

**PROJET BIOENERGY
ROSS BETHIO
Région Saint-Louis, Sénégal**

RAPPORT REPIC

**Compléments
d'informations techniques**

**« transformation de résidus de biomasse
en énergie par gazéification »**

Lausanne, le 5 juin 2008

Table des matières

Informations techniques complémentaires

| | | |
|----------|--|---------------|
| A | Solution technique pour l'alimentation en combustible | page 3 |
| B | Description détaillée du gazéificateur | page 4 |
| C | Résultat de la gazéification de balle de riz avec un gazéificateur de ce type | page 5 |
| D | Solution technique au traitement du gaz de synthèse et à la formation de goudrons | page 6 |
| E | Expérience avec des projets du même type | page 8 |

Informations techniques complémentaires

L'unité de gazéification choisie pour notre projet a été brièvement décrite dans le Rapport final du 15 décembre 2007, chapitre D1 «Conversion en énergie – Cogénération par gazéification de la biomasse».

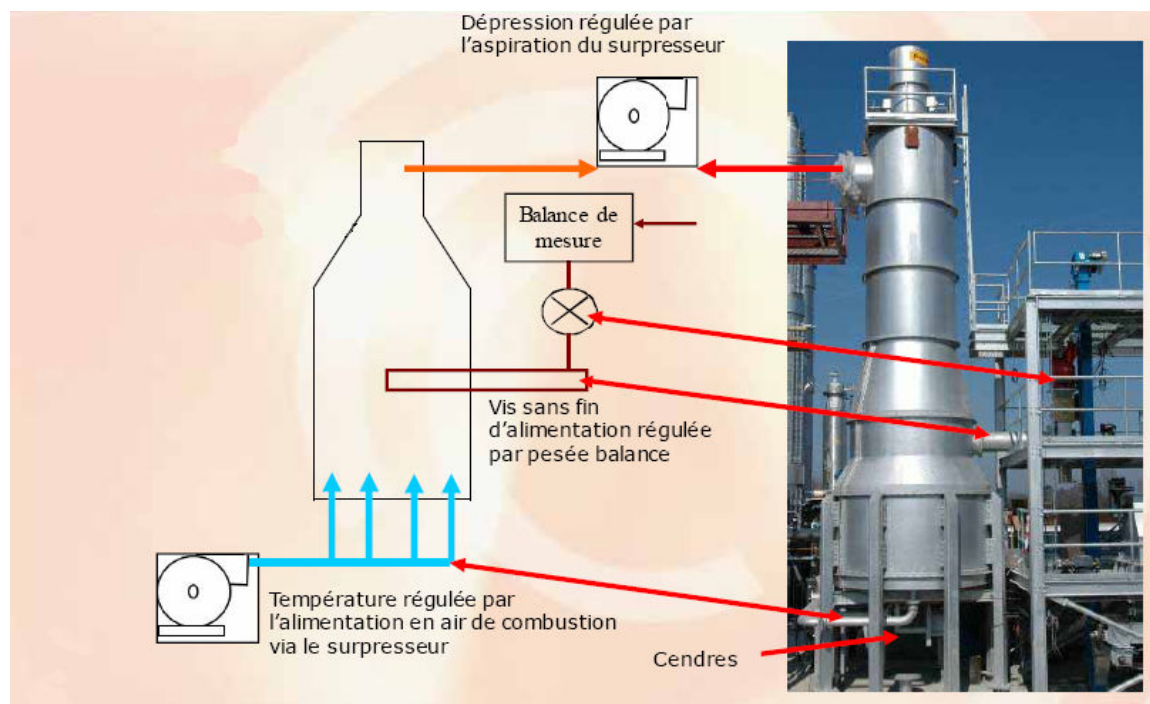
Cet équipement sera livré clés en mains avec une garantie de performance du fournisseur qui intègre à cette unité tous les dispositifs nécessaires à un fonctionnement optimal.

Par ailleurs, les termes de Référence (Annexe 4) du contrat du REPIC 2006.01 demandent au point 4 de donner des détails sur cinq questions techniques.

Ces réponses sont données sur la base des spécifications technologiques et commerciales d'un des fournisseurs d'équipement sélectionné (**ENERIA**, F-91311 Montlhéry - France) selon le cahier des charges établi par SGI.

A Solution technique pour l'alimentation en combustible

La biomasse, quantifiée par pesée, est introduite à mi-hauteur du gazéificateur par une vis sans fin. En plus de l'étanchéité mécanique de la vis, la dépression dans laquelle le gazéificateur est maintenu assure une sécurité optimale sans risque de fuites.

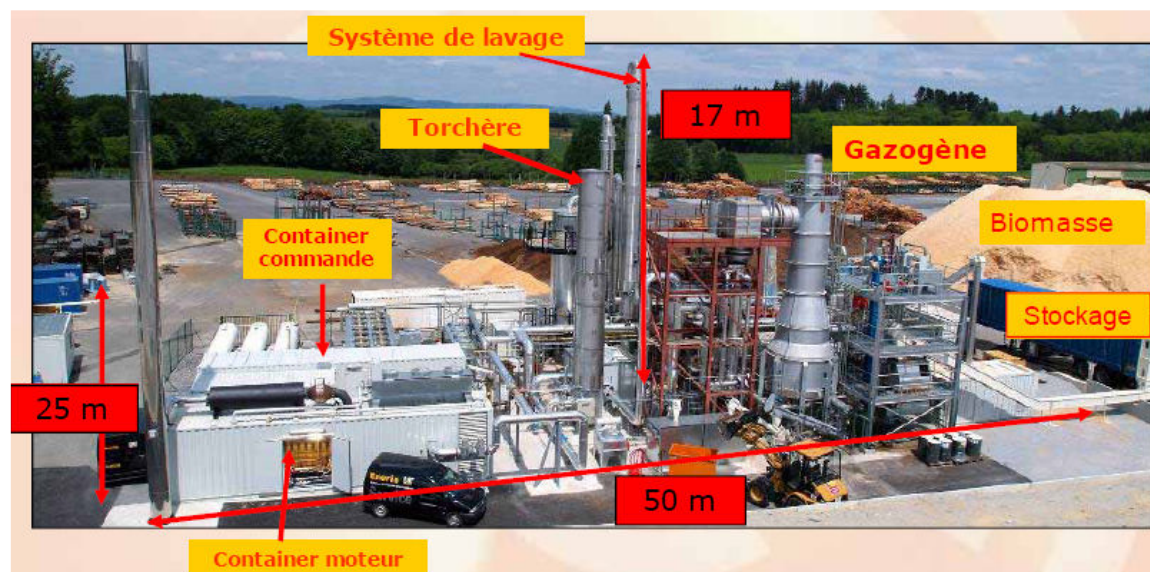


B Description détaillée du gazéificateur

L'unité de cogénération par gazéification directe comprend :

- Un stockage de biomasse humide
- Une série de bandes transporteuses, comprenant le passage à travers un four de séchage de la biomasse à température modérée par circulation d'air chaud permettant l'élimination de la majeure partie de l'humidité renfermée dans la biomasse. La chaleur est fournie par le circuit de refroidissement des moteurs entraînant la génératrice.
- Un broyeur, pour réduire la taille de la biomasse et l'homogénéiser
- Un stockage tampon de biomasse sèche
- Un gazogène PRME (Arkansas, USA) à tirage inverse à pression atmosphérique
La gazéification la plus adaptée aux caractéristiques de la biomasse du projet est effectuée à l'aide d'un gazogène, de type lit semi-fixe à contre-courant. Un agitateur à vitesse variable maintient un lit de combustibles de hauteur constante, en assurant le convoyage des cendres vers le point bas. Le gaz de synthèse est évacué à environ 800°C par la partie supérieure du réacteur.
- Un récupérateur de chaleur, qui refroidit le gaz à environ 350°C, à l'aide d'un fluide thermique
- Un système de traitement et nettoyage du gaz, utilisant un lavage à l'huile pour l'élimination des goudrons produits dans le réacteur de gazéification
- Une centrale de cogénération utilisant des moteurs adaptés spécifiquement au gaz, pour la production d'électricité vendue au réseau, de vapeur et d'eau chaude
- Des équipements de traitement de tous les effluents, entre autres des aéro-refroidisseurs.

La disposition des principaux composants de ce système est illustrée ci-dessous :





Une telle unité de cogénération avec une capacité de génération électrique de 1 MWe a été réalisée en France, près de Limoges (photo ci-contre).

Le gazéificateur se trouve au-dessus du conteneur orange et la génératrice dans le conteneur au premier plan.

C Résultat de la gazéification de la balle de riz

La composition typique du syngaz obtenu avec le gazéificateur mentionné plus haut est la suivante :

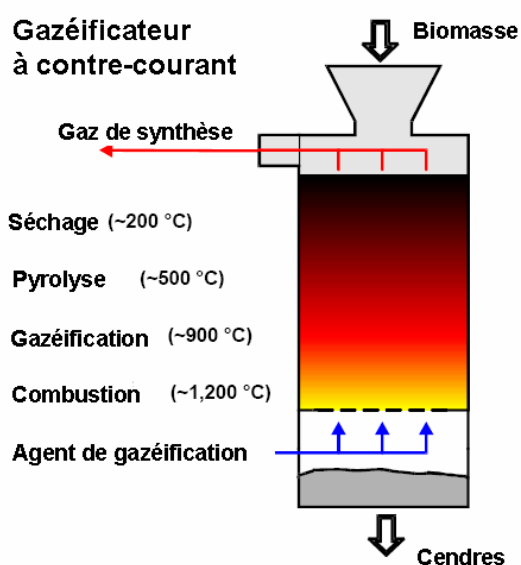
| Composés | Volumes en % |
|---------------------|--------------|
| Monoxyde de carbone | 15,50 |
| Hydrogène | 12,67 |
| Méthane | 5,72 |
| Ethylène | 1,97 |
| Ethane | 0,29 |
| Propane | 0,15 |
| Gaz carbonique | 15,88 |
| Azote | 47,85 |

Cette composition correspond à un pouvoir calorifique inférieur du syngaz de 1'420 kcal/Nm³.

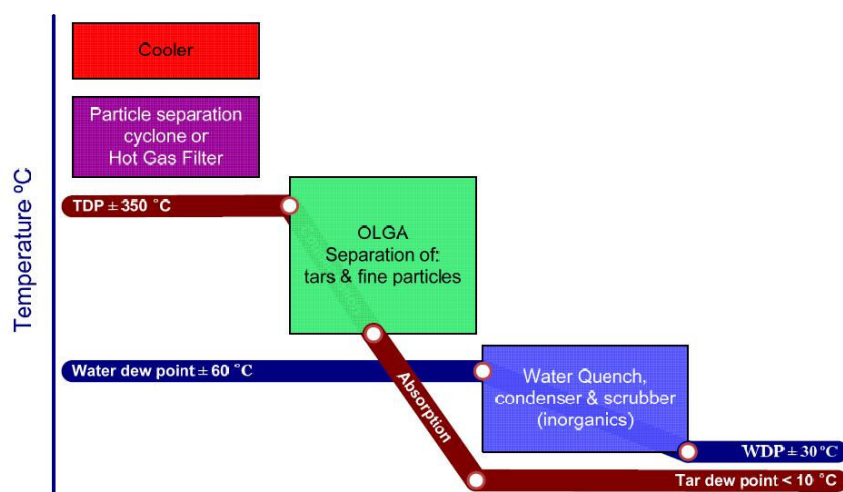
D Solution technique au traitement du gaz de synthèse et à la formation de goudrons

Le procédé de gazéification à tirage inverse, dont les principes sont illustrés ci-dessous, permet de produire un gaz de synthèse débarrassé de la majeure partie des contaminants

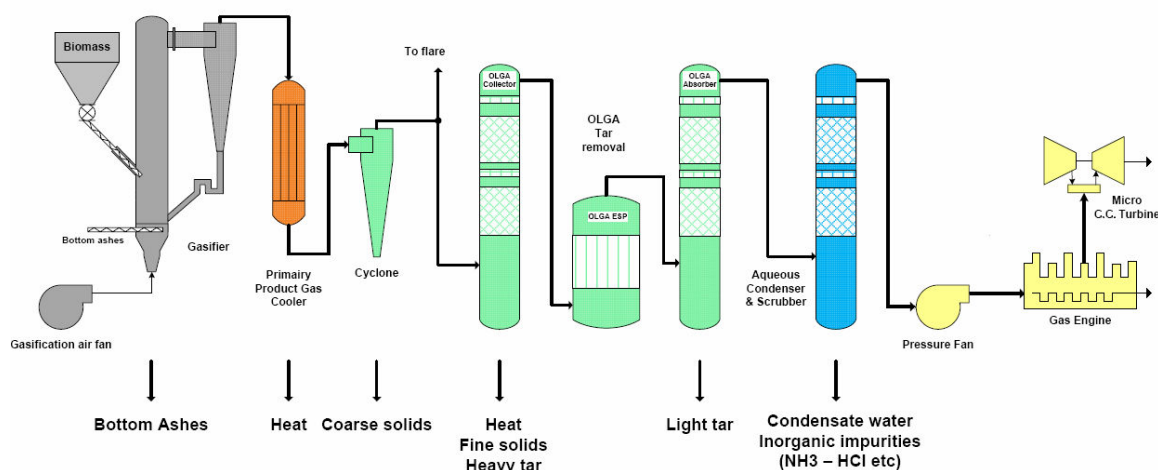
La biomasse circule par gravitation et passe successivement à travers les zones de séchage, pyrolyse et gazéification. Les cendres sont retirées du fond du gazéificateur, où l'air/vapeur utiles à la gazéification sont introduits. Les gaz issus des zones de séchage et de pyrolyse sont directement introduits dans le gaz de synthèse sans des réactions secondaires de décomposition, qui causeraient d'importantes concentrations de goudrons dans le gaz de synthèse. La température de sortie ce gaz est basse (300 °C à 450 °C). Les cendres sont complètement oxydées et ne contiennent habituellement pas d'imbrûlés.



Le gaz chaud issu du gazéificateur est purifié au cours de son refroidissement à travers une succession de stations, suivant les courbes de température suivantes :



La succession des étapes suivies lors de la gazéification est montrée dans le schéma ci-dessous :



Après l'élimination de particules solides avec un cyclone (« Coarse solids »), une pluie d'huile provenant de la pression de graines oléagineuses (huile de colza en particulier), permet d'éliminer successivement les goudrons à longues chaînes (« Heavy tar ») puis les goudrons légers (« Light tar »). Cette phase du procédé a été développée par ECN-Dahlmann (Pays-Bas) sous le nom de OLGA.

Les contaminants inorganiques sont finalement retenus dans les vapeurs d'eau condensées (« Condensate water »).

La fraction de l'huile contenant les goudrons les plus concentrés est réinjectée dans le gazéificateur en même temps que la biomasse, alors que la fraction d'huile restante est réutilisée pour un nouveau cycle de traitement des gaz.

Le gaz propre refroidi est ensuite pressurisé de manière à pouvoir être admis dans les moteurs à gaz à une pression constante.

E Expérience avec des projets du même type

Plus d'une vingtaine d'unités de gazéification ont été réalisées selon les procédés de PRME (Arkansas, USA). En particulier, deux unités utilisant de la balle de riz et fonctionnant depuis plus de 10 ans sont illustrées ci-dessous.



Site de Riviana Foods (1996) :

- 525 T/jour de balle de riz
- 12 MWe (turbine)



Site de Cargill (1995) :

- 330 T/jour de balle de riz
- 6.5 MWe (turbine)

Lausanne, le 5 juin 2008

F. Sugnaux & B. Bezençon