%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :	0	€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	54 450	€	*Total des dépenses :*			1 533	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	127 050	€	***Gain annuel net (GAN) :***			12 450	€/an				
Economie en énergie :	25 500	kWh/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	14.6	an	***TRS :***	10.2	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	16.9	an	***TRE :***	10.7	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	30	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	-43 121	€	***VAN :***	11 329	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	2%	%/an	***TRI :***	6%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.237	€/kWh	***CEE :***	0.166	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	-2 805.1	€/an	***ANCO :***	737.0	€/an

Cogénération au bois

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Cogénération au bois - bilan défavorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :

Coût de l'équipement :	0	€
Coût de l'installation :	0	€
Autre coût (connexion, …) :	0	€
Sous -total :	3 000 000	€
TVA 21%	630 000	€
Coût évité par le projet :	0	€
Coût total du projet HORS subsides :	3 630 000	€
Taux du subside :	11%	%
Montant du subside :		€
Montant total des subsides :	392 040	€
Coût total du projet AVEC subsides :	3 237 960	€

Economie en énergie électrique :	1 500 000 kWh/an
Economie en énergie thermique:	3 235 294 kWh de gaz/an

Gains annuels :

	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Gain n°1 : électricité auto-consommée	750	119.00	89 250	€/an	2%	%/an	10	années
Gain n°2 : revente CV	1 650	80.00	132 000	€/an	0%	%/an	10	années
Gain n°3 : revente électricité	750	40.00	30 000	€/an	2%	%/an	10	années
Gain n°4 : reduction sur la facture de gaz/mazout de chauffage	808 824	0.07	56 618	€/an	2%	%/an	10	années
Total des gains :			307 868	€/an				
Dépense n°1 : entretien	1	75 000.00	75 000	€/an	0%	%/an	20	années
Dépense n°2 : achat des plaquettes	4 875	20.00	97 500	€/an	0%	%/an	10	années
Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Total des dépenses :			172 500	€/an				
Gain annuel net (GAN) :			135 368	€/an				

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	26.8	an	***TRS :***	23.9	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	-	an	***TRE :***	-	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	10	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	-2 438 030	€	***VAN :***	-2 045 990	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	-13%	%/an	***TRI :***	-11%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.242	€/kWh	***CEE :***	0.216	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	-315 736.0	€/an	***ANCO :***	-264 965.1	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Cogénération au bois - bilan favorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : électricité auto-consommée	1 238	119.00	147 263	€/an	2%	%/an	10	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 : revente CV	3 300	92.00	303 600	€/an	0%	%/an	10	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 : revente électricité	413	40.00	16 500	€/an	2%	%/an	10	années
Sous -total :	2 500 000	€	Gain n°4 : reduction sur la facture de gaz/mazout de chauffage	3 558 823	0.07	249 118	€/an	2%	%/an	10	années
TVA 21%	525 000	€	*Total des gains :*			716 480	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : entretien	1	65 000.00	65 000	€/an	0%	%/an	20	années
Coût total du projet HORS subsides :	3 025 000	€	Dépense n°2 : achat des plaquettes	5 362	15.00	80 430	€/an	0%	%/an	10	années
Taux du subside :	50%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :		€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	1 512 500	€	*Total des dépenses :*			145 430	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	1 512 500	€	***Gain annuel net (GAN) :***			571 050	€/an				

Economie en énergie électrique :	1 650 000	kWh/an
Economie en énergie thermique:	3 558 823	kWh de gaz/an

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	5.3	an	***TRS :***	2.6	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	5.3	an	***TRE :***	2.7	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	10	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	1 728 894	€	***VAN :***	3 241 394	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	15%	%/an	***TRI :***	38%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.183	€/kWh	***CEE :***	0.092	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	223 899.7	€/an	***ANCO :***	419 775.4	€/an

Chaufferie au bois

CALCUL*rentabilité.xls* *Version : 12-mars-08*

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Chaufferie au bois 400kW - remplacement d'une chaudière existante - défavorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : reduction sur la facture de gaz/mazout de chauffage	1 200 000	0.07	84 000	€/an	2%	%/an	20	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 :	0	0.00	0	€/an	2%	%/an	10	années
Sous -total :	120 000	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	2%	%/an	10	années
TVA 21%	25 200	€	*Total des gains :*			84 000	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : entretien	1	1 400.00	1 400	€/an	0%	%/an	20	années
Coût total du projet HORS subsides :	145 200	€	Dépense n°2 : achat des plaquettes	1 034	20.00	20 680	€/an	0%	%/an	20	années
Taux du subside :	30%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :		€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	43 560	€	*Total des dépenses :*			22 080	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	101 640	€	***Gain annuel net (GAN) :***			61 920	€/an				
Economie en énergie thermique :	1 200 000	kWh/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	2.3	an	***TRS :***	1.6	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	2.4	an	***TRE :***	1.7	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	20	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	836 166	€	***VAN :***	879 726	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	46%	%/an	***TRI :***	65%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.006	€/kWh	***CEE :***	0.004	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	67 096.1	€/an	***ANCO :***	70 591.5	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Chaufferie au bois 400kW - remplacement d'une chaudière existante - favorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : reduction sur la facture de gaz/mazout de chauffage	1 200 000	0.07	84 000	€/an	2%	%/an	20	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 :	0	0.00	0	€/an	2%	%/an	10	années
Sous -total :	90 000	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	2%	%/an	10	années
TVA 21%	18 900	€	*Total des gains :*			84 000	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : entretien	1	1 400.00	1 400	€/an	0%	%/an	20	années
Coût total du projet HORS subsides :	108 900	€	Dépense n°2 : achat des plaquettes	1 034	15.00	15 510	€/an	0%	%/an	20	années
Taux du subside :	90%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :		€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	98 010	€	*Total des dépenses :*			16 910	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	10 890	€	***Gain annuel net (GAN) :***			67 090	€/an				
Economie en énergie thermique :	1 200 000	kWh/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	1.6	an	***TRS :***	0.2	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	1.6	an	***TRE :***	0.2	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	20	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	936 896	€	***VAN :***	1 034 906	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	66%	%/an	***TRI :***	634%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.005	€/kWh	***CEE :***	0.000	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	75 178.9	€/an	***ANCO :***	83 043.5	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Chaufferie au bois 400kW - nouvelle installation avec réseau de chaleur - défavorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : reduction sur la facture de gaz/mazout de chauffage	1 393 000	0.07	97 510	€/an	2%	%/an	20	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 :	0	0.00	0	€/an	2%	%/an	10	années
Sous -total :	700 000	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	2%	%/an	10	années
TVA 21%	147 000	€	*Total des gains :*			97 510	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : entretien	1	1 400.00	1 400	€/an	0%	%/an	20	années
Coût total du projet HORS subsides :	847 000	€	Dépense n°2 : achat des plaquettes	1 393	20.00	27 860	€/an	0%	%/an	20	années
Taux du subside :	30%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :		€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	254 100	€	*Total des dépenses :*			29 260	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	592 900	€	***Gain annuel net (GAN) :***			68 250	€/an				
Economie en énergie thermique :	1 393 000	kWh de gaz ou mazout/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	12.4	an	***TRS :***	8.7	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	11.0	an	***TRE :***	8.0	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	20	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	246 980	€	***VAN :***	501 080	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	8%	%/an	***TRI :***	13%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.030	€/kWh	***CEE :***	0.021	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	19 818.3	€/an	***ANCO :***	40 207.9	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Chaufferie au bois 400kW - nouvelle installation avec réseau de chaleur - favorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : reduction sur la facture de gaz/mazout de chauffage	1 393 000	0.07	97 510	€/an	2%	%/an	20	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 :	0	0.00	0	€/an	2%	%/an	10	années
Sous -total :	600 000	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	2%	%/an	10	années
TVA 21%	126 000	€	*Total des gains :*			97 510	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : entretien	1	1 400.00	1 400	€/an	0%	%/an	20	années
Coût total du projet HORS subsides :	726 000	€	Dépense n°2 : achat des plaquettes	1 393	15.00	20 895	€/an	0%	%/an	20	années
Taux du subside :	58%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :		€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	418 176	€	*Total des dépenses :*			22 295	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	307 824	€	***Gain annuel net (GAN) :***			75 215	€/an				
Economie en énergie thermique :	1 393 000	kWh de gaz ou mazout/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	9.7	an	***TRS :***	4.1	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	8.9	an	***TRE :***	4.0	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	20	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	454 779	€	***VAN :***	872 955	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	11%	%/an	***TRI :***	27%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.026	€/kWh	***CEE :***	0.011	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	36 492.6	€/an	***ANCO :***	70 048.2	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Unité de biométhanisation (1MW) - bilan défavorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : électricité auto-consommée	2 000	119.00	238 000	€/an	2%	%/an	10	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 : revente CV	8 800	80.00	704 000	€/an	0%	%/an	10	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 : revente électricité	6 000	40.00	240 000	€/an	2%	%/an	10	années
Sous -total :	8 000 000	€	Gain n°4 : reduction sur la facture de gaz/mazout de chauffage	10 240 000	0.07	716 800	€/an	2%	%/an	10	années
TVA 21%	1 680 000	€	*Total des gains :*			1 898 800	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : entretien	1	75 000.00	75 000	€/an	0%	%/an	10	années
Coût total du projet HORS subsides :	9 680 000	€	Dépense n°2 : achat des intrants	1	230 181.00	230 181	€/an	0%	%/an	10	années
Taux du subside :	30%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :		€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	2 904 000	€	*Total des dépenses :*			305 181	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	6 776 000	€	***Gain annuel net (GAN) :***			1 593 619	€/an				
Economie en énergie électrique :	8 000 000	kWh/an									
Economie en énergie thermique:	10 240 000	kWh de gaz/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	6.1	an	***TRS :***	4.3	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	6.0	an	***TRE :***	4.3	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	10	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	3 622 125	€	***VAN :***	6 526 125	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	12%	%/an	***TRI :***	21%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.121	€/kWh	***CEE :***	0.085	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	469 081.8	€/an	***ANCO :***	845 163.1	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Unité de biométhanisation (1MW) - bilan favorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : électricité auto-consommée	6 000	119.00	714 000	€/an	2%	%/an	10	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 : revente CV	16 000	92.00	1 472 000	€/an	0%	%/an	10	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 : revente électricité	2 000	40.00	80 000	€/an	2%	%/an	10	années
Sous -total :	4 000 000	€	Gain n°4 : reduction sur la facture de gaz/mazout de chauffage	12 112 000	0.07	847 840	€/an	2%	%/an	10	années
TVA 21%	840 000	€	*Total des gains :*			3 113 840	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : entretien	1	65 000.00	65 000	€/an	0%	%/an	20	années
Coût total du projet HORS subsides :	4 840 000	€	Dépense n°2 : achat des intrants	1	76 727.00	76 727	€/an	0%	%/an	10	années
Taux du subside :	35%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :		€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	1 694 000	€	*Total des dépenses :*			141 727	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	3 146 000	€	***Gain annuel net (GAN) :***			2 972 113	€/an				
Economie en énergie électrique :	8 000 000	kWh/an									
Economie en énergie thermique:	12 112 000	kWh de gaz/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	1.6	an	***TRS :***	1.1	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	1.7	an	***TRE :***	1.1	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	10	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	19 479 381	€	***VAN :***	21 173 381	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	63%	%/an	***TRI :***	97%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.061	€/kWh	***CEE :***	0.039	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	2 522 669.0	€/an	***ANCO :***	2 742 049.8	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Petite installation hydro-énergétique (10 kW)- bilan défavorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : électricité auto-consommée	50	119.00	5 950	€/an	2%	%/an	50	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 : revente CV	50	80.00	4 000	€/an	2%	%/an	10	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Sous -total :	80 000	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
TVA	16 800	€	*Total des gains :*			9 950	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : entretien	1	995.00	995	€/an	0%	%/an	50	années
Coût total du projet HORS subsides :	96 800	€	Dépense n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Taux du subside :	30%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :	0	€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	29 040	€	*Total des dépenses :*			995	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	67 760	€	***Gain annuel net (GAN) :***			8 955	€/an				
Economie en énergie :	50 000	kWh/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	10.8	an	***TRS :***	7.6	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	10.4	an	***TRE :***	7.3	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	50	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	22 018	€	***VAN :***	51 058	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	7%	%/an	***TRI :***	12%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.039	€/kWh	***CEE :***	0.027	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	1 206.1	€/an	***ANCO :***	2 796.8	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Petite installation hydro-énergétique (10 kW)- bilan favorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : électricité auto-consommée	60	119.00	7 140	€/an	2%	%/an	50	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 : revente CV	60	92.00	5 520	€/an	2%	%/an	10	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Sous -total :	30 000	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
TVA	6 300	€	*Total des gains :*			12 660	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : entretien	1	1 266.00	1 266	€/an	0%	%/an	50	années
Coût total du projet HORS subsides :	36 300	€	Dépense n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Taux du subside :	90%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :	0	€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	32 670	€	*Total des dépenses :*			1 266	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	3 630	€	***Gain annuel net (GAN) :***			11 394	€/an				
Economie en énergie :	60 000	kWh/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	3.2	an	***TRS :***	0.3	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	3.2	an	***TRE :***	0.3	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	50	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	111 427	€	***VAN :***	144 097	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	33%	%/an	***TRI :***	322%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.012	€/kWh	***CEE :***	0.001	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	6 103.6	€/an	***ANCO :***	7 893.2	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Grande installation hydro-énergétique (300 kW)- bilan défavorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : électricité auto-consommée	375	119.00	44 625	€/an	2%	%/an	50	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 : revente CV	1 500	80.00	120 000	€/an	0%	%/an	10	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 : revente électricité	1 125	40.00	45 000	€/an	2%	%/an	50	années
Sous -total :	2 400 000	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
TVA	504 000	€	*Total des gains :*			209 625	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : entretien	1	20 962.50	20 963	€/an	0%	%/an	50	années
Coût total du projet HORS subsides :	2 904 000	€	Dépense n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Taux du subside :	8%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :	0	€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	217 800	€	*Total des dépenses :*			20 963	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	2 686 200	€	***Gain annuel net (GAN) :***			188 663	€/an				
Economie en énergie :	1 500 000	kWh/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	15.4	an	***TRS :***	14.2	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	21.0	an	***TRE :***	18.8	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	50	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	-744 450	€	***VAN :***	-526 650	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	2%	%/an	***TRI :***	3%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.039	€/kWh	***CEE :***	0.036	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	-40 778.5	€/an	***ANCO :***	-28 848.2	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Grande installation hydro-énergétique (300 kW)- bilan favorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : électricité auto-consommée	1 350	119.00	160 650	€/an	2%	%/an	50	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 : revente CV	1 800	92.00	165 600	€/an	0%	%/an	10	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 : revente électricité	450	40.00	18 000	€/an	2%	%/an	50	années
Sous -total :	900 000	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
TVA	189 000	€	*Total des gains :*			344 250	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : entretien	1	34 425.00	34 425	€/an	0%	%/an	50	années
Coût total du projet HORS subsides :	1 089 000	€	Dépense n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Taux du subside :	27%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :	0	€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	294 030	€	*Total des dépenses :*			34 425	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	794 970	€	***Gain annuel net (GAN) :***			309 825	€/an				
Economie en énergie :	1 800 000	kWh/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	3.5	an	***TRS :***	2.6	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	3.6	an	***TRE :***	2.6	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	50	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	2 682 717	€	***VAN :***	2 976 747	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	28%	%/an	***TRI :***	40%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.012	€/kWh	***CEE :***	0.009	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	146 950.5	€/an	***ANCO :***	163 056.5	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Petit système solaire thermique (50m²) - défavorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : reduction sur la facture de gaz/mazout de chauffage	23 529	0.07	1 647	€/an	2%	%/an	25	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 :	0	0.00	0	€/an	2%	%/an	10	années
Sous -total :	68 400	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	2%	%/an	10	années
TVA 21%	14 364	€	*Total des gains :*			1 647	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : entretien	1	0.00	350	€/an	0%	%/an	25	années
Coût total du projet HORS subsides :	82 764	€	Dépense n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	0	années
Taux du subside :	30%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :		€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	24 829	€	*Total des dépenses :*			350	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	57 935	€	***Gain annuel net (GAN) :***			1 297	€/an				
Economie en énergie thermique :	23 529	kWh/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	63.8	an	***TRS :***	44.7	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	-	an	***TRE :***	-	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	25	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	-58 828	€	***VAN :***	-33 999	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	#NUM!	%/an	***TRI :***	-2%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.141	€/kWh	***CEE :***	0.098	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	-4 174.0	€/an	***ANCO :***	-2 412.3	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Petit système solaire thermique (50m²) - favorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : reduction sur la facture de gaz/mazout de chauffage	35 294	0.07	2 471	€/an	2%	%/an	25	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 :	0	0.00	0	€/an	2%	%/an	10	années
Sous -total :	63 400	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	2%	%/an	10	années
TVA 21%	13 314	€	*Total des gains :*			2 471	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : entretien	1	0.00	350	€/an	0%	%/an	25	années
Coût total du projet HORS subsides :	76 714	€	Dépense n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	0	années
Taux du subside :	90%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :		€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	69 043	€	*Total des dépenses :*			350	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	7 671	€	***Gain annuel net (GAN) :***			2 121	€/an				
Economie en énergie thermique :	35 294	kWh/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	36.2	an	***TRS :***	3.6	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	-	an	***TRE :***	3.6	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	25	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	-38 343	€	***VAN :***	30 700	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	0%	%/an	***TRI :***	31%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.087	€/kWh	***CEE :***	0.009	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	-2 720.5	€/an	***ANCO :***	2 178.2	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Grand système solaire thermique (500m²) - défavorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : reduction sur la facture de gaz/mazout de chauffage	235 294	0.07	16 471	€/an	2%	%/an	25	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 :	0	0.00	0	€/an	2%	%/an	10	années
Sous -total :	392 000	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	2%	%/an	10	années
TVA 21%	82 320	€	*Total des gains :*			16 471	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : entretien	0	0.00	3 500	€/an	0%	%/an	25	années
Coût total du projet HORS subsides :	474 320	€	Dépense n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	0	années
Taux du subside :	30%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :		€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	142 296	€	*Total des dépenses :*			3 500	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	332 024	€	***Gain annuel net (GAN) :***			12 971	€/an				
Economie en énergie thermique :	235 294	kWh/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	36.6	an	***TRS :***	25.6	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	-	an	***TRE :***	20.5	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	25	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	-234 955	€	***VAN :***	-92 659	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	0%	%/an	***TRI :***	2%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.081	€/kWh	***CEE :***	0.056	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	-16 670.7	€/an	***ANCO :***	-6 574.4	€/an

CALCUL*rentabilité.xls*

Version : 12-mars-08

Calcul de la rentabilité d'un projet

Remise à zéro

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Intitulé du projet : Grand système solaire thermique (500m²) - favorable

Encodage des flux financiers

Coût total du projet :			**Gains annuels :**	Qtt	Prix/Qtt	Prix		*Variation annuelle*		Durée	
Coût de l'équipement :	0	€	Gain n°1 : reduction sur la facture de gaz/mazout de chauffage	352 941	0.07	24 706	€/an	2%	%/an	25	années
Coût de l'installation :	0	€	Gain n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Autre coût (connexion, …) :	0	€	Gain n°3 :	0	0.00	0	€/an	2%	%/an	10	années
Sous -total :	342 000	€	Gain n°4 :	0	0.00	0	€/an	2%	%/an	10	années
TVA 21%	71 820	€	*Total des gains :*			24 706	€/an				
Coût évité par le projet :	0	€	Dépense n°1 : entretien	0	0.00	3 500	€/an	0%	%/an	25	années
Coût total du projet HORS subsides :	413 820	€	Dépense n°2 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	0	années
Taux du subside :	90%	%	Dépense n°3 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant du subside :		€	Dépense n°4 :	0	0.00	0	€/an	0%	%/an	10	années
Montant total des subsides :	372 438	€	*Total des dépenses :*			3 500	€/an				
Coût total du projet AVEC subsides :	41 382	€	***Gain annuel net (GAN) :***			21 206	€/an				
Economie en énergie thermique :	352 941	kWh/an									

Calcul de la rentabilité

HORS subsides :			**AVEC subsides :**		
Temps de Retour Simple (TRS) :	19.5	an	***TRS :***	2.0	an
Temps de Retour Elaboré (TRE) :	16.7	an	***TRE :***	2.0	an
Taux d'actualisation :	5%	%/an			
Durée de vie économique :	25	an			
Valeur Actualisée Nette (VAN) :	-30 108	€	***VAN :***	342 330	€
Taux de Rentabilité Interne (TRI) :	4%	%/an	***TRI :***	55%	%/an
Coût du kWh Economisé (CEE) :	0.047	€/kWh	***CEE :***	0.005	€/kWh
Annuité équivalente (ANCO)	-2 136.3	€/an	***ANCO :***	24 289.1	€/an