

# Clarke Energy

Ingénierie - Installation - Maintenance



Distributeur et Prestataire de Service  
Moteurs à gaz

## SOMMAIRE

1. Clarke Energy
2. Principe General
3. Produit GEJ : Clean Cycle
4. Applications
5. Calculs de Rentabilité

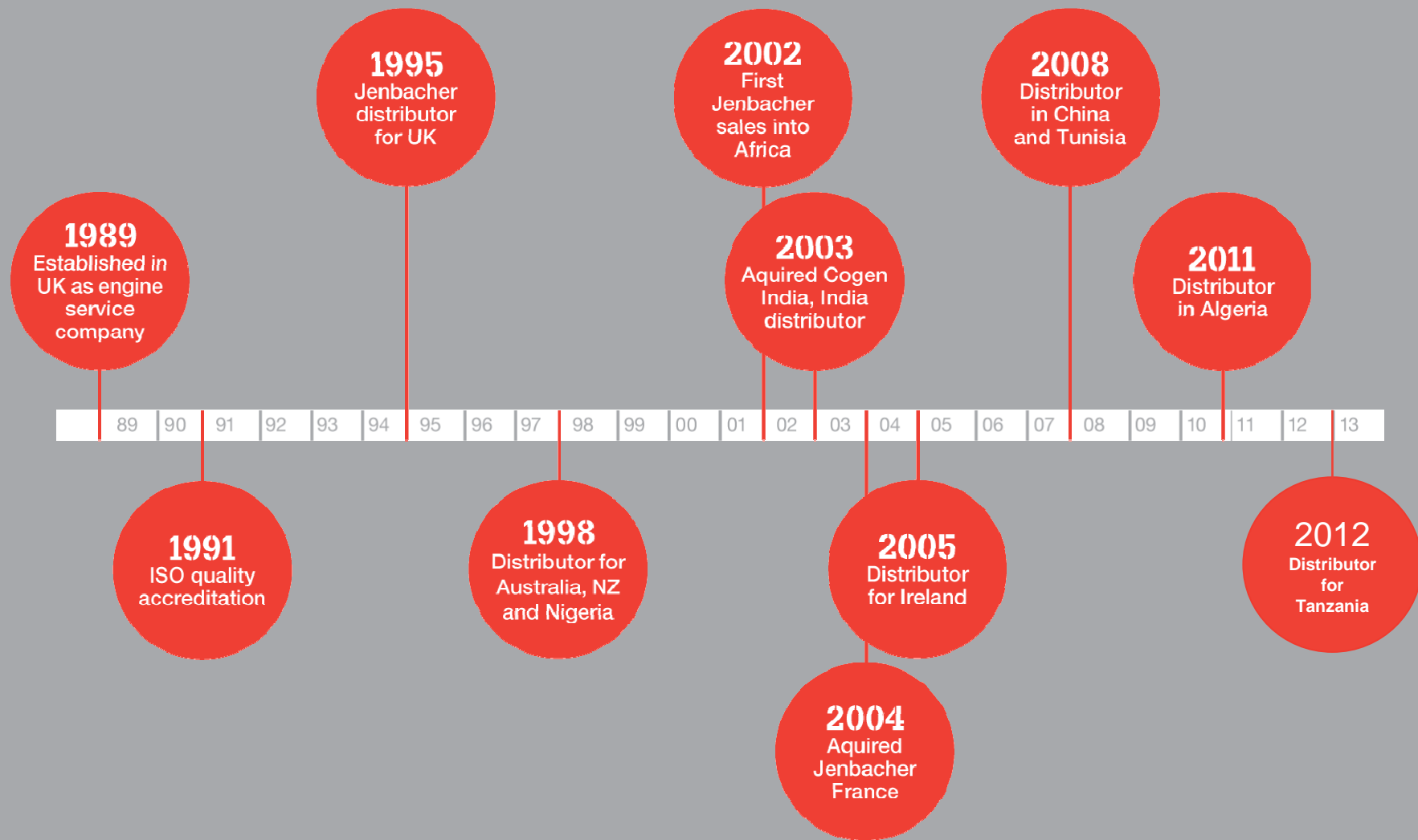
Présentation de l'ORC  
par  
Clarke Energy France



# 1. Le Groupe Clarke Energy

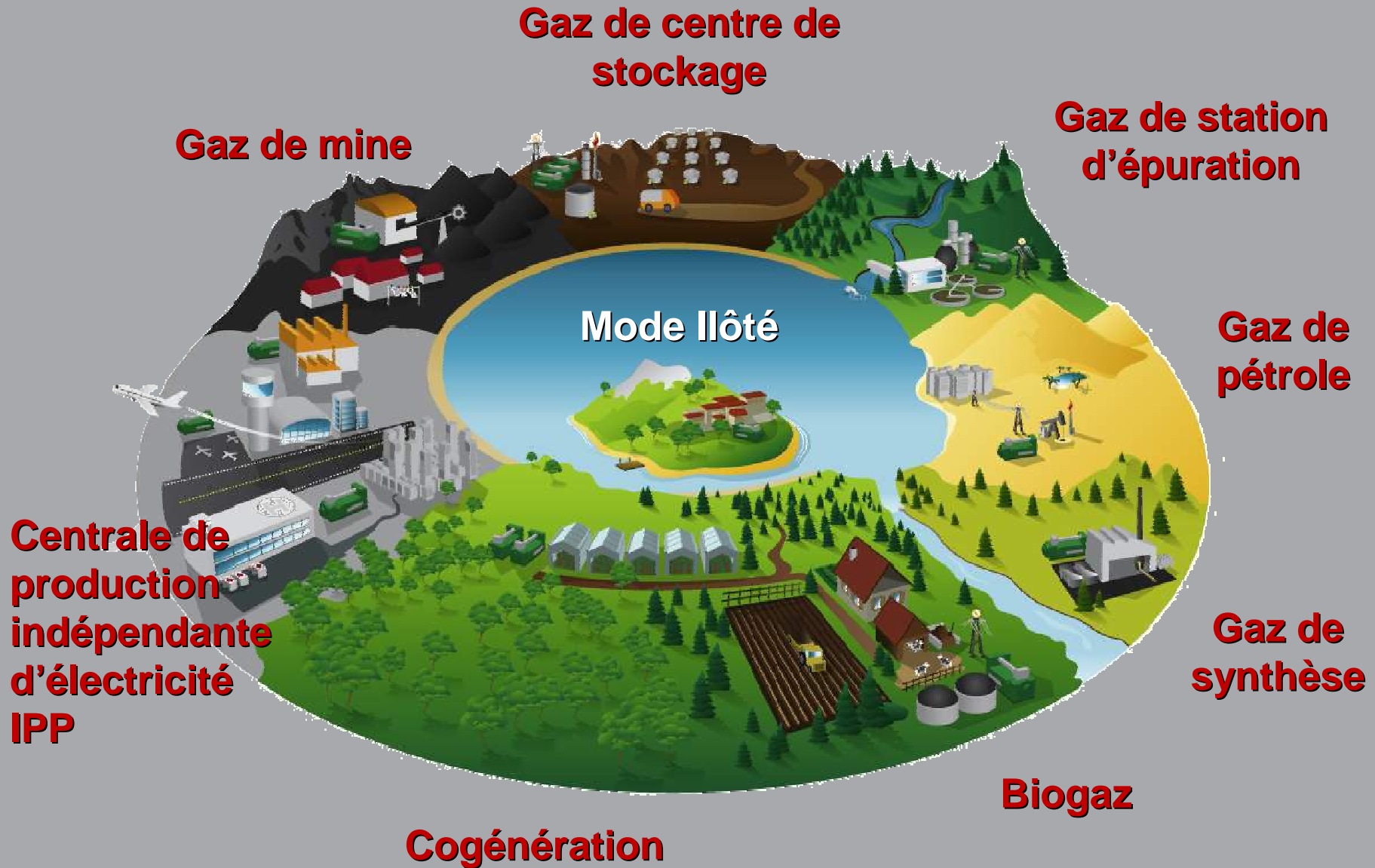
Clarke Energy est spécialisé dans la production d'énergie et propose une large gamme de moteurs à gaz GE Jenbacher, ainsi que des équipements de traitement de biogaz et solutions de récupération de chaleur.

Clarke Energy France réalise des installations clés en main avec tout type de gaz et notamment le biogaz de décharge et de méthanisation.



# Historique

# Les applications des moteurs à gaz



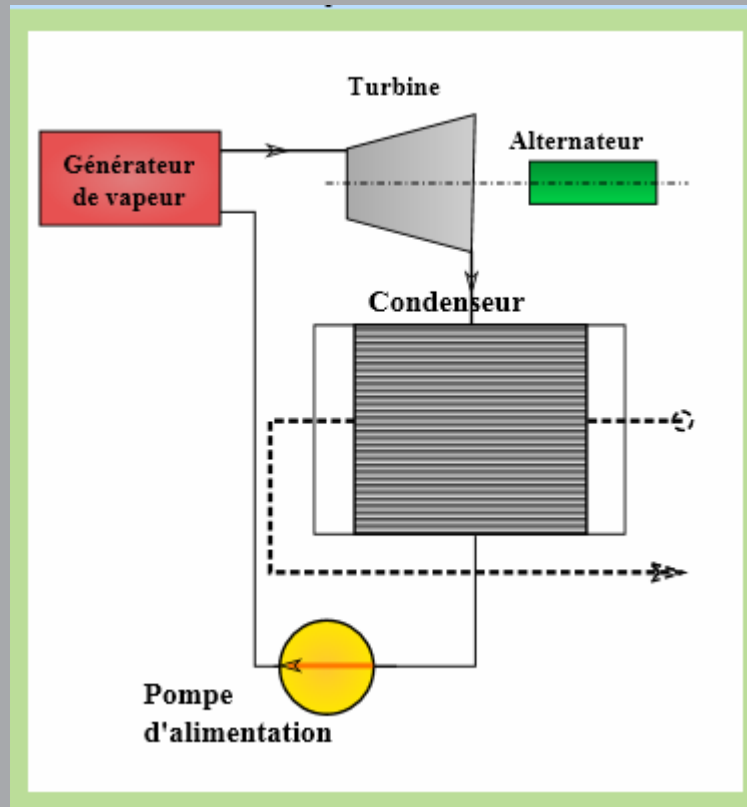
## 2. Principe Général : Cycle de Rankine

### •Cycle organique de Rankine (ORC)

- La génération d'électricité à partir de sources thermiques à basse température est possible grâce à l'utilisation de fluides organiques (réfrigérants) qui alimentent les turbines selon le même principe que le fameux cycle à vapeur, Ces réfrigérants permettent en effet une exploitation plus efficace de la chaleur à basse température (en dessous de 300°C), pour les applications de petites puissances (de l'ordre de quelques kW à quelques MW).

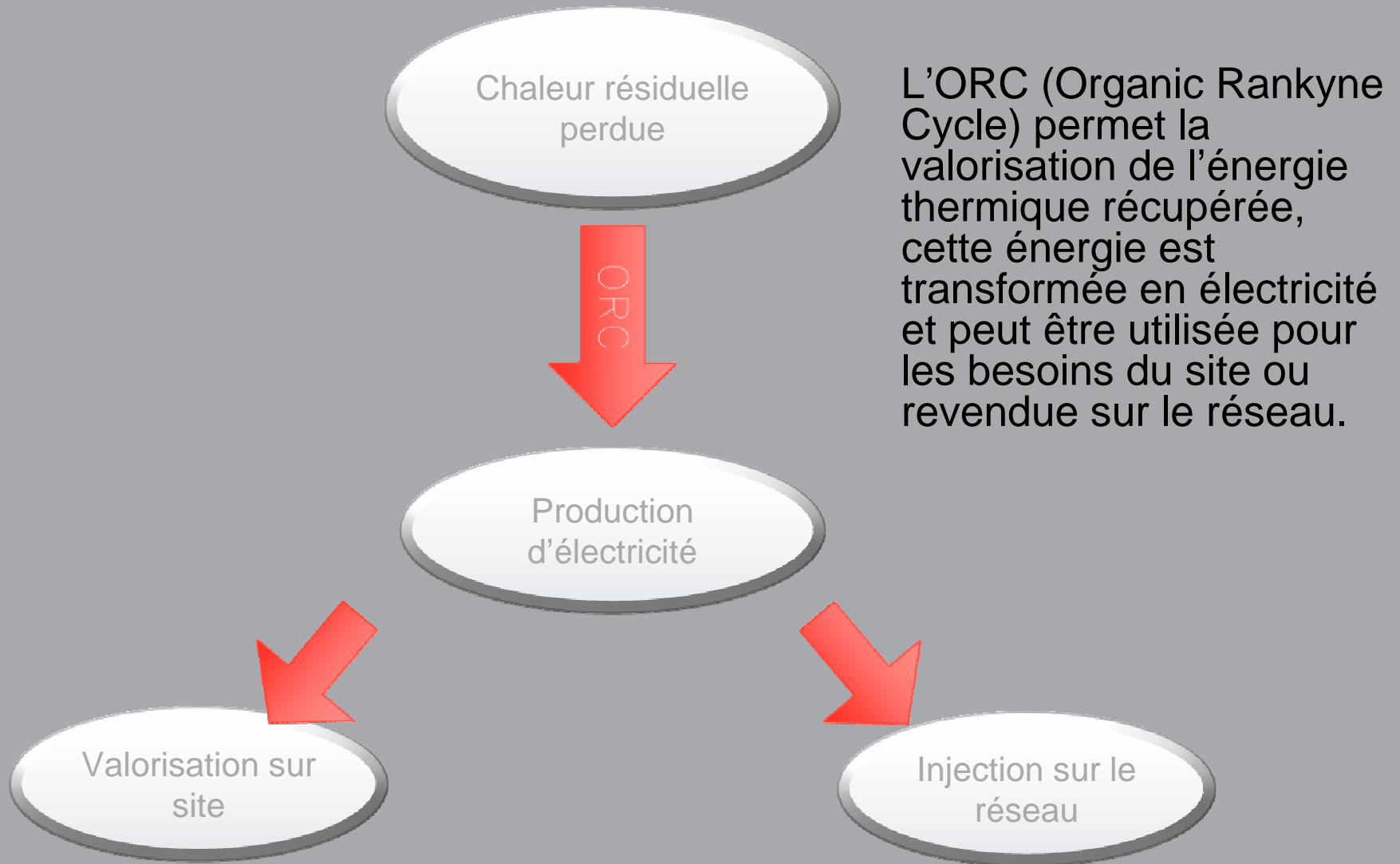
- La figure ci-contre montre un exemple de ce système comprenant un évaporateur, une série de turbines, un condenseur et une pompe. De la vapeur haute pression d'un fluide (réfrigérant) est générée dans l'évaporateur chauffé par une source thermique (par exemple la chaleur solaire ou les rejets du moteur de cogénération). Cette vapeur de réfrigérant est détendue dans la turbine, générant de l'électricité par l'intermédiaire d'un alternateur électrique. Ensuite, la vapeur à la sortie de la turbine est condensée dans le condenseur en utilisant comme fluide de refroidissement de l'eau ou également de l'air ambiant. Le liquide organique obtenu au condenseur est finalement pompé à l'évaporateur pour compléter le cycle.

# Principe Général : Cycle de Rankine



- Le cycle de Rankine est un cycle thermodynamique utilisant de la vapeur d'eau comme fluide thermodynamique.

## 2. Principe Général de l'ORC





# ORC :

## Cycle Organique de Rankine

- Le remplacement de l'eau par un autre fluide organique permet de travailler à des températures plus basses et d'obtenir un meilleur rendement pour certaines plages de température et de puissance.
- Cette technologie est connue et utilisée depuis des dizaines d'années pour la production d'électricité.

### 3. Le système Clean Cycle™



# Le système Clean Cycle™

- Le générateur 125 kW Clean Cycle transforme la chaleur résiduelle en électricité sans émissions ni combustibles supplémentaires
- Lancement Commercial en juin 2010
- 18 500 heures de fonctionnement de la flotte totale

# Le système Clean Cycle™

## Clean Cycle



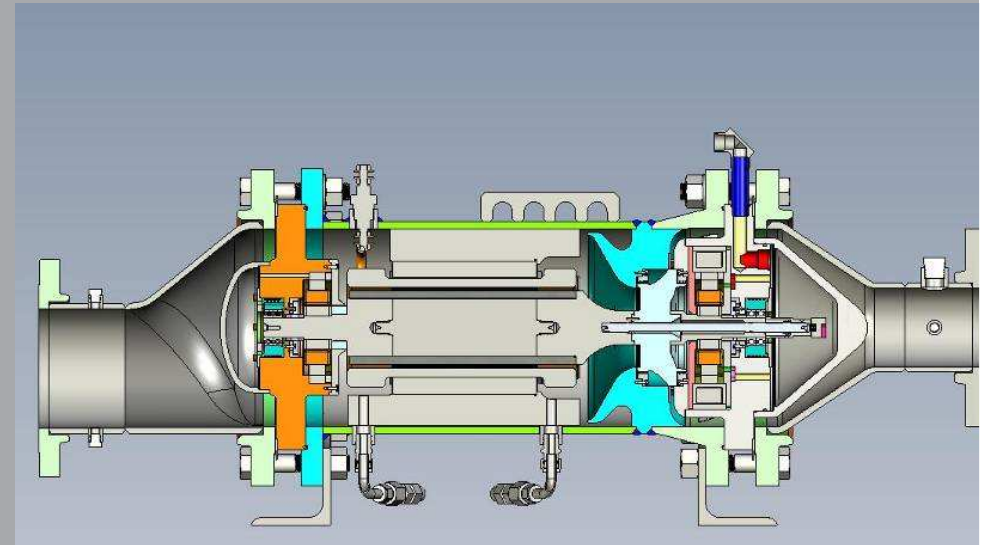
### Caractéristiques

Puissance	125 kWe bruts
Tension	3Ø, 400 à 480 V L-L
Fréquence	50/60 Hz
Apports de chaleur	~971 kW (3,4 MBTU/h)
Température d'entrée	121 °C+
Poids	2 900 kg
Fluide de travail	R245FA (réfrigérant inoffensif)

# Le système Clean Cycle™

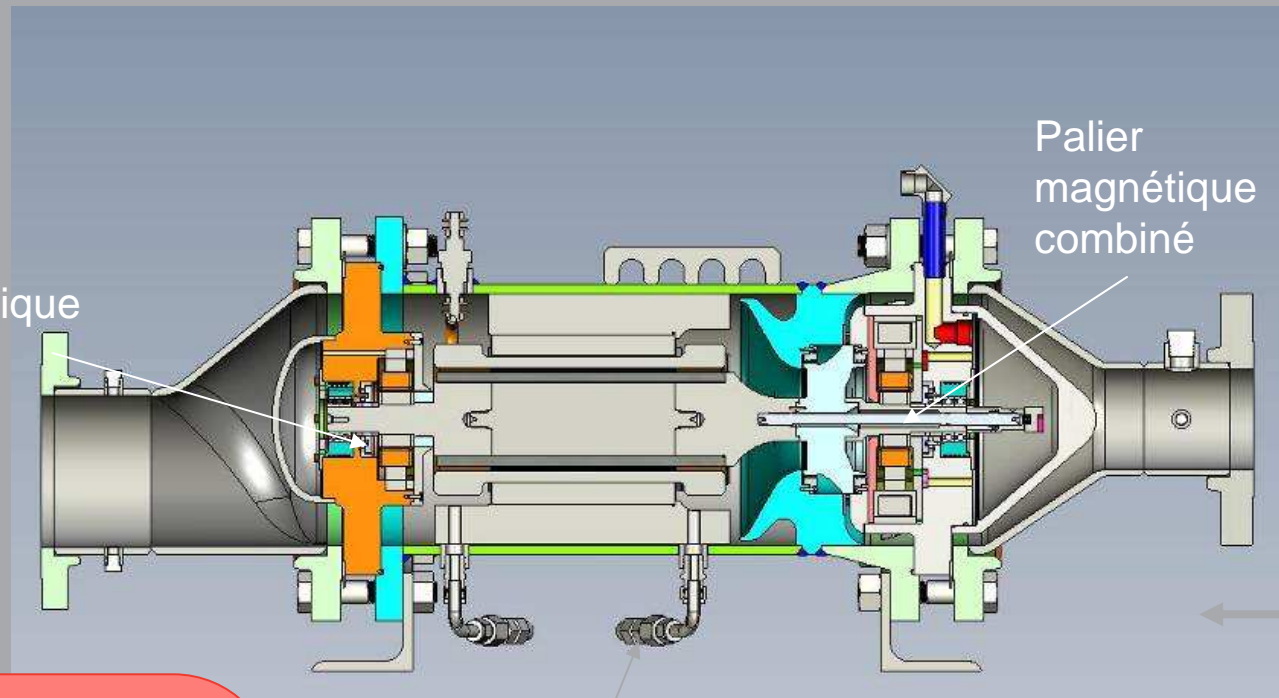
## Avantages :

- Efficacité accrue
- Pas de boîte de vitesses
- Pas de joints externes
- Paliers magnétiques sans contact
- Pas de lubrification
- Vitesse et charge variables



# Turbine

Palier  
magnétique  
radial

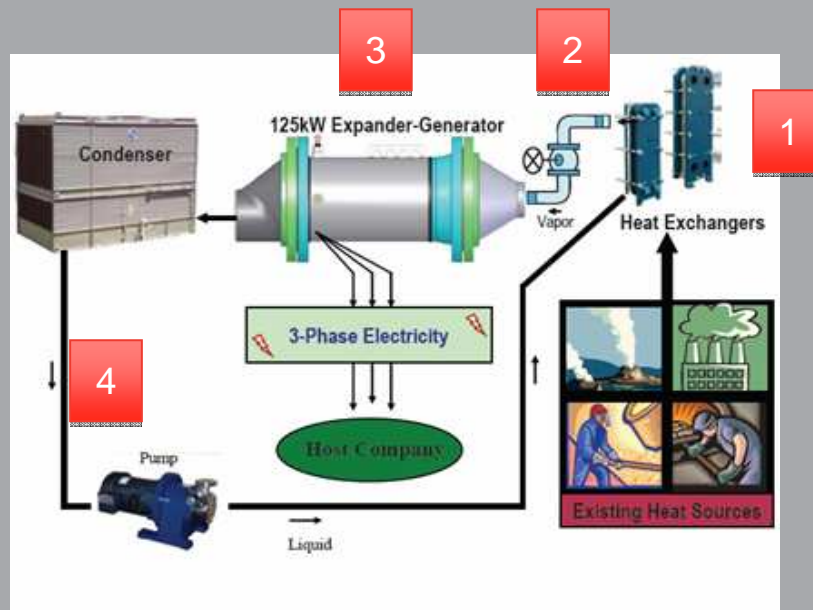


Palier  
magnétique  
combiné

## Avantages :

- Efficacité accrue
- Pas de boîte de vitesses
- Pas de joints externes
- Paliers magnétiques sans contact
- Pas de lubrification
- Vitesse et charge variables

# Le système Clean Cycle™

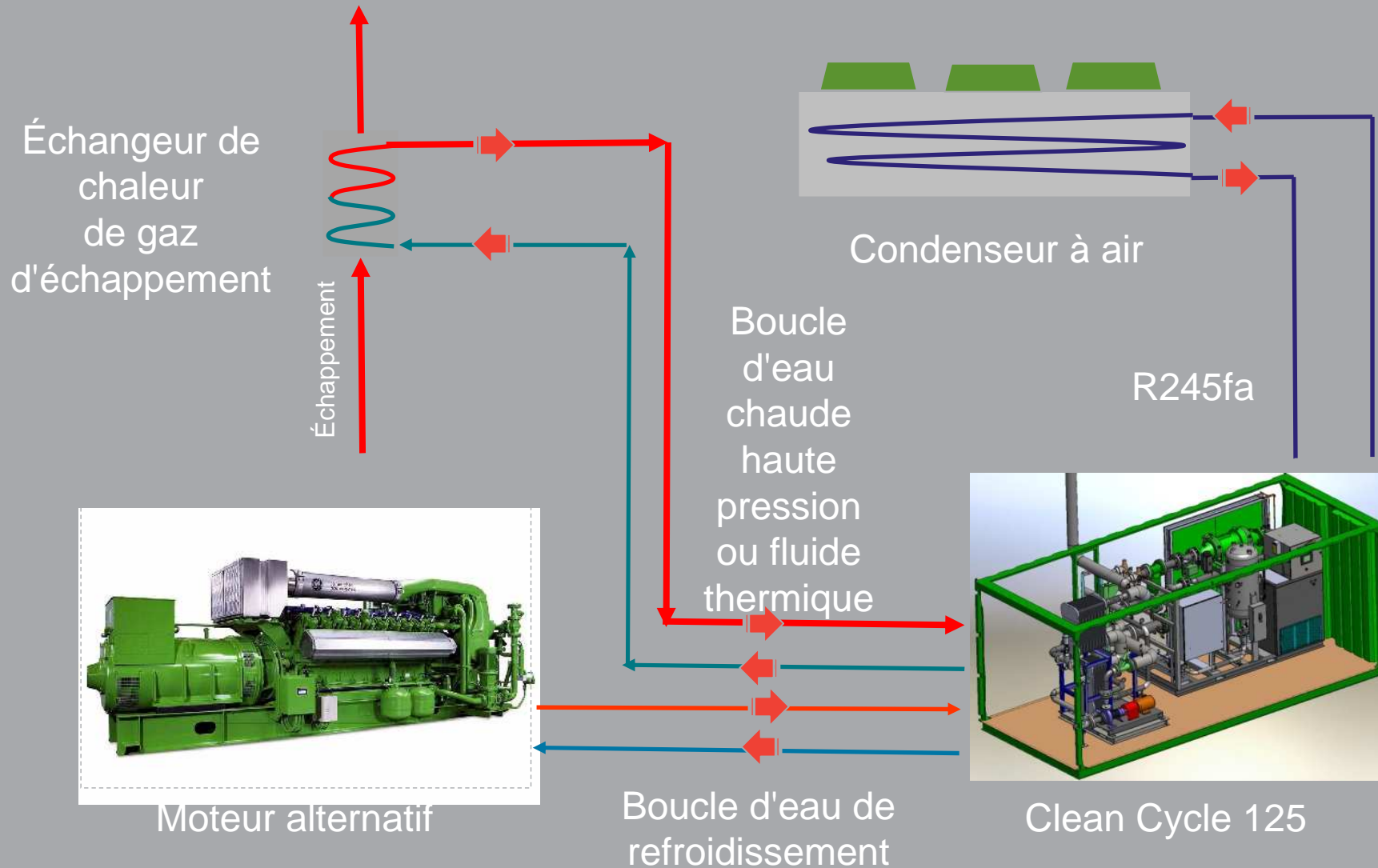


1. Le fluide organique circule à travers un échangeur de chaleur, l'exposant ainsi à la chaleur résiduelle
2. Cette chaleur transforme le fluide en vapeur
3. La vapeur traverse une turbine intégrée à un générateur à grande vitesse (sans boîte de vitesses)
4. La vapeur refroidit et redevient liquide, et le cycle recommence

Cycle organique de Rankine (ORC)

# Fonctionnement

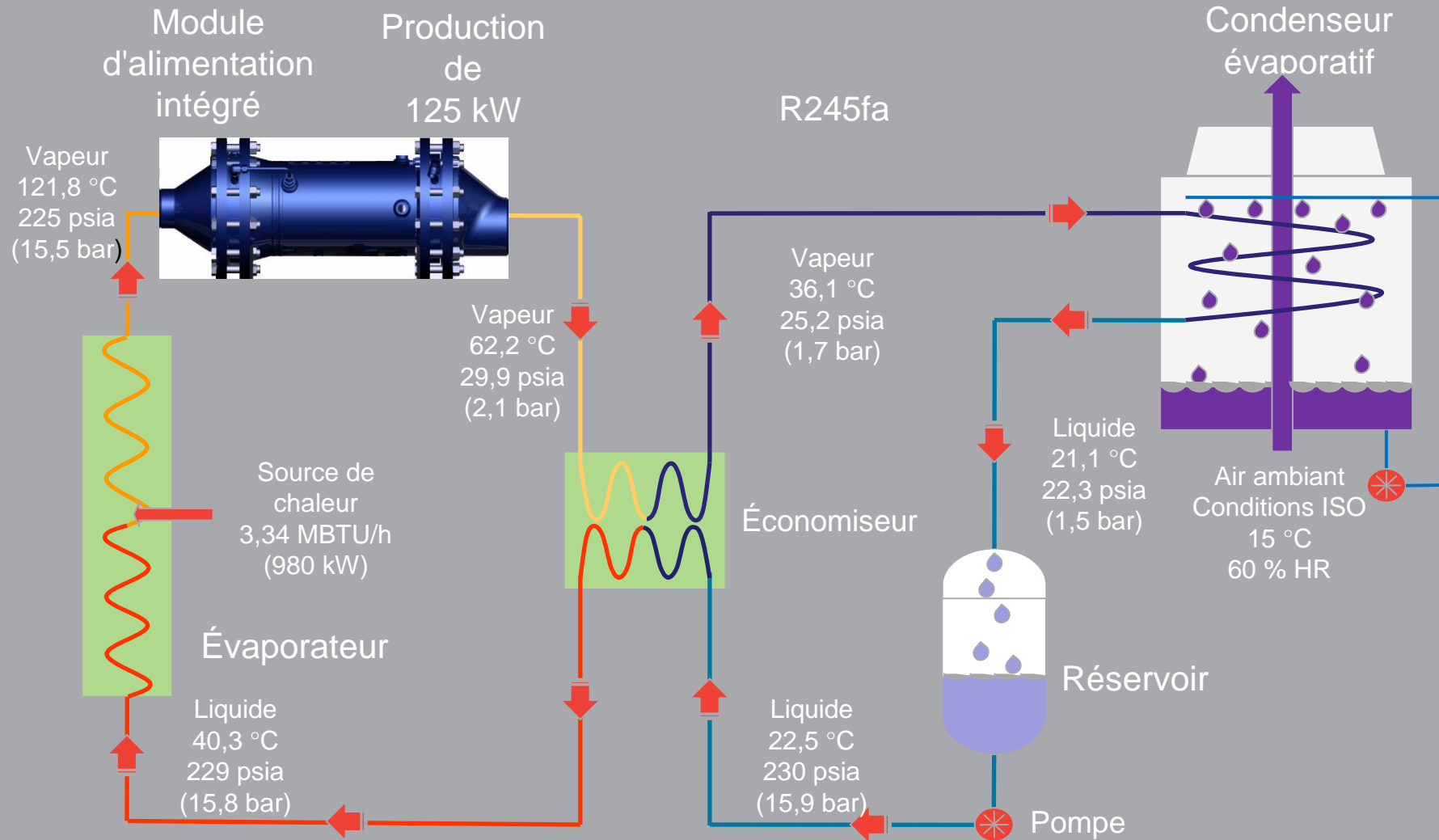
# Présentation du Système





# Fonctionnement

# Clean Cycle 125

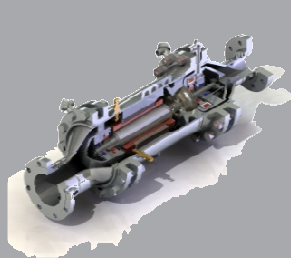


# Intégration Complète

Les principales compétences de l'équipe en charge des solutions de récupération de la chaleur de GE incluent :

- La conception et l'ingénierie
- La fabrication
- Le conditionnement
- L'entretien et l'assistance liés à l'installation

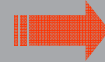
La propriété intellectuelle de l'intégralité du système et des composants clés et le savoir-faire sont contrôlés en interne



Module  
d'alimentation



Skid



Container



Installation  
du client

# Le système Clean Cycle™

Le système Clean Cycle™ de GE, à pleine capacité, ajoute 125 kW de puissance électrique produite pour une application de production de chaleur sans consommer de combustible supplémentaire.

À pleine charge, un système Clean Cycle™ produit environ 1 million de kWh d'électricité par an, qui auraient été produits sur le réseau dans le cas contraire.

Cela permet d'éviter plus de 350 tonnes de dioxyde de carbone par an, l'équivalent des émissions annuelles de dioxyde de carbone d'environ 200 voitures.

# 4. Applications possibles

- Production d'électricité avec une chaudière à biomasse solide (par exemple, copeaux et granulés de bois et litière de volaille)
- Récupération de la chaleur des moteurs à combustion interne
- Récupération de la chaleur des microturbines
- Récupération de la chaleur des déchets industriels (verreries, cimenteries, usines de papier, incinérateurs, etc.)

# Station d'épuration avec torchère - Lakeland, Floride

Le premier ORC a été mis en service début juin 2009 dans la station d'épuration de la ville de Lakeland, en Floride. Il s'agit d'un réacteur unique placé dans un conteneur et alimenté par une torchère de méthane directe. La disponibilité est de +98 %.



# Moteur à gaz de décharge - Italie du Nord

Les onzième et douzième ORC ont été installés à Exergy à Milan, en Italie. Il s'agit de deux ORC par deux moteurs biogaz J320 Jenbacher



# Liste des références

- Chaudière à Biomasse, Burgos Espagne, Mars 2010
- Chaudière à Biomasse, Trévisie Italie, Avril 2010
- Chaudière à biomasse, Kamnik Slovénie, Juin 2010
- Moteur biogaz, Kolar Slovénie, 2012**
- Biodesiel Panonica Slovénie, 2012
- Chaudière à Biomasse, Venise Italie, 2012
- Moteur à gaz de décharge, Italie du Nord, janvier 2011**
- Chaudière, Constanta Roumanie, décembre 2010
- Chaudière à Biomasse, Serre production de tomates Italie, avril 2012
- Moteur à pistons , Dublovice République tchèque, avril 2011**
- Chaudière à Biomasse, Brithish Racing School Royaume Uni, juin 2011
- Moteur à pistons , Décharge de Risley, Royaume Uni, septembre 2011**
- Chaudière à Biomasse, Italie, octobre 2011
- Moteur à pistons , Autriche, octobre 2011**
- Chaudière à Biomasse, Royaume Uni, février 2012
- Moteur à pistons , Pochvalov République tchèque, mars 2012**
- Moteur à pistons , Iller Roth Allemagne, avril 2012**
- Moteur à pistons , Italie, juin 2011**
- Station d'épuration, Lakeland Floride, mai 2009**
- Chaudière à Biomasse, Wisconsin USA, mai 2011
- Moteur à gaz de décharge, Ocala Floride, mai 2010**
- Puits de gaz naturel, Centerville Louisiane, février 2011
- Incinérateur, Warren Michigan, aout 2012

## 5. Calculs de Rentabilité : 3 cas

- Cas 1 : Calcul avec Ancien Tarif (Arrêté du 10 juillet 2006)
- Cas 2 : Calcul avec Nouveau Tarif (Arrêté du 19 mai 2011) avec prise en compte de la production de l'ORC dans le calcul du rendement électrique
- Cas 3 : Calcul avec Nouveau Tarif sans prise en compte de la production de l'ORC dans le calcul du rendement Electrique



# Ancien tarif / Nouveau tarif

## Arrêté du 10 juillet 2006

### •tarif d'achat:

- Pelec < 150 kWe : 9,53 cts€/kWh
- Pelec > 2MWe : 7,94 cts€/kWh

### •Prime à l'efficacité énergétique

- V<40% : PEE=0 cts€/kWh
- V>75% : PEE=3 cts€/kWh

## Arrêté du 19 mai 2011

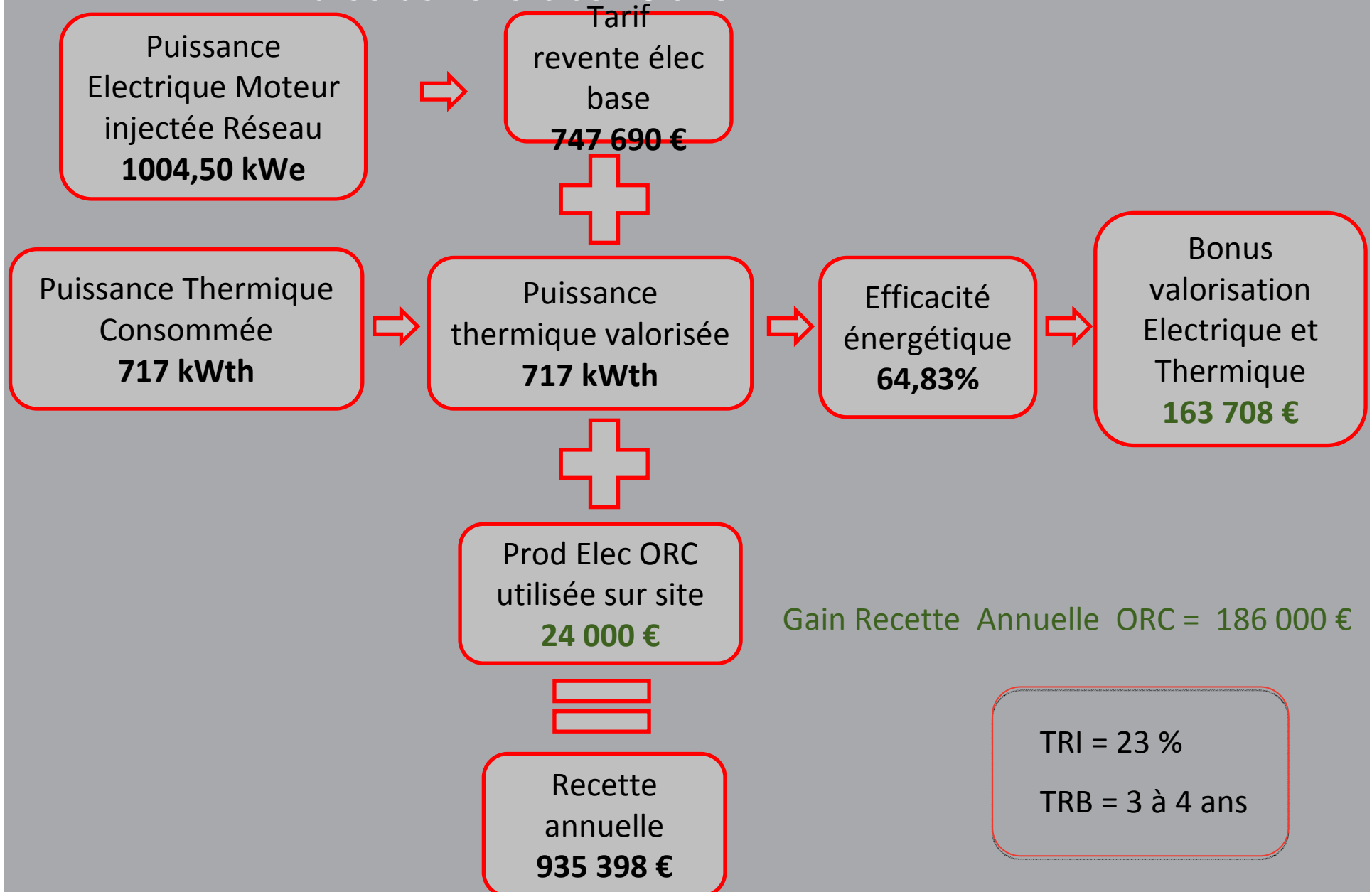
### •tarif d'achat:

- Pelec < 150 kWe : 9,745 cts€/kWh
- Pelec > 2MWe : 8,121 cts€/kWh

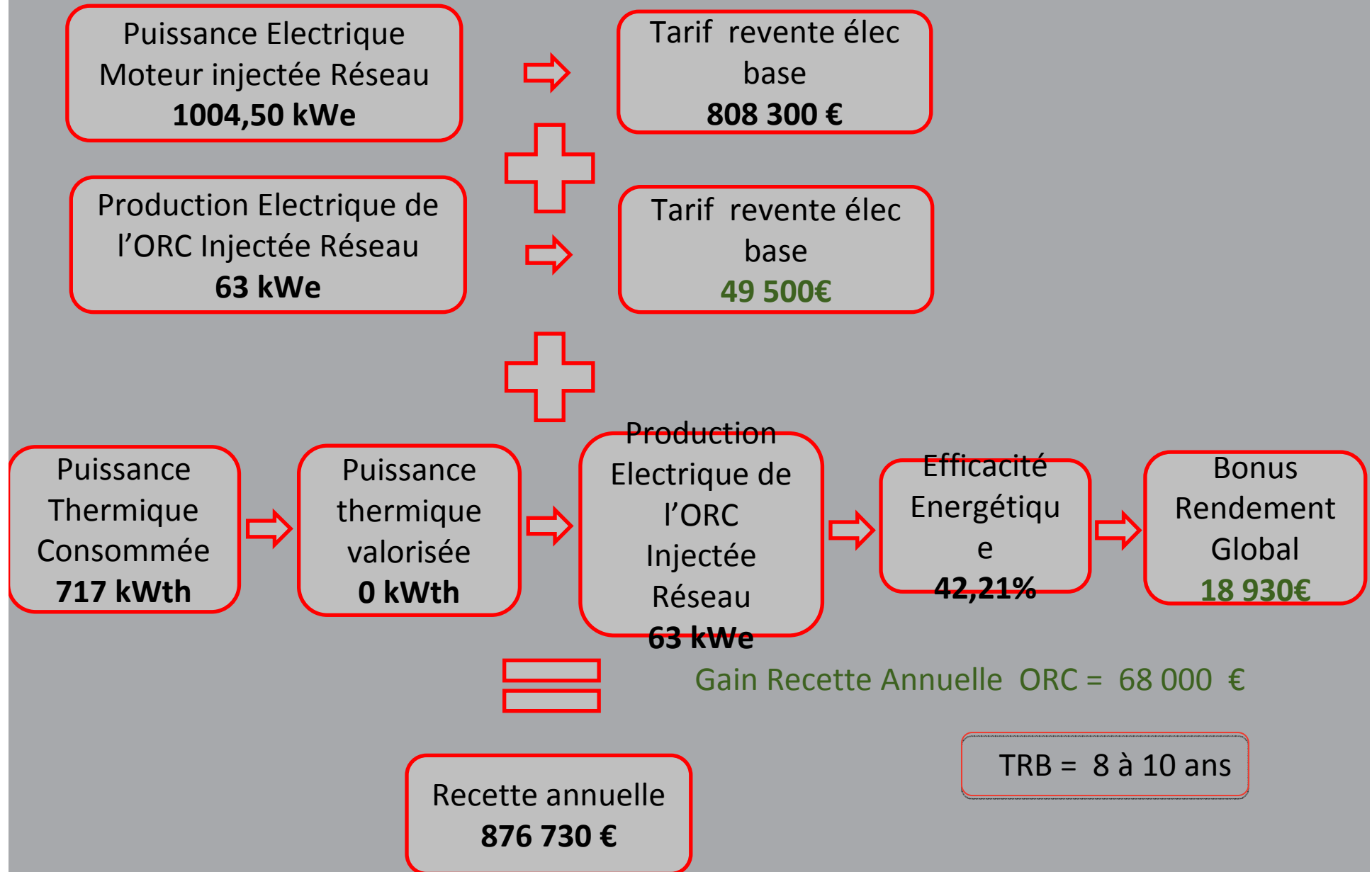
### •Prime à l'efficacité énergétique

- V<35% : PEE=0 cts€/kWh
- V>70% : PEE=4 cts€/kWh

# Cas 1: Site mis en service avant mai 2011, Durée de l'exercice 13 ans



# Cas 2: Site mis en service après mai 2011, Durée de l'exercice 15 ans



# Cas 3: Site mis en service après mai 2011, Durée de l'exercice 15 ans

Puissance  
Electrique  
Moteur injectée  
Réseau  
**1004,50 kWe**



Tarif  
revente élec  
base  
**808 300 €**



Puissance  
Thermique  
Consommée  
**717 kWth**



Puissance  
thermique  
valorisée  
**0 kWth**



Production  
Electrique de  
l'ORC  
**63 kWe**  
**49 500 €**



Gain Recette Annuelle ORC = 49 000 €

Recette  
annuelle  
**857 800 €**

TRB > 10 ans

# 4. Coûts d'installation et d'Exploitation

## Coûts d'installation :

- ordre de grandeur: 4 500 €/kW installé

## Coûts d'exploitations :

- Conduite : intégré à la conduite du GE
- Maintenance et Garanties sur 15 ans : 21 000 €/an

A large green industrial generator is the central focus of the image, situated in a factory or industrial facility. The generator is mounted on a concrete base and is surrounded by various pipes, conduits, and electrical components. The background shows a well-lit industrial environment with yellow overhead beams and a white door. The text is overlaid on the right side of the image.

Clarke Energy France  
ZA de la Malle - RD 6  
13320 BOUC BEL AIR  
France  
+33 (0)442 90 75 75  
[www.clarke-energy.fr](http://www.clarke-energy.fr)

**Merci de votre attention**