



PELISSIER Loïc
Chargé de projets
07 61 64 60 52

loic.pelissier@methaneva.eu

www.methaneva.eu



Expertise installation M. Devillairs (GAEC ferme bio de they)

Sorans Breurey (70)

- 1. Rappel des problèmes**
- 2. Gisement**
- 3. Dimensionnement**
- 4. Investissements**
- 5. Bilan économique**
- 6. Planning**

- Production actuelle de 60 kWé au lieu de 120 kWé
- Système Agrofutur ne fonctionne pas
- Difficulté d'introduire des matières solides dans le digesteur car absence de trémie
- Système de mesure du niveau biogaz non adapté
- Soupape post-digesteur non adaptée
- Difficulté de pilotage et suivi de l'installation par manque ou mauvaise instrumentation

- Faire les investissements supplémentaires pour fonctionner à ~100 kW_é en moyenne pour rentabiliser l'installation
- Réduire le temps perdu pour le chargement et déchargement du digesteur
- Avoir une capacité de stockage du digestat suffisante (5 – 6 mois)
- Avoir un bon suivi et pilotage de l'installation.

1. Rappel des problèmes
2. **Gisement**
3. Dimensionnement
4. Investissements
5. Bilan économique
6. Planning

| Type de déchets | Quantité (tMB/an) | % MS | tMS/an | %MO | tMO/an | Nm3 bz/tMO | % CH4 | P élec (kWé) | P therm (kWth) |
|--------------------------------------------|-------------------|------|--------|-----|--------|------------|-------|--------------|----------------|
| | 6 220 | 19% | 1 176 | 80% | 944 | 444 | 59% | 102 | 133 |
| Lisier de bovins | 1600 | 8% | 128 | 77% | 98 | 318 | 60% | 8 | 10 |
| Fumier porcin | 400 | 30% | 120 | 84% | 100 | 395 | 60% | 10 | 13 |
| Fumier de bovins pailleux | 850 | 25% | 213 | 80% | 169 | 369 | 59% | 15 | 20 |
| Fumier de bovins frais | 1 000 | 20% | 200 | 80% | 160 | 400 | 59% | 15 | 20 |
| Poussières, résidus et déchets de céréales | 200 | 88% | 176 | 91% | 161 | 540 | 61% | 21 | 28 |
| Eaux vertes | 750 | 1% | 8 | 80% | 6 | 318 | 60% | 0 | 1 |
| Dechet amidonnerie | 720 | 17% | 122 | 58% | 71 | 500 | 58% | 8 | 11 |
| Ensilage d'herbe | 700 | 30% | 210 | 85% | 179 | 547 | 60% | 24 | 31 |

- La mise en place de **700 t/an d'ensilage d'interculture** permettront d'atteindre les 100 kWé. Suivant l'interculture et le rendement, entre 40 et 50 ha seront nécessaire.
- La récupération des déchets **d'amidonnerie coûte chère (20 €/t)** et produit peu. D'autres déchets moins cher pourront venir en substitution pour optimiser le bilan économique (ensilage interculture supplémentaires, fumiers...)
- Les déchets de céréales sont à un prix intéressant 8 €/t, il est important de les conserver dans la ration.

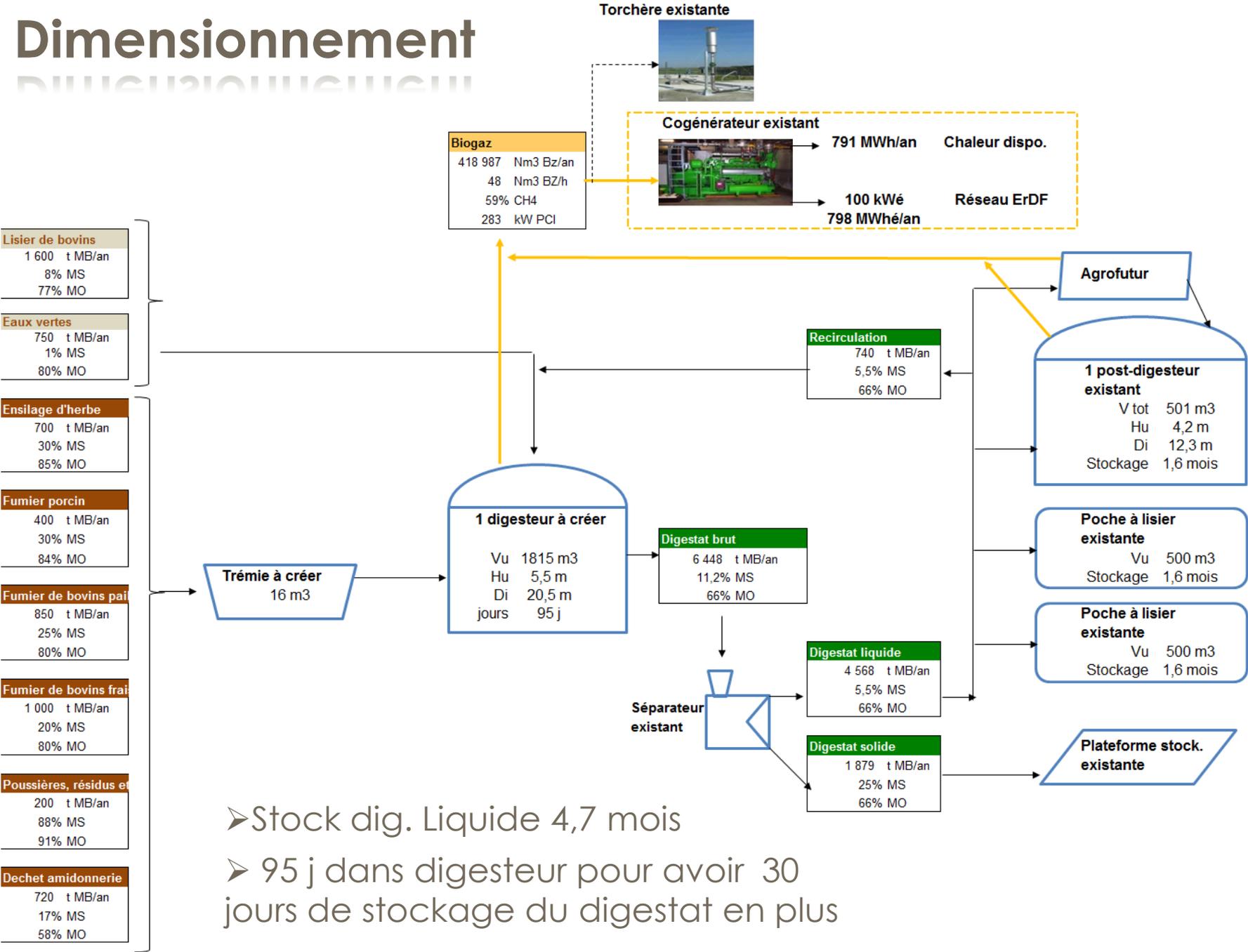
1. Rappel des problèmes
2. Gisement
- 3. Dimensionnement**
4. Investissements
5. Bilan économique
6. Planning

- Le temps de séjour dans le **digesteur** n'est que de 27 jours → insuffisant pour dégrader les fumiers. Charge trop élevée.
- La **capacité de stockage** n'est que de 3 mois → insuffisant pour respecter le plan d'épandage (5 – 6 mois nécessaire)
- Le caisson Agrofutur n'est pas utilisé. Il pourrait être utilisé sur la phase liquide du digestat pour récupérer quelques % de biogaz supplémentaires sans risques de colmatage des filtres Agrofutur.

→ Nécessité de mettre en place un digesteur principal et du stockage supplémentaire du digestat.

→ Utilisation du caisson Agrofutur en Post-digestion sur la phase liquide après séparation de phase.

Dimensionnement

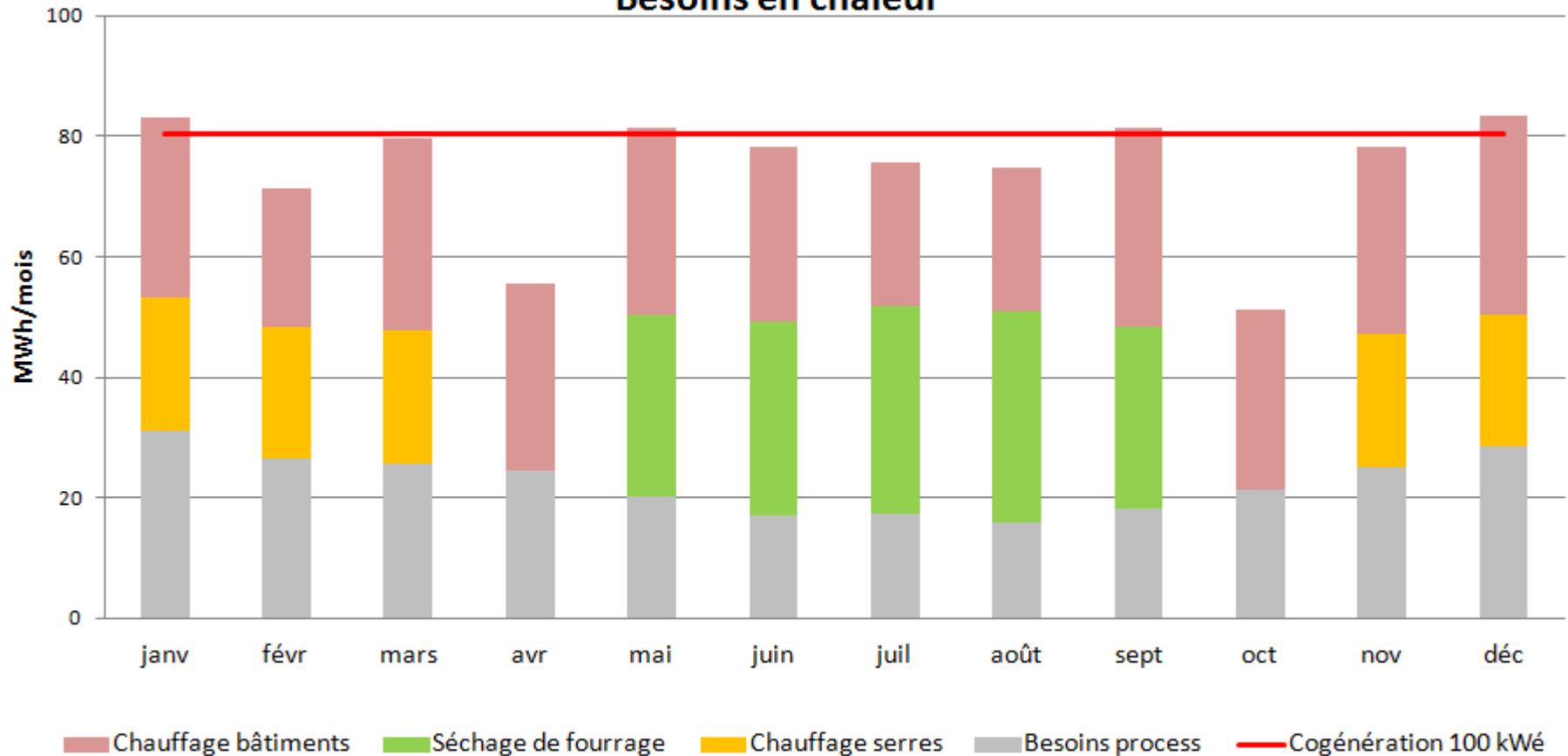


- Stock dig. Liquide 4,7 mois
- 95 j dans digesteur pour avoir 30 jours de stockage du digestat en plus

- **1 digesteur de 1800 m3 utiles** qui servira également de stockage 1 mois du digestat afin de ne pas avoir à créer de cuves ou poche de stockage supplémentaire (contrainte de place, coût et gestion des flux)
- **1 trémie broyeuse de 16 m3** permettant l'insertion et le broyage des solides dans le digesteur
- **Une pompe centrale et la tuyauterie** pour simplifier les transferts des liquides entre les différents équipements et cuves

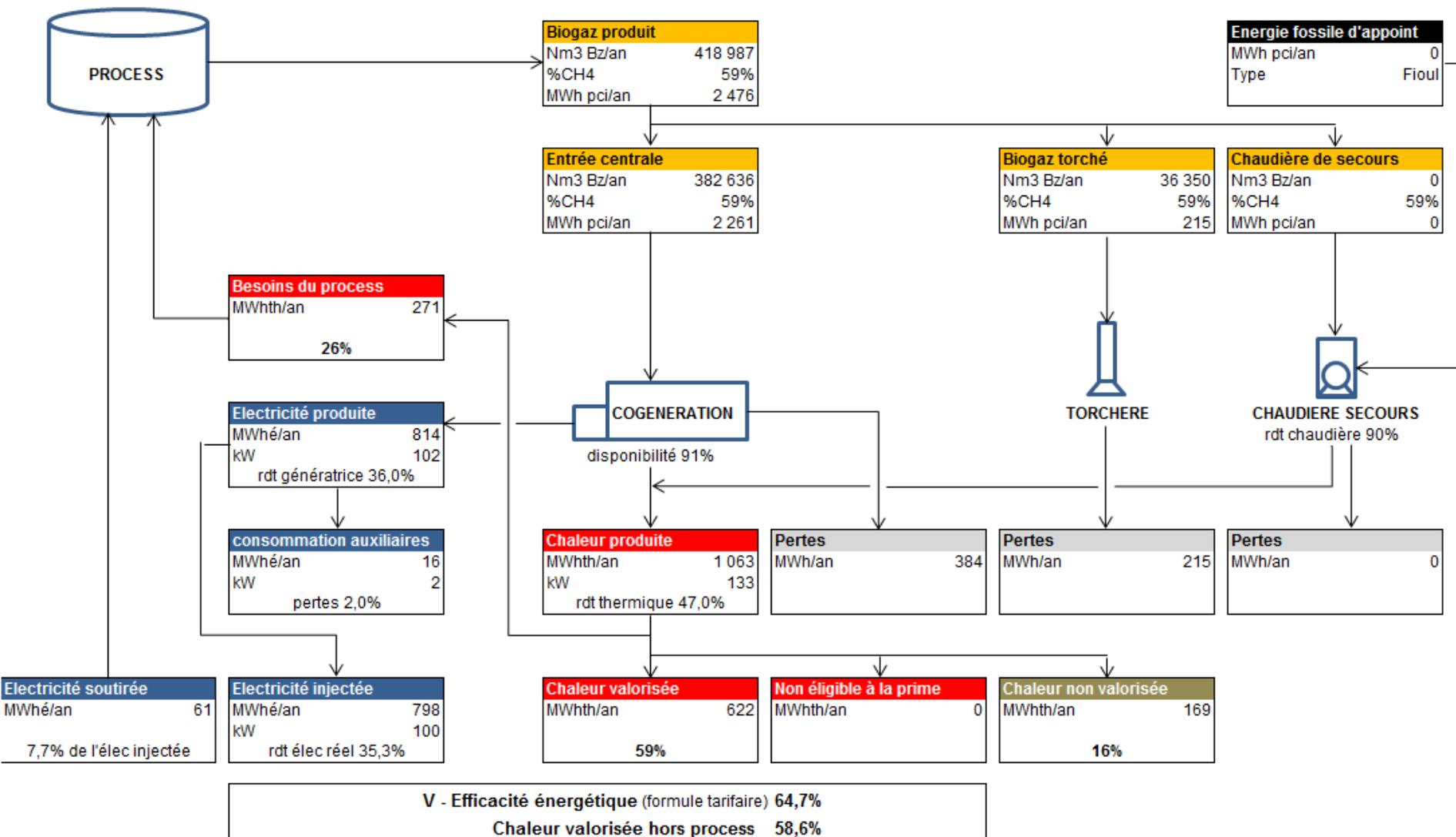
- **Chauffage de bâtiments existants** : 2 gites, 1 habitation, 1 piscine
- **Chauffage de 3 serres de maraichage** durant 5 mois d'hivers (actuellement non chauffée car pas assez de chaleur produite).
- **Sécheur de fourrage** de mai à septembre. Des adaptations sont encore nécessaires pour utiliser la chaleur du cogénérateur à la place du fioul.

Besoins en chaleur



- Au moins 85% de la chaleur sera valorisée sur l'année.
- Les besoins en chaleur correspondent bien à la production de chaleur du cogénérateur

Bilan énergétique



Efficacité énergétique presque maximal (65%) → tarif électrique quasi maximum.

1. Rappel des problèmes
2. Gisement
3. Dimensionnement 120 kWé
- 4. Investissements**
5. Bilan économique
6. Planning

| Equipements | | Paramètres | Qtté | 83 200 € | 6,9% |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|------|-----------|-------|
| | Compteur biogaz | Sortie digesteur et post-digesteur | 2 | 3 000 € | |
| | Soupape post-digesteur | | 1 | 2 500 € | |
| | Pompe et vannes | | 1 | 10 000 € | |
| | Débitmètre liquide | | 1 | 4 000 € | |
| | Système de mesure niveau biogaz | | 1 | 1 500 € | |
| | Sonde pH | | 1 | 3 000 € | |
| | Trémie broyeuse sur pesons | 16 m3 | 1 | 59 200 € | |
| Cuverie | | Paramètres | Qtté | 268 861 € | 22,4% |
| Digesteur | | | | | |
| | Terrassement cuve | Provision | 1 | 25 000 € | |
| | Etude béton, installation chantier | obligatoire pour décennale | 1 | 10 000 € | |
| | Génie civil | Di : 20,5m , Vu : 1800 m3 | 1 | 75 600 € | |
| | Pilier central | béton 6m | 1 | 3 500 € | |
| | Chauffage digesteur | tube PE coulé dans le voile | 1 | 9 200 € | |
| | Protection du ciel gazeux | polypropylène + résine | 1 | 9 000 € | |
| | Charpente et plancher | fourniture et pose | 1 | 21 454 € | |
| | Isolation | polystyrène extrudé | 1 | 23 907 € | |
| | Bardage | bardage sur 4 m | 1 | 9 500 € | |
| | Réservations | provision | 1 | 3 000 € | |
| | Trou d'homme | | 1 | 2 900 € | |
| | Hublots avec lampe ATEX | | 1 | 2 200 € | |
| | Soupape de sur et sous pression | | 1 | 2 500 € | |
| | Rail de fixation de la bâche + chambre à air | | 1 | 4 600 € | |
| | Bâche EPDM simple | 450 m ² | 1 | 4 500 € | |
| | Passerelle | | 1 | 5 000 € | |
| | Agitateur | 2 agitateurs sur potence | 2 | 30 000 € | |
| Tuyauterie et électricité process : | | | | | |
| | Tuyauterie | provision | 1 | 15 000 € | |
| | Electricité | | 1 | 10 000 € | |
| | Mise à jour automate | | 1 | 2 000 € | |

| | | | | | |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------|--------------------|--------------|
| Valorisation du biogaz | | <i>Paramètres</i> | Qtté | 20 000 € | 1,7% |
| Valorisation chaleur | | | | | |
| | Réseau de chaleur | <i>salle de traite + bureau</i> | 1 | 10 000 € | |
| | Sécheur de fourrage | <i>adaptation sécheur existant</i> | 1 | 10 000 € | |
| Etudes et ingénierie | | <i>Paramètres</i> | Qtté | 61 700 € | 5,1% |
| | Contrôleur technique et sécurité | <i>CT et CSPS</i> | 1 | 3 000 € | |
| | Mise à jour ICPE | | 1 | 2 000 € | |
| | Sélection des entreprises, préparation chantier | | 1 | 13 200 € | |
| | Suivi de chantier et mise en service | <i>Maîtrise d'œuvre</i> | 1 | 41 000 € | |
| | Assurance chantier | <i>assurance du maître d'ouvrage</i> | 1 | 2 500 € | |
| Investissement supplémentaires | | | | 433 761 € | 36% |
| <i>Investissement supplémentaire unitaire</i> | | | | <i>3 615 €/kW</i> | |
| Investissements déjà réalisés | | | Qtté | 765 000 € | 63,8% |
| | Budget initial | | 1 | 505 000 € | |
| | Imprévus | | 1 | 260 000 € | |
| Investissement total du projet | | | | 1 198 761 € | 100% |
| <i>Investissement unitaire du projet</i> | | | | <i>9 990 €/kW</i> | |

- Possibilité d'autoconstruction sur certains points suivant acceptabilité ADEME : isolation, bardage, plancher, terrassement
- Mise en concurrence des entreprises sur le matériel principal: génie civil et trémie

1. Rappel des problèmes
2. Gisement
3. Dimensionnement 60 kWé
4. Dimensionnement 150 KWé
5. Investissements
- 6. Bilan économique**
7. Planning

Recettes :

- Vente d'électricité : montée en charge progressive sur 3 ans depuis mi-2012.

Production de 800 MWh/an à 20,46 c€/kWh

Charges :

- Consommation électrique de l'installation 60 MWh/an à 9c€/kWh
- Interculture : 700 t/an à 13 €/t
- Issue de céréales : 200 t/an à 6€/t
- Déchets amidonnerie : 700 t/an à 20€/t
- Provision pour entretien de l'unité de méthanisation 1.3 à 2%
- Contrat cogénération : 2 €/h de fonctionnement + provision de 30 k€ pour révision à 8 ans
- Epandage de digestat excédentaire : 2000 t/an à 2.5 €/t
- Assurance : 0.6 % de l'investissement
- Main d'œuvre : 7 h/semaine à 12 €/h
- Suivi biologique : 100 €/mois
- Ligne ADSL et abonnement EDF :4800 €/mois (informations fournies par le client)

Excédent brut d'exploitation

| Année | 2012 | 2013 | 2014 | TOTAL | |
|--------------------------------------|----------|-----------|-----------|-------------|------|
| Recettes d'exploitation | 40 kW | 70 kW | 100 kW | | |
| Vente d'électricité | 66 279 € | 117 728 € | 170 706 € | 2 614 318 € | |
| Total recettes d'exploitation | 66 279 € | 117 728 € | 170 706 € | 2 614 318 € | |
| Charges d'exploitation | | | | | |
| Approvisionnement | 12 361 € | 22 064 € | 32 150 € | 506 392 € | 38% |
| Consommation électrique | 2 256 € | 4 026 € | 5 867 € | 92 413 € | 7% |
| Intercultures | 3 713 € | 6 627 € | 9 657 € | 152 108 € | 11% |
| issues de céréales | 680 € | 1 214 € | 1 769 € | 27 859 € | 2% |
| Déchet amidonnerie | 5 712 € | 10 196 € | 14 857 € | 234 012 € | 18% |
| Entretien et maintenance | 16 265 € | 23 831 € | 27 448 € | 443 045 € | 33% |
| Provision unité de méthanisation | 4 025 € | 7 185 € | 10 469 € | 164 897 € | 12% |
| Contrat cogénération | 12 240 € | 16 646 € | 16 979 € | 278 149 € | 21% |
| Logistique | 2 040 € | 3 641 € | 5 306 € | 83 576 € | 6% |
| Epandage supplémentaire | 2 040 € | 3 641 € | 5 306 € | 83 576 € | 6% |
| Autres charges | 17 534 € | 17 885 € | 18 243 € | 303 226 € | 23% |
| Assurances | 6 959 € | 7 098 € | 7 240 € | 120 342 € | 9% |
| Main d'œuvre | 4 455 € | 4 544 € | 4 635 € | 77 048 € | 6% |
| Suivi biologique | 1 224 € | 1 248 € | 1 273 € | 21 167 € | 2% |
| ADSL +EDF | 4 896 € | 4 994 € | 5 094 € | 84 669 € | 6% |
| Total charges d'exploitation | 48 200 € | 67 421 € | 83 147 € | 1 336 239 € | 100% |
| Excédent Brut d'Exploitation | 18 079 € | 50 307 € | 87 559 € | 1 278 079 € | |

Part des charges importantes

| Calcul des ratios économiques | sans subvention | avec subvention | | | | | demande de subvention |
|--------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|
| Taux de subvention (p/r à l'investissement total) | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 45% |
| Investissement total | 1 198 761 € | 1 198 761 € | 1 198 761 € | 1 198 761 € | 1 198 761 € | 1 198 761 € | 1 198 761 € |
| dont fonds propres | 59 938 € | 53 944 € | 47 950 € | 41 957 € | 35 963 € | 29 969 € | 32 966 € |
| dont emprunt bancaire | 1 138 823 € | 1 024 941 € | 911 059 € | 797 176 € | 683 294 € | 569 412 € | 626 353 € |
| dont subvention | 0 € | 119 876 € | 239 752 € | 359 628 € | 479 504 € | 599 381 € | 539 443 € |
| Excédent Brut d'Exploitation (EBE) moyen sur 15 ans | 75 700 €/an | 75 700 €/an | 75 700 €/an | 75 700 €/an | 75 700 €/an | 75 700 €/an | 75 700 €/an |
| Temps de retour brut (TRB) | 15,8 ans | 14,3 ans | 12,7 ans | 11,1 ans | 9,5 ans | 7,9 ans | 8,7 ans |
| Taux de rentabilité interne (TRI projet) | 0,1% | 1,7% | 3,3% | 5,2% | 7,5% | 10,7% | 9,0% |
| Valeur Actualisée Nette de l'EBE (VAN _{EBE}) | -348 416 € | -228 540 € | -108 664 € | 11 212 € | 131 088 € | 250 965 € | 191 026 € |
| Temps de retour actualisé (TRA) | 27,0 ans | 22,0 ans | 18,0 ans | 14,7 ans | 11,8 ans | 9,3 ans | 10,6 ans |
| Taux d'enrichissement au capital (TEC) | -0,29 | -0,21 | -0,11 | 0,01 | 0,18 | 0,42 | 0,29 |

Rentabilité du projet à partir de 45 % de subvention sur le projet global.

Pour 45% de subvention soit 539 k€ (dont 285 k€ déjà acquis) :

- TRB : 8.7 ans
- TRI : 9 %
- Résultat net après impôt : 242 k€ sur 15 ans soit 16 k€/an

➤ Besoin en subvention élevé car :

- Montée en charge sur 3 ans
- Puissance atteinte 100 kWé pour une installation de 120 kWé → 20% de recette supplémentaire possibles mais matières supplémentaires « méthanisables » non disponibles dans les environs.
- Surinvestissement pour adapter l'installation actuelle (pompe, adaptation tuyauterie, remplacement et ajout d'instrumentation...)
- Charge achat matière élevée : 30% des charges
- Maîtrise d'Œuvre, ingénierie et assurance chantier supplémentaire

1. Rappel des problèmes
2. Gisement
3. Dimensionnement 60 kWé
4. Dimensionnement 150 KWé
5. Investissements
6. Bilan économique
7. Planning

Novembre 2013 :

- Validation des choix techniques et réalisation de devis
- Démarche administratives : Permis Construire, banques

1^{er} trimestre 2014 :

- Commande des équipements : agitateurs, trémie
- Terrassement
- Génie civil et réseaux

2^{ème} trimestre 2014 :

- Montée en charge en 2 – 3 mois à 100 kWé
- Suivi biologique et technique la première année



PELISSIER Loïc
Chargé de projet

07 61 64 60 52

loic.pelissier@methaneva.eu

www.methaneva.eu



Merci pour votre attention

Questions ?