

Coût de l'énergie

Énergie renouvelables et
diminution des coûts

aGRICULTURES
& TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE
LOT

TERRES d'**a**VENIR



Sommaire

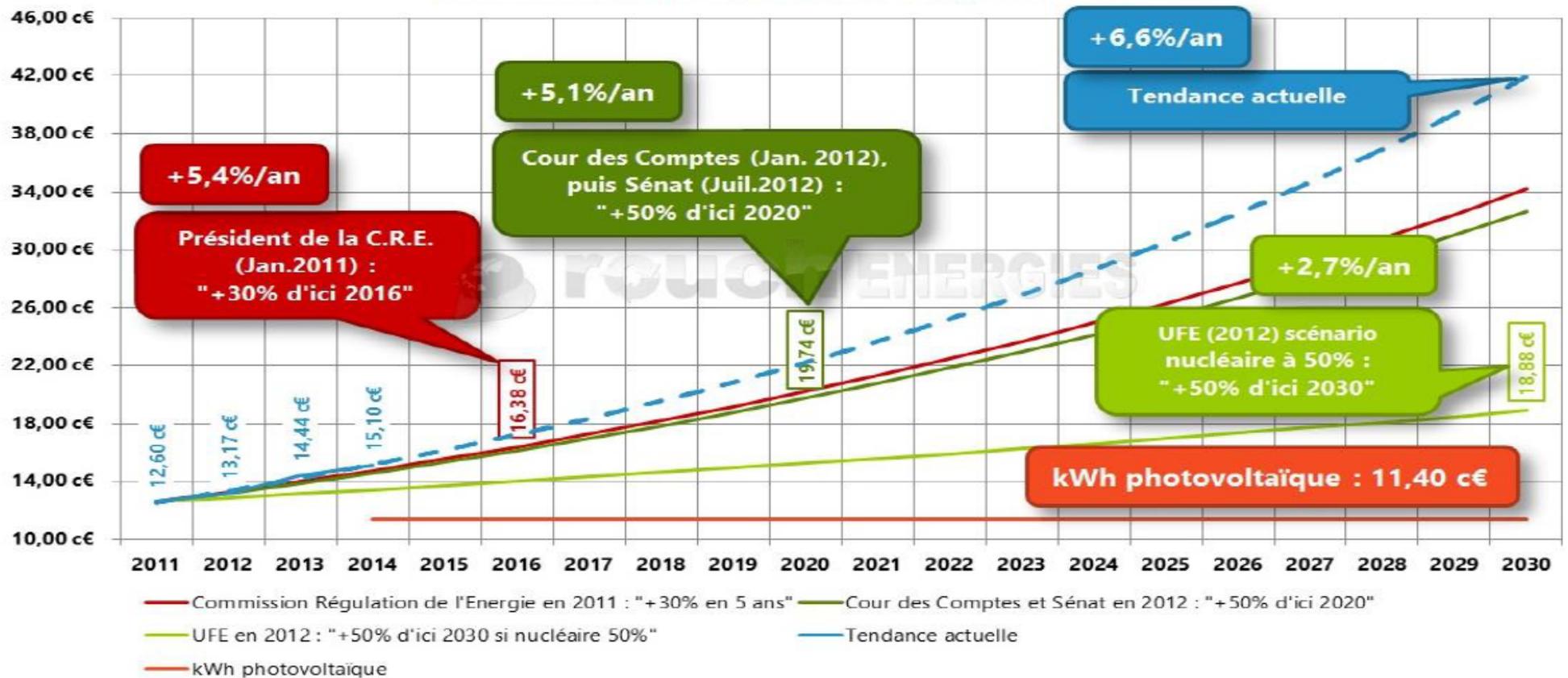
Réduire les coûts d'énergie

- **Le Photovoltaïque**
- **Le Solaire thermique**
- **Les chaudières poly combustibles**
- **L'agrivoltaïsme**



Prix de l'électricité en France d'ici 2030

selon la CRE, le Sénat et la Cour des Comptes, et l'UFE



Préambule



POURQUOI DE TELLES HAUSSES ?



COUT DE L'EPR

CRISE SANITAIRE

**SUBVENTIONS POUR LA
TRANSITION
ENERGETIQUE**

**BAISSE DU
NUCLEAIRE**

**MOBILITE
ELECTRIQUE**

**BAISSE DES QUOTAS
D'EMISSIONS DE CO²**

**SECURISATION DES
CENTRALES SUITE A
FUKUSHIMA**

**RENFORCEMENT DES
RESEAUX**

**AUTONOMIE DES
COMMUNES**

GRAND CARENAGE

** Les ex Tarifs Jaune (ou contrat à offre de Marché) sont négociés tous les 3 ans en général.*

Tarif conventionné/déconventionné



➤ Prix « bloqués » pour :

- ◆ Les tarifs en contrats <36 kWc qui sont conventionnées

➤ Prix non conventionnés pour :

- ◆ Les exploitations ayant un CA > à 2 000 000€ ET ayant + de 10 salariés
- ◆ Les exploitation en contrats >36 kWc
- ◆ **AUGMENTATION ANNONCÉE** → tarif*4 à 8 (presque 1€/kW pour certains contrats)



➤ **Centrale photovoltaïque =**

- ◆ Installation de production d'électricité solaires

➤ **CRE =**

- ◆ Commission de Régulation de l'Énergie : Elle organise des achats d'électricité « subventionnés » (volume, tarifs et durées)

➤ **AO =**

- ◆ Appel d'Offre : Commission d'attribution de tarif de rachat par le CRE : sol, eau, agrivoltaïsme, expérimentation

➤ **Marché SPOT =**

- ◆ Marché européen de l'énergie, actuellement 106€ / mWh



- **PPA = « PI-PI-EILLE » pour avoir l'air initié (Power Purchase Agreement)**
 - ◆ C'est un contrat d'achat qui permet à un gros consommateur d'acheter l'électricité à des producteurs indépendants via un distributeur (Enedis, Enercoop...). Les contrats d'achats de l'électricité par EDF-OA correspondent à des PPA public/privé sur 20 ans.
- **CPPA =**
 - ◆ Contrat direct entre un gros consommateur et des producteurs d'électricité



Le photovoltaïque



Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR


**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE**
*Liberté
Égalité
Fraternité*

Le photovoltaïque



➤ 2 fonctionnements différents

- ◆ Les Panneaux solaires
- ◆ Les Trackers photovoltaïques

➤ **Public**

- ◆ Agriculteurs (éleveurs, céréaliers...)
- ◆ Particuliers (pour de l'autoconsommation principalement)

➤ **Objectif**

- ◆ Réduire les factures d'électricité
- ◆ Amortir l'investissement d'un bâtiment agricole
- ◆ Économies d'énergie

➤ **Retour Sur Investissement**

- ◆ Toiture bâtiment agricole entre 8 et 12 ans
- ◆ Toiture maison privée entre 8 et 12 ans
- ◆ Trackers pro entre 7 et 11 ans
- ◆ Trackers privés entre 8 et 13 ans

Dépend de l'emprunt
+ des équilibres
autoconso / revente

Le photovoltaïque : Toiture PRO



➤ **Installation de panneaux solaires sur les bâtiments agricoles (stockage / élevage)**

➤ **Différentes puissances possibles**

➤ En fonction de la surface de toiture, des transformateurs de proximité, de la capacité d'investissement...

➤ **Investissement entre 35,000€ HT et 230,000€ HT**

➤ Puissance 36 kWc entre 35,000 et 40,000€ HT

➤ Puissance 100 kWc entre 80,000 et 93,000€ H

➤ Puissance 300 kWc environ 230,000€ HT

➤ **Retour sur investissement entre 8 et 12 ans**

➤ **Vente TOTALE**

➤ Possible en autoconsommation mais au cas par cas



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR

 **MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Le photovoltaïque : Toiture PRO



| Hypothèses du calcul | | Site Exemple <u>P = 36 kWc</u> | | Production par kW installé |
|----------------------------|---------|--|--|----------------------------|
| Raccordement Productible | 1 000 € | 2,78 c€/Wh | | |
| Tarif de vente électricité | 1 200 | kWh/kWc | | Tarif de rachat du kWh |
| Apport fonds propres en % | 20% | 11,15 c€/kWh (tarif trimestre 2 de 2022) | | Simulation emprunts |
| Taux emprunt LT | 1,80% | | | |
| Durée emprunt | 15 ans | | | |

Coût simulé de l'installation

$$\begin{aligned} & 35\,000 \text{ € HT} \\ & + \\ & 6\,800,95 \text{ € d'emprunt simulé} \\ & \text{(avec annuités et assurance 0,35 \% capital} \\ & \text{initial pour assurance décès-invalidité)} \\ & = \\ & \underline{41\,800,95 \text{ €}} \end{aligned}$$

Le photovoltaïque : Toiture PRO



36 kWc = 200-300m² de toiture

Production

1200*36 = 43 200 kWh produits/ an en moyenne

43 200*0,1115 = 4 816,8 € / an de vente

41 800,95 / 4 816 = **8 ans et 6 mois** pour le obtenir le RSI



Avantages



Optimisation de l'espace en toiture

Bénéfices diminuant les factures énergétiques

Durée de vie > 30 ans

Peu d'entretien

Permet d'amortir l'achat du bâtiment (si neuf)

Inconvénients

Investissement non négligeable

Distance de raccordement à respecter

Prix d'achat de l'électricité bloqué sur 20 ans (avec 5 % de réajustement possible)



Le photovoltaïque : Toiture PRO



9 kWc = 45 m² de toiture

Production

1200*9 = 10 800 kWh produits/ an en moyenne

6 000 kWh/an en autoconsommation = 960€ d'économie

10800 -6000 =4 800 kWh restant à revendre

2900*0,10 = 480 € de revente

960 économie + 490 vente = 1440€ annuel pour financer le projet

Le photovoltaïque : Tracker PRO



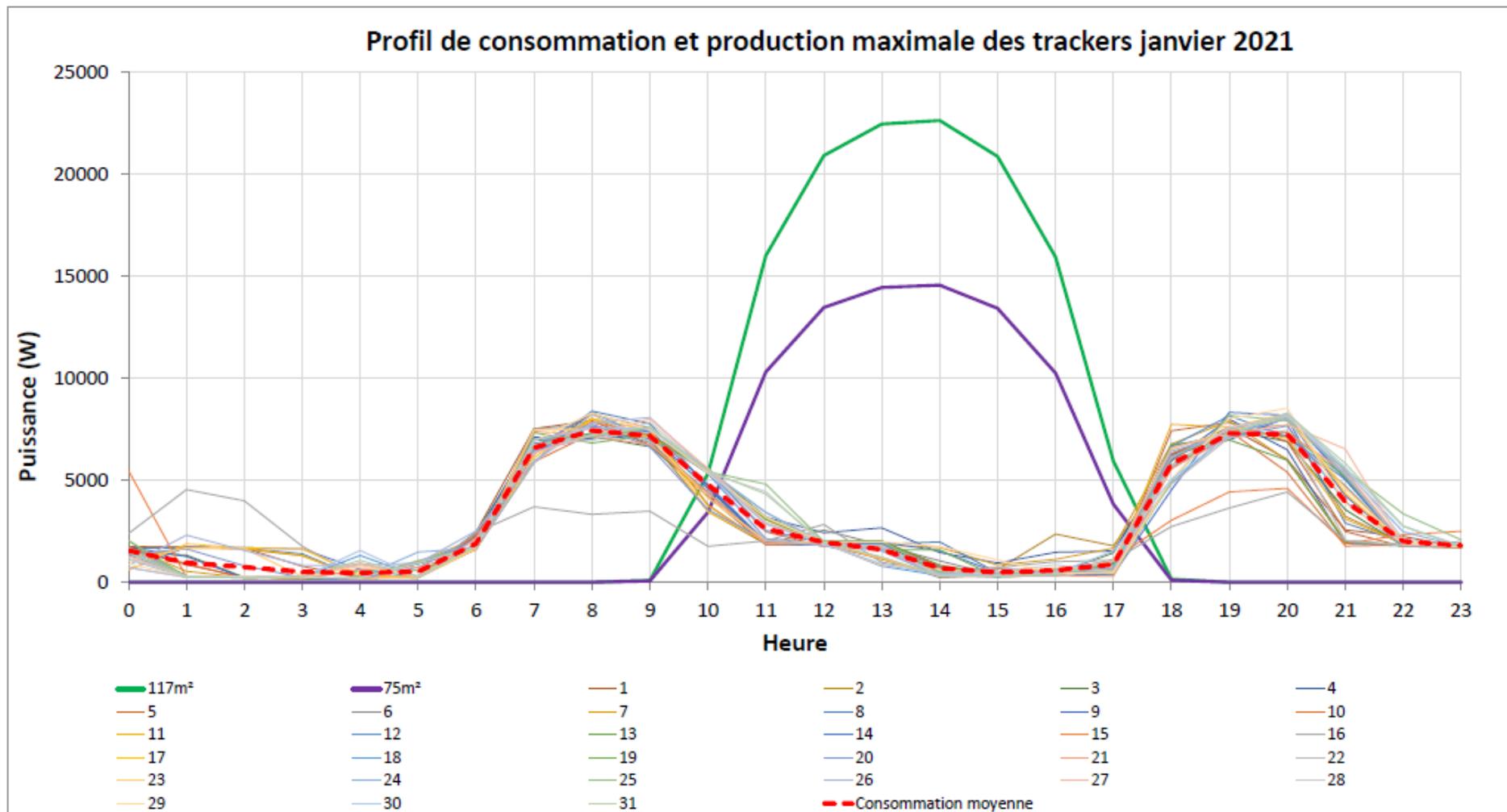
- **Installation d'un tracker qui suit la courbe du soleil**
- **Différentes puissances possibles**
 - En fonction de la consommation de l'exploitation, de la surface dégagée disponible, de la capacité d'investissement...
- **Investissement entre 30,000€ HT et 70,000€ HT**
 - Puissance 14 kWc entre 30,000 et 35,000€ HT
 - Puissance 75 kWc entre 50,000 et 70,000€ H
- **Retour sur investissement entre 7 et 11 ans**
- **AUTOCONSOMMATION avec valorisation du surplus**



Le photovoltaïque : Tracker PRO



Exemple d'installation :





➤ Valorisation du surplus

Stockage thermique

Stockage virtuel

Revente

Ballon tampon +
résistance du tracker
OU 2 résistances
vissées ensemble
→ Si surplus,
production d'eau
chaude avec.

Stockage de l'énergie
virtuellement dans des
« batteries »
→ Réutilisation de
l'énergie quand conso >
à la prod
Frais d'abonnement

Revente par un
intermédiaire
Engagement de 1 an
200€ de frais de
gestion



Avantages



Optimisation de l'ensoleillement en suivant le soleil

Bi axe et bi face + 70 % de production par / à une toiture fixe

Apport d'ombre pour les animaux en cas d'installation sur parcours

Plusieurs valorisation du surplus

Inconvénients

Investissement non négligeable

Distance de raccordement à respecter

Intégration dans le paysage

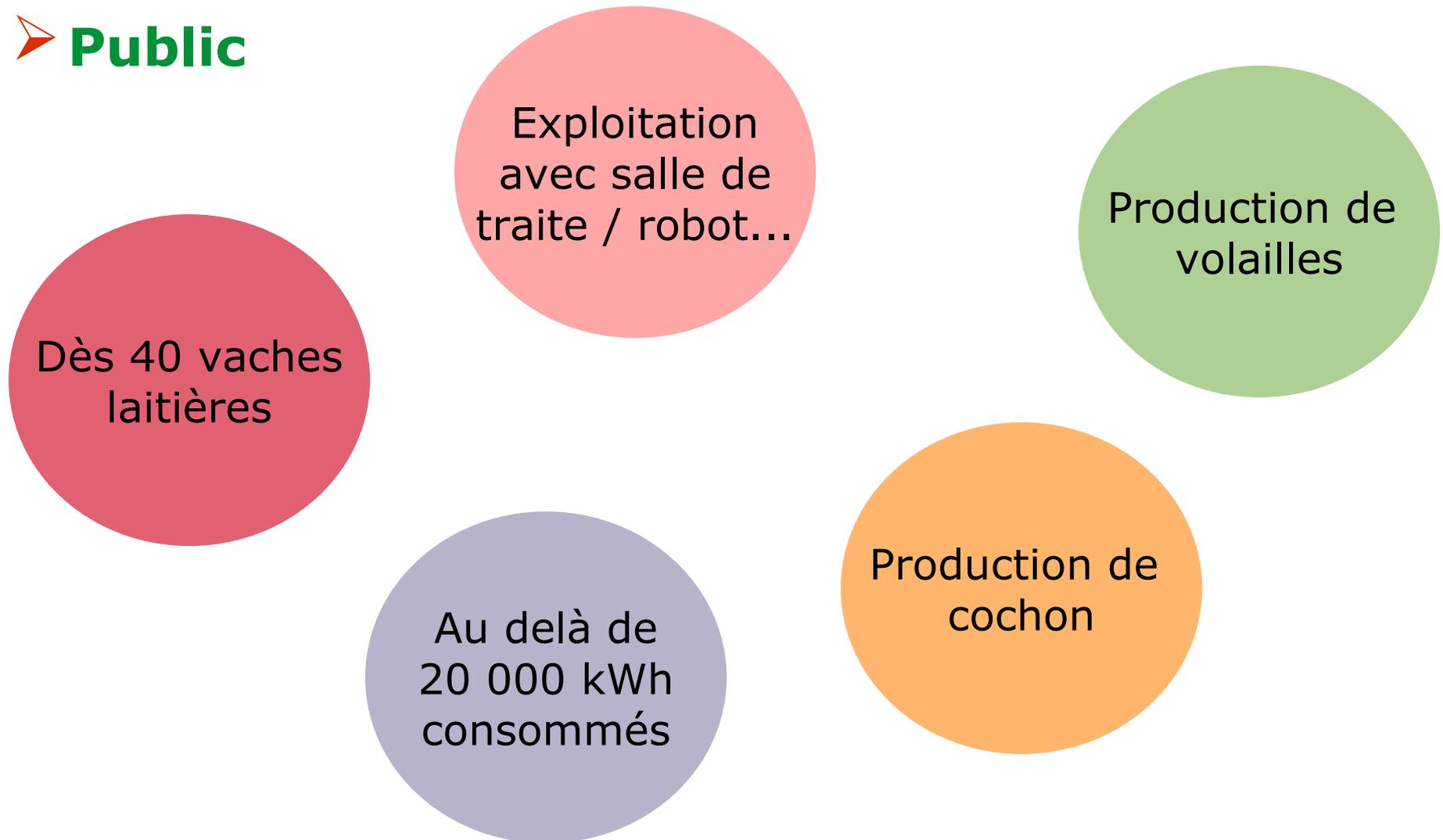
Revente impossible



Le photovoltaïque : Tracker PRO



➤ Public



Le photovoltaïque : Bâtiment neuf



➤ **Le bâtiment solaire gratuit : Cela n'existe pas !!**

Le terrassement et une partie du raccordement reste à charge ainsi que bardage et portails.

- ◆ 1 propriétaire loue par bail emphytéotique sa parcelle
- ◆ 1 investisseur construit le bâtiment et installe les panneaux, vend l'électricité et met le bâtiment à disposition de l'agriculteur
- ◆ A l'issue du bail, le propriétaire récupère bâtiment et la centrale PV



Avantages

Bâtiment « clé en main »

Pas d'entretien de la toiture pendant la location

Utilisation du bâtiment (stockage, élevage)

Inconvénients

Terrassement et raccordement toujours à charge

Vérifier les usages possibles



Le photovoltaïque : Bâtiment neuf



➤ Le bâtiment neuf financé par le solaire

- ◆ Bâtiment 500m² asymétrique : 80 000€
- ◆ Centrale pv 100kwc : 75 000€
- ◆ Productible : 125 000kwh = 13 800€/an pendant 20 ans
- ◆ Charges déduite, la capacité de remboursement est de l'ordre de 10 500€/an

Le photovoltaïque : Au sol



- **Enclos techniques : ombrières à proximité de bâtiments, enclos de nuit sécurisés ...**
 - ◆ Projet < 250kwc pour des raisons d'instructions
 - ◆ Ombrières sur longrines ou bi-pieux





➤ Puissance / dimensions

- ◆ 250kWc = 1500m² de panneaux à répartir sur parcelle de 5 à 8000m²

➤ Pré requis

Transfo ou ligne à proximité

➤ Coûts

- ◆ Coût 230 à 300 000€ selon équipements (clôtures treillis soudé, caméra...)

➤ Financement

- ◆ Financement par agriculteur ou tiers investisseur

➤ Vente

- ◆ Vente par PPA ou CPPA (à organiser localement avec des gros consommateurs)



L'Agrivoltaïsme



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR

 **MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE**
*Liberté
Égalité
Fraternité*

L'Agrivoltaïsme : Principe



- Production simultanée agricole et d'électricité sur la parcelle
 - Loi récente
 - Gros projets avec souvent agriculture comme alibi (brebis tondeuses)
 - Doctrine départementale
 - co-activité véritable et pérenne
 - sols à faible potentiel agronomique
 - répartition de la valeur équitable
- Compatible avec charte départementale

Le Solaire Thermique



Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR

 **MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Le Solaire Thermique



- **Principe**
Préchauffage de l'eau chaude par les panneaux solaires
- **Public**
Tous les consommateurs d'eau chaude (+ de 800L/jour)
- **Objectif**
Permet de réduire la consommation d'énergie de 45 à 60 %
- **Aide** de l'ADEME entre 45 et 55 %
- **RSI** → Entre 7 à 10 ans



Le Solaire Thermique



Avantages

Équipement autonome

Durée de vie > 20 ans

Peu d'entretien

Inconvénients

Disposer d'une toiture bien orientée

Besoin d'une place disponible à côté de l'atelier





- **Exemple économies d'énergie sur un bloc de traite →**

Économie d'énergie bloc de traite



- **1 bloc de traite = 80 % de consommation électrique d'une exploitation laitière**
 - Réparties sur 3 postes :
 - ✗ Tank à lait
 - ✗ Pompe à vide
 - ✗ Chauffe eau
- **Réduire la consommation du tank à lait grâce à une bonne ventilation de la laiterie**





1) Installation d'un pré refroidisseur :

- Réduire la température du lait arrivant dans le tank à lait
- Coût 5,000 à 7,000 € selon la taille (aide possible)
- Économie de 10W/litre de lait
- Retour Sur Investissement entre 6 et 8 ans sans inclure les aides





Avantages

Gain sur la consommation électrique

Gain sur la longévité du tank à lait

Eau tempérée pour l'abreuvement des animaux

Inconvénients

Prévoir de récupérer l'eau pour abreuver les animaux
→ peut nécessiter des Investissements en plus

Équipement supplémentaire à laver



Le pré refroidisseur



2) Récupérateur de chaleur :

- Récupérer les calories perdues par la tank à lait pour préchauffer l'eau
- Coût 4,000 à 5,000 €
- Permet de réduire de 60 à 80 % la consommation d'électricité du chauffe eau
- Retour Sur Investissement entre 6 et 8 ans en fonction des aides



Avantages

Réduit la consommation électrique du tank à lait

Inconvénients

Être propriétaire du tank à lait

Entretien de l'appareil



Le Récupérateur de chaleur



Exemple :

- Exploitation laitière non robotisé livrant 500 000 L de lait
- Consommation électrique 30 000 kWh / an
 - dont 13 000 kWh par le tank
 - 7 000 kWh pour le Chauffe Eau
 - 5 000 kWh pour la Pompe A Vide
 - Et 2 000 kWh autres (éclairage...)

Le séchage en grange



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR

 **MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE**
Liberté Égalité Fraternité

Le séchage en grange : Principe



➤ Principe

Chauffage de l'air grâce à un toit sombre, qui est ensuite propulsée par un ventilateur sous le fourrage

➤ Public

??

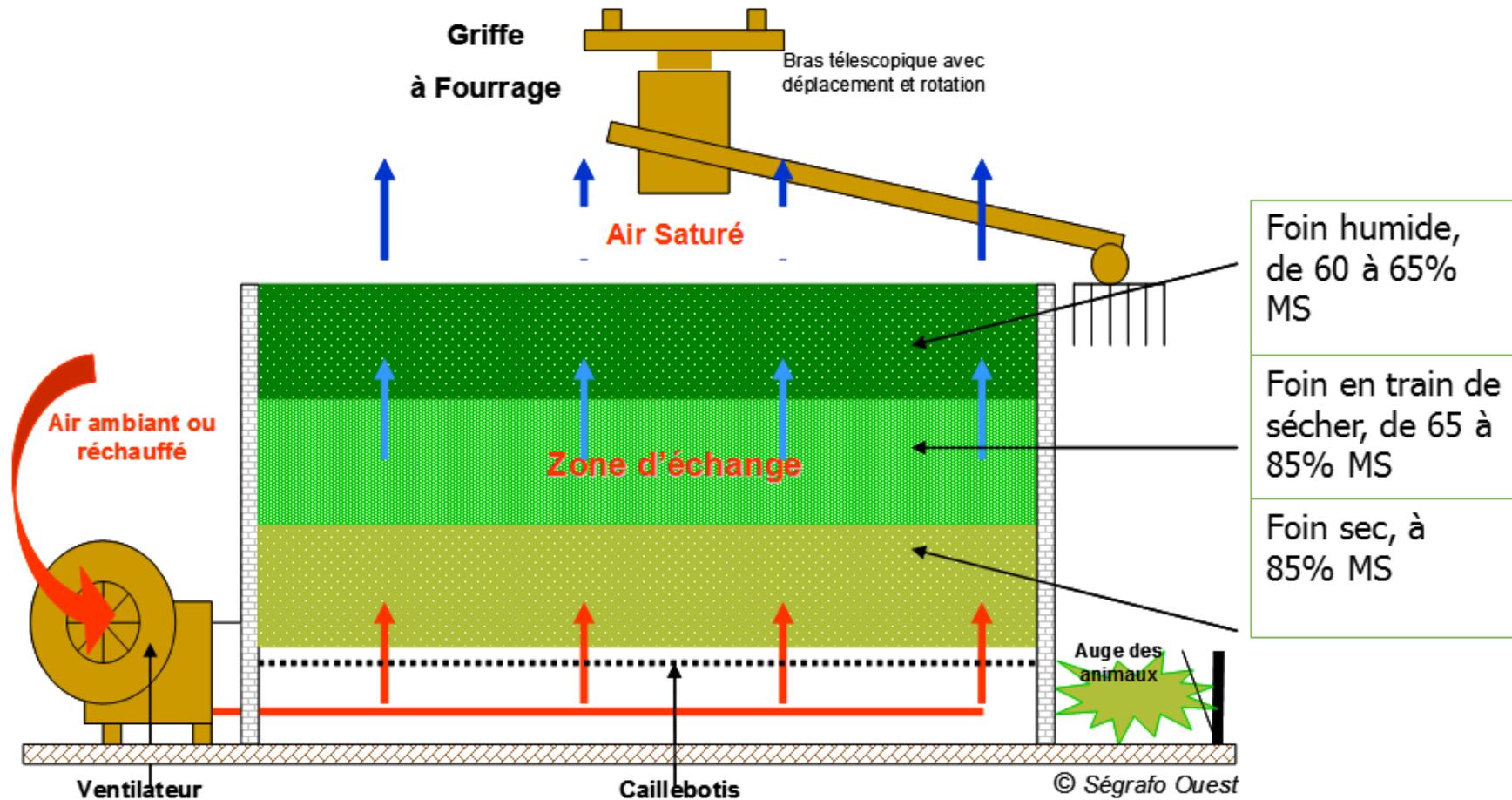
➤ Objectif

Réduire le temps de sèche des fourrages et gagner en autonomie fourragère

➤ RSI → ??



Le séchage en grange : Principe



Le séchage en grange : +/-



Avantages

Augmente la qualité du fourrage grâce à une fauche précoce et un temps de séchage réduit (48h)

Réduction des achats d'aliments

Inconvénients

Coût de l'investissement à raisonner en fonction de la valeur ajoutée

Précautions quant aux critères techniques de faisabilité



Les chaudières poly combustibles



Les chaudières poly combustibles



➤ Principe

Principe de fonctionnement = Chaudière à fioul /gaz
Production d'eau chaude possible → Destination alimentaire / sanitaire ou comme chauffage d'habitation ou de bâtiment agricole

Combustible le + fréquent = Plaquettes de bois
D'autres existent = noyaux de fruit, granulés...

➤ Fonctionnement

Bois déchiqueté stocké dans un silo attenant à la chaudière

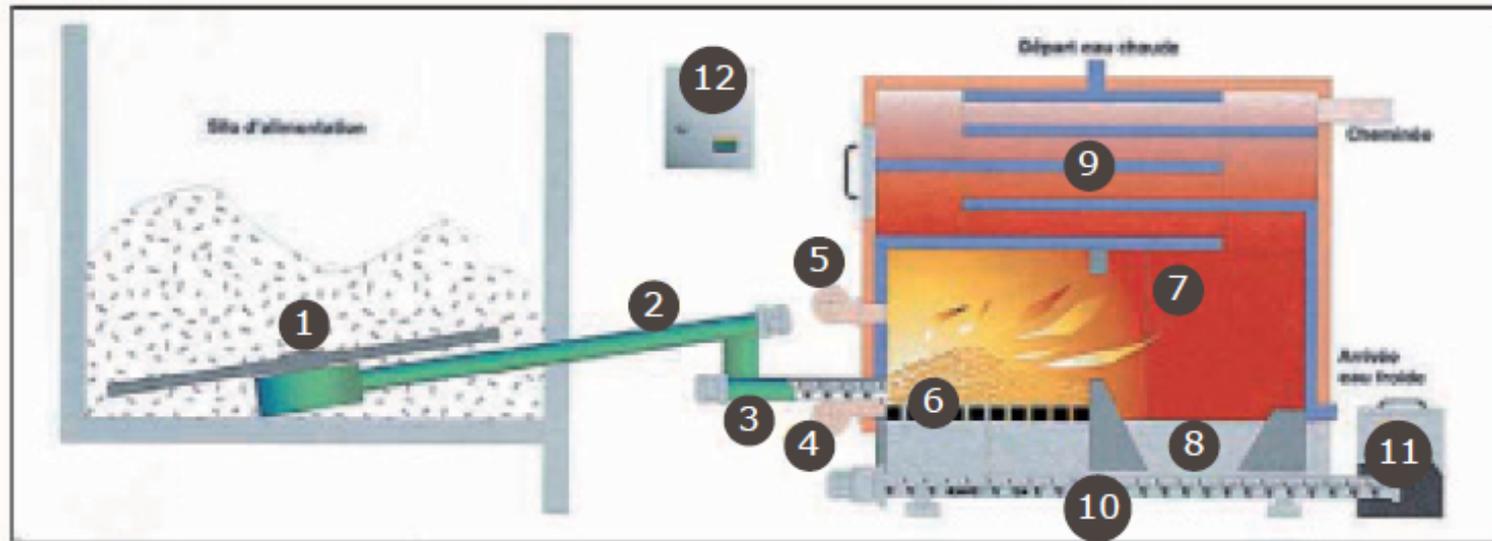
→ Envoie par pales rotatives vers la chaudière

→ Combustion assistée électriquement

➤ Public

Exploitation d'élevage pour chauffer les bâtiments / l'eau
Habitation privée

Les chaudières poly combustibles



Source : ADEME

- 1- Silo d'alimentation
- 2- Chaîne de transfert du combustible
- 3- Vis d'alimentation automatique
- 4/5- Ventilateurs
- 6/7- Chambre de combustion

- 8- Collecteur de cendres
- 9- Echangeurs
- 10- Vis de déchargement automatique
- 11- Container à cendres
- 12- Armoire de régulation

Les chaudières poly combustibles



Avantages



Production eau chaude multi usages (buvées des veaux, nettoyage, chauffage bâtiment)

Réduction de la facture énergétique

Valorise la forêt locale

Plusieurs combustibles possibles donc adaptation au marché

Inconvénients

Demande de la place pour le stockage des plaquettes, la surface du silo d'alimentation ...

+ cher qu'une chaudière fioul ou gaz à puissance =

Pas de chaudière en dessous de 10 kW

Demande un peu de surveillance



Les chaudières poly combustibles



| <u>Chaudière 40 kW</u> | <u>Fuel</u> | <u>Bois (plaquettes)</u> |
|-----------------------------------|-------------|--------------------------|
| <i>Coût installé</i> | / | 40000 € |
| <i>Coût après subvention</i> | / | ?? |
| <i>Consommation</i> | 4 000 L | 40 000 kWh |
| <i>Coût combustible</i> | 0,15cts/kWh | 0,03cts/kWh |
| <i>Coût consommation annuelle</i> | 6 000 € | 1 500€ |

4,000 L de consommation correspond à 200 places de veaux de boucherie

- Subventions pas encore connues pour 2023
- Différentiel de 4 500€/an pour payer l'installation

Les chaudières poly combustibles



Facteurs pouvant améliorer la rentabilité :

Disposer de la ressource en bois

Compléter l'activité avec la vente de bois

Produire la plaquette en CUMA

Faire un achat groupé



La méthanisation



Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR


**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE**
*Liberté
Égalité
Fraternité*

La méthanisation : Principe



➤ Principe

Mélange de matière organique en présence de micro-organismes (sans air). Engendrant une transformation dans laquelle une partie de cette matière organique devient un gaz énergétique : **le biogaz**. Le digestat restant contient une partie de la matière organique et est utilisé comme produit fertilisant sur les cultures.

➤ Public

Groupement d'agriculteur produisant de la MO en quantité

➤ Objectif

Valoriser les effluents d'élevage en énergie et/ou fertilisants

➤ 2 Méthodes

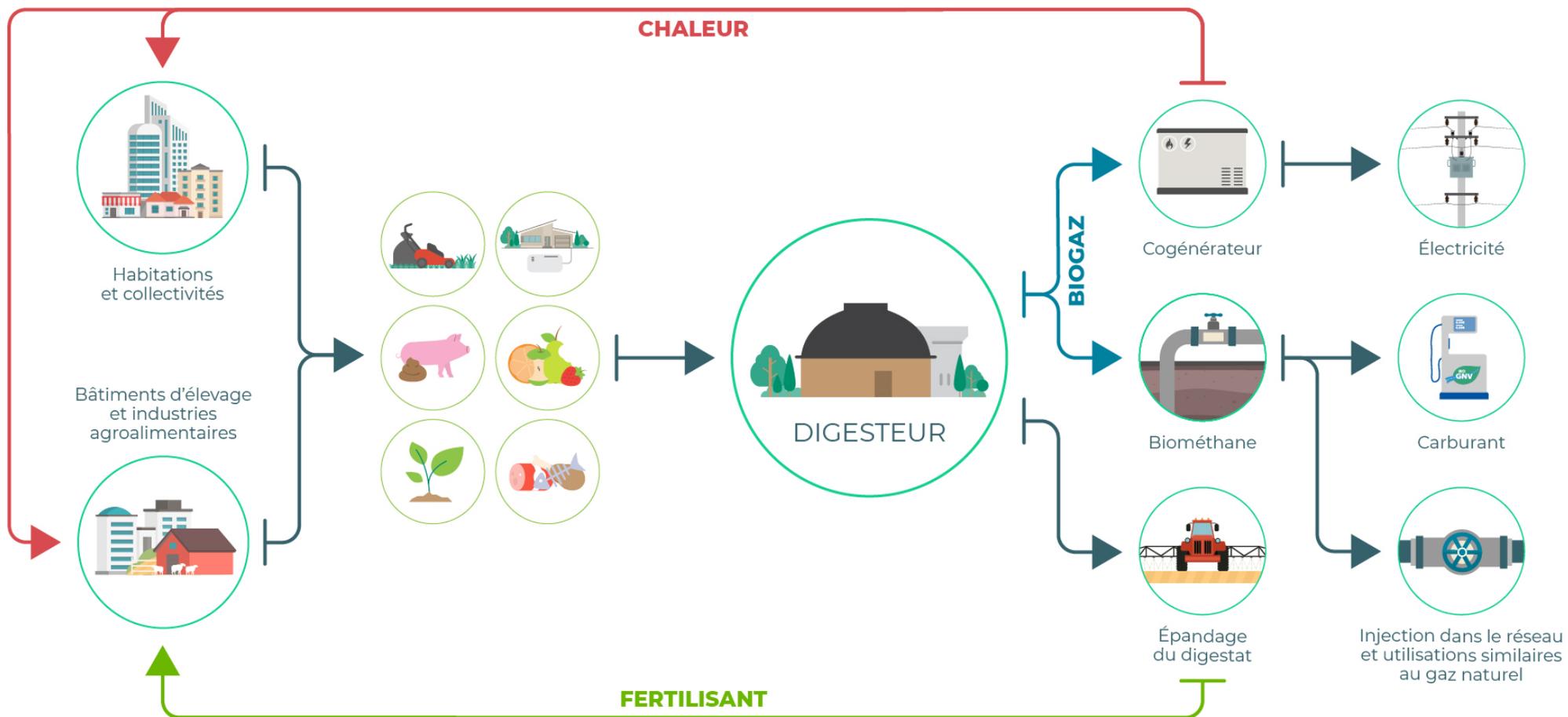
En cogénération ou en injection



La méthanisation : Fonctionnement



La MÉTHANISATION



La méthanisation : + / -



Avantages

Double valorisation de la MO et de l'énergie

Diminution des quantités de déchets organiques à traiter

Diminution des émissions de gaz à effet de serre par substitution des matières fossiles

Inconvénients

Coût d'investissement

Appuie avant installation d'une recherche scientifique pour vérifier la réelle substitution énergétique et une valorisation agronomique



Le Méthanisation



➤ En cogénération

- ◆ Voie la + courante pour les projets agricoles
- ◆ Cogénérateur qui prend en compte le débit prévisionnel de biogaz
- ◆ Consommation électrique du moteur à déduire de la vente d'électricité
- ◆ Maintenance préventive conseillée
- ◆ Aides de l'ADEME conditionnées à une efficacité énergétique > 50 %

➤ En injection

- ◆ Injection de biométhane dans le réseau
- ◆ Plusieurs étapes d'épuration nécessaires avant la réinjection de biogaz
- ◆ Atteindre au minimum 97 % de taux de méthane
- ◆ Tarif d'achat du biométhane fixé pour 15 ans

La méthanisation : Quelques chiffres



➤ **21 unités de méthanisation en cogénération au niveau national**

➤ **Bonnes performances techniques**

Puissance moyenne de 239 kW (1 ou 2 générateurs)

➤ **Unités travaillant en moyenne 8 289 heures/an**

➤ **Productivité de 89 % (en incluant la conso électrique de la centrale)**

➤ **Produire 100 kW d'électricité :**

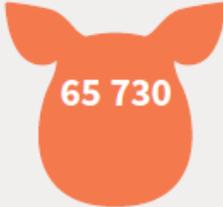
En moyenne il faut 5 090 tonnes brut d'intrants, à 79 % d'origine agricole

| EN COGÉNÉRATION | |
|--|----------------------|
| Fourchettes d'investissements | €/kWé |
| Micro-méthanisation 30-75 kWé | 7 000 ▶ 13 000 |
| Méthanisation à la ferme et petit collectif 80-500 kWé | 5 300 ▶ 10 000 |
| EN INJECTION | |
| Fourchettes d'investissements | €/Nm ³ .h |
| A la ferme et petit collectif 50-150 Nm ³ /h | 30 000 ▶ 50 000 |

Tableau 3 : Fourchettes d'investissements en cogénération et en injection

La méthanisation : Quelques chiffres



| Chiffres clés | Produisent l'équivalent de... | Pour faire 100 kWé, il faut... | Pour faire 50 Nm ³ /h... |
|---|-------------------------------|---|---|
| Les effluents de 100 vaches laitières | 28 kWé |  362 |  725 |
| Les effluents de 1000 porcs à l'engraissement | 3 kWé |  32 865 |  65 730 |
| 1 ha d'ensilage d'herbe (1 coupe à 4 tMS/ha) | 0,6 kWé | 164 ha  | 329 ha  |
| 1 ha de CIVE (6 tMS/ha) | 0,9 kWé | 117 ha  | 235 ha  |
| 1 ha de menues pailles | 0,2 kWé | 672 ha  | 1 343 ha  |

** fumier mou de stabulation en logettes, présence des animaux 12 mois en bâtiment*

Contacts



➤ **GAYRAL Thierry**

06,25,76,26,43

t.gayral@lot.chambagri.fr



➤ **MAS Grégoire**

06,25,76,26,29

g.mas@lot.chambagri.fr



➤ **LEFEBVRE Romane**

06,75,12,39,99

r.lefebvre@lot.chambagri.fr