



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org



NATIONS UNIES

COMITE CONSULTATIF
ONU DI



REPUBLIQUE FRANÇAISE

15795-F
(1 of 3)

**VALORISATION ENERGETIQUE
DES SOUS-PRODUITS
DES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES**

NOVEMBRE 1984 - LILLE (FRANCE)

Tome 1

COMPTE RENDU DES TRAVAUX



NATIONS UNIES

COMITE CONSULTATIF
ONUDI



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

VALORISATION
ENERGETIQUE
DES SOUS-PRODUITS
DES
INDUSTRIES
AGRO-ALIMENTAIRES

REGION NORD - PAS-DE-CALAIS

LILLE NOVEMBRE 1984

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

Ce séminaire a pu être réalisé sous le patronage et avec la participation active :

- des services de l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel.
- du Ministère des Relations Extérieures de la République Française (Direction des Nations Unies et des Organisations Internationales)
- du Ministère du Redéploiement Industriel et du Commerce Extérieur de la République Française

ainsi que :

- du Conseil Régional Nord/Pas-de-Calais (Lille)
- de l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie (AFME)
- de l'Agence pour la Coopération Technique Industrielle et Economique (ACTIM)
- de l'Agence Nationale pour la Récupération et l'Élimination des Déchets (ANRED)
- du Centre Français du Commerce Extérieur (CFCE).

La rédaction du compte-rendu des travaux a été effectuée par Mme Françoise MAS, expert de l'AFME, avec le concours du service de l'ONUDI en France.

La rédaction de l'avant-propos a été confié à M. Yves LAMBERT de l'AFME.

AVANT PROPOS

Le Comité consultatif sur la valorisation énergétique des sous-produits dans les industries agro-alimentaires s'est réuni à Lille (France) du 12 au 16 Novembre 1984. Organisé à l'initiative de la France et de l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUOI), ce Comité a été l'un des premiers dans le monde à mettre en application les recommandations du Programme d'Action de la Conférence des Nations Unies sur les sources d'énergies nouvelles et renouvelables, qui s'est tenue à Nairobi en Août 1981.

Décidée depuis 1983, la réunion du Comité Consultatif a choisi le thème de la "Valorisation énergétique des sous-produits dans les industries agro-alimentaires" car c'était le plus à même de permettre le transfert, l'adaptation et l'application des techniques au point, pour accélérer l'utilisation des ressources de la biomasse pour la production d'énergie, tout en s'adressant au plus grand nombre de pays en développement.

Objet de la réunion :

- identifier et promouvoir des projets d'investissements relatifs à la transformation de sous-produits de l'agro-industrie en énergie dont les études antérieures ont confirmé l'intérêt économique et technique.
- déterminer la possibilité de réaliser des études de faisabilité portant sur des projets qui appartiennent aux domaines mentionnés et dont la fiabilité technique a été confirmée dans le cadre d'une installation pilote.
- déterminer la possibilité de poursuivre des travaux de développement comportant des études de procédés et d'installation, en vue de la mise en place d'installations de démonstration dans les domaines où l'application à l'échelle industrielle de la technique semble justifiée.

Préparation de la réunion

Pour préparer cette réunion, la France sous l'impulsion de la Direction des Nations Unies, et des Organisations Internationales (DNUOI) du Ministère des Relations Extérieures, a mobilisé la participation de représentants de différents organismes :

- L'Agence pour la Coopération Technique Industrielle et Economique (ACTIM)
- L'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie (AFME)
- L'Agence Nationale pour la Récupération et l'Élimination des Déchets (ANRED)
- Le Centre Français du Commerce Extérieur (CFCE)
- Le Conseil Régional Nord/Pas-de-Calais
- Le Ministère du Redéploiement Industriel et du Commerce Extérieur (MRICE)
- Le Service Coopération et Développement du Ministère des Relations Extérieures.

L'ONUUDI (Vienne) a collaboré à la préparation de cette réunion en y associant très étroitement son bureau de Paris. Elle s'est chargée d'informer tous les pays membres des Nations Unies de l'objet et de la tenue de cette réunion, afin de susciter leur intérêt et de les interroger sur les projets qu'ils pourraient avoir dans le domaine concerné.

Il a ainsi été possible de pré-sélectionner une vingtaine de pays avec lesquels les idées de projets et les projets eux-mêmes ont été discutés. Des missions prises en charge par la France et l'ONUUDI ont été effectuées dans la plupart des pays, afin de préciser les projets et d'en faire une première analyse technique et économique.

Parallèlement, l'AFME a fait préparer par un bureau de consultants français (la SEMA), un document de synthèse sur la valorisation énergétique des différents sous-produits des industries agro-alimentaires.

Participants

Afin de permettre une présentation des projets tout en y intéressant des maîtres d'oeuvre et des financiers éventuels, trois groupes de participants ont été invités à la réunion du comité :

- des représentants étrangers, directement concernés par le ou les projets présentés par leur pays : industriels publics ou privés ou fonctionnaires chargés de développer et de promouvoir la valorisation énergétique de la biomasse.
- des industriels et financiers français susceptibles de répondre aux questions techniques, économiques et financières des initiateurs de projets.
- des représentants des organismes officiels français, de l'ONUUDI, d'autres organismes des Nations Unies, de la Banque Mondiale.

La réunion du Comité Consultatif

La Région Nord/Pas-de-Calais s'est proposé pour organiser la réunion et prendre à sa charge les frais d'organisation ainsi que les frais de voyages de représentants de pays en développement. Le Comité Consultatif s'est donc réuni à Lille au 12 au 16 Novembre 1984.

Les présentations des différents thèmes techniques et des projets ont été de très grande qualité et ont permis aux différents participants de se connaître et d'envisager des actions conjointes.

Ce Comité Consultatif, premier du genre, aura permis grâce à la participation efficace des industriels et des financiers, de nouer des relations de coopération fructueuse dans le domaine des industries agro-alimentaires et de la valorisation énergétique des sous-produits. En effet, parallèlement aux réunions plénières, une exposition avait été organisée à laquelle ont participé une dizaine d'industriels et des salons avaient été mis à disposition pour faciliter les discussions en petit comité.

Les résultats de ce Comité Consultatif

Des rapports de synthèse sur les différentes filières de valorisation, sur des exemples de réalisations passées et sur les potentiels liés à chacun des sous-produits ont été distribués à l'occasion de cette réunion et ont ensuite été diffusés plus largement. Ces rapports pourront être actualisés au fur et à mesure des réalisations des projets initiés lors du Comité Consultatif.

Plusieurs projets présentés à cette occasion sont en effet en bonne voie d'aboutissement, grâce à des financements bi ou multi-latéraux.

Les interventions faites pendant ces journées à Lille présentaient un intérêt certain et il a été souhaité par l'ONUUDI, qu'elles puissent être reprises dans le compte rendu complet qui est donné ci-après.

ABREVIATIONS

ACTIM	Agence pour la Coopération Technique Industrielle et Economique
AFME	Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie
ANRED	Agence Nationale pour la Récupération et l'Elimination des Déchets
BFCE	Banque Française du Commerce Extérieur
BNP	Banque Nationale de Paris
CCCE	Caisse Centrale de Coopération Economique
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique
CÉE	Communauté Economique Européenne
CEEMAT	Centre d'Etudes et d'Expérimentation du Machinisme Agricole Tropical
CEMAGREF	Centre du Machinisme en Génie Rural et des Eaux et Forêts
CFCE	Centre Français du Commerce Extérieur
CIRFI	Centre International de Recherche sur le Financement des Investissements dans les Pays en Développement
CTFT	Centre Technique Français Tropical
DGEMP	Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières
DIAA	Direction des Industries Agricoles et Alimentaires
DRIR	Direction Régionale de l'Industrie et de la Recherche
EDF	Electricité de France
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
GEST	Groupe d'Echanges Scientifiques et Technologiques
IEMVT	Institut de Recherche sur l'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux
INRA	Institut National de Recherche Agronomique
MRE	Ministère des Relations Extérieures
MRICE	Ministère de Redéploiement Industriel et du Commerce Extérieur
NUOI	Direction des Nations Unies et des Organisations Internationales

NFC Nord Pas de Calais

ONU Organisation des Nations Unies

ONUDI Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	1
INTRODUCTION	2
<u>ALLOCUTIONS DE BIENVENUE ET D'OUVERTURE</u> (par ordre d'intervention)	
M. JOSEPHE Noël (Conseil Régional NPC)	3
M. PIERRET Alain (MRE)	9
M. MAUNG Mynt (ONUDI)	13
Mme MARTINET Teresina (MRICE)	18
M. BIRAUD Gérard (MRE)	20
M. LEJEUNE André (ACTIM)	23
M. CHARTIER Philippe (AFME)	26
M. AFFHOLDER Michel (ANRED)	28
 <u>LISTE DES INTERVENANTS DES PAYS EN DEVELOPPEMENT ET INTITULES DE LEURS PROJETS</u>	 30
<u>LISTE DES PARTICIPANTS</u> (voir annexe)	
<u>LISTE DES SOCIETES INDUSTRIELLES REPRESENTEES</u> (voir p. 164)	
 <u>LES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES ET LEURS SOUS-PRODUITS</u> Résumé de l'intervention de M. VELLAUD (ANRED)	 35
 Première partie : PROCÉDES TECHNIQUES DE TRANSFORMATION (Résumé des interventions)	 38
La méthanisation des effluents d'industries agro-alimentaires par M. DUBOURGUIER (INRA)	39
La combustion et la gazéification par M. MOLLE (CEMAGREF)	41
La fermentation alcoolique par M. CAGNOT (SEMA)	45
La carbonisation et la densification par M. VAING (CEEMAT)	49
 Deuxième partie : APPLICATION AUX SOUS-PRODUITS DES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES	 52
 <u>ELEVAGES ABATTOIRS</u>	 53
La méthanisation des effluents d'élevages industriels et d'abattoirs par M. COUSIN (AFME)	

Silan d'une installation de production de biogaz intégrée à un traitement d'épuration par M. AUBART (BIOMAGAZ)	56 59.
<u>SUCRERIES</u>	
Les sous-produits de sucrerie par M. DE LA METTRIE (SAIEC DEVELOPPEMENT)	
Fermentation méthanique des résidus de distillation d'alcool de canne à sucre par M. BORIES (INRA)	62
Combustion de la bagasse à Cuba par M. DUTREUX (CERFX)	64
Gazéification de la bagasse de canne à sucre par M. BOILLOT (EDF)	66
<u>ORDURES MENAGERES</u>	69
Les études d'élimination des ordures ménagères par M. BROIX (ANRED)	
<u>HUILERIES</u>	73
Les déchets d'huilerie de palme : nature et utilisation par M. PETITPIERRE	
Gazogène à bourre de coco à Bora Bora par M. LEMAITRE (CEA)	76
Combustion de coques de coton pour la production de vapeur dans une huilerie au Mali par Mme DOUCET	78
<u>AUTRES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES</u>	81
Combustion de balles de riz par M. MOUREAU (SICA France Riz)	
Valorisation énergétique des coques de café par M. KEREVER (CEA)	83
Valorisation énergétique des sous-produits de l'exploitation forestière et des industries de première transformation en forêt tropicale hétérogène par M. VERGNET (CTFT)	87
Troisième partie : PROJETS PRESENTES PAR LES PARTICIPANTS DES PAYS EN DEVELOPPEMENT	87
Résumé des interventions	
Argentine, M. ROSMAN	88
Bolivie, M. TREPP	90
Colombie, M. BELTRAN	92

Cote d'Ivoire, M. KONAN DAVID	94
M. TRAORE	97
M. SERY GALE	99
Mme TOKA DJEGBA	101
Cuba, M. TUTOR SANCHEZ	103
République Dominicaine, M. POU	105
Egypte, M. KHALEK	108
Gabon, M. ISSEME	110
Guinée, M. CAMARA	112
Inde, M. SINGH	115
Indonésie, M. SOERIAATHADJA	117
Kenya, M. JONES	119
Madagascar, Mme RAZAFINDRAKOTO	121
Ile Maurice, M. RIVET	123
Malaisie, M. BAHARUNDEN	125
Maroc, M. ZABI	127
Mozambique, M. FORTE	131
Pakistan, M. SHAH	133
Sénégal, M. CISSE	135
Sri Lanka, M. DE ALWIS	137
Tanzanie, M. NINDIE	140
Thaïlande, Mme SUVACHITTANONT	143
Tunisie, M. MAHERZI	145
Quatrième partie : TABLE RONDE	147
Résumés des principales interventions	
Les autres valorisations des sous-produits d'industries agro-alimentaires avec MM. CHEVERRY (ANRED), RICHARD (IEMVT), LAMBERT (AFME)	148
La dépollution avec MM. NOEL (Agence de l'Eau), DURIEZ (DRIR), CHEVERRY (ANRED), ALBAGNAC (INRA)	152
Cinquième partie : REPONSES D'INDUSTRIELS FRANCAIS	156
Résumés des interventions	
Valorisation des sous-produits : impact sur les industries agro-alimentaires par M. LUCAS (Ministère de l'Agriculture)	157
Exemples d'applications réalisées par des sociétés d'ingénierie par MM. SUZOR (CLE TECHNIP), BLAYO (SPEICHIM), DEVOISIN (LERMINET)	159
Liste des sociétés industrielles représentées	164

Sixième partie : ASPECTS ECONOMIQUES ET FINANCIERS	172
Résumés des interventions	
1. Instruments publics français de financement d'investissements par M.me LARSILLIERE (Caisse Centrale de Coopération Economique)	173
2. Possibilités d'actions des organismes bancaires français pour le financement de projets par MM. CHARPENTIER, BERGERON, BOCQUET (BNP)	174
3. Activités de coopération technique de l'ONUDI par M. MAUNG (ONUDI)	177
4. Moyens d'information en matière de financements de projets par MM. PEYRARD (CIRFI), DUTREUX (CFCE)	178
5. Questions des participants	181
6. Tableau d'ensemble des banques et fonds internationaux multilatéraux et bilatéraux	182
CONCLUSION	185
La maîtrise de l'énergie dans les industries agro-alimentaires par M. MARTELLY (AFME)	186
Clôture du Comité Consultatif (Résumés des interventions)	189
ANNEXES	194
Liste des participants au Comité Consultatif	195
Index thématique	199

I N T R O D U C T I O N

ALLOCUTION DE BIENVENUE ET D'OUVERTURE DE M. Noël JOSEPHE

Président du Conseil Régional Nord-Pas-De-Calais

Mesdames, Messieurs,

Je suis très heureux de vous souhaiter la bienvenue, dans le Nord-Pas-De-Calais, à Lille, capitale des Flandres.

C'est pour moi un très grand honneur d'ouvrir une réunion qui rassemble autant d'éminentes personnalités internationales, nationales et régionales.

Je voudrais tout d'abord saluer, d'une manière toute particulière, la présence dans notre région des 36 représentants et délégués officiels de pays étrangers souvent fort lointains. En effet, j'observe que 20 d'entre vous viennent d'Afrique, 7 d'Amérique du sud et 9 d'Asie.

Les autorités des nombreux pays que vous représentez et dont les drapeaux flottent symboliquement dans cette salle, ont en charge une large part de la population de la planète.

Je me réjouis donc vivement que vos pays aient accepté l'invitation conjointe du Gouvernement Français, de l'ONUDI et de la région Nord-Pas-De-Calais à venir approfondir un thème aussi vital que l'énergie dans les projets d'investissement du secteur agro-alimentaire.

Je voudrais donc vous remercier très chaleureusement, ainsi que les gouvernements des pays que vous représentez, d'avoir bien voulu venir dans notre région pour participer à cette réunion.

Je suis également très sensible au fait que plusieurs hauts fonctionnaires internationaux aient bien voulu honorer cette réunion de leur présence, et notamment :

- Monsieur IARRE, Directeur du Bureau Industriel du Programme des Nations Unies pour l'environnement,
- Monsieur FAIDLEY qui représente l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture à Rome, et qui a la responsabilité de la coordination du Programme "Energie et Environnement",
- enfin, Monsieur HADJ-SADOK, Responsable des Energies Nouvelles et Renouvelables aux Nations Unies à New-York.

Je voudrais maintenant remercier les initiateurs et les co-organisateurs de cette manifestation :

- Monsieur PIERRET, Directeur des Nations Unies et des Organisations Internationales au Ministère des Relations Extérieures et Monsieur BIRAUD, Chef de la Division Economique,

- l'ONUUDI à Vienne représentée par Monsieur MAUNG, Responsable des Industries Chimiques et Monsieur BAUM, Consultant et ancien Directeur de l'Energie et des Matières Premières aux Nations Unies à New-York,
- Messieurs JEANROY et GONBERT, Directeur et Directeur Adjoint du service de l'ONUUDI en France,
- Monsieur LEJEUNE, Directeur Général Adjoint de l'Agence pour la Coopération Technique, Industrielle et Economique,
- Monsieur CHARTIER, Directeur Scientifique de l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie,
- Monsieur METTELET, Directeur Adjoint de l'Agence Nationale pour la Récupération et l'Elimination des Déchets.

Je remercie également les représentants des entreprises et des établissements financiers, en particulier ceux de la région Nord-Pas-de-Calais, pour l'intention qu'ils ont clairement manifestée de jouer un rôle actif au cours de cette réunion.

Qu'il me soit permis enfin de remercier les élus régionaux et les nombreuses personnalités qui ont tenu à marquer par leur présence à cette séance d'ouverture l'intérêt qu'ils portent personnellement à cette manifestation.

* * * * *

Ouvrir cette réunion du Comité Consultatif de l'ONUUDI est donc un honneur pour moi, mais aussi un privilège pour la région que je représente et cela pour deux raisons essentielles :

C'est la première fois que le Comité Consultatif réunit des participants venant de plusieurs continents et prend ainsi une dimension véritablement mondiale.

C'est aussi la première fois que l'ONUUDI et un gouvernement national font le pari de s'appuyer sur les forces vives d'une collectivité territoriale pour organiser avec elle une manifestation de cette importance.

Je tiens donc à rendre un hommage particulier aux représentants du gouvernement français et de l'ONUUDI et à les remercier d'avoir choisi la région Nord-Pas-De-Calais pour l'accueil et, dans une large mesure, l'organisation de cette réunion du Comité Consultatif.

En réponse à cette marque de confiance, le Conseil Régional et ses services n'ont, comme vous le savez sans doute, ménagé ni leurs efforts ni les moyens mis en oeuvre pour en assurer le bon déroulement. Je pense d'ailleurs, pour ma part, que l'audience de cette manifestation et la qualité de ses participants sont déjà un gage de sa réussite.

* * * * *

En proposant sa candidature pour l'organisation de la présente réunion, notre région ne manquait cependant pas d'arguments sérieux et objectifs.

Notre premier atout, la présence ici de nombreux Chefs d'Entreprises régionales en est un témoignage vivant, est que le Nord-Pas-De-Calais est l'une des toutes premières régions françaises en matière d'agro-industrie. Ceci s'explique non seulement par ses productions agricoles, mais aussi par la qualité et le dynamisme de ses entreprises industrielles et des sociétés d'ingénierie et de services.

En deuxième lieu, j'ajoute que la région Nord-Pas-De-Calais entretient déjà depuis plus d'un an d'étroites relations de travail avec le service en France de l'ONUUDI.

Je fais allusion notamment aux actions menées en collaboration avec les délégués de certains pays, par exemple celui du Sénégal qui a organisé une mission d'élus et d'industriels régionaux sur place au début de l'année 1984.

Enfin l'organisation de la réunion du Comité Consultatif à Lille constitue une opportunité que le Conseil Régional entend saisir pour progresser de façon très significative dans deux directions :

- tout d'abord le renforcement de la collaboration avec le service en France de l'ONUUDI ; à cet égard, je me réjouis de constater que les six délégués en poste actuellement au bureau de Paris figurent parmi les participants étrangers que nous accueillons.

Je ne peux, à cette occasion, résister au plaisir d'indiquer aux deux délégués de la République Populaire de Chine que je suis d'autant plus sensible à leur présence qu'il y a à peine deux semaines je conduisais une mission en Chine réunissant élus, industriels et techniciens de la région, afin d'y signer le protocole de jumelage avec la municipalité de Tianjin, et de concrétiser des accords de coopération pour l'exploitation de ses ressources minières.

- Ensuite, la deuxième direction est le développement de la coopération, notamment sur le plan industriel, entre les entreprises et les organismes régionaux d'une part, les partenaires des pays en développement d'autre part.

Aux actions déjà engagées par la région et que je viens de mentionner, j'ajoute celles menées conjointement avec l'Algérie et plus récemment avec le Cameroun.

* * * * *

Notre volonté politique est donc de développer notre action dans le domaine des coopérations décentralisées à l'intérieur d'un cadre dont je voudrais vous indiquer les principes essentiels.

Le premier point concerne l'articulation entre les actions de coopération que la région entend mener et la politique de coopération internationale conduite et mise en oeuvre par le gouvernement et l'Etat.

A cet égard, la position du Conseil Régional est claire : la politique de la région n'est pas de se placer en position concurrentielle mais, soit de s'associer aux actions gouvernementales, soit, dans la plupart des cas, d'agir de façon autonome et complémentaire.

Et, dans ce domaine, notre champ d'action est immense.

Il me semble que l'institution régionale se situe à un niveau particulièrement bien adapté, par exemple sur le plan de la capacité d'intervention opérationnelle, pour répondre aux besoins exprimés de plus en plus souvent directement par les collectivités de pays en développement : régions, provinces ou municipalités importantes.

Bien souvent en effet une réponse adéquate ne peut être fournie qu'en liaison avec des partenaires locaux tels que : Chambres de Commerce, entreprises, universités, centres de recherche, instituts de formation spécialisée, etc...

* * * * *

Je vais maintenant aborder un autre aspect, en m'y attardant un peu plus longtemps car il intéresse sans doute davantage les représentants étrangers que nous accueillons aujourd'hui.

Il s'agit de la politique de coopération de la région Nord-Pas-De-Calais, plus particulièrement de son approche des problèmes liés au développement et de sa conception des relations avec nos partenaires étrangers.

Monsieur PIERRET, Directeur des Nations Unies et des Organisations Internationales au Ministère des Relations Extérieures doit dans quelques instants rappeler devant vous les grandes orientations de la politique française en matière de coopération internationale, je limiterai donc mon intervention à ce qui me paraît essentiel.

Comment un conseil régional tel que le nôtre - je fais référence aux forces politiques qui le composent - comment, donc, pourrait-il ne pas se reconnaître dans le discours tenu par le Président de la République Française à Cancun et apporter une adhésion sans réserve aux principes d'actions proposés par le Chef de l'Etat en cette circonstance ?

Pour concrétiser mon propos, je rappellerai simplement ici la déclaration finale de Monsieur François MITTERRAND : "Ma conclusion sera que, pour la France, l'essentiel est de donner plus d'unité au monde qui est le nôtre, dans le plus grand respect de ses diversités".

A cet égard, la position du Conseil Régional est donc, là encore, très claire. Et je saisis l'occasion de ce discours d'ouverture pour insister sur le fait que, d'emblée, le Conseil Régional Nord-Pas-De-Calais a considéré cette réunion du Comité Consultatif comme une excellente opportunité pour faire avancer le dialogue Nord-Sud, à sa mesure, certes, mais concrètement et avec une certaine valeur d'exemple.

J'ajoute qu'en agissant de la sorte, la Région a conscience de se situer dans le droit fil de la Conférence des Nations Unies sur les sources d'Energies Nouvelles et Renouvelables, tenue en Août 1981 à Nairobi. Elle entend ainsi apporter sa contribution à la mise en oeuvre des recommandations issues de cette Conférence.

* * * * *

J'en viens maintenant à notre conception de la coopération, en particulier de la coopération industrielle, avec nos partenaires des pays étrangers.

Voici les principales idées-force de la politique de la région Nord-Pas-De-Calais dans ce domaine.

Le Conseil Régional entend, avec la participation des entreprises, favoriser la réalisation des nouveaux projets industriels en y intégrant les demandes de nos partenaires relatives à :

- la formation professionnelle,
- l'adaptation des produits et des procédés,
- l'appui à des projets de transfert de maîtrise industrielle.

La région soutiendra en priorité les projets industriels qui mettent l'accent sur :

- la liaison industrie-agriculture,
- la satisfaction des besoins locaux,
- l'intégration dans le secteur d'activité concerné.

Enfin, le Conseil Régional est guidé par deux préoccupations :

- les relations industrielles doivent être mutuellement bénéfiques. Il s'agit donc de favoriser une compatibilité entre d'une part, une politique industrielle profitable aux pays étrangers, d'autre part, les intérêts des entreprises régionales.
- Il faut mettre l'accent sur l'intégration des projets dans de véritables stratégies de développement industriel correspondant aux objectifs prioritaires des pays partenaires.

* * * * *

Pour qualifier, au début de mon intervention, le thème de ces journées, j'ai utilisé de façon intentionnelle l'adjectif - très fort - de "vital".

N'est-il pas, en effet, exceptionnel de pouvoir étudier, en commun, les solutions susceptibles d'être apportées à des problèmes aussi fondamentaux que la maîtrise de l'énergie, l'alimentation et l'industrialisation et les synergies qui existent entre leurs différents aspects ?

Je peux assurer les représentants ici présents des pays étrangers qu'en matière de maîtrise de l'énergie et de connaissance des différentes filières de valorisation énergétique des sous-produits des industries agro-alimentaires, ils trouveront auprès des entreprises françaises, notamment celles de la région Nord-Pas-De-Calais, des interlocuteurs particulièrement compétents et expérimentés.

Je suis personnellement très sensible - la région Nord-Pas-De-Calais l'est bien entendu aussi - au problème de l'énergie. Durant une année en effet, j'ai présidé aux travaux du groupe Long Terme Energie, à la demande du gouvernement français. Et j'ai été très frappé, à cette occasion, par l'importance des enjeux - techniques, industriels, économiques, et surtout humains - liés à ce problème.

Comme vous tous j'en suis sûr, je suis donc très conscient des aspects humanitaires sous-jacents aux questions que vous allez aborder.

Un seul exemple : le problème du bois de feu et la dramatique désertification de millions d'hectares qu'il entraîne. Ainsi, à l'heure actuelle, la satisfaction de besoins énergétiques pourtant élémentaires met de plus en plus gravement en péril l'existence même de millions d'individus.

Je n'hésite pas à dire que face à ces angoissantes questions de la faim, et de la pauvreté, la responsabilité des pays riches et développés est clairement engagée.

Mon vœu le plus cher est donc qu'ensemble, au cours de ces journées, nous recherchions les moyens d'instaurer une véritable sécurité alimentaire mondiale sur une base durable.

* * * * *

Il est temps maintenant de vous souhaiter un agréable séjour à Lille, ville, comme vous le constaterez, très vivante et très accueillante.

Je vous persuade que vos travaux de cette semaine seront extrêmement enrichissants et porteurs d'espoir pour la réalisation de vos projets.

Je déclare ouverte cette réunion du Comité Consultatif de l'ONUDI à Lille.

* *
* * *

INTERVENTION DE M. Alain PIERRET

Directeur des Nations Unies et des Organisations Internationales
Ministère des Relations extérieures

Monsieur le Président du Conseil Régional,

J'ai l'honneur, au nom du Gouvernement Français, de vous remercier pour l'accueil si généreux offert par votre région pour abriter l'une des expériences les plus originales menées conjointement par un Etat membre des Nations Unies et une institution spécialisée en vue de donner une tournure concrète à un problème qui concerne aussi bien les pays du Nord que ceux du Sud, à savoir la valorisation et la maîtrise de l'énergie.

Je tiens à remercier également les responsables de l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel qui seront en mesure d'apporter les précisions nécessaires sur le choix du thème de ces journées à la préparation desquelles ils ont apporté tous leurs soins.

Je remercie enfin et surtout les participants venus du monde entier pour nous prouver que les problèmes énergétiques nous interpellent tous et pour nous aider à mieux connaître leurs besoins.

La mobilisation des ressources nécessaires à l'exécution de programmes et de projets intéressant les sources d'énergie nouvelles et renouvelables a été, depuis que le pétrole a cessé d'être considéré comme une source essentielle et parfois quasi exclusive d'énergie, l'une des principales questions examinées dans le cadre de diverses réunions intergouvernementales.

La réunion en août 1981 à Nairobi de la conférence des Nations Unies sur les sources d'énergie nouvelles et renouvelables a permis d'aborder ce problème et de définir un Plan d'Action dont l'exécution est régulièrement examinée par le Comité qui se réunit désormais tous les deux ans.

Je voudrais, à cette occasion, Mesdames et Messieurs, rappeler quelle a été la position de la France vis-à-vis de cette importante question traitée par les Organisations internationales. Je souhaiterais également vous exposer quelle est l'originalité de ce Comité Consultatif qui va siéger au cours de cette semaine dans votre ville. Je serai ainsi conduit à définir les orientations qui devraient selon nous, être adoptées pour mener à bien une stratégie de maîtrise de l'énergie dans le cadre du développement industriel.

Le Programme d'Action de Nairobi a admis la nécessité de prendre en compte de manière prioritaire les besoins énergétiques dans le cadre de la planification nationale ou régionale en mobilisant au mieux les ressources financières existantes et en économisant tant les devises que les ressources physiques existant en quantités limitées. S'agissant des pays en développement, il convenait d'adopter une approche multilatérale et en particulier d'utiliser les ressources offertes par les Fonds des Nations Unies comme par exemple le PNUD et son compte spécial énergie. L'évolution de la crise mondiale ne permettrait pas au demeurant de dégager d'importantes ressources nouvelles. En revanche, l'idée de la coopération entre le Nord et le Sud pouvait trouver là une application concrète par la transmission d'un savoir-faire et une amélioration des ressources déjà existantes dans de nombreux pays.

La France a naturellement adhéré à ces principes qui ont constamment guidé sa propre politique, en matière de coopération et de développement.

En effet, l'une des premières réalisations françaises à cet égard a été le Programme Sahel - Energies nouvelles, lancé en 1976. Par la suite, l'intervention d'institutions nationales telles que le Fonds d'Aide et de Coopération, la Caisse Centrale de Coopération Economique, le Trésor, a fourni une aide publique dont l'importance est loin d'être négligeable.

A l'heure actuelle, nous nous efforçons d'assumer la maîtrise de l'énergie dans toutes les dimensions qui s'ouvrent à nous. La France s'intéresse donc au lancement de projets à dimension énergétique en zone urbaine comme en zone rurale, en Afrique, en Asie comme en Amérique Latine et non seulement par une coopération directe bilatérale mais également avec la participation à la mise en oeuvre de projets à financements multiples et à vocation régionale comme l'Institut Asiatique de Technologie de Bangkok dont la réputation n'est plus à faire.

Cependant, il est apparu que les modèles déjà existants exigeaient la mise en oeuvre de procédures longues et coûteuses et qu'ils ne permettaient pas de bien situer les besoins. Aussi, la France a-t-elle pris l'initiative de proposer, pour l'application du Plan d'Action de Nairobi, l'organisation de réunions consultatives aux échelons national, régional (au sens des Nations Unies) et mondial. Toutes les entités compétentes du système des Nations Unies ont été invitées à prendre les dispositions nécessaires pour contribuer de façon efficace à la préparation et au succès de ce moyen original de concertation.

La conception du Comité Consultatif est en effet fondée sur l'idée d'une évaluation technique des besoins débouchant sur l'identification de projets prioritaires. Les réunions consultatives constituent donc bien l'un des mécanismes de mobilisation des ressources et visent à encourager une action concertée pour promouvoir et appuyer les programmes liés à la maîtrise de l'énergie.

Un comité consultatif comme celui que nous tenons ici a ainsi pour intérêt principal de mettre en présence les responsables du développement dans des pays très divers avec des partenaires susceptibles de les aider à réaliser des projets précis.

La participation s'établit sur une base volontaire. Elle est ouverte à tous, c'est pourquoi nous avons ici de nombreux délégués dont la présence traduit déjà la réussite de cette manifestation. Ce succès ne pourra toutefois être vraiment mesuré que d'ici un an ou deux, lorsque se seront concrétisés les projets qui seront évoqués au cours des prochaines journées.

Bien qu'un tel Comité se tienne aujourd'hui en France, nous ne devons pas oublier qu'il s'inscrit dans un contexte à vocation régionale et internationale. C'est pourquoi l'importante contribution apportée par l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel et les connaissances qu'elle met à notre disposition va, je n'en doute pas, donner un tour très concret aux débats qui vont suivre.

Le mécanisme de mobilisation des ressources présente la même originalité. En effet, selon la nature des projets et les conditions concrètes de chaque projet, on pourra tirer parti aussi bien des potentialités des organismes de financement bilatéraux et multilatéraux, que des ressources propres des pays qui veulent exploiter leurs nouvelles possibilités énergétiques. L'articulation entre ces diverses sources résultera des contacts noués durant cette semaine ou de ceux qui suivront et des ressources des pays considérés.

Je dois encore souligner que ce Comité Consultatif n'a pas été imposé par une décision arbitraire, qu'il a été, au contraire, librement consenti par une approche commune longuement réfléchie de partenaires soucieux d'obtenir des résultats valables. Les délais de préparation montrent bien que, pour aboutir, cette sorte de réunion ne peut être improvisée, qu'elle nécessite de longs et minutieux contacts. Les missions de consultants constituent à cet égard un élément très positif pour l'éclosion de plusieurs projets.

L'on peut ainsi espérer que notre Comité dégagera des conclusions constructives susceptibles d'orienter les travaux qui se déroulent dans d'autres enceintes, en particulier les Commissions Economiques Régionales des Nations Unies, et des aboutissements concrets en terme d'industrialisation du Tiers Monde, dans l'esprit de la Déclaration et du Plan d'Action de Lima qui marquèrent la II^{ème} Conférence Générale de l'ONUDI en 1975.

La réflexion conduite par le Comité m'amène dès lors à poser la question suivante : quelles orientations est-il souhaitable de dégager en vue de l'adoption d'une stratégie de mise en valeur des énergies nouvelles et plus généralement de maîtrise de l'énergie, dans le cadre du développement industriel?

A notre avis, aucune politique de mise en valeur des ressources énergétiques ne pourra être menée à bien si elle ne s'inscrit pas dans une planification énergétique globale et si elle ne s'intègre pas dans les projets de développement. Il est ainsi apparu que le secteur des industries agro-alimentaires constituait un champ d'application privilégié pour une approche concrète des énergies nouvelles et renouvelables.

Mais la maîtrise de l'énergie doit figurer dans tous les projets à dimension énergétique, que ce soit en zone urbaine, ou en zone rurale ; ils peuvent être liés à toutes sortes d'autres projets, dans les domaines de la construction ou de la santé par exemple. Il existe une stratégie de la biomasse, qui fera d'ailleurs largement l'objet des débats qui vont suivre et qui marque bien le souci d'assurer la transition énergétique. De même, l'étude des filières dans le cas du bois de feu et la reforestation villageoise apparaît-elle comme un élément essentiel de cette stratégie. Pour sa part, la France a désigné un coordinateur de ces divers aspects, ce qui montre bien l'intérêt quelle attache à cette stratégie du développement.

Il convient également de souligner l'importance des questions de formation. Un effort particulier s'impose dans ce domaine et la France dispose d'une vaste expérience en transfert de technologie.

En outre le financement des activités de pré-investissement et d'assistance technique est déjà de la responsabilité en particulier de plusieurs organes du système des Nations Unies. C'est pourquoi la mise en place d'une véritable stratégie de maîtrise de l'énergie ne nécessite pas d'efforts financiers nouveaux. En ce qui concerne la promotion des investissements, le projet de création d'une filiale énergie de la Banque Mondiale a été défendu avec force par mon pays, dans les instances appropriées et par le Président de la République lui-même au Sommet Nord-Sud de Cancun.

Enfin, comme le souligne le Programme d'Action de Nairobi, il appartient d'abord et surtout à chaque pays de continuer à assumer la responsabilité principale du développement de ses sources d'énergie nouvelles et renouvelables et de mobiliser à cet effet l'épargne nationale.

En vous remerciant, Monsieur le Président, de l'attention que vous avez bien voulu porter à ces quelques réflexions, je voudrais vous redire combien je souhaite que ce Comité Consultatif réponde à l'attente de tous ceux qui ont contribué à sa préparation et que le rapport qui en sera fait auprès du Comité des Nations Unie pour les Energies Nouvelles et Renouvelables pourra vraiment être considéré comme une démarche fructueuse.

ALLOCUTION DE M. Mynt MAUNG

Responsable du Développement Industriel
Département des Industries chimiques

Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel
(ONUDI) - Vienne

Monsieur le Président du Conseil Régional, Mesdames, Messieurs,

Au nom du Directeur Exécutif de l'ONUDI, le Dr Abdel Rahman KHANE, et en mon nom propre, je vous souhaite la bienvenue à cette réunion du Comité Consultatif sur la production d'énergie et la fabrication de sous-produits à partir de déchets agro-industriels, organisée par l'ONUDI en collaboration avec les autorités françaises et avec le soutien de l'ACTIM, l'AFME et les autorités de la région Nord-Pas-de-Calais.

Je suis très heureux d'être ici à Lille et d'avoir ainsi l'occasion de vous rencontrer et de faire votre connaissance. Il s'agit en effet, d'une réunion exceptionnelle rassemblant des représentants des pouvoirs publics français, qui sont aujourd'hui nos hôtes, des représentants d'organismes français concernés par la production d'énergie à partir de biomasse, et des responsables de la région Nord-Pas-de-Calais qui ont eu la gentillesse de nous offrir l'hospitalité dans leur ville de Lille, célèbre cité historique.

Sont présents parmi nous des délégués de marque qui sont venus des quatre coins du monde et, s'ils sont déjà tous arrivés, devraient être présents trente trois délégués de vingt-cinq pays en développement. Sont présents aussi des industriels français qui s'intéressent au développement et à la mise en valeur des techniques nouvelles dans le domaine de la production d'énergie à partir de la biomasse et de son utilisation. Nous accueillons aussi des représentants de certaines banques de développement internationales et d'autres organismes des Nations-Unies. Il s'agit par conséquent d'une réunion tout à fait exceptionnelle.

Avant d'aborder l'objet de cette réunion du Comité Consultatif, je voudrais dire quelques mots de l'ONUDI et de nos activités de coopération. Pour ceux qui ne nous connaissent guère, l'ONUDI veut dire l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel. Notre siège est à Vienne et, à ce jour, nous faisons toujours partie du quartier général des Nations Unies à New-York, bien que nous soyons sur le point d'obtenir notre autonomie en tant qu'organisme spécialisé au même titre que la FAO à Rome ou l'UNESCO à Paris.

En vertu de son mandat, l'ONUDI a pour mission d'apporter son assistance aux pays en développement dans leur effort d'industrialisation. L'un des principaux moyens d'atteindre cet objectif réside dans nos activités de coopération technique menées à la demande des gouvernements des pays en développement. Ces activités sont mises en oeuvre sous la forme de projets de coopération, appelés parfois projets d'assistance technique, et qui servent à un transfert de compétence opéré par des experts individuels ou par des sociétés de conseil, à des programmes de formation matérialisés par des bourses et des voyages d'étude

à l'étranger offerts aux professionnels des pays en développement concernés ou par des stages de groupe dans leur pays ou à l'étranger, et enfin, à fournir des équipements élémentaires allant du matériel de laboratoire, aux petites usines pilotes servant à expérimenter de nouveaux procédés techniques en passant par les instruments d'essais et de contrôle de la qualité.

En d'autres termes, nos activités de coopération sont centrées sur la phase de pré-investissement du cycle d'un projet. Les fonds nécessaires à ces activités de coopération proviennent du Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) qui fournit 70 % de la totalité des fonds dont dispose l'ONUDI pour cette action, du Fonds des Nations Unies pour le Développement Industriel (FNUDI), qui est un fonds créé à la suite de la Conférence de Lima et qui consiste en contributions volontaires d'Etats donateurs de pays en développement ainsi que de pays industrialisés, des Services Industriels Spéciaux (SIS) et du Programme Régulier d'Assistance Technique (fonds PR), et enfin des Fonds Fiduciaires (FF), créés par certains pays en développement prévoyant la fourniture par l'ONUDI de l'assistance technique nécessaire aux frais du gouvernement bénéficiaire.

Je reparlerai de nos activités de coopération technique en donnant des exemples dans le domaine de l'énergie obtenue à partir de la biomasse mais pour le moment, je me contenterai de signaler deux caractéristiques importantes de ces diverses sources de financement : elles sont toujours accordées sous la forme de subventions et non de prêts et sont toujours constituées par des contributions en nature ou en espèces, généralement dans la monnaie locale, allouées par l'Etat ou l'organisme public concerné par le projet de coopération technique.

Outre ces activités de coopération technique, l'ONUDI met en oeuvre un grand programme de promotion des investissements, dont M. JEANROY, du Service de Promotion des Investissements, vous entretiendra tout à l'heure. Nous avons créé à cet effet un certain nombre de bureaux de promotion des investissements dans les capitales de plusieurs pays industrialisés telles que Paris, Bruxelles, Bonn, New-York, Tokyo, et récemment Varsovie.

Revenons maintenant à l'objet de notre réunion. La nécessité d'organiser une telle réunion du Comité Consultatif avait été mise en lumière lors de la Conférence de Nairobi sur les sources d'énergie nouvelles et renouvelables qui s'était tenue en août 1981, et il vaut peut-être la peine que je vous rappelle certains passages du procès-verbal de cette réunion.

La Conférence des Nations Unies pour les sources d'énergie nouvelles et renouvelables tenue à Nairobi, en Août 1981, a admis l'idée que "le développement des sources d'énergie nouvelles et renouvelables comporte un grand nombre de mesures allant des actions de soutien, dont la prise en compte à l'échelon national des sources d'énergie nouvelles et renouvelables dans le développement général de l'énergie, et des activités de pré-investissement aux investissements en capital dans des projets et des programmes".

"Les actions de soutien comprennent outre la prise en compte des ressources énergétiques nouvelles et renouvelables, grâce, entre autre, au renforcement de l'infrastructure institutionnelle nationale concernée, la collecte de données, la formation et l'enseignement, la recherche, le développement, la démonstration, etc... alors que les activités de pré-investissement comportent les études de faisabilité, les études proprement dites, l'ingénierie, etc..."

"L'ampleur de la demande de financement de ce type d'actions ou d'activités est déjà considérable et ira en augmentant dans les années à venir, en particulier avec la mise en application du Programme d'action de Nairobi".

"En dehors du financement des actions de soutien et des activités de pré-investissement, la promotion du financement de l'investissement en capital dans le domaine des sources d'énergie nouvelles et renouvelables dans les pays en développement revêt une importance considérable".

En ce qui concerne la mobilisation des ressources financières nécessaires à la mise en application du Programme d'action de Nairobi destiné à développer les sources d'énergie nouvelles et renouvelables, la Conférence a réclamé "des mesures promptes et spécifiques permettant de financer les actions de soutien et les activités de pré-investissement et d'investissement prévues dans le programme d'efforts de préparation des projets".

Le rapport de la Conférence stipule également que :

"au cours de la Conférence des Nations Unies sur les sources d'énergie nouvelles et renouvelables tenue à Nairobi, plusieurs pays ont fait part de leur volonté de dégager des ressources supplémentaires pour financer le développement et l'utilisation des sources d'énergie nouvelles et renouvelables. Afin de favoriser des augmentations du financement et d'encourager le co-financement de sources d'énergie nouvelles et renouvelables, la Conférence recommande que, à l'échelon global, régional et sous-régional, les donateurs multilatéraux et bilatéraux, et les pays bénéficiaires intéressés envisagent de tenir, là où il convient, des réunions consultatives destinées à faciliter les actions concertées dans ce domaine, en gardant à l'esprit la nécessité d'éviter le cumul des efforts et en tenant entièrement compte des plans et priorités nationaux. Ces réunions consultatives s'adresseraient aux zones prioritaires identifiées par le Programme d'action de Nairobi et concerneraient en particulier le financement de la promotion des activités de recherche, de démonstration et de développement des sources d'énergie nouvelles et renouvelables."

En bref, l'objet de la réunion se définit comme suit :

- Identifier et promouvoir des projets d'investissement pour la transformation des sous-produits et déchets agro-industriels en énergie et autres produits utiles, projets dont les études antérieures ont montré la viabilité technique et économique ;
- Identifier les opportunités de mise en oeuvre d'études de faisabilité (couvrant les analyses de coût/bénéfice socio-économique) sur les projets de la région en question où la faisabilité technique a été établie au moyen d'une installation pilote ou de démonstration, ou d'un travail de développement fiable ;
- Identifier les opportunités de nouveaux travaux de développement comprenant des études de procédé et de conception, et conduisant à l'installation d'unités pilotes ou de démonstration dans la zone où la mise en oeuvre d'une technique éprouvée à l'échelon industriel semble prometteuse.

Peut-être avons-nous été trop ambitieux d'attendre tant de cette réunion, mais peut-être aussi vaut-il mieux être ambitieux que pas du tout. Nous sommes tous conscients qu'il est très difficile d'identifier et de préparer des projets d'investissement dans le domaine de l'énergie tirée de la biomasse, là où les revenus en capital consistent en grande partie en économie d'énergie et en autres avantages tels que la diminution de la pollution. Cette difficulté existe non seulement dans ce domaine, mais plus généralement, dès qu'il s'agit d'investissement industriel dans les pays en développement.

Pour illustrer ce point, je voudrais citer le rapport d'un certain nombre d'institutions internationales d'aide au développement et de financement. C'est ainsi que le Centre de Développement Industriel de la Commission Economique Européenne (CEE) à Bruxelles, a pu déclarer : "l'un des principaux handicaps de la coopération industrielle entre les pays ACP (Afrique-Caraïbes-Pacifique), et l'industrie de la CEE est le manque de projets industriels identifiés et bien documentés épaulés par des institutions locales privées ou publiques compétentes. Il n'est pas toujours possible pour le CDI (Centre de Développement Industriel), qui possède un personnel relativement peu nombreux, de se rendre sur le terrain afin d'identifier et de concrétiser les projets".

Autre exemple : la conclusion à laquelle a abouti la mission d'intervention sur les activités du secteur privé dans les Caraïbes, où l'on souligne que "le sous-développement du secteur privé dans les Caraïbes n'était pas dû au manque de ressources pour financer les activités du secteur privé, mais plutôt à l'absence de projets convenables pour attirer un tel financement". Les exemples de ce type abondent, mais je me permettrai d'en citer encore un tiré du Rapport annuel de 1982 de la Société Financière de Développement des Pays-Bas (FMO) qui signale que "cette situation paradoxale, où un grand besoin de ressources financières existe parallèlement à une abondance de ces mêmes ressources, est due principalement à trois problèmes. Cela est apparu clairement, par exemple, lors de la première consultation sur le financement industriel, tenue en octobre 1982 à Madrid sous les auspices de l'ONUDI. A cette occasion, on attira l'attention des participants tout d'abord sur le grand écart qui existe dans le domaine de l'information sur les opportunités de financement et d'investissement entre les financiers d'un côté et l'industrie et l'Etat de l'autre. Le deuxième problème est celui du manque de projets d'investissement sains et bien préparés. Les banques de développement ne sont évidemment pas prêtes à financer des projets qui ne semblent pas viables techniquement ou économiquement, ni acceptables socialement. Le troisième problème souvent signalé est l'inadéquation grave des moyens disponibles pour couvrir les risques politiques et économiques".

La réunion du Comité Consultatif n'est pas un exercice habituel de promotion des investissements mais plus une expérience et un effort conjoint de la part des pouvoirs publics français et de l'ONUDI de susciter des projets d'investissement industriel et d'élever la qualité de telles offres de projets afin d'augmenter les chances de leur trouver un financement.

Nous sommes convaincus qu'il est nécessaire de réunir les partenaires intéressés des pays en développement et des pays industrialisés dès le stade préliminaire afin de favoriser un dialogue continu permettant la préparation et le financement de projets industriels viables qui profitent à toutes les parties concernées.

J'insiste sur le fait qu'il s'agit seulement d'un des moyens pour tenter de faire naître des projets d'investissement industriel dans ce domaine relativement nouveau qu'est l'aide apportée aux pays en développement pour mettre tout leur potentiel de production et d'emploi d'énergie tirée de la biomasse. En cas de succès, on pourra s'en resservir le moment venu avec un autre groupe de pays en y consacrant moins de temps et d'argent.

Comme vous le savez, nous autres, aux Nations Unies ne pouvons jouer qu'un rôle de catalyseur en réunissant les deux parties concernées et, si je puis recourir à une autre métaphore chimique, déclencher la réaction entre les partenaires concernés des pays en développement d'une part, et des industriels et les institutions financières français d'autre part, réaction qui, je le souhaite, continuera sans nous.

En conclusion, je voudrais remercier le Gouvernement Français, l'ACTIM, l'AFME, et les autorités de la région Nord-Pas-de-Calais qui ont accepté de coopérer avec l'ONUDI pour organiser cette réunion du Comité Consultatif et leur généreux appui financier sans lequel cette réunion n'aurait pu avoir lieu. Je suis persuadé que les délégués des pays en développement sont venus faire de nombreuses propositions et je propose donc que nous nous mettions tous au travail.

Merci.

INTERVENTION DE MME Teresina MARTINET

Chef du Service des Energies Renouvelables et de l'Utilisation
Rationnelle de l'Energie
Ministère du Redéploiement Industriel et du Commerce Extérieur (MRICE)

Monsieur le Président, Mesdames, Messieurs,

Au nom du Secrétaire d'Etat à l'Energie, Monsieur MALVY, et en mon nom personnel, je suis heureuse de voir se réaliser aujourd'hui ce premier Comité Consultatif dédié à la valorisation énergétique des produits agro-industriels.

Je vous dirai, en quelques mots seulement, les principes que nous souhaitons mettre en oeuvre dans ce domaine avec les pays en développement.

Monsieur PIERRET l'a rappelé dans son intervention, dès la conférence de Nairobi, et de nouveau lors de la conférence mondiale de l'énergie à New-Delhi, la France a exprimé son souhait, et a oeuvré activement pour l'organisation du Comité Consultatif sur les énergies nouvelles et renouvelables.

En effet, le Ministère du Redéploiement Industriel et du Commerce Extérieur, et le Secrétariat d'Etat à l'Energie croient profondément à la nécessité pour tous d'accroître les coopérations internationales et les aides aux pays en développement dans le secteur énergétique.

Ces aides, qui sont tant financières que technologiques, ont pour but de participer à un accroissement durable de la capacité d'indépendance énergétique des pays en développement, et ceci de façon adaptée, bien entendu, à chaque contexte local. Au plan bilatéral, l'énergie constitue une priorité pour répondre ainsi aux souhaits des pays en développement.

Les objectifs à cet égard sont d'ailleurs clairs :

- Il s'agit d'une part de modérer la croissance de la demande, moyennant une utilisation plus rationnelle de l'énergie disponible. Cela suppose la capacité à planifier le développement énergétique et la formation nécessaire.
- Il s'agit d'autre part de mettre en valeur, de façon accélérée, toutes les ressources énergétiques nationales. Ceci inclue bien entendu la valorisation des déchets agro-industriels qui sont le thème de travail de ce Comité.

Ce serait une erreur de penser que seuls les pays largement industrialisés doivent utiliser rationnellement l'énergie. En effet, l'approche ne doit pas être différente pour les pays plus faiblement industrialisés, dès lors que les ressources énergétiques nationales ne suffisent pas à leurs besoins, et que l'indépendance énergétique devient une condition essentielle du développement.

La France, pour sa part, peut contribuer de façon substantielle à ces objectifs.

En effet, depuis le 1er choc pétrolier en 1973, nous avons dû faire face activement à nos problèmes de dépendance énergétique.

Des résultats sont là d'ailleurs pour illustrer les efforts déployés dans ce domaine : par les économies d'énergie que nous avons pu réaliser, et par le développement des productions d'énergie nationales, notre taux d'indépendance énergétique est passé de 22,5 % en 1973 à près de 40 % en septembre 1984. C'est-à-dire que nous nous acheminons sans retard vers l'objectif que nous nous sommes fixé, et qui est d'atteindre le chiffre de 50 % d'indépendance énergétique en 1990.

Des techniques et matériels de pointe ont pu être réalisés, et l'expérience de ces 10 dernières années de recherche, de mise au point et d'application doit pouvoir se transmettre, afin de faire gagner un temps précieux aux pays en développement, tout en permettant à nos industriels de valoriser et d'adapter le savoir-faire qu'ils ont su développer.

A titre d'exemple, je citerai les résultats particulièrement encourageants qui ont été obtenus, notamment dans les industries agro-alimentaires du secteur viticole et spiritueux et du secteur laitier, qui ont valorisé ainsi leurs déchets et vu décroître de façon substantielle leur facture énergétique.

Les principaux résultats vous seront d'ailleurs présentés dans les exposés qui vont suivre, par les représentants des agences que le Gouvernement Français a créées pour assurer la mise en oeuvre de cet ambitieux programme. Les industries agro-alimentaires figurent en effet au programme prioritaire n° 5, dans le Plan français, et ont fait preuve à cet égard d'un dynamisme exemplaire et encourageant pour les actions de maîtrise de l'énergie.

Les problèmes énergétiques concernant la France Métropolitaine ne sont évidemment pas identiques à ceux des pays en développement. En revanche, ceux que rencontrent nos départements et territoires d'Outre-Mer sont plus proches, les conditions climatiques et les ressources locales y étant similaires. Ainsi, les Industriels et les Pouvoirs Publics se sont attelés à résoudre les problèmes énergétiques de ces régions, en adaptant autant la technologie que les équipements et les matériels à ces nouvelles conditions.

C'est pourquoi, Mesdames et Messieurs, nous pensons pouvoir offrir de manière particulièrement appropriée nos compétences acquises depuis plus de 10 ans. Nous espérons ainsi contribuer à l'essor de l'utilisation des sources d'énergies locales, pour faire face aux besoins énergétiques des pays en développement.

INTERVENTION DE M. Gérard BIRAUD

Chef de la Division Economique
Direction des Nations Unies et des Organisations Internationales
au Ministère des Relations Extérieures

Monsieur le Président, Mesdames, Messieurs,

En tant que responsable du service qui a piloté depuis 18 mois la préparation de cette réunion, je puis témoigner que la conception que nous en avons eue n'a cessé d'évoluer et de se préciser, notamment grâce à l'influence de ceux qui ont bien voulu se mettre au service de cette initiative.

Malgré toutes ces précisions, malgré un horaire minuté, que vous avez entre les mains, j'ai pour ma part l'impression que nous sommes embarqués dans une espèce d'aventure.

Monsieur MAUNG l'a dit tout à l'heure : "this is a unique gathering". Voilà une réunion d'un genre inédit, tout à fait nouveau, original.

Avant de préciser ce qu'elle est, ou ce que nous pensons qu'elle sera, j'aurais voulu d'abord - et c'est peut-être plus facile - dire ce qu'elle ne sera pas :

- En effet, bien qu'il y ait ici des représentants de nombreux Gouvernements, il ne s'agit pas ici d'une conférence inter-gouvernementale où nous négocierions, dans des résolutions, des vérités définitives, alors que nous allons traiter de domaines qui évoluent d'une façon très rapide, ni non plus des formules de compromis entre des intérêts à priori divergents. Bien que cette réunion nous permette d'enrichir sur bien des points notre culture scientifique, technologique, il ne s'agit pas non plus d'un congrès scientifique, dont nous attendrions qu'il marque une avancée décisive pour les connaissances de l'homme sur les techniques de la valorisation énergétique des sous-produits des industries agro-alimentaires.
- Bien qu'elle rassemble divers offreurs de technologies, en particulier des entreprises et des sociétés d'ingénierie, ayant à leur actif diverses réalisations prometteuses, souvent présentées d'ailleurs dans les stands que vous pourrez visiter plus longuement pendant ces jours-ci, il ne s'agit pas ici d'une foire ou d'un salon, où chacun "vante" sa marchandise en affectant d'ignorer les qualités de celle du voisin.
- Il ne s'agit pas non plus de ce qu'on appelle, dans le jargon des Nations Unies, d'une "pledging conférence", c'est-à-dire une conférence d'annonce de contributions financières, dont on fait le total pour estimer que la conférence a réussi ou n'a pas réussi conformément aux espoirs qu'elle a suscités. Si un certain nombre d'institutions bancaires et d'établissements financiers sont représentés ici, nationaux et internationaux, ils ne sont certainement pas ici pour signer des engagements immédiats.
- Il ne s'agit pas non plus d'une manifestation politique, et pourtant, la présence d'un certain nombre de personnalités du monde politique, et d'abord celle de notre Président, et d'un certain nombre d'élus, montre assez que les sujets dont nous débattons ensemble sont au coeur de leurs préoccupations - et le Président JOSEPHE l'a excellemment montré - tant sous l'angle de la solidarité que du développement industriel qu'est notre avenir commun.

Si notre Comité Consultatif ne correspond précisément à aucun de ces types classiques de manifestations, il s'y apparente toutefois, il n'est étranger à aucune d'entre elles et constitue une sorte de rencontre sui generis qui est l'aboutissement de longs cheminements.

L'idée des Comités Consultatifs a été présentée et adoptée à la Conférence de Nairobi, en s'inspirant d'un concept de consultations, qui a été mis en oeuvre de façon tout à fait originale dans le système des Nations Unies par l'ONUDI, justement. Cette organisation, depuis quelques années, à intervalles réguliers, choisit successivement divers thèmes autour desquels elle suscite la rencontre d'industriels, de représentants d'administrations et d'autres organismes et associations concernées par l'industrie, venus de pays industrialisés et de pays en développement, dans l'objectif de promouvoir des projets industriels, de promouvoir l'industrialisation des pays en développement, en recherchant l'intérêt mutuel des participants.

Mon Département a souhaité s'inspirer de ce modèle - rencontre très ouverte en vue de favoriser l'émergence des projets - pour favoriser le développement de formes d'énergies dont l'accroissement massif des prix au cours des dix dernières années a brusquement manifesté l'intérêt, intérêt quelquefois oublié depuis 30 ou 40 ans, depuis, dans nos régions, la guerre et les pénuries qu'elle avait occasionnées.

Mais il nous a semblé qu'il fallait éviter à tout prix de répéter des généralités sur les énergies nouvelles et renouvelables, généralités qui ont déjà abondamment rempli, et à juste titre, les colonnes des magazines, des organes de presse, et les discours dans les salles de conférences.

Nous avons donc, en accord avec le Secrétariat de l'ONUDI, résolument orienté cette manifestation vers "le terrain", comme on dit. Les industries agro-alimentaires, dont l'importance est stratégique pour tant de pays en développement, et notamment de pays qui se trouvent être déficitaires en énergie, nous sont apparues comme un champ d'application privilégié pour la valorisation énergétique.

"M. BIRAUD décrit ensuite l'esprit dans lequel avait été conçu le programme de ces journées permettant de croiser deux types de préoccupations :

- procédés techniques de valorisation énergétique,
- filières agro-alimentaires."

Ces travaux se fonderont sur des exposés introductifs destinés à quelques rappels théoriques simples, pour une mise à un niveau minimum commun de nos notions dans ces domaines, personne ne pouvant avoir des connaissances approfondies dans l'ensemble des spécialités considérées.

L'autre base majeure de nos travaux sera constituée par les projets concrets, ou les idées de projets que nous présenteront les participants venus des pays en développement ; car ces projets sont aujourd'hui la matière de notre réunion ; ils en seront demain, nous pouvons l'espérer, le débouché, le résultat concret.

Cette réunion leur permettra de rencontrer les hommes et les femmes qui font l'industrie, c'est-à-dire les industriels eux-mêmes, qui développent et utilisent les outils et les procédés dont nous parlerons. Ils rencontreront aussi les financiers, dont les établissements régionaux, nationaux et internationaux peuvent jouer un rôle essentiel dans la concrétisation de ces projets.

Quant à l'organisation matérielle de ces lieux, et notre horaire, ils ont été conçus par nos hôtes pour favoriser les meilleurs contacts entre professionnels français et participants des pays en développement. Chacun des industriels français disposera de très courts instants en séance pour se faire connaître, mais il est évident que les véritables discussions et contacts se feront concrètement de manière bilatérale.

"M. BIRAUD procède ensuite à une présentation individuelle des participants étrangers".

Avant de terminer, je voudrais, en tant que responsable du service qui a piloté la préparation de ces journées, rendre hommage à tous ceux sans l'apport desquels ces journées n'auraient pu être organisées :

- Apport financier qui a permis de donner à la présente réunion une envergure que nous ne pouvions espérer initialement.
- Apport humain, intellectuel, organisationnel et matériel où chacun a joué son rôle, conscient des complémentarités à respecter.

Trois organismes se sont partagés les tâches essentielles :

- 1/ La Région Nord-Pas-de-Calais, dont le Président a ouvert ces travaux de façon si pénétrante, a été chargé des dispositions matérielles et organisationnelles de toutes sortes, jusqu'aux menus détails qui font le succès d'une telle entreprise. Je voudrais remercier ici tous les artisans et féliciter nos hôtes pour la façon exemplaire dont ils ont su intéresser et mobiliser les professions concernées.
- 2/ L'ACTIM, Agence pour la Coopération Technique, Industrielle et Economique, qui a eu la charge de la gestion administrative et financière de cette manifestation, et qui a en particulier, avec le Secrétariat de l'ONUDI, procédé au recrutement des participants des pays en développement. L'ACTIM a, de façon générale, pour objectif d'organiser des contacts entre professionnels français et étrangers dans le but de favoriser les échanges techniques et industriels internationaux.
- 3/ L'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie, qui a eu la tâche lourde et délicate de concevoir le programme technique de ces journées. L'AFME réalise des actions de recherche et de développement, de démonstration et de diffusion dans les domaines que requiert la politique de maîtrise de l'énergie au plan national et international, par l'utilisation rationnelle de l'énergie, le développement des énergies nouvelles et renouvelables et les économies de matières premières.

A l'AFME s'est associée l'ANRED, l'Agence Nationale pour la Récupération et l'Elimination des Déchets. Etablissement public de l'Etat, à caractère industriel et commercial, placé sous la tutelle des Ministères de l'Environnement, de l'Industrie et du Budget, elle mène des actions qui ont pour objet la protection de l'environnement contre les pollutions dues aux déchets, aussi bien que les économies des matières premières et d'énergie grâce à la valorisation des résidus de la production et de la consommation.

Enfin, je voudrais citer le rôle important qu'a eu le Service en France de l'ONUDI, tant pour la conception de la réunion, que pour le choix, qui me paraît aujourd'hui plus judicieux que jamais, de la région lilloise pour accueillir cette manifestation.

Nous remercions enfin, les diverses administrations françaises qui ont bien voulu participer à cette équipe d'organisation que nous avons eu à animer.

INTERVENTION DE M. André LEJEUNE

Directeur Adjoint de l'Agence pour la Coopération Technique,
Industrielle et Economique (ACTIM)

Monsieur le Président, Mesdames, Messieurs,

J'utiliserai le temps limité de parole qui est accordé à l'organisme que je représente pour rappeler quel a été son rôle dans la préparation de la réunion et esquisser ensuite quelles actions, relevant de sa compétence, seraient susceptibles d'être mises en oeuvre pour contribuer aux suites concrètes des contacts qui vont s'établir tout au long de la semaine entre futurs partenaires français et étrangers.

Tout d'abord quelques brèves indications sur notre identité. L'ACTIM est une association sans but lucratif placée sous la tutelle du Ministère de l'Economie des Finances et du Budget et du Ministère du Redéploiement Industriel et du Commerce Extérieur. Son conseil d'administration est composé pour moitié de représentants des ministères et pour moitié de représentants élus des entreprises adhérentes. Le nombre de ces sociétés est de 320. Nos correspondants dans vos pays sont les Conseillers Commerciaux auprès de nos Ambassades.

Notre objectif est d'organiser des contacts entre professionnels français et étrangers dans le but de favoriser les échanges techniques industriels internationaux. L'ACTIM réalise les programmes bilatéraux de coopération technique de ses ministères de tutelle et participe en liaison avec le Ministère des Relations Extérieures à l'exécution en France de programmes multilatéraux de coopération technique d'un certain nombre d'Organismes Internationaux dont l'ONUDI.

Quelques chiffres :

- L'ACTIM existe depuis 1958. Depuis cette date, elle a reçu plus de 50.000 cadres et spécialistes étrangers en France et envoyé à l'étranger plus de 15.000 experts.
- L'effectif de l'Agence en France est de 200 personnes.
- Son budget d'intervention est de 90 millions de francs environ.

Rôle de l'ACTIM dans la préparation de la réunion :

L'ACTIM est intervenue dans la préparation, le financement et l'organisation de la réunion du Comité Consultatif dans le cadre de son programme de coopération technique.

IL y a plus de 20 ans qu'à la demande du Ministère des Relations Extérieures, l'ACTIM joue le rôle d'agence d'exécution et de supervision des programmes de formation en France d'un certain nombre d'Institutions spécialisées des Nations Unies et à ce titre nos relations avec la division des opérations industrielles de l'ONUDI sont particulièrement étroites et amicales.

C'est donc dans un climat d'étroite collaboration que s'est opérée la recherche des candidatures en provenance des pays en développement et qu'à cette fin deux circuits ont été mis en place : les invitations adressées par l'ONUDI aux gouvernements d'une trentaine de pays et les circulaires adressées par l'ACTIM à nos Ambassades afin que sur place en liaison avec les bureaux du PNUD et les autorités locales, les personnes les plus directement concernées par les thèmes de la réunion puissent y participer. A ce stade, je voudrais remercier la région Nord-Pas-De-Calais qui n'a pas ménagé sa peine pour interroger les entreprises françaises concernées par des projets susceptibles d'être présentés à la réunion afin qu'elles signalent les personnalités étrangères qu'il serait intéressant d'avoir parmi nous.

Grâce à ces efforts conjugués et aussi grâce aux pays ou institutions qui ont pris en charge totalement ou partiellement les frais de voyage et de séjour de leurs représentants, l'auditoire est plus large qu'initialement prévu et nous ne pourrions que nous en réjouir. En outre, nous avons le plaisir d'avoir parmi nous des délégués du bureau de l'ONUDI à Paris dont l'expérience en matière de coopération industrielle sera fort utile pour le succès de nos travaux.

Pour ceux d'entre vous qui ont été en contact avec l'ACTIM au cours de ces dernières semaines par lettres ou télex, peut être pensez-vous que nous sommes une sorte d'agence de voyages qui a fait plus ou moins bien son travail suivant que vous avez eu du mal à recevoir le dossier de base, votre billet ou être accueilli à Paris à l'aéroport ou à l'hôtel. Sans doute dans la répartition des tâches matérielles entre les organisateurs français, il nous appartient d'assurer en quelque sorte l'intendance pour ceux d'entre vous venus de pays en développement. Celle-ci est importante et nous avons à coeur qu'elle soit le plus efficace possible. Pendant la réunion et pour certains d'entre vous dans les jours qui suivront la réunion, ainsi que j'ai eu l'occasion de le préciser lors de notre dîner d'accueil de la région, l'ACTIM sera représentée, et Madame KREMER que vous connaissez déjà, sera à votre disposition pour vous faciliter votre retour dans vos pays respectifs.

Ces points pratiques ayant été mentionnés, je voudrais dire un mot des actions de coopération technique que nous menons dans le domaine de la maîtrise de l'énergie sous l'égide de l'ONUDI avec le concours du Ministère des Relations Extérieures et de l'AFME. Ainsi nous avons organisé pendant trois années consécutives un séminaire sur la maîtrise de l'énergie dans les cimenteries.

Aujourd'hui à METZ dans le même cadre multilatéral débute un séminaire sur les Economies d'Energie dans la Sidérurgie. Au titre de la coopération bilatérale en janvier prochain avec le concours de la région Rhône-Alpes, nous aurons un séminaire sur la maîtrise de l'énergie et énergies nouvelles dans les industries agro-alimentaires destinées aux pays du pourtour méditerranéen.

J'ouvre une parenthèse pour indiquer que l'ACTIM depuis plusieurs années pratique une politique d'ouverture vers les régions françaises et nous disposons d'antennes auprès des régions Rhône-Alpes, Midi-Pyrénées et Aquitaine et j'espère que cette manifestation pour laquelle la région Nord-Pas-De-Calais a fait un effort exceptionnel, contribuera à renforcer les liens encore épisodiques que nous avons avec votre région, Monsieur le Président.

Pour revenir à nos actions de coopération technique, je citerai les opérations menées avec l'AFME, l'ANRED en Amérique Centrale, à CUBA et en COLOMBIE dans le domaine des énergies nouvelles, du traitement et de la collecte des déchets industriels et urbains.

Ces quelques exemples illustrent la part qu'occupent les problèmes énergétiques dans les programmes de l'ACTIM et par voie de conséquence l'intérêt que nous pourrions porter au "suivi" de cette réunion.

Ce que je peux dire à ce stade, c'est que l'ACTIM dispose de certains modes d'intervention qui peuvent contribuer sous réserve de l'accord de nos autorités de tutelle, à la solution de certains problèmes se situant en amont ou en aval des projets.

Les actions "amont" sont essentiellement des missions d'identification technique et d'études destinées à permettre aux partenaires français et étrangers de mieux préciser les modalités de leur coopération industrielle et les actions "aval" concernent la formation de personnels visés par les accords de coopération industrielle.

Nous souhaitons que les modes d'intervention puissent s'insérer dans des cofinancements assurés par les organisations internationales, les services de la coopération et du développement, du Ministère des Relations Extérieures, les Ministères Techniques et par la région Nord-Pas-De-Calais.

En tout état de cause, l'ACTIM en ce qui la concerne, sur l'avis technique favorable de l'AFME ou de l'ANRED, se fera l'avocat de vos demandes tant de la part des pays représentés que des entreprises françaises, car nous souhaitons comme l'ensemble des organisateurs, de multiples suites concrètes à cette manifestation dans le court et le moyen terme.

INTERVENTION DE M. Philippe CHARTIER

Directeur Scientifique de l'Agence Française pour
la Maîtrise de l'Energie (AFME)

Monsieur le Président, messieurs les représentants des pays et des organismes internationaux, Mesdames et Messieurs,

Il me faut tout d'abord rappeler brièvement ce qu'est l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie.

Vous savez que la France est un pays de droit écrit. Le plus simple est de dire trois phrases de son décret de constitution, et cela résumera :

"L'Agence pour la Maîtrise de l'Energie a pour mission de mettre en oeuvre la politique nationale de maîtrise de l'énergie, c'est-à-dire l'ensemble des actions de recherche, de développement, de démonstration et de diffusion dans le domaine. Cela couvre l'utilisation rationnelle de l'énergie, les énergies nouvelles et renouvelables".

Un autre article précise que "l'Agence participe à l'élaboration et à la mise en oeuvre, notamment par ses concours financiers, des accords de coopération internationale".

Le Gouvernement Français a créé cette institution en 1982, qui s'inscrit tout à fait dans le cadre de cette réunion, pour trois raisons, je crois qu'il est important de les rappeler :

- La première est que l'énergie reste de loin le poste le plus lourd des déficits d'échanges extérieurs de la France. En 1984, cela représentera 185 milliards de francs, soit 20 milliards de dollars.
- La deuxième raison est que, depuis 1982, une nouvelle politique régionale s'est mise en place pour notre pays, et que la maîtrise de l'énergie est un champ particulier pour cette politique.
- La troisième raison est que la France mène une politique active de coopération avec le Tiers-Monde, et que l'énergie et la maîtrise de l'énergie représentent une dimension importante de cette action.

Les technologies mises en oeuvre par l'Agence, les filières qu'elle essaie de promouvoir, couvrent notre réunion, puisqu'il s'agit de la filière méthanisation, la fermentation alcoolique, des filières combustion et gazéification.

Je n'en dirai pas plus, mais je vous renvoie au dossier technique que vous avez parmi vos documents, et qui vous précise, d'une manière beaucoup plus nette, les actions concrètes qu'elle entreprend dans ce secteur.

Je voudrais m'attarder sur une de ces filières, qui est la filière méthane.

Je m'attarderai, parce que je crois que c'est un exemple intéressant de la contribution des biotechnologies dans le secteur de l'énergie, et, que de plus, l'histoire a fait que, depuis le premier choc pétrolier, à d'autres titres que celui de Directeur scientifique de l'Agence, je me suis intéressé à l'émergence de cette technologie.

La France mène, depuis 1976, un effort très important dans ce secteur.

Pour les années 1983, 1984 et 1985, le seul effort financier de l'Agence pour la recherche et pour l'aide à la réalisation des premières installations industrielles, a représenté 35 millions de francs, soit 4 millions de dollars.

C'est une action continue et importante qui a permis, d'une part, de faire émerger une oeuvre industrielle de qualité, et je ne manquerai pas de citer un certain nombre de sociétés industrielles qui, actuellement, ont un standard suffisant sur le marché international pour être présent dans ce domaine. Je voudrais citer :

- L'AIR LIQUIDE, DEGREMONT et S.G.N dans le domaine de l'agro-industrie.
- BERTIN, BIOMAGAZ et SATEC, dans le domaine des effluents d'élevage.
- VALORGA dans le domaine des ordures ménagères.

Je dois dire à ce sujet que, depuis 1976, nous travaillons la main dans la main avec l'ANRED, en ce sens que ces problèmes de filière méthanisation sont au confluent des problèmes de dépollution et de production de méthane.

A côté de l'émergence d'une offre industrielle de qualité, nous avons également constitué un réseau d'évaluation technique et scientifique de tout premier plan au niveau international.

Je voudrais citer ici l'Institut National de la Recherche Agronomique, et son laboratoire de Lille qui est certainement un des premiers laboratoires au monde pour ce qui concerne la recherche appliquée dans le domaine du méthane, ainsi que les instituts professionnels.

Autre flash important : je crois que nous n'avons pas été étonnés à l'AFME que cette réunion se tienne dans la région Nord-Pas-De-Calais. Il se trouve que, parmi nos partenaires régionaux, la région Nord-Pas-De-Calais est l'une des plus dynamiques et certainement l'une des plus ouvertes aux technologies nouvelles.

Tout au long de la conférence, des représentants de l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie sont donc à votre disposition, en particulier ceux du service des relations internationales, dirigé par mon collègue Monsieur DEVIN, et ceux de notre délégation régionale Nord-Pas-De-Calais dirigée par Monsieur RADANNE.

Je voudrais également profiter de ces quelques minutes pour dire que nous reviendrons sur ces questions de maîtrise de l'énergie dans le domaine de l'industrie, et de l'industrie agro-alimentaire, à travers une importante conférence qui se tiendra du 20 au 22 novembre à Paris sur ce domaine, avec en particulier l'exposition de matériels de plus de 150 industriels.

Le temps étant très court, j'ai voulu simplement donner quelques points, et je me permets pour conclure de souhaiter bon succès aux projets concrets qui ne manqueront pas de naître à la suite de cette réunion.

INTERVENTION DE M. Michel AFFHOLDER

Directeur de l'Agence Nationale pour la Récupération
et l'Élimination des Déchets (ANRED)

L'Agence Nationale pour la Récupération et l'Élimination des Déchets, est, comme l'AFME, un établissement public, qui a été créé pour servir les objectifs des pouvoirs publics dans le domaine qui est le sien, c'est-à-dire les déchets.

Deux types de préoccupations se rejoignent dans cette politique :

- les préoccupations de protection de l'environnement,
- les préoccupations économiques, ménager les ressources, récupérer l'énergie et les matières premières qui risqueraient d'être gaspillées par le rejet incontrôlé des déchets.

Je me contenterai d'une présentation très rapide, par quelques chiffres :

L'Agence regroupe aujourd'hui une centaine de personnes, dont les 2/3 sont des ingénieurs, des spécialistes.

Son budget est d'une centaine de millions de francs.

Elle a pour mission de faciliter la récupération et l'élimination des déchets, et elle essaye de remplir cette mission par différents moyens :

- Le premier est l'assistance technique, l'aide à tous les intervenants à régler leurs problèmes en trouvant des solutions techniques pour produire moins de déchets, les valoriser ou les récupérer, ou, à défaut, les éliminer d'une façon qui mette moins en cause l'environnement.

Pour cela, elle dispose de spécialistes, d'un centre d'information et de documentation, et elle essaye de faire rayonner les connaissances par des publications et par des missions d'experts.

- La deuxième façon d'intervenir est de contribuer à la réalisation de projets, non pas de projets ordinaires de collecte et de traitement des déchets, mais de ceux qui présentent des innovations, qui présentent des risques d'ordre technologique, ou des risques liés à la nature particulière des déchets et à l'évolution des marchés de matières premières auxquels les déchets sont censés se substituer.

Cette action, l'Agence la mène en liaison étroite avec d'autres établissements publics :

- . L'AFME bien sûr, pour tout ce qui concerne la valorisation énergétique des déchets et la récupération de matières premières dans ces déchets.
- . Depuis peu, elle est également associée aux régions françaises, à travers les contrats qui permettront d'agir conjointement pour promouvoir les opérations de valorisation ou, à défaut, d'élimination des déchets.

Au plan international, je dirai simplement que notre mission ne s'est pas traduite jusqu'à présent par des interventions très nombreuses. Nous sommes un établissement jeune qui a d'abord eu à acquérir ses compétences au plan national, et qui a eu beaucoup de dossiers à traiter sur les territoires français.

Nous avons néanmoins commencé à développer cette action internationale, en accueillant des étrangers intéressés par ce qui se faisait en France dans le domaine du traitement des déchets, en mettant naturellement à leur disposition les documentations, les adresses, en organisant des visites, et nous sommes bien décidés à développer cet aspect de notre activité.

En conclusion, je préciserai qu'au cours de ces journées vous aurez l'occasion de cotoyer quelques intervenants de l'ANRED qui auront à prendre la parole au cours des réunions de travail.

LISTE DES INTERVENANTS DES PAYS EN DEVELOPPEMENT
ET INTITULES DE LEURS PROJETS

NOM	FONCTION	PROJET
M. ROSMAN ARGENTINE	Vice Président de la Banque de Santa Fé. SANTA FE	Production d'alcool à partir de la canne à sucre dans la province de Santa Fé.
M. TREPP BOLIVIE	Directeur de Projet Consultora Nacional. (CONNAL SRL). LA PAZ	Production d'engrais par fermen- tation anaérobie des déchets de l'agro-industrie.
M. BELTRAN COLOMBIE	Directeur Général de la Fondation Educative Nationale pour le Développement de l'A- griculture et de l'Ele- vage (FEDAN). BOGOTA	Cycle intégré de production por- cine et bovine à partir des déchets agricoles dans une ferme pilote.
M. KONAN DAVID COTE D'IVOIRE	Directeur Technique de la société SODEPALM - PALMINDUSTRIE. ABIDJAN	Installation d'un prototype industriel de production de bio- gaz à partir d'effluents d'hui- lerie de palme.
M. TRAORE COTE D'IVOIRE	Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T) ABIDJAN	Réalisation d'une installation de gazéification fonctionnant à partir de parches de café.

NOM	FONCTION	PROJET
M. SERY GALE COTE D'IVOIRE	Directeur des agro-industries. Ministère de l'industrie. ABIDJAN	Valorisation des déchets de bois en milieu industriel.
Mme TOKA DJEGBA COTE D'IVOIRE	Direction de l'Aménagement et de la Modernisation des exploitations et de la valorisation des produits et sous-produits agricoles. Ministère du Développement rural. ABIDJAN	Valorisation énergétique des sous-produits de défrichement forestier pour la production de gaz.
M. TUTOR SANCHEZ CUBA	Spécialiste en analyse et développement des projets. Comité d'Etat pour la Collaboration Economique. CIUDAD DE LA HABANA	Production de biogaz et d'engrais organiques dans les centres d'élevages à Cuba.
M. POU REPUBLIQUE DOMINICAINE	Chef du Bureau de Coordination Technologique à la Commission Nationale de Politique Energétique (COENER). SANTA DOMINGO	Programme national de "fermes forestières" pour la production de bois de feu.
M. KHALEK EGYPTE	Président Directeur Général de la Société United Group. LE CAIRE	Réalisation d'une unité de traitement des déchets urbains par compostage.

NOM	FONCTION	PROJET
M. ISSEMBE GABON	Directeur Adjoint. Direction Etudes et Recherches. Ministère de l'Agricul- ture. LIBREVILLE	Méthanisation de fiente de poules dans une installation pilote électricité + chauffage (poussin- nière).
M. CAMARA GUINEE	Ingénieur à la Direction Générale des agro-indus- tries. Ministère de l'industrie CONAKRY	Valorisation des sous-produits de la canne à sucre à Koba.
M. SINGH INDE	Directeur de la Divi- sion Bio-énergie. Département Sources d'énergies non conven- tionnelles. Ministère de l'Energie. NEW DELHI	Utilisation de la bio-énergie (sous-produits du riz , de la canne à sucre...).
M. SOERIAATMADJA INDONESIE	Coordinateur national "Biomass Energy Techno- logies". Ministère d'Etat de la Population et de l'En- vironnement. JAKARTA	Valorisation des sous-produits de l'industrie du tapioca.
M. JONES KENYA	Conseiller pour la Con- servation de l'Energie et le Remplacement du Fuel. Ministère de l'Energie et du Développement Ré- gional. NAIROBI	Combustion des coques de noix de cajou.

NOM	FONCTION	PROJET
Mme RAZAFINDRAKOTO MADAGASCAR	Chef de la Division Pro- grammation. Direction Programmation et Financement. Ministère de la Produc- tion Animale et des Eaux et Forêts. ANTANANARIVO	Insertion de biogaz communautaire à Madagascar.
M. RIVET ILE MAURICE	Principal Assistant Secretary. Ministère de l'Energie et des Communications Internes. PORT LOUIS	Production d'électricité à partir de la bagasse.
M. BAHARUNDEN MALAISIE	Directeur du Départe- ment Transformation des Matières Premières. Federal Land Development Authority (FELDA). KUALA LUMPUR	Méthanisation des effluents liquides d'huileries de palme pour l'électrification rurale.
M. ZABI MAROC	Secrétaire général du CDER (Comité de Déve- loppement des Energies Renouvelables). MARRAKECH	1. Méthanisation des déchets de l'abattoir de Marrakech + com- post; 2. Méthanisation de lisier dans une ferme SODEA (près Marrakech pour l'électricité.
M. FORTE MOZAMBIQUE	Directeur Général de l'Entreprise d'Etat BOROR. MAPUTO	Installation d'unités groupe électrogène - gazogène fonction- nant à partir de coques de coco.
M. SHAH PAKISTAN	Technical Officer. Appropriate Technology Development Organiza- tion. Ministère de la Science et de la Technologie. KARACHI	Potentiel " biogaz-compost " du Pakistan à partir des déchets d'é- levage.

NOM	FONCTION	PROJET
M. CISSE SENEGAL	Directeur de l'Energie Ministère du Développement Industriel et de l'Artisanat. DAKAR	1. Incinération des ordures ménagères à Dakar; 2. Méthanisation de déchets d'abattoir.
M. DE ALWIS SRI LANKA	Chef du Département Développement de l'Agriculture. Centre National de Recherche et Développement. EKALA, JAELA	Production de briquettes de fibre de coco.
M. NINDIE TANZANIE	Ingénieur de recherche. Département Conservation de l'Energie. Organisation pour la recherche et le développement industriel. DARES SALAAM	1. Réalisation d'une installation pilote de production d'éthanol à partir de mélasses de sucreries; 2. Réduction du déboisement par la valorisation de la tourbe et l'amélioration des fours à charbon de bois.
Mme SUVACHITTANONT THAÏLANDE	Chercheur à l'Institut thaïlandais de recherche scientifique et technologique. Division des recherches sur l'Energie. BANGKOK	Réalisation d'installations de démonstration de pyrolyse de balle de riz.
M. MAHERZI TUNISIE	Attaché de Direction. Direction Etudes et Développement. Entreprise Tunisienne d'Activités Pétrolières (ETAP). TUNIS	Production de biogaz à partir de déjections animales dans une société d'élevage de volaille.

LES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES ET LEURS SOUS-PRODUITS

Résumé de l'exposé de M. VELLAUD

Chef du service "Déchets organiques" - Agence Nationale pour la
Récupération et l'Élimination des Déchets (A.N.R.E.D)

1 - LES SOUS-PRODUITS D'INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES, DES RECOLTES ET DES ELEVAGES

On distingue plusieurs types de sous-produits ; ce qui permet de déterminer les technologies à mettre en oeuvre pour les utiliser.

- * Les effluents liquides des industries agro-alimentaires contiennent des matières organiques et des solides en suspension d'origine animale ou végétale, mais aussi des déchets apportés par ces matières premières (terre, etc...) et le cas échéant des produits chimiques.

Certains sous-produits liquides correspondent à un des constituants de la matière première traitée qui n'est pas utilisée dans la fabrication du produit fini : le petit lait, par exemple, représente 65 à 75 % du poids du lait travaillé.

Les élevages sont à l'origine soit de déjections liquides (lisier), soit de fumiers pour des quantités considérables : 2 milliards de tonnes aux États-Unis, 1,7 milliards de tonnes en Inde et 350 millions de tonnes en France.

Certaines industries agro-alimentaires produisent plusieurs catégories de sous-produits spécifiques provenant de la même matière première. L'industrie de la canne à sucre, par exemple, produit de la bagasse, des mouls de pressage, de la mélasse et le cas échéant des vinasses. Sa récolte produit également les hauts de canne utilisables en alimentation animale.

- * Les résidus de récolte et de traitement des produits cultivés constituent des déchets secs qui possèdent des caractéristiques variés.

La culture du coton, par exemple, suivi du traitement des graines pour la fabrication de l'huile produit des tiges et des feuilles, des poussières de coton, des coques et des linters.

Dans les principaux pays producteurs de riz du Sud et du Sud-Est de l'Asie, les résidus de la culture du riz sous forme de paille, de coques et de son, représentent plus de 330 millions de tonnes.

L'industrie de traitement du café produit des déchets secs, les coques (12 % d'eau), mais aussi les pulpes et les mucilages (80 % d'eau) pour lesquels les filières de valorisation seront différentes.

Ces quelques exemples très ponctuels de sous-produits d'industries agro-alimentaires, des récoltes, et des élevages permettent d'en souligner les caractéristiques essentielles :

- ces déchets sont de nature organique;
- les tonnages en cause sont très importants;
- ils sont périssables, ce qui nécessite soit une utilisation rapide, soit un stockage (coût augmenté);
- le stockage est parfois nécessaire à cause d'une production saisonnière;
- leur teneur en eau est souvent importante (problèmes d'assèchement et de transport);
- ils sont souvent dispersés (cas des récoltes) et les dépenses nécessaires à leur mobilisation sont élevées.

La valorisation d'un sous-produit est d'autant plus importante à réaliser que la pollution qu'il engendre représente un problème grave. En retenant comme paramètre de pollution, la D.C.O*, il a été calculé qu'en Malaisie, premier producteur d'huile de palme, les effluents bruts de la totalité des huileries représentent une pollution journalière supérieure de 25 % à celle engendrée par la totalité de la population (13 millions d'habitants).

2 - LA PRODUCTION D'ENERGIE A PARTIR DES DECHETS ORGANIQUES

C'est la teneur en eau qui permet de classer les processus énergétiques de valorisation des sous-produits en 2 catégories : les procédés par voie sèche (déchets à faible teneur en eau) et les procédés par voie humide (déchets riches en eau).

2.1. Procédés par voie sèche

- La combustion avec excès d'air ou incinération est l'exemple le plus courant de combustion et sans doute l'un des premiers procédés de valorisation énergétique chronologiquement mis en oeuvre. L'énergie produite est le plus souvent transformée en électricité, mais elle est aussi utilisée comme source de chaleur.
- La gazéification ou combustion en atmosphère contrôlée consiste à transformer un combustible solide en gaz (parfois en liquide). Le gaz produit est plus ou moins riche en fonction du gaz réactif utilisé (air, O₂, H₂, CO, CO₂). Mais c'est la fabrication du gaz pauvre (gaz réactif : air) qui nous intéresse plus particulièrement. Il est utilisé pour produire de la chaleur ou de l'énergie mécanique.
- La pyrolyse consiste à chauffer des matières organiques à haute température (500 à 1.000°C) pendant plusieurs heures en l'absence d'air. On obtient du gaz, de l'huile combustible, et du noir de fumée. Mais ce procédé s'applique

* DCO (Demande Chimique en Oxygène) : elle reflète la concentration et le degré d'oxydation des matières sèches.

assez mal à des substrats hétérogènes, ce qui est le cas des sous-produits des industries agro-alimentaires.

- La carbonisation pratiquée également en absence d'air, permet principalement d'obtenir du charbon de bois pour être utilisé à des fins domestiques et industriels.
- La conversion sous pression ou hydrocarbonisation consiste à convertir des matières organiques en huiles combustibles ou en gaz en les soumettant à de hautes températures et à de fortes pressions. Ce procédé ne donne lieu jusqu'à présent à aucune application à partir de déchets.

2.2. Procédés par voie humide

- La fermentation méthanique permet de transformer des matières organiques en biogaz composé notamment de méthane CH_4 (60 à 95 %) et de CO_2 (5 à 40 %). Schématiquement, deux populations de bactéries interviennent : la première "acidogène" hydrolyse la matière organique en composés simples, la seconde "méthanogène" transforme ces composés en méthane.

Il existe différents types de fermenteurs approvisionnés de façon continue ou discontinue en matières organiques. Ces installations produisent du biogaz et un substrat méthanisé qui doit être éliminé soit par épandage, soit par rejet dans le milieu après une épuration aérobie complémentaire.

La méthanisation bien conduite permet de réduire la pollution, de produire de l'électricité, de stabiliser les effluents (odeurs moindres).

- La fermentation alcoolique suppose que les matières ligno-cellulosiques ou glucidiques utilisées soient prétraitées pour libérer les chaînes carbonées, puis qu'elles subissent une hydrolyse enzymatique pour obtenir notamment des carburants de substitution.

Le procédé de transformation de la biomasse en méthanol (gaz de synthèse), qui n'est pas un procédé par voie humide, nécessite encore des travaux de recherche qui sont ou seront effectués dans les unités de démonstration en opération ou en construction (une dizaine dans le monde).

3 - LES AUTRES FILIERES DE VALORISATION

L'utilisation énergétique des résidus des industries agro-alimentaires est le thème de ce Comité. Il ne faut pas oublier que d'autres filières existent pour utiliser ces résidus :

- l'alimentation animale ou humaine,
- la fertilisation et l'apport de matières organiques aux sols.

Je souhaite souligner ici l'intérêt de chacune de ces filières - alimentation, engrais, énergie - et la nécessité qu'il y a pour un producteur de déchets notamment de les comparer avant de retenir la solution la mieux adaptée à son cas particulier.

PREMIERE PARTIE :

PROCEDES TECHNIQUES

DE

TRANSFORMATION

Résumés des interventions

LA METHANISATION DES EFFLUENTS D'INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES

Résumé de l'exposé de M. DUBOURGUIER
Station de Technologie Alimentaire
Institut National de la Recherche Agronomique
(INRA Villeneuve d'Ascq)

1 - LA DEPOLLUTION PAR METHANISATION

Durant la dernière décennie, les progrès les plus marquants en traitement anaérobie ont été acquis sur les effluents d'industries agro-alimentaires.

La dépollution par méthanisation présente des avantages décisifs par rapport au traitement aérobie :

- dépenses énergétiques réduites,
- production de boues faible,
- bonne conservation de l'activité biologique lors de périodes d'arrêt prolongées.

Lorsque les calories de bas niveau sont disponibles, on peut ainsi récupérer 90 à 95% du potentiel énergétique des matières organiques. Malgré des rendements d'élimination du carbone très importants, la méthanisation n'est, le plus souvent, qu'un pré-traitement de dépollution. En particulier, l'azote organique subsiste sous forme ammoniacale, et il faudra recourir à un épandage ou à un post-traitement (lagunage aéré, boues activées...).

2 - LE PROCESSUS

La méthanisation complète des matières organiques nécessite l'association symbiotique de trois grands types de populations bactériennes : hydrolytiques et fermentatives, acétogènes productrices obligées d'hydrogène, méthanogènes stricto sensu.

Dans le cas des résidus riches en composés cellulosiques insolubles, l'étape limitante est l'hydrolyse des polymères en raison de leur faible accessibilité aux enzymes bactériens.

Dans le cas des rejets liquides à faible teneur en matières en suspension, les taux de croissance et l'activité biologique faibles des associations obligatoires acétogènes-méthanogènes rendent le processus biologique très sensible à toute surcharge en matière organique.

Dès lors, l'application industrielle de la méthanisation impose les conditions suivantes :

- choix d'une technologie bien adaptée au contexte de l'implantation et à l'effluent à traiter. Les procédés industriels sont continus et permettent de maintenir dans le réacteur une concentration élevée de boues méthanogènes même lorsque le temps de séjour hydraulique est très faible.

- maintien de l'équilibre entre la phase d'acidogenèse et de méthanogenèse.
- ensemencement et démarrage du processus dans de bonnes conditions.

3 - LES PROCÉDES

3.1 - Procédés de première génération

Ils sont toujours employés et comprennent le lagunage anaérobie, le digesteur infiniment mélangé et le procédé contact-anaérobie.

L'expérience industrielle acquise sur un digesteur de 5.000 m³ en conserverie de légumes depuis 3 ans, a montré la faisabilité de ce dernier procédé avec une charge maximale de 4 Kg DCO /m³/jour. Le rendement d'épuration est alors de 85 % et la production de biogaz de 2,4 m³/m³/jour (55% de méthane).

Cependant, le recyclage des boues par décantation est, en période estivale, d'une efficacité limitée. En sucrerie française, le procédé IRIS est toujours en fonctionnement. La charge maximale est de l'ordre de 2 à 4 Kg de DCO/m³/jour.

3.2 - Procédés de deuxième génération

Ils se distinguent des précédents par une efficacité de rétention des boues accrue. Ils sont basés, soit sur l'adhésion, soit sur le piègeage ou sur la granulation.

La concentration des boues méthanogènes est telle que les charges applicables atteignent plus de 10 Kg de DCO/m³/jour. Actuellement, seul le filtre anaérobie a fait ses preuves à l'échelle industrielle en France. En sucrerie, la charge volumique atteint 8 Kg de DCO/m³/jour et la production de gaz 3 m³/m³/jour, le temps de séjour hydraulique étant inférieur à 24 heures.

4 - CONCLUSION

Les procédés de deuxième génération ouvrent de nouvelles perspectives d'application de la méthanisation. Actuellement, les recherches les plus attractives portent sur l'obtention de biofilms très actifs, en particulier en lit fluidisé, ce qui permettrait d'atteindre des charges de plus de 20 à 30 Kg DCO/m³/jour.

* cf. p. 36

LA COMBUSTION ET LA GAZEIFICATION

Résumé de l'exposé de M. MOLLE
Chef de la Division Energie
Centre du Machinisme en Génie Rural et des Eaux et Forêts
(CEMAGREF)

1 - INTRODUCTION

Le combustible biomasse n'est pas comme les autres, même si il est utilisé depuis des millénaires.

D'abord, il faut souligner sa richesse : la biomasse sèche a un pouvoir calorifique de l'ordre de 4.000 Kcal, la moitié de celui des produits pétroliers.

Le premier problème technologique est la forte teneur (80 %) en matières volatiles de la biomasse, ce qu'on appelle indice de matière volatile; lorsque les matières se dégagent, à partir d'une certaine température au cours des processus de gazéification et de combustion, ce phénomène étant lui-même exothermique, la machine s'emballe.

Un autre problème est posé par la fusion des cendres avec formation de machefer qui empêche le bon fonctionnement des appareils, aux températures requises pour la combustion ou la gazéification.

Dernière difficulté, qui à mon avis n'en est pas une : souvent les déchets agro-industriels présentent un fort taux d'humidité. Mais il est possible de réduire ce taux de 90-95 % à 60-70 % par des méthodes mécaniques pour ensuite récupérer des calories à plus ou moins bas niveau thermique dans le processus de combustion et de gazéification qui permettent de ramener cette humidité aux 20 % nécessaires pour les filières couramment utilisées.

Il faut également noter la très forte réactivité chimique de la biomasse et l'absence quasi totale de soufre.

2 - PRODUCTION DE CHALEUR

Il existe aujourd'hui en France une large variété d'appareils pouvant brûler la biomasse. On peut les classer selon la granulométrie de la biomasse utilisée :

- brûleur PILLARD à poudre de bois très fine, excellent combustible pour être brûlé en suspension à l'instar d'un charbon pulvérisé;
- four PILLARD utilisé pour des granulométries un peu plus grossières telles que marcs et pépins de raisin, comprenant une chambre séparée dans laquelle le produit est injecté et où la flamme se développe selon un axe vertical de haut en bas;

- gazogène à lit fluidisé (PILLARD et CREUSOT LOIRE) dont l'énorme avantage est de pouvoir brûler aussi bien de la poudre de bois que de la plaquette papetière, donc couvrant une large gamme granulométrique de produits mais qui n'est développable qu'en grosse puissance : à partir de 10.000 th/h.

Un exemple concret de production de chaleur dans une industrie agro-alimentaire est une opération subventionnée par l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie qui est l'opération du Grand Manusclat dans le sud de la France, où des morceaux de canne de Provence ("elephant grass") sont brûlés dans un gazogène pour produire un gaz combustible utilisé pour chauffer des serres et déshydrater du fourrage.

Cet exemple est un cas d'industrie agro-alimentaire bien intégrée au point de vue culturel et au point de vue énergétique.

En ce qui concerne la production de chaleur dans les industries agro-alimentaires, il existe des technologies couvrant à peu près toutes les situations.

3 - PRODUCTION D'ENERGIE MECANIQUE

Une des plus anciennes techniques pour produire de l'énergie mécanique est la combustion suivie d'une fabrication de vapeur d'eau comprimée, elle même décomprimée dans une turbine.

3.1 - La filière chaudière/turbine

C'est une technologie conventionnelle utilisée en particulier pour les grandes puissances par toutes les sucreries de canne à sucre du monde, pour éliminer la bagasse terriblement encombrante. Mais jusqu'ici, cette filière possédait un mauvais rendement et coûtait assez cher à l'investissement.

L'apparition des nouvelles turbines à vapeur RATEAU utilisables dans la gamme 1 MW - 3 MW - 5 MW (unités importantes de production de force mécanique) a fait baisser un peu le seuil de puissance à partir duquel la filière chaudière est intéressante; la première application a eu lieu aux Philippines dans une centrale à bois.

3.2 - Les filières gazogène/moteur

Pour les appareils plus petits, de quelques centaines de KW à quelques MW, il existe une série de techniques qu'on pourrait classer en deux grandes familles.

- Les gazogènes CREUSOT LOIRE sous licence CEMAGREF utilisent un principe de recyclage des gaz de façon à ne pas disposer de goudron donc de gaz propres, à l'entrée du moteur; cette technologie se développe sur la biomasse granulaire telle que le bois ou les coques de coco (installation pilote d'1 MW à Valenciennes).

En ce qui concerne les moteurs utilisés pour cette filière gazogène/moteur, tous les fabricants de moteurs diesel savent brûler du gaz pauvre.

- Les gazogènes à tirage inversé (utilisés pendant la deuxième guerre mondiale) pour lesquels il existe plusieurs fabricants (CHEVET;PILLARD), ont l'avantage de leur simplicité et ne fonctionnent qu'avec des produits de forte granulométrie (pour que le gaz puisse circuler au travers) mais qui ne peuvent pas voir leur puissance dépasser 300 KW sans que des problèmes de formation de goudrons se posent.
- Il existe aujourd'hui des développements en plus forte puissance de gazogènes en lit fluidisé pour l'utilisation sur moteur mais qui sont encore à l'état de développement.

4 - UTILISATION DES EXCES DE SOUS-PRODUITS

Que faire dans le cas extrêmement fréquent, pour ne pas dire le cas général, où la quantité de déchets disponibles est très largement supérieure aux besoins de l'agro-industrie ?

Un procédé très répandu est la granulation. Il faut souligner que toute modification de la granulométrie d'un produit ligneux est un processus très onéreux.

4.1 - La granulation

Il existe plusieurs types de presse pour granuler ce produit ligneux qu'est la biomasse, nous n'en citerons que quelques uns :

- la presse à filière fournit des petits cigares comprimés de quelques millimètres de diamètre; elle consomme beaucoup d'énergie, et l'usure des filières est importante;
- la presse à piston permet d'obtenir une granulométrie plus grande que pour la presse à filière mais encore avec des coûts importants.

Le fait que le produit soit ligneux rend ce processus onéreux. On a donc proposé de carboniser en vrac cette biomasse, et à partir des gaz produits, d'extraire par simple cyclonage la poussière de charbon de bois. Ce charbon de bois n'étant pas ligneux se granule plus facilement.

On a proposé plusieurs types de granulations pour ce "charbon végétal" :

- la presse à roues tangentes extérieurement, peut produire des boulets de charbon végétal à raison de 500 t/j (ce qui correspond au traitement de 1.500 à 2.000 t déchets/j);
- le plateau granulateur brasse la poussière de charbon végétal et forme des grumeaux de forme arrondie qui nécessitent 3 % de liant; ils sont assez solides mais pas suffisamment pour passer dans des gazogènes et peuvent présenter des problèmes de conservation;
- la presse à filière pour charbon végétal produit des pellets de densité très élevée et consomme moins d'énergie que la presse à filière utilisant la biomasse ligneuse.

Il y a dans le monde un avenir du charbon de bois très largement supérieur au marché actuel car en petites puissances, l'utilisation du charbon de bois permet de réduire considérablement les investissements et les travaux de maintenance.

4.2 - La carbonisation

Nous avons vu qu'il est plus rentable dans certains cas d'utiliser la biomasse sous forme de charbon de bois, mais nous n'avons pas encore abordé la manière de l'obtenir. Cette technologie vous sera présentée plus en détail ultérieurement, mais j'en dirai quelques mots.

- La méthode la plus classique est la carbonisation dans des meules, qui n'est pas très performante.
- Plus originale, la carbonisation dans des fours verticaux cylindriques où le bois est injecté par le haut, et le charbon de bois récupéré par le bas avec une circulation à contre courant des gaz est une solution qui permet de diminuer considérablement la consommation de bois.
- Une nouvelle technologie réalisée par CREUSOT-LOIRE permet d'une part de carboniser des produits à forte granulométrie et d'autre part de réduire la taille des carbonisateurs.
- PILLARD a mis au point un four rotatif horizontal pour coques de palmistes, coques de coton, coques de café et d'arachide, balles de riz, bagasse..., qui permet de produire de la poussière de charbon de bois.

5 - CONCLUSION

Je voudrais terminer en faisant une incursion dans ce qui pourrait être le futur de la valorisation de ces déchets.

On est en train d'étudier des technologies d'élimination des cendres contenues dans le charbon végétal, la moitié de ces cendres se présentant sous forme de calcite. Cette élimination permettrait de produire un charbon réactif avec 0,3 à 0,5 % de cendres, ce qui laisserait envisager l'usage direct du charbon de bois dans les moteurs.

LA FERMENTATION ALCOOLIQUE

Résumé de l'exposé de M. CAGNOT
du Bureau d'Etudes SEMA énergie

1 - LE BILAN DE L'EXPERIENCE ETRANGERE

Les programmes gasohol qui représentent un bilan technico-économique favorable ont été développés à ce jour en priorité dans les régions suivantes :

- dans des zones enclavées :

- . soit des pays complètement enclavés : Zimbabwe, Malawi, Paraguay,
- . soit de pays de grande superficie comportant des zones éloignées d'au moins 1.000 Km de la façade maritime comme le Brésil, où à la fois les possibilités d'exportation de la mélasse sont réduites et les coûts d'importation des produits pétroliers élevés.

- Dans les pays où il existe une forte volonté d'autonomie énergétique reliée à des ressources sucrières importantes : Brésil, Philippines, Kenya, mais où le bilan économique des programmes est plus variable et où sa justification interne peut reposer sur des critères macro-économiques ou socio-politiques qui s'ajoutent, dans la prise de décision, au critère favorable, sur le plan micro-économique, que constitue l'enclavement.

Les projets susceptibles de se développer à brève échéance confirment cette orientation : Mali, Zimbabwe, Est Zaïre. Tous ces programmes fonctionnent sur mélasse de sucreries, ou dans le cas du Brésil, également sur jus de canne. Les programmes sur mélasse de sucrerie obtiennent actuellement les meilleurs résultats, dans la mesure où ils se présentent comme des extensions de sucrerie n'ayant pas à supporter tous les coûts d'un projet industriel autonome. L'utilisation du manioc, actuellement étudié, notamment pour assurer le fonctionnement de l'unité de distillation en dehors de la campagne sucrière, comme au Malawi, n'a pas encore abouti.

La principale forme d'utilisation de l'alcool reste encore actuellement l'utilisation sous la forme alcool anhydre en mélange de 10 à 25 % dans l'essence. Les autres principales utilisations, l'alcool hydraté utilisé tel quel dans des moteurs spéciaux, et l'alcool anhydre mélangé au gas-oil dans une proportion de 1 à 4 %, sont à des stades de développement avancés, mais présentent des difficultés de mise en oeuvre particulières.

Les principaux problèmes rencontrés, en dehors de la nécessité de se trouver dans un contexte économique local favorable, ont trait aux difficultés qui apparaissent au cours de la période de démarrage dans l'utilisation du mélange.

2 - LA STRUCTURE DU BILAN ECONOMIQUE D'UN PROJET GASOHOL-TYPE

Le succès global d'un projet gasohol suppose que le prix de revient de l'éthanol soit inférieur ou peu supérieur au prix hors taxes des carburants classiques ; il faut également que la structure de distribution existante maîtrise certains problèmes liés à la tolérance au nouveau carburant.

Deux catégories de facteurs-clés apparaissent lors de l'analyse d'un bilan économique-type :

- facteurs internes au projet liés à leur poids : investissement distillerie, prix de cession de la mélasse,
- facteurs externes au projet, liés aux conditions locales : coût des importations locales en carburant classique, prix d'intérêt de la mélasse dans la zone, modalités de l'interface sucrerie-distillerie, capacité à intégrer les contraintes du nouveau produit, coût de transport de l'alcool.

D'autres éléments peuvent jouer un rôle d'optimisation surtout si le prix de l'éthanol se rapproche du prix des carburants importés : la conception technique de l'unité de distillation et les modalités de financement et de gestion.

3 - LES PRINCIPALES OPTIONS ENVISAGEABLES POUR LA CONCEPTION D'UNE UNITE DE DISTILLATION.

Le choix des options techniques doit répondre à plusieurs critères :

- minimiser le prix de revient de l'éthanol en maximisant la capacité de production d'éthanol et en diminuant les investissements,
- adapter le produit aux besoins du marché en définissant une gamme de production réaliste,
- retenir des solutions techniques simples adaptées au cas d'une petite distillerie implantée dans un site isolé en adaptant un procédé robuste, de conduite facile, et de maintenance réduite,
- traiter les effluents en choisissant un procédé de valorisation des vinasses approprié aux conditions locales.

Ces objectifs conduisent en particulier à optimiser :

- . l'interface sucrerie-distillerie,
- . le niveau d'instrumentation de l'unité,
- . la période de production.

4 - ETUDE DE CAS

Deux équipes du groupe SEMA ont réalisé une étude portant sur un projet alcool-carburant dans la zone du Rwanda, du Burundi et de l'Est-Zaïre.

4.1 - Objectif

L'objectif du projet est la substitution d'alcool éthylique à une partie du carburant automobile importé.

La matière première est la mélasse de sucrerie dont la production actuelle est de 4.000 tonnes, dont 90 % sont actuellement non valorisés et rejetés dans le Lac Tanganyika.

Après réhabilitation de la sucrerie, on aura une production de 11.500 tonnes, permettant de produire 32.000 hectolitres d'éthanol par an (200 hectolitres par jour).

4.2 - Situation

La zone choisie pour l'élaboration du projet est très propice, car extrêmement enclavée : elle est située à équidistance (2.000 Km) des deux ports possibles d'importation et des deux raffineries existantes.

Ce projet possède donc un avantage économique : la distance.

4.3 - Coût du projet

Pour situer la façon dont les différents postes du compte d'exploitation concourent au coût de l'éthanol produit, il faut remarquer qu'on dispose, dans un projet éthanol, de 2 grands postes :

- un poste qui concerne la production d'éthanol, la distillerie, qui représente 93 % du coût de l'ensemble du projet (coût d'investissement, achat de mélasse, autres inputs, énergie achetée, main d'oeuvre,...);
- un deuxième poste à l'aval de la chaîne, le mélange, la distribution, le transport de l'alcool, qui représente 7 % du coût total.

Dans ces conditions, il faut donc rassembler les facteurs suivants :

- un faible prix d'achat de la mélasse,
- un investissement réduit,
- une rationalisation des autres paramètres d'exploitation,
- une optimisation de la chaîne transport-utilisation de l'alcool,
- un coût des produits pétroliers élevé.

Dans le cadre de ce projet, on peut avoir un prix de mélasse bas parce qu'il n'y a pas de marché local intéressant (trop enclavé pour exporter).

Mais l'investissement ne peut pas être réduit, car les deux solutions qui auraient permis de le faire ne sont pas réalisables :

- 1) maximiser la capacité n'est pas possible car il n'y a pas d'autres matières premières disponibles;
- 2) diminuer les investissements pour une production annuelle donnée, en produisant de l'alcool toute l'année (et non plus pendant la campagne sucrière) n'est pas une solution rentable.

Pour rationaliser les autres paramètres d'exploitation, il est préférable de choisir un traitement des effluents par lagunage plutôt que par méthanisation, et d'optimiser la gamme de production (alcool-carburant + alcool industriel) pour obtenir un maximum de valeur ajoutée.

Pour optimiser la chaîne transport-utilisation de l'alcool, le choix s'est fait sur la production d'alcool anhydre à 99,3 % d'alcool qui peut être mélangé à l'essence à raison de 10 à 25 % d'alcool et utilisé dans des moteurs à essence ordinaire sans modification. L'utilisation d'alcool hydraté utilisé sans mélange dans des moteurs spéciaux nécessite toute une infrastructure technique qui nous a poussé à éliminer cette solution.

4.4 - Conclusion

Les résultats du bilan économique sont les suivants :

On obtient un prix de revient coût-alcool de 29 à 35 \$/hectolitre selon les variantes, pour un coût-essence dépôt qui est de 45 à 55.

Cela représente un gain moyen par hectolitre d'alcool de 18 à 21 %, soit 36 à 42 % du prix-dépôt de l'essence et un gain annuel de 570 à 670.000 \$.

Les gains en devises sont également extrêmement importants : ils représentent 25 % de l'investissement total, qui est de 3.750.000 \$, soit 45 % du contenu devises de cet investissement.

LA CARBONISATION ET LA DENSIFICATION

Résumé de l'exposé de M. VAING
Du Centre d'Etudes et d'Expérimentation du Machinisme Agricole Tropical
(CEEMAT)

Malgré l'autoconsommation de leurs propres déchets que certaines industries agro-alimentaires ont mis en oeuvre, on a constaté un reliquat disponible très important. Si bien que, laissés dans l'état, où ils sont rejetés dans la nature, ils se détériorent ou au contraire, ils constituent un produit encombrant et nuisant. Une rizerie, par exemple, ne consomme en moyenne que 20 % de la balle de riz (principal sous-produit de cette industrie) qu'elle produit.

Il convient donc de récupérer les déchets disponibles et de les conditionner sous forme de combustibles de nature stable et facilement entreposables pouvant être employés ultérieurement dans les appareils usuels d'incinération ou de gazéification.

Deux solutions sont envisageables :

- la carbonisation donne du charbon de bois qui possède un PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur) élevé, 7500 Kcal/Kg. Il est aussi bien utilisable en combustion qu'en gazéification. Mais il y a une perte de 50 % de l'énergie contenue dans le produit brut.
- la densification permet une réduction du volume du produit brut par compression. Le produit obtenu garde ou améliore légèrement le PCI original qui peut atteindre 3500 Kcal/Kg.

1 - DIVERS TYPES D'APPAREILS DE CARBONISATION

1.1 - Le four de carbonisation de type industriel (four Carbo-France du système Bonnechaux)

Il est utilisé pour les produits aux caractéristiques voisines des branches d'arbres en forêt. Suivant le modèle, ces fours transforment 4 à 8 stères de produit brut en 200 à 400 Kg de charbon de bois.

Ces appareils sont présentés à titre d'information mais ne semblent pas convenir pour la plupart des déchets agricoles de faible granulométrie.

1.2 - Cuve de carbonisation des tiges de cotonnier (Conçue et mise au point par le C.E.E.M.A.T.)

Cette cuve a été essayée avec des tiges de cotonnier broyées, avec la broussaille récupérée en sous-bois, avec des sarments de vigne et avec des rafles de maïs.

Il s'agit d'une cuve cylindrique de $1,5 \text{ m}^3$ pouvant contenir 150 Kg de matière première qui donne 36 Kg de charbon de bois, 2 Kg de charbon fin et 0,5 Kg de cendre. Le rendement énergétique est de l'ordre de 50 %.

La conduite de la carbonisation dure environ 4 heures mais une dizaine d'heures sont nécessaires au refroidissement et donc au déchargement de la cuve. Cet appareil est démontable et transportable et s'est montré très pratique à l'échelon individuel.

1.3 - Equipement de carbonisation et de granulation du charbon de bois à partir de la paille.

Le CEMAGREF (Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et Forêts) a étudié et mis au point un procédé et des équipements permettant de produire aisément des boulets de charbon de bois à partir de la paille.

Ce procédé comporte deux phases :

- la première est la carbonisation de la paille spécialement adaptée à ce produit de faible densité et à granulométrie fine,
- la seconde comporte le broyage du charbon obtenu, puis l'agglomération par adjonction d'un liant (2 à 3 %) dans un tambour tournant, faible consommateur d'énergie.

Le produit obtenu en forme de boulet de 2 à 4 cm de diamètre possède un PCS (Pouvoir Calorifique Supérieur) de 7500 Kcal/Kg et se comporte de la même façon que le charbon de bois dans des appareils de combustion ou de gazéification.

2 - DIVERS PROCEDES ET APPAREILS DE DENSIFICATION

Un produit densifié possède un avantage économique (réduction du coût du transport, de la manutention et du magasinage), et un avantage technique en permettant de répondre aux contraintes imposées par les appareils qui l'utiliseront.

Les éléments qui entrent en jeu dans le domaine de la densification des déchets agricoles sont les suivants :

- la force de compression à laquelle est soumis le produit traité,
- les caractéristiques du produit à l'entrée (broyé ou non, séché...)
- l'utilisation des liants (procédés à froid avec liant, à chaud sans liant),
- les types d'appareils utilisés :
 - . le briquetage par compression dans un système à deux rouleaux tournants,
 - . le pastillage par compression dans des moules,
 - . l'extrusion par passage forcé à travers des orifices de dimensions et de forme données (presse),
 - . le bouletage au moyen de tambour tournant,

- les caractéristiques physiques du produit fini (granulométrie, densité, taux d'humidité, pouvoir calorifique...)

Beaucoup de constructeurs ont mis au moins des éléments spécifiques de presse et des ensembles d'unités fixes ou mobiles de densification dont le débit horaire varie de quelques centaines de Kg à quelques tonnes.

Parmi le matériel que nous avons essayé, nous pouvons citer :

- dans la gamme des 100 à 500 Kg/h :

- . les presses SACME-MIRBO
- . les presses SERMIE
- . les presses HUMUS

- dans la gamme supérieure à 500 Kg/h :

- . les installations fixes ALSA MECA du groupe de la Société Industrielle des Forges de Strasbourg
- . les installations fixes ou mobiles de PROMILL.

Nous pensons que les équipements de densification de la petite gamme de 250 à 500 Kg/h de produits finis peuvent être intégrés dans les conditions socio-économiques de certains pays en développement.

DEUXIEME PARTIE :

A P P L I C A T I O N S

A U X S O U S - P R O D U I T S

D E S I N D U S T R I E S A G R O - A L I M E N T A I R E S

Résumés des interventions

ELEVAGES ABATTOIRS

LA METHANISATION DES EFFLUENTS D'ELEVAGES INDUSTRIELS ET D'ABATTOIRS

Résumé de l'exposé de M. COUSIN
de l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie (AFME)

1 - RAPPEL

A la suite des différentes crises pétrolières, les Pouvoirs Publics vers la fin des années 70, ont eu l'initiative d'un important programme de Recherche-Développement ayant pour but de développer les filières de valorisation énergétique des déchets agricoles telle que la méthanisation, pour mettre au point des digesteurs adaptés aux exploitations agricoles moyennes en vue de contribuer à la réduction du déficit énergétique du pays.

L'AFME et la profession agricole ont alors mis en place un réseau de suivi technique animé et coordonné par le GIDA*, qui permet aujourd'hui d'évaluer les résultats obtenus sur plus de 60 installations de méthanisation.

2 - LE POINT EN 1984

2.1. Développement de la filière

Du fait du ralentissement relatif du renchérissement du coût de l'énergie, la méthanisation ne s'impose plus seulement comme filière rentable de valorisation énergétique des déchets agricoles - dès qu'il y a une bonne adéquation ressources en biogaz/besoins en énergie de l'exploitation - mais également comme un procédé de désodorisation et de réduction des nuisances particulièrement économe en énergie.

Ce sont les élevages industriels, gros consommateurs d'énergie, les plus concernés à court terme pour envisager des installations de traitement d'effluents liquides, de lisiers de porcs ou de bovins et de fientes de volailles.

Pour les mêmes raisons, plusieurs projets de taille industrielle seront réalisés courant 1985 sur des déchets d'abattoirs.

2.2 Les technologies

Le suivi systématique réalisé par le GIDA depuis 3 ans permet aujourd'hui de faire une première évaluation des systèmes proposés, de leurs performances et de leur fiabilité.

* GIDA : Groupement Interinstitut pour l'étude des Déjections Animales.

2.2.1 Les effluents liquides

Les principales difficultés initialement rencontrées tenaient au dimensionnement des installations, à la caractérisation des effluents à traiter et à la nécessaire adéquation entre production de biogaz et besoins énergétiques du site à équiper.

Aujourd'hui, plusieurs industriels disposent d'installations fiables, traitant chaque année plusieurs milliers de m³ de lisiers et produisant plusieurs dizaines de tep*.

Le biogaz est valorisé directement sur site sous des formes différentes :

- chaleur en substitution du gaz naturel, du propane, du fuel domestique (cas le plus fréquent),
- électricité par le biais de groupes électrogènes à récupération de chaleur.

Les produits méthanisés sont épandus sur les terres dans des conditions très satisfaisantes puisque l'effluent ne présente plus de nuisance olfactive.

2.2.2 Les effluents solides

Seule, l'autoconstruction a jusqu'alors permis la réalisation de quelques installations fonctionnant en discontinu sur des fumiers pour lesquelles les résultats paraissent satisfaisants pour l'utilisateur.

Des procédés de traitement en continu font actuellement l'objet de campagne de suivi et ne pourront être diffusés qu'en regard des résultats. La rentabilité de telles opérations dépendra essentiellement, en France, de la valeur du produit méthanisé.

2.3 - Les possibilités de développement offertes hors de France

Si, en France, la méthanisation des effluents liquides des élevages de taille importante représente une réponse positive aux problèmes énergétiques et d'environnement, la méthanisation des déchets agricoles et végétaux solides appliquée à de petits élevages en zone Sahélienne notamment, peut être un facteur de développement non négligeable.

C'est ce qu'a montré le programme de Recherche et de Développement entrepris dans cette région et qui d'autre part a permis notamment :

- la création de systèmes basés sur une double activité (productions maraichères et embouche bovine) permettant la production de compost et du biogaz nécessaire au fonctionnement des groupes électrogènes ;
- l'autonomie énergétique, en site isolé, de matériels répondant à une forte demande sociale tels que les moulins à mil, des réfrigérateurs à vaccins ou des éclairages ;

* 1 tep = 1 tonne équivalent pétrole = 1,5 tonne de charbon = 900 m³ gaz naturel
= 10⁴ th = 10⁷ Kcal = 11,628 Kwh

- l'économie du bois de feu ; dans ce dernier cas, la méthanisation, bien que présentant un intérêt certain face à la désertification, nécessitera une véritable politique d'incitation, l'économie monétaire résultant de la substitution au bois de feu ne permettant en aucune manière à l'utilisateur de réaliser l'investissement nécessaire.

3 - LES ACTIONS DE L'AFME EN FAVEUR DU DEVELOPPEMENT DE LA METHANISATION

Un important programme d'aide à la diffusion sera initié fin 1984, début 1985. Il comprendra :

- . en matière d'effluents liquides dans les grands élevages :
 - des aides financières à la réalisation d'études de faisabilité préalables permettant d'étudier l'intégration de l'installation de méthanisation à l'élevage concerné,
 - des aides financières à l'investissement pour les élevages de porcs de 1.000 places minimum et les élevages bovins d'au moins 100 UGB (Unité Gros Bétail),
- . en matière d'effluents solides, la recherche et la mise au point de procédés innovants sera poursuivie en vue d'un traitement discontinu, faisant appel à l'autoconstruction ou à l'assemblage de composants industriels. Le fumier reste en effet, encore aujourd'hui, en France, le plus important gisement de déchets agricoles pouvant être méthanisés.

Bilan d'une installation de production de biogaz
intégrée à un traitement d'épuration

Résumé de l'exposé de M. AUBART
Directeur Général de BIOMAGAZ

1 - PRESENTATION

Une station de méthanisation et d'épuration a été conçue et réalisée par l'entreprise BIOMAGAZ dans un Centre d'Expérimentation de la Sarthe.

Cette réalisation fonctionne en continu depuis 1980 et a sensiblement modifié depuis cette période, le principe du traitement des lisiers de porc, bovin, veau, lapin, ovin, caprin et volaille, produits par les élevages.

2 - L'INSTALLATION

Cette station a été conçue pour traiter environ 25 m³ de lisier par jour, dans un digesteur de 250 m³. A l'origine, c'était un lisier de porc et maintenant c'est 80 % de lisier de porc et environ 20 % de lisier de bovin.

2.1 - A l'entrée

Ce lisier a les caractéristiques suivantes :

- matières sèches (MS) : 3 % environ,
- matières volatiles (MV) : 76 %,
- demande chimique en oxygène (DCO^{*}) : 40g O₂/l,
- potentiel hydrogène (pH^{**}) : 7,4

Cette unité traite 825 Kg de MS par jour, ce qui représente 1.010 Kg de DCO.

2.2 - A la sortie

Les rendements biotechnologiques que l'on obtient sur cette unité sont les suivants :

- production de biogaz : 288 m³/j,
- proportion de méthane (CH₄) : 67 %,
- proportion de CO₂ : 32 %,
- proportion de H₂S : 0,2 %.

* DCO : cf. p. 36

** pH : cf. p. 63

En fait ces chiffres ont été dépassés en période d'été puisqu'il a été traité 35 m³ de lisier par jour ce qui a permis d'obtenir de l'ordre de 350 m³ de biogaz.

2.3 - Abatement de la pollution

On obtient environ :

- 38 % d'abattement de MS,
 - 42 % d'abattement de MV,
 - 46 % d'abattement de DCO,
- et le lisier est parfaitement désodorisé.

3 - BILAN ENERGETIQUE

. La totalité du biogaz produit alimente le groupe moto-alternateur, soit une équivalence thermique d'environ 696.000 Kwh/an.

. D'un point de vue énergétique, la récupération thermique sur les échangeurs du groupe moto-alternateur assure le maintien à 35°C du digesteur, soit environ 300.000 Kwh thermiques par an.

. La consommation électrique des appareils (pompe, agitateur,...) est de l'ordre de 8.000 Kwh électriques par an.

. La production nette d'électricité s'élève à 153.000 Kwh par an.

. L'économie réalisée sur les traitements aérobies grâce à la diminution de la DCO au cours de la fermentation méthanique est de 169.000 Kwh par an.

Le bilan net de l'installation qui représente aussi l'économie annuelle s'élève à 314.000 Kwh, soit 140.000 Francs.

4 - QUELQUES PRECISIONS

1) L'économie réalisée sur la lagune est réalisée du fait du contexte un peu particulier de cette station : elle est située sur un important centre de recherche d'alimentation animale qui rejette de l'ordre de 100 m³ de déchets de tous types de lisiers par jour.

La station de méthanisation ne traite que 25 m³ par jour, et les 75 m³ restants vont directement dans une lagune aérobie.

Le biogaz produit est transformé en électricité et est ensuite utilisé en aérateurs de surface.

C'est l'économie que l'on obtient par l'abattement de la DCO qui permet de ne plus utiliser les turbines dans le même volume, la même quantité d'énergie qu'il le fallait auparavant.

2) Les produits issus du digesteur₃ passent dans un système de séparation du lisier qui permet d'obtenir 24 m³ d'un produit à environ 1 % de matière sèche par jour, et des boues de l'ordre de 30 % de matière sèche et 21 % de matière organique.

Ce séparateur solide/liquide permet d'une part d'obtenir une espèce de compost qui peut être épandu et d'autre part d'utiliser le produit. Dans ce cas, on le renvoie directement dans la lagune avec une charge bien inférieure à celle du lisier précédemment.

Dans d'autres unités, on peut également le renvoyer directement dans des réseaux d'irrigation pour la fertilisation.

5 - BILAN FINANCIER

De manière très schématique, on peut établir un temps de retour de l'investissement de deux manières différentes :

- lorsqu'on compte le montant global de l'unité (de l'ordre d'un million de francs) comprenant toutes les installations (système de séparation, préfosse, groupe électrogène...), le temps de retour est de l'ordre de 7 ans;
- si on ne compte que la partie digesteur, le temps de retour est alors de 5 ans.

|SUCRERIES|

LES SOUS-PRODUITS DE SUCRERIE

Résumé de l'exposé de M. DE LA METTRIE
Ingénieur agricole - SATEC DEVELOPPEMENT

Les tiges de canne dont on tire le sucre fournissent en même temps le combustible, la bagasse, qui alimente l'usine transformatrice, et laissent encore des déchets (ou sous-produits) qui peuvent être utilisés avec profit dans le cycle de transformation.

Il est maintenant permis d'implanter un complexe sucrier canne à sucre qui puisse atteindre une autonomie énergétique quasi-complète.

1 - ELEMENTS CONSTITUTIFS DU SYSTEME

Les différents produits ou sous-produits découlant du système de production du sucre sont les suivants :

- le sucre produit est mis en vente sur le marché, il sort du circuit, c'est la finalité première de l'entreprise,
- des débris végétaux laissés sur le sol et dans le sol après la récolte, qui se décomposent et assurent l'équilibre humide du sol,
- la bagasse, résidu du broyage des tiges de canne dans les moulins après extraction du jus, est brûlée dans les chaudières pour fournir l'énergie nécessaire à la marche de l'usine.

On notera que les tiges de canne à sucre apportent également leur eau au système. Cette eau, transformée en vapeur au cours du process, après condensation fournit une eau de très bonne qualité pour l'alimentation des chaudières (corrosion).

On verra que près de la moitié de l'énergie potentielle de la bagasse peut suffire aux besoins du process, la moitié restante pouvant être utilisée à d'autres fins, pour :

- . l'irrigation des plantations,
 - . l'éclairage,
 - . la distillerie,
 - . la raffinerie-agglomération.
- les mélasses, résidu de la cristallisation du sucre après séparation dans les centrifugeuses des cristaux de saccharose, contiennent encore 50 % de sucres fermentescibles. Après fermentation, la distillation des mélasses permet de produire de l'alcool à 95°-96° pouvant être utilisé comme carburant dans les moteurs diesel utilisés sur le complexe sucrier en remplacement du gas-oil importé.

- Les vinasses, sous-produit de la distillation, sont particulièrement riches en potasse. Les vinasses sont des effluents considérés comme très polluants mais elles peuvent être épandues avec bénéfice dans les champs comme fertilisants.
- Les écumes de défécation sont les résidus de la clarification des jus après filtration.
La clarification des jus est obtenue en sucrerie de canne par adjonction au jus brut venant des moulins d'un lait de chaux et quelquefois d'acide phosphorique.
Les écumes, particulièrement riches en P_2O_5 et CaO, constituent un très bon engrais pour la canne à sucre. D'une manière générale, les écumes sont épandues dans les champs au fur et à mesure de leur production à l'usine.
- Les cendres des chaudières, résidu de la combustion de la bagasse, riches en éléments minéraux, peuvent également retourner dans les champs au même titre que les écumes et les vinasses.

2 - BILAN ENTREES-SORTIES

L'analyse du système Atmosphère - Sol - Plante - Sucrerie Distillerie, en termes de bilan Entrées-Sorties, montre qu'à part le sucre qui est vendu, tous les produits mis en jeu à un stade ou à un autre sont réintroduits dans le cycle de transformation.

Le sucre et l'alcool, constitués des seuls éléments C, H, O puisés dans l'atmosphère par assimilation chlorophyllienne grâce à l'énergie solaire, n'empruntent rien au sol.

La bagasse est constituée des tissus qui composent la tige de canne d'origine, fibre et moelle, d'eau et de jus résiduel. Les cendres, résultat de la combustion de la bagasse, contiennent donc des éléments minéraux de la tige de canne, qui ont été extraits du sol par la plante même si on doit admettre une certaine déperdition au cours de la combustion avec les fumées.

Au total, tous les éléments qui ont été tirés du sol pour le développement de la plante peuvent y être rapportés par l'intermédiaire de plusieurs éléments :

- des débris de récolte,
- des écumes de défécation,
- des vinasses de distillerie,
- des cendres des chaudières.

Notre propos sera d'appréhender davantage dans le détail les termes de ce bilan au double point de vue "Energie" et "Matières".

Deux exemples précis nous permettront de dégager les possibilités réelles qui s'offrent dans ce domaine aux complexes sucriers enclavés des pays en développement.

3 - ECONOMISER L'ENERGIE DANS UNE SUCRERIE

A quel niveau doit-on agir sur un complexe sucrier pour économiser l'énergie et brûler le minimum de bagasse ou produire le maximum de vapeur ?

On peut en effet agir sur les éléments suivants :

- le taux de ligneux de la canne, en effectuant des sélections sur les cannes par la recherche agronomique,
- les chaudières en installant des systèmes à triple ou quadruple effet qui permettent d'utiliser la vapeur HP (Haute Pression) pour actionner les turbines et la vapeur détendue pour l'évaporation et la concentration des jus,
- les turbines dont le choix (contre pression, à condensation et sous tirages) permet l'obtention du meilleur bilan calorique possible,
- le choix du process qui permet un recyclage ou non des vapeurs détendues,
- le calorifugeage des conduits pour limiter les pertes par convection,
- une disposition astucieuse des différents ateliers de l'usine.

4 - DEUX EXEMPLES

4.1 - Cas de la sucrerie de Borotou en Côte-d'Ivoire

Cette sucrerie a été conçue dès le départ pour économiser l'énergie. Elle utilise 160 tonnes de canne par heure et produit 120 tonnes de vapeur par heure. Les besoins du process n'en consomment que 60 tonnes. Il y avait donc un choix à faire entre :

- l'électricité pour l'irrigation des plantations,
- le logement du personnel et des villages,
- la distillerie,
- la raffinerie-agglomération.

La distillerie n'a pas été construite et l'option raffinerie-agglomération a été retenue.

4.2 - Cas de la sucrerie d'Analaiva à Madagascar

Deux propositions ont été faites par le Groupement TECHNISUCRE dans cette sucrerie :

- 1) Réintroduire les vinasses, les écumes et les cendres, en fabriquant une fosse tapissée d'argile et en maintenant le mélange homogène avec un agitateur pour le restituer au sol par des systèmes d'épandage en lisier. Cette solution éviterait que les vinasses soient mises dans le système d'irrigation à la périphérie de l'usine, sans savoir exactement ce qui est fait au niveau de la fertilisation. L'économie réalisée serait de près de 2 millions de francs.
- 2) Introduire une distillerie qui produirait 2.200.000 litres d'éthanol à 96° utilisable directement dans un moteur (procédé GARO, ou procédé brésilien).

**Fermentation méthanique des résidus
de distillation d'alcool de canne à sucre**

Résumé de l'exposé de M. SORIES
de la Station d'Oenologie et de Technologie Végétale
de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Narbonne

1 - LES DIFFICULTES POSEES PAR LA VALORISATION DE CES EFFLUENTS

La production d'alcool à partir de la canne à sucre, (rhums, éthanol) est une activité à fort pouvoir polluant. Dans le cas d'alcool de mélasse, les effluents sont particulièrement concentrés (DCO : 60 à 100 g/l) en matières organiques et minérales, et s'avèrent difficiles à traiter.

Les faibles teneurs en éthanol obtenues à l'issue de la phase de fermentation alcoolique se traduisent par de fortes consommations énergétiques en distillation, et des volumes importants en rejets (15 à 20 fois le volume d'alcool).

La fermentation méthanique peut s'appliquer à ces effluents, avec les objectifs suivants :

- dépollution - économie d'énergie,
- valorisation énergétique.

Mais les technologies classiques de fermentation (mélange intégral, contact anaérobie) n'aboutissent qu'à des performances limitées :

- faible charge volumique,
- long temps de rétention hydraulique d'où des installations volumineuses.

De plus, elles sont les plus sensibles aux inhibitions.

2 - UNE INSTALLATION PILOTE EN GUADELOUPE

La conception de réacteur à micro-organismes fixés sur support est une possibilité de contourner les limitations biologiques et d'améliorer les conditions de traitement. L'utilisation de nouveaux supports (matières plastiques), étudiée précédemment en distillerie, a été envisagée pour la fermentation méthanique des vinasses de mélasse.

Une expérimentation pilote a été menée en distillerie de mélasse (Société Industrielle de Sucrierie, Guadeloupe) sur deux campagnes (mai 1983 - Février 1984).

L'installation de méthanisation (Société Générale des Techniques Nouvelles) comprend un réacteur de 10 m³ à support plastique FLOCOR, fonctionnant à flux descendant.

* cf. p. 36

L'eau résiduaire est une vinasse de mélasse dont la charge polluante en DCO est comprise entre 45 et 65 g O_2 /l. Aucune correction de pH*, ni du milieu n'est réalisée (pH substrat : 4,5).

2.1. Quelques chiffres

Après 9 mois d'études, les performances optimales obtenues sur le réacteur à lit fixé sont :

- . charge volumique : 14,2 - 20,4 kg DCO/m³.jour
- . temps de séjour : 3,37 - 2,67 jours
- . productivité : 6,3 - 8,2 m³ biogaz/m³.jour
- . taux d'élimination : DCO : *71,3 % - 61,9 %
DBO₅ : supérieure à 90 %
- . rendement de gazéification : 392 - 445 l de biogaz/kg DCO appliquée
- . teneur en CH₄ : 55 %
- . volume biogaz : 21,3 m³/m³ vinasse.

La fermentation de vinasses de mélasses sur réacteur à lit fixé est réalisée avec de très fortes charges volumiques et des temps de rétention courts.

2.2. Points de comparaison

Par rapport aux procédés classiques, l'amélioration apportée par cette technologie représente un facteur 3 sur les paramètres de conduite, soit une diminution du volume des installations d'autant. Les résultats obtenus sont au meilleur niveau des performances relevées dans ce domaine dans la littérature. Le suivi détaillé des paramètres de fermentation dont notamment les acides gras volatils (AGV) souligne une parfaite stabilité du processus (pas d'accumulation d'AGV) à ces hautes performances. On peut penser aussi à un meilleur comportement vis-à-vis des inhibiteurs grâce à une rétention de biomasse plus importante. Les rendements d'épuration sont optima, étant donné la nature du produit à traiter. Les résidus méthanisés apparaissent peu biodégradables (rapport DBO/DCO inférieur à 0,2).

2.3. Bilan énergétique

Le bilan énergétique de la production d'alcool a été dressé sur cette distillerie, dont la caractéristique est l'utilisation de fuel pour la distillation (0,33 tep₃ /m³ d'alcool pur produit). La méthanisation des effluents fournit 339 m³ de biogaz/m³ d'alcool pur, soit 0,16 tep, ce qui permet de couvrir 48 % de l'énergie de distillation.

La méthanisation des résidus de distillation d'alcool de canne effectuée avec des technologies de fermentation optimisée apporte une solution efficace de dépollution et une valorisation énergétique des déchets.

* pH : Potentiel Hydrogène : Coefficient représentant l'acidité ou la basicité d'un milieu.

** DBO₅ : Demande Biologique en Oxygène au bout de 5 jours

*** tep : cf. p. 54

Combustion de la bagasse à Cuba

Résumé de l'exposé de M. DUTREUX
Directeur commercial - CEREX

1 - PREAMBULE

Après avoir consulté l'ensemble des spécialistes mondiaux, les Autorités Cubaines, représentées par le Ministère du Sucre et la Centrale d'Achats "CIMEX", ont réalisé en collaboration avec la Société CEREX/SECEM, qui a choisi comme partenaire technique la Société PROMILL, une étude de modernisation de l'industrie sucrière du pays.

Cette étude a pour but :

- dans une première phase, de valoriser la biomasse perdue pour produire des combustibles solides et des aliments pour bétail, et de remplacer le pétrole consommé dans les sucreries par des combustibles solides produits ;
- dans une deuxième phase, d'augmenter la production de sucre blanc raffiné et d'élargir le champ d'utilisation de ces sous-produits récupérés (pâte à papier, panneaux de particules agglomérées).

2 - LE SUCRE A CUBA

L'industrie du sucre à Cuba représente :

- 80 % du PNB (Produit National Brut),
- 10 millions de tonnes de sucre brut par an,
- 95 % de la production à l'exportation,
- 165 centres de production,
- plus de 10.000 ingénieurs et techniciens.

3 - LE PROCESS

Les chaudières des différentes usines fonctionnent avec un excès d'air très important, nécessaire à la combustion de la bagasse à 50 % d'humidité.

La Société CEREX prévoit de récupérer les fumées de ces chaudières pour déshydrater la totalité des excédents de bagasse.

A la suite de cette phase de séchage, il est procédé à la granulation, au refroidissement puis au conditionnement.

4 - CONCLUSION

Les caractéristiques de la bagasse sont les suivantes :

Pourcentage humidité (%)	15	35	50
PCI* (Kcal/Kg)	3 700	2 700	1 900
Pouvoir de production de vapeur (Th/t)	4,38	3,46	2,25
Pouvoir de production d'électricité (Kw/t)	219	178	112
Equivalence fuel (t. bagasse/t. de fuel)	0,37	0,27	0,19

* P.C.I. : Pouvoir Calorifique Inférieur

Les 8 millions de tonnes par an d'excédents de bagasse pourront être utilisés, en les transformant en combustible solide, en énergie électrique équivalent à 1.220 000 tonnes de pétrole ou 719 millions de Kw.

A partir du moment où l'on dispose de bagasse à 15 % d'humidité, il est possible d'alimenter les chaudières haute pression et de produire du sucre blanc en supprimant l'importation de 400 000 tonnes de pétrole par an et en augmentant la production.

On peut utiliser les 7 millions de tonnes de feuilles et fleurs de cannes en les transformant, soit en combustible équivalant à 1 060 000 tonnes de pétrole, soit en aliments pour bétail (3,5 millions de tonnes).

Gazéification de la bagasse de canne à sucre

Résumé de l'exposé de M. BOILLOT
Ingénieur Chercheur à la Division Techniques Nouvelles de l'Energie
Electricité de France (E.D.F.)

1 - PREAMBULE

EDF a mené un programme d'essais en ce qui concerne la valorisation de la bagasse de canne à sucre par gazéification. Cette étude a permis de déterminer dans quelles mesures il était possible de valoriser les excédents de bagasse disponibles d'une part en Guadeloupe (Caraïbes), et d'autre part à la Réunion.

Deux aspects ont été abordés dans ce programme : d'une part au niveau du conditionnement de la bagasse, et d'autre part en ce qui concerne la partie gazéification proprement dite.

Par ailleurs, cette étude pratique a été accompagnée d'une étude économique qui a permis de déterminer que le choix de la filière gazéification n'était justifié que pour de petites unités de taille inférieure à 1 Mw, puisqu'au delà de cette valeur, les rendements de la filière chaudière et turbines à vapeur sont suffisamment intéressants pour justifier son utilisation.

2 - LE CONDITIONNEMENT

Les différents essais ont été effectués sur 7 tonnes de bagasse importées de la Réunion et 40 tonnes importées de la Guadeloupe.

2.1 - Le séchage

Cette opération est indispensable pour abaisser le taux d'humidité d'un produit contenant 50 % d'eau, à une moyenne de 20-25 % au maximum.

Pour cela, des fours tournants ont été utilisés. Cette technique est déjà connue dans l'industrie agro-alimentaire pour le séchage de différents produits.

Ces fours tournants sont alimentés, soit par les gaz d'échappement des moteurs qui produisent l'électricité, soit par un avant-foyer annexe qui brûle de la bagasse humide.

2.2 - Le broyage et le pressage

Le broyage est le plus souvent nécessaire avant le pressage, sauf dans le cas de l'utilisation des presses à piston, où il suffit de modifier le diamètre des grilles pour jouer sur la granulométrie du produit.

La consommation moyenne d'énergie est de l'ordre de 15 Kwh par tonne de bagasse broyée.

2.2.1. Presses à pellets

Différents essais ont été menés avec des presses de puissance allant de 50 à 300 CV (Chevaux Vapeur), et sur lesquelles différents taux de compression ont été expérimentés.

Les pourcentages d'humidité et de liant (vinasse ou mélasse) ont aussi été testés pour déterminer des conditions opératoires optima. On a ainsi pu constater qu'une faible variation du taux d'humidité de la bagasse entraînait des complications comme le bourrage de la presse ou de mauvaises qualités de pellets.

La consommation énergétique de ce type de presse est en moyenne de 100 Kwh/t de bagasse à 10 % d'humidité, pour obtenir un produit d'une densité de 1,2 t/m³.

Suivant la matrice utilisée, le diamètre des pellets peut varier de 6 à 14 mm, mais ce n'est pas en augmentant leur dimension que la consommation diminuera, bien au contraire.

Un constructeur a participé à ces tests : PROMILL FRANCE.

2.2.2. Presses à piston

Une presse de 50 CV a été testée avec de la bagasse non broyée à 10 % d'humidité. Il n'y a besoin ni d'eau, ni de liant.

Sa consommation moyenne est de 70 Kwh/t de bagasse. Ce process semble bien convenir à la bagasse brute à cause de sa qualité fibreuse.

On obtient des briquettes de densité de 1,3 t/m³ et d'un diamètre de 80 mm.

Il semble difficile de réduire ce diamètre sans affecter en même temps le rendement de la machine et sans augmenter la consommation.

Un constructeur a participé à ces tests : SERMIE FRANCE.

2.2.3. Presses à vis

Une presse de 80 CV a été testée produisant un matériau de 30 mm de diamètre et d'une densité de 1,2 t/m³.

Les essais n'ont malheureusement pas pu déboucher à cause des problèmes d'alimentation; la densité de la bagasse brute séchée étant beaucoup trop faible (85 Kg/m³).

Pourtant il sera intéressant de suivre les développements de cette presse, compte tenu de l'intérêt que représente la taille du produit obtenu qui convient parfaitement aux gazogènes, et compte tenu des avantages économiques qu'on peut en tirer.

Le constructeur belge ZIMMER DEBAIFFE a participé à ces tests.

3 - LES GAZOGENES

L'ensemble des gazogènes de petites et grosses tailles produits en France ont été testés.

3.1 - Les petits gazogènes

On entend par gazogène de petite taille ceux dont la puissance ne dépasse pas 100 Kw.

Dans cette gamme d'installation, plusieurs constructeurs se partagent le marché: CHEVET, TOUILLET, EVRARD (société belge), DUVANT, PILLARD.

Il faut simplement noter que la faisabilité technique de la gazéification des pellets est acquise, à condition d'utiliser des pellets de dureté et de durabilité satisfaisantes.

3.2 - Les gros gazogènes

L'étude de ces gros gazogènes a débouché sur une étude économique qui a donné les résultats suivants :

- les rendements globaux obtenus sont compris entre 0,4 et 0,66,
- selon les technologies employées, la composition du gaz est différente et les caractéristiques énergétiques du gaz le sont aussi (de 3.200 à 5.700 KJ/Nm³),
- d'autre part l'utilisation des pellets est favorisée du fait de son aspect de manipulation aisée.

4 - CONCLUSION

Au niveau de l'analyse économique, le coût du combustible, que ce soit des pellets ou des briquettes, est de l'ordre de 240 à 400 Francs par tonne de bagasse à 10 % d'humidité.

Le coût du Kwh obtenu dans une unité de 600 Kw par gazéification est de l'ordre de 1,50 F pour une production de 3,2 millions de Kwh.

Pour une filière plus petite de 400 Kw, le Kwh revient à 1,90 F.

Cette étude économique prend en compte l'ensemble de la filière, depuis le séchage, le broyage, le conditionnement et la production d'électricité.

| ORDURES MENAGERES |

LES ETUDES D'ELIMINATION DES ORDURES MENAGERES

Résumé de l'exposé de M. BROIX
Ingénieur au Service Collectivités Locales
de l'Agence Nationale pour la Récupération et l'Élimination des Déchets
(ANRED)

1 - METHODOLOGIE**1.1 - Recueil des données**

Il faut tout d'abord délimiter l'aire géographique concernée, puis étudier les déchets en cause : ordures ménagères, boues de station d'épuration, déchets industriels...

Ensuite il faut étudier les procédés en tenant compte du marché des produits du traitement (chaleur, électricité, compost...).

Une étude simultanée des sites d'implantation des usines de traitement et des décharges n'est pas à négliger.

1.2 - Evaluation et analyse des variantes de traitement

En fonction du recueil des données (déchets, procédés, site), les techniciens proposent aux décideurs un certain nombre de variantes.

Les variantes étant élaborées et pré-sélectionnées par une commission, des études technico-économiques détaillées sur chacune des filières seront réalisées, pour permettre d'en faire ressortir une ou deux plus nettement.

2 - APPLICATION AU GRAND ANGOULEME

Le SIGA (Syndicat Intercommunal du Grand Angoulême) avait opté et construit en 1973 une usine de traitement des ordures ménagères par compostage accéléré (avec incinération des refus de compostage) qui en 1982 était dépassée et qu'il fallait rénover ou reconstruire.

La méthodologie décrite ci-dessus, appliquée à ce cas, a donné les résultats suivants :

2.1 - Le recueil des données

Il s'est effectué grâce aux réponses à un questionnaire envoyé aux différentes communes concernées par le projet, qui permettait de préciser la nature et la quantité des déchets. Ainsi les principaux déchets de l'agglomération, les ordures ménagères, représentaient 33.000 tonnes/an.

2.1.1. Les déchets

Une étude plus détaillée a permis de déterminer les autres déchets qui pouvaient être traités conjointement avec les ordures ménagères : déchets industriels incinérables (à rajouter dans le cas du choix du procédé par incinération), ou fermentescibles (à rajouter dans le cas du choix du procédé compostage).

Les boues de station d'épuration qui sont déjà traitées séparément et ont déjà fait l'objet d'un investissement ne rentrent pas en considération dans cette étude.

2.1.2. Les sites

Trois sites ont été recensés pour installer cette usine de traitement : le site sur lequel est implanté l'usine actuelle, et deux autres sites ayant des débouchés potentiels, notamment en incinération.

En dehors du site actuel de décharge de produits industriels, aucun autre site n'a été accepté par l'agglomération.

2.1.3. Les procédés

En 1982, le procédé de méthanisation n'en était qu'au stade de l'installation pilote et ne pouvait donc entrer en considération dans cette étude.

Tous les procédés pouvaient s'appliquer au grand Angoulême : compostage lent ou accéléré, incinération avec ou sans récupération d'énergie, procédés de fabrication de combustibles stockables, ou procédé de valorisation par tri d'ordures ménagères.

2.2 - Evaluation des variantes

Huit variantes ont été définies à partir des solutions et des hypothèses suivantes :

- cas de l'extension de l'usine actuelle (augmentation de capacité, adjonction d'équipements);
- création d'une nouvelle usine, en complément de l'usine actuelle, ou pour traiter la totalité des ordures ménagères;
- hypothèse à moyen terme pour un dimensionnement à l'horizon 1990;
- hypothèse à long terme à l'horizon 2000.

2.3 - Analyse des variantes

Une commission s'est réunie et a demandé d'ajouter une variante supplémentaire (filrière incinération avec des débouchés assez éloignés du site, 2 à 3 Km), et un site supplémentaire. Un groupe de travail a été créé pour que les réunions soient plus fréquentes, et les décisions plus rapides.

Pour terminer, une évaluation économique a été faite pour chaque filière, en chiffrant l'investissement, le coût d'exploitation, le coût de mise en décharge des produits non valorisables, et les recettes prévisionnelles attendues de la vente des sous-produits, que ce soit chaleur, compost, combustibles, ou matériaux.

Il a donc été déterminé pour chaque filière un prix de revient du traitement en francs par tonne.

Après une analyse comparative, 3 variantes ont été proposées par les techniciens et les décideurs ont finalement retenu la filière suivante : l'incinération avec récupération d'énergie et vente de vapeur à un industriel local, ainsi qu'à un hôpital.

3 - METHANISATION DES ORDURES MENAGERES

La première unité industrielle de méthanisation des ordures ménagères a été mise en service il y a peu de temps à Voiron dans l'Isère.

3.1 - Intérêt de cette filière

Parmi les filières de traitement et de valorisation des ordures ménagères, la méthanisation en réacteur utilise un principe intéressant dans la mesure où elle vise à la fois la récupération d'énergie par l'intermédiaire du biogaz et la production d'un amendement organique à partir du résidu de la fermentation.

Cette filière comportait toutefois des difficultés techniques sérieuses car, si la fermentation méthanique est particulièrement bien adaptée aux déchets humides et riches en matières organiques (stabilisation des boues de station d'épuration par exemple), elle est plus difficilement applicable aux ordures ménagères, produit relativement sec et très hétérogène, qui nécessite notamment un tri et un broyage bien spécifiques.

Par ailleurs, le faible taux de matières sèches dans le réacteur (de 5 à 30 % selon les procédés) conduit à des tailles d'appareil importantes, donc coûteuses, relativement aux capacités traitées.

On notera également que la récupération d'énergie par cette voie est moins performante que par d'autres techniques, telle l'incinération qui peut permettre de récupérer l'équivalent de 100 à 130 l de fuel par tonne d'ordures traitées, alors que cette récupération se situe aux environs de 30 à 60 l de fuel par tonne d'ordures brutes pour la méthanisation.

Dans ces conditions, l'intérêt économique de la filière comparée aux autres techniques de traitement et de valorisation dépend des facteurs suivants :

- des conditions locales de valorisation du biogaz,
- de la vente du compost produit à partir du digestat et donc de sa qualité physique et agronomique,
- des conditions d'exploitation et de la fiabilité du procédé.

Sur ces deux derniers points, l'expérience industrielle menée au SMAV (Syndicat Mixte d'Aménagement du Voironnais) par la Société VALORGA, dont le procédé a fait l'objet de recherches très approfondies aux stades de laboratoire et de pilote, devrait être riche d'enseignements.

3.2 - Description de l'installation

L'usine de traitement des ordures ménagères du SMAV comporte une unité de broyage, déferrailage et déverrage des ordures prévue pour traiter 16.000 T/an.

Les 8.000 T/an de broyats épurés produits sont ensuite traités pour moitié par compostage aérobique traditionnel et pour l'autre moitié par une unité de méthanisation en continu, composée notamment d'un digesteur dont la cuve en acier est de 400 m³.

Cette dernière unité, en fonctionnement depuis quelques mois, produit quotidiennement de l'ordre de 1.600 m³/jour de biogaz à 65 % de méthane (soit 1.000 m³/jour de CH₄ et 4 m³/m³ cuve/j de biogaz).

3.3 - Conclusion

Afin d'apprécier, de façon étayée, les performances à attendre de cette technique qui pourrait sans conteste élargir la gamme des possibilités offertes aux collectivités territoriales pour le traitement et la valorisation de leurs résidus, l'ANRED et l'AFME (Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie) se proposent, avec le concours de la Société VALORGA et du SMAV, d'effectuer au cours de l'année 1985, un suivi technique et analytique très poussé de l'installation, qui devra préciser sur cette période les bilans matières et énergie du procédé, ainsi que la qualité du compost obtenu.

HUILERIESLES DECHETS D'HUILERIE DE PALME : NATURE ET UTILISATION

Résumé de l'exposé de M. PETITPIERRE
Ingénieur agronome
Consultant auprès de la Communauté Economique Européenne

Sur 1.000 Kg de régimes de palmes qui arrivent à l'usine, les produits finaux de la transformation (huile et amandes) ne représentent que 240 Kg. Il subsiste environ 75 % de déchets.

1 - NATURE DES DECHETS1.1 - Déchets secs

Les déchets secs représentent plusieurs types de résidus dont les utilisations seront différentes :

- la fibre, constitutive de la pulpe du fruit, représente 10 à 13 % du poids du régime,
- les coques qui entourent l'amande représentent 5 % du poids du régime, et les débris de coques 2,5 %;
- les rafles, supports fibreux des régimes qui supportent les fruits, représentent 23 % du poids des régimes.

Au total, on obtient 450 Kg de déchets secs par tonne de régimes qui entre dans l'industrie.

1.2 - Effluents liquides

On retrouve, par tonne de régime, $0,8 \text{ m}^3$ c'est à dire près de 800 Kg d'effluents liquides dans la mesure où au cours du traitement, on est amené à ajouter de l'eau chaude pour faciliter la séparation de l'huile des jus bruts lors de la décantation.

Les effluents liquides sont constitués des boues de clarification, des condensats de stérilisation, des eaux d'hydrocyclonage et des eaux de lavage des fruits.

2 - UTILISATION DES DECHETS D'HUILERIE

La taille moyenne des unités industrielles représente une capacité de 60.000 à 80.000 tonnes de régimes traités par an.

C'est à dire que 45.000 à 60.000 tonnes seraient transportées pour rien (75 % de déchets) dans un rayon de 20 à 30 Km autour de l'huilerie, si ces déchets n'étaient pas valorisés.

2.1 - Les fibres

Le traitement d'une tonne de régimes nécessite :

- 400 à 500 Kg de vapeur basse pression pour la stérilisation et le réchauffage,
- 15 à 20 Kwh qui peuvent être produits par une turbine à vapeur nécessitant 400 à 500 Kg de vapeur haute pression.

Dans les grandes unités, un couple chaudière haute pression fournit de la vapeur à 20-23 bars à une turbine qui génère de l'électricité, et à la sortie de laquelle on récupère de la vapeur à 3 bars qui sert à la stérilisation et au chauffage du produit.

Les besoins totaux pour 400 à 500 Kg de vapeur produite représentent environ 400 à 500 thermies fournies exactement par les fibres, qui constituent le combustible nécessaire pour alimenter les chaudières.

De plus les coques et les débris peuvent fournir 150 thermies supplémentaires.

2.2 - Les coques

Mais on constate que les coques ne sont souvent pas ou peu valorisées dans ces grandes unités.

Dans les petites huileries, par contre, étant donné que les petites turbines sont très coûteuses par rapport au coût d'investissement de l'usine, la tendance actuelle est de proposer la solution suivante : employer un couplage, chaudière basse pression alimentée en fibres et en partie en coques, et groupe électrogène alimenté en gaz pauvre provenant d'un gazogène alimenté en coques, et réalisant ainsi une économie de fuel de 60 à 80 %, fuel qui servait à alimenter le groupe.

Des gazogènes peuvent aussi être installés sur des camions pour transporter les régimes. Mais cette solution pose beaucoup de difficultés : réduction du volume de la charge utile du camion, amortissement assez lent de l'investissement, nombreux risques de panne...

2.3 - Les rafles

Utilisées directement par les plantations et depuis longtemps, les rafles sont brûlées et produisent 2,5 Kg de chlorure de potassium par tonne de rafle.

Cette production représente de 20 à 30 % des besoins en potasse des plantations.

Mais dans certains pays, comme en Malaisie, où cette industrie est très développée, les incinérateurs posent des problèmes de pollution atmosphérique et une autre valorisation est apparue pour les rafles : l'épandage direct comme compost dans les plantations.

Cet épandage n'intéresse qu'environ 2 à 3 % de la surface de plantations mais en fumure totale, organique et minérale.

2.4 - Les effluents liquides

Nous avons vu que la quantité d'effluents produite par une huilerie est considérable ; 64.000 m³ pour une huilerie utilisant 80.000 tonnes de régimes par an.

Et d'autre part, ils sont excessivement polluants, autant qu'une ville de 120.000 habitants pour une huilerie de taille moyenne.

Plusieurs mesures ont été prises en Malaisie, où ce problème fait partie des plus importants du pays :

- l'épandage direct des effluents en plantations a été adopté pendant plusieurs années, mais il est maintenant devenu interdit sans traitement préalable pour réduire la DBO (Demande Biologique en Oxygène)
- la digestion anaérobie, procédé bactériologique pouvant être utilisé de deux manières différentes :
 - . par un lagunage anaérobie dans des bassins couvrant 1 à 2 ha pouvant contenir 50.000 m³ d'effluents, nécessitant un temps de rétention de 70 à 100 jours pour réduire la DBO de 95 à 99 %;
 - . grâce à des digesteurs clos ou à ciel ouvert si l'espace est plus cher ou inexistant.

Mais avant de produire du gaz, il faut tout d'abord savoir quelle utilisation on en fera et compte tenu de ces indications, les digesteurs clos ne sont pas toujours rentables, tandis que les digesteurs à ciel ouvert ne permettent pas de récupérer le gaz mais ils réduisent la charge polluante des effluents et sont moins coûteux.

Si le problème de la dépollution est grave en Malaisie, ce n'est pas le cas en Afrique où la concentration des huileries de palme est beaucoup moins importante. Il est donc rarement nécessaire de traiter les effluents, sauf cas particuliers : s'il n'existe pas de rivière à 10 Km à la ronde qui permettrait de rejeter les effluents et que le soubassement est argileux interdisant ainsi le lagunage (projet au Nigéria) ou bien si les effluents ne peuvent pas être rejetés dans une zone de pêche comme aux abords du lac Tanganyika.

3 - CONCLUSION

Deux remarques me permettront de conclure sur ce thème.

Tout d'abord, il est important de rappeler que le gisement de biomasse disponible dans les industries agro-alimentaires est beaucoup plus intéressant que les déchets agricoles dispersés dans les plantations, et ceci pour plusieurs raisons : la matière première est concentrée en un lieu, un environnement technique permet de la valoriser et des interlocuteurs qui savent ce qu'est un profit ne valoriseront pas la biomasse pour le plaisir.

Il est important de souligner également que ce n'est pas parce que le problème technique est résolu qu'un procédé est valable. Il faut qu'un calcul économique soit scrupuleusement effectué car aux seuils de rentabilité marginale où l'on travaille, on passe très vite d'un profit supposé à une perte certaine.

Gazogène à bourre de coco à Bora Bora

Résumé de l'exposé de M. LEMAITRE
du Commissariat à l'Energie Atomique (CEA)
Groupe Energies Renouvelables

1 - HISTORIQUE

Dès 1973, Electricité De Tahiti (E.D.T.) s'est préoccupée de rechercher des sources d'énergies qui permettraient de faire face à la crise créée par l'augmentation du prix du pétrole.

Après un tour d'horizon général et en raison de la richesse de la Polynésie en biomasse, la Société a alors choisi d'axer son effort sur les gazogènes, appareils aptes à subvenir aux besoins d'une distribution publique d'énergie électrique sur une île de moyenne importance.

En 1976, EDT a donc décidé d'étudier un gazogène du type "DELACOTTE" qui a été fourni par la Société "ENTROPIE" et installé et testé en 1978. Le combustible utilisé est la bourre et coque de coco.

Les conditions économiques n'ont pas alors été favorables à une poursuite rapide de l'expérimentation qui n'a été reprise pratiquement qu'en Mars 1980.

En Octobre 1982, l'ensemble "groupe-gazogène" avait environ 1.500 heures de fonctionnement couplées au réseau, le groupe diésel ayant en outre 14.000 heures de marche autonome avec du gas-oil comme combustible.

2 - DESCRIPTIF ET PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

La chaîne de production d'énergie est essentiellement constituée des éléments suivants :

- le gazogène et son système de filtration,
- le groupe électrogène.

2.1. Le gazogène DELACOTTE

Le rôle du gazogène est de transformer un produit ligneux en un gaz combustible par une combustion partielle dans de l'air.

Le gaz peut être utilisé dans un moteur après avoir été épuré (goudrons, poussière...) et refroidi.

Lors de sa descente dans le gazogène, le combustible est progressivement distillé (les produits volatils, eau et goudrons, s'échappent en fumée), carbonisé puis gazéifié. Les fumées et donc les goudrons sont collectés et brûlés. Les impuretés résiduelles sont éliminées dans un laveur refroidisseur.

2.2. Le groupe électrogène

Le gaz produit est utilisé dans un moteur diesel Dual-Fuel.

Les cylindres du moteur sont alimentés par un mélange air-gaz non auto-inflammable dont la combustion est obtenue par une injection pilote de gas-oil.

L'avantage d'un système Dual-Fuel est de pouvoir passer en injection totale de gas-oil en cas de problème sur le gazogène (technique ou d'approvisionnement en bourre de coco).

En contre partie, le fonctionnement n'est pas totalement indépendant des hydrocarbures toujours nécessaires pour l'injection pilote.

3 - LE COMBUSTIBLE

Le combustible utilisé est la bourre et coque de coco disponible en abondance dans de nombreuses îles en raison de la production de coprah.

Ces bourres et coques sont achetées à des particuliers, rendues à la centrale électrique en sacs. Les bourres sont alors stockées dans un hangar grillagé, abrité de la pluie et ventilé naturellement.

Cependant en raison des difficultés qui peuvent être rencontrées du fait de l'humidité des bourres, il est envisagé la réalisation d'un séchoir simple alimenté en air chaud par le ventilateur de refroidissement des gaz ou du groupe électrogène.

Le combustible sec est chargé manuellement dans le gazogène à raison de 1,5 m3 de bourre (soit 150 Kg) toutes les heures. Ce travail va être facilité dès cette année grâce à la réalisation d'une manutention motorisée.

4 - QUELQUES CHIFFRES

Le groupe électrogène peut fournir 190 Kw et fonctionne en général à 160 Kw.

Le gazogène est capable d'alimenter un groupe d'une puissance de 250 Kw.

Les consommations pratiques suivantes ont été obtenues :

- gas-oil : 50 g, soit 0,06 l par Kwh sortie alternateur
- bourre de coco : 1,3 Kg " " "

alors qu'un moteur diesel de cette puissance a une consommation d'environ 280g/Kwh.

On en déduit les équivalences suivantes :

1 Kg de bourre.....	0,225 litre de gas-oil,
1 bourre de coco.....	0,160 litre.

Cela signifie que le gazogène de Bora Bora a une production moyenne de gaz qui correspond à 35 l/h de gas-oil.

Combustion de coques de coton pour la production
de vapeur dans une huilerie au Mali

Résumé de l'exposé de Mme DOUCET (expert)

1 - L'HUILERIE HUICOMA

L'étude de cas présentée ici traite d'une réalisation française menée avec succès dans une huilerie de coton au Mali, où une chaudière à coques de coton fut substituée à une ancienne chaudière alimentée au fuel pour la production de vapeur pour le process.

Construite en 1981, l'huilerie cotonnière du Mali (HUICOMA) a une capacité de traitement de 300 t/jour, qui donnent en moyenne :

- 60 t/j d'huile neutralisée, consommée localement ou vendue en Europe,
- 90 t/j de tourteaux en grande partie exportés,
- 150 t/j de coques, entièrement destinées à l'alimentation du cheptel malien, soit à l'état brut, soit mélangées aux tourteaux réduits en farine.

2 - SES BESOINS ENERGETIQUES

Les besoins en énergie primaire d'une huilerie de coton sont sensiblement partagés entre les productions d'électricité et de vapeur pour le process.

L'alimentation en électricité de la HUICOMA se fait à partir de 3 groupes électrogènes dual DUVANT, d'une puissance nominale de 640 Kw chacun, alimentés au mélange diesel (70 %) et fuel (30 %). La consommation de carburants pétroliers pour la production d'électricité est de 5 000 l/j pour les besoins propres de l'huilerie.

Les besoins en vapeur pour le process sont de 3 t/h de vapeur à 15 bars et 200°C. Pendant les deux premières années, ceux-ci étaient assurés par une chaudière qui consommait environ 5 000 litres de fuel par jour.

Les besoins en énergie de l'huilerie étaient alors satisfaits à partir de carburants pétroliers, exclusivement. Cette situation est partagée par un grand nombre d'entreprises dans ce pays. Plus de la moitié des principales industries agro-alimentaires ont, en effet, un taux de dépendance, vis-à-vis des hydrocarbures importés compris entre 80 et 100 %.

Dans un contexte international qui, d'après les prévisions de la Banque Mondiale, sera marqué par une augmentation moyenne du prix réel du pétrole de 1,6 % par an entre 1982 et 1995, la réduction de la charge sans cesse croissante des dépenses énergétiques est devenue un objectif prioritaire pour ces industries.

L'opération HUICOMA s'inscrit dans cette perspective.

3 - LES CHOIX EFFECTUES

Dès la conception de l'usine, il avait été prévu d'utiliser les coques de coton, combustible doté d'un excellent pouvoir calorifique : 3900 Kcal/Kg, pour diminuer la consommation de fuel de l'usine.

La première proposition qu'avait retenue la Compagnie Française de Développement des Textiles (C.F.D.T.) était d'installer des gazogènes à coques compactées, qui devaient être mis au point en France par la Société DUVANT, et sa filiale SERMIE.

Les groupes électrogènes et la chaudière furent alors conçus pour fonctionner à 85 % au gaz pauvre de coques. Cependant, les coûts des essais en France et les difficultés posées par ce type de combustible aussi bien au compactage qu'en gazéification ont conduit à abandonner ce projet.

Néanmoins, il restait possible d'utiliser 50 t/j de coques correspondant aux besoins de chaleur de process de l'usine, à condition de parvenir à mettre au point une chaudière adaptée.

4 - LA CHAUDIERE A COQUES

Au début de l'année 1984, une chaudière à coques fut installée, qui se substitue à l'ancienne chaudière à fuel. La construction de cette chaudière a été réalisée par les ateliers F. MOCK à Strasbourg. Sa capacité est de 2,5 t/h de coques pouvant produire jusqu'à 6 t/h de vapeur.

Pour résoudre le problème du stockage, un silo à coques a été spécialement conçu par la C.F.D.T. qui assure le soutien technique et financier de cette opération. Le transfert des coques est effectué par vis et l'alimentation de la chaudière est pneumatique (système FAMA).

La combustion se fait en suspension par injection d'air primaire sous la grille où sont réparties les coques. L'ensemble du foyer est maintenu en légère dépression par le ventilateur de tirage.

Le rendement thermique de la chaudière est d'environ 80 % et l'amortissement technique s'effectue sur une décennie.

5 - LES RESULTATS ECONOMIQUES

La consommation spécifique de l'usine avant l'installation de cette chaudière était de 35 litres d'hydrocarbures/tonne traitée (soit environ 10.000 l/j pour 300 tonnes traitées). L'économie de fuel réalisée est donc de 5.000 l/j, soit, au prix de 300 FM/l (FM : Francs Maliens), environ 1.500.000 FM/j (15.000 FF/j).

Pour un nombre de jours en fonctionnement annuel de l'ordre de 135 jours par an (variante pessimiste), l'économie annuelle s'élèverait à environ 200 millions de FM, soit 2 millions de Francs Français. L'investissement total est d'environ 300 millions de FM, dont 130 millions pour la chaudière elle-même.

Ceci donne un temps de retour brut de l'investissement de 1,5 an qui apparaît donc très rentable.

6 - CONCLUSION

Cette opération apparaît comme un double succès :

- sur le plan de la technique française ;

si la plupart des huileries d'arachide utilisent depuis longtemps les coques disponibles pour la production de vapeur ou d'électricité, en revanche la valorisation des coques de graine de coton posait d'importants problèmes de manutention (substrat très difficile à transporter) et de combustion (cendres, imbrûlés) ;

l'opération HUICOMA montre que la technologie de la combustion en suspension des sous-produits des huileries est désormais maîtrisée ;

- Sur le plan de la politique malienne qui cherche à promouvoir la gestion efficace et rationnelle des ressources énergétiques locales ;

l'utilisation de la chaudière à coques, en plus des économies en devises réalisées, ne soustrait à l'alimentation animale que 33 % de la totalité des coques produites ; ceci représente une ponction relativement faible qui ne peut mettre en cause la politique d'autosuffisance alimentaire prônée par le gouvernement malien.

|AUTRES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES|

Combustion des balles de riz

Résumé de l'exposé de M. MOUREAU
Directeur de la SICA France Riz

1 - INTRODUCTION

Balles de riz n'est pas le terme exact, il serait plus juste de parler de balles de "paddy". En effet, le grain de riz qui arrive du champ s'appelle encore "paddy". Il est recouvert d'une enveloppe, la balle (20 % du poids du paddy), qui lui est ôtée avec une autre pellicule pour donner le riz blanchi.

Mais 40 % de la consommation en matière de riz sont représentés par d'autres formes de riz (riz étuvé, précuit...). Les processus nécessaires pour fabriquer ces produits ont besoin d'une grande quantité de vapeur (environ 1,5 tonnes de vapeur/tonne de riz étuvé et 2,5 tonnes de vapeur/tonne de riz précuit).

Autrefois, cette vapeur était produite à partir du fuel et la balle était consommée et jetée. On utilise maintenant la balle de paddy pour produire la vapeur nécessaire au process.

2 - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

La première chaudière à balle de paddy a été construite en 1974 suivie d'une seconde en 1978.

Le principe de fonctionnement est simple : la balle est introduite dans un foyer et brûle en suspension à une température voisine de 800°C. Le mélange de fumées, d'air et de cendres passe dans la chaudière qui peut brûler une tonne de balle/h.

En amont de ce système de chaudière se trouve le système d'approvisionnement de la balle. Une capacité de stockage de 25 m³ pour 25 t de balles/j est nécessaire pour alimenter la chaudière. La balle est envoyée automatiquement dans une trémie-tampon qui alimente le foyer au fur et à mesure de la demande de la chaudière.

En aval de la chaudière, les fumées chargées de cendres font le circuit des tubes de la chaudière et passent ensuite dans des cyclones qui séparent les cendres des fumées, de sorte que les fumées rejetées à l'extérieur aient une teneur en cendres tolérée par la législation.

Les cendres sont récupérées puis mises en sac. Elles possèdent une valeur marchande importante dans les aciéries.

3 - BILAN ECONOMIQUE

La production de 25 tonnes de balle par jour est assurée par 125 tonnes de paddy, ce qui correspond à une rizerie d'environ 25.000 tonnes de paddy par an.

Le prix approximatif d'une telle installation est de 3 millions de francs qui se décomposent de la façon suivante :

- chaudière et foyer : 1,4 millions F
- stockage de la balle, raccord chaudière : 400.000 F
- dépoussiérage, recueil des cendres : 400.000 F
- installation électrique, génie civil... : 800.000 F.

Le coût d'une chaudière à fuel identique serait d'environ 700.000 F. La chaudière à balle de paddy représente donc un surcoût de 2,3 millions de francs.

Le coût du fuel que cette installation permet d'économiser est de 2.080.000 F (réactualisation 1984).

On estime à 320.000 F les surconsommations électriques et les frais d'exploitation supplémentaires occasionnés par l'installation. Et on récupère grâce aux cendres une certaine valeur.

L'économie de fonctionnement annuelle est ainsi évaluée à 2.135.000 F, ce qui permet à une telle installation d'être remboursée en 13 mois.

4 - CONCLUSION

En 1973, notre coût d'énergie-vapeur par Kg de produits mis en oeuvre était de 2 et 0,6 centimes respectivement pour le riz précuit et le riz étuvé.

En 1984, si l'installation fonctionnait toujours au fuel, ce coût serait de 30 et 10 centimes/Kg de produits. Grâce à la chaudière à balle de paddy, on rabaisse ces coûts à 8 et 2 centimes/Kg.

Mais pour qu'une rizerie puisse se servir de sa balle de paddy disponible, il faut que son process soit basé sur une production de vapeur pour que les prix de revient des produits fabriqués soient compétitifs.

Valorisation énergétique des coques de café

Résumé de l'exposé de M. KEREVER
Ingénieur au C.E.A. (Commissariat à l'Energie Atomique)
Membre de l'Association GEST

1 - INTRODUCTION

Il existe deux types de traitements pour obtenir le café commercialisé :

- la voie humide qui donne naissance aux parches de café;
- la voie sèche qui, après le séchage, donne au niveau de la décortiquerie naissance aux coques de café.

Les coques de café constituent 50 % du poids total du fruit. Elles sont produites en grande quantité dans certains pays, surtout en Afrique. Elles ne sont pas ou très peu valorisées, et peuvent être nuisibles pour l'environnement.

Elles peuvent se substituer aux combustibles importés pour répondre à des besoins énergétiques locaux.

2 - GISEMENT ET BESOINS

L'évaluation du gisement a été fait sur les décortiqueries industrielles produisant plus de 10.000 tonnes de café vert par an. Ce gisement représente environ 300.000 tonnes par an de coques de café équivalentes à 100.000 tep * /an.

D'autre part, les besoins énergétiques à satisfaire sont très divers :

- au niveau des décortiqueries (électricité, séchage, transport) à raison de 400 Kwh par tonne de café produit;
- au niveau des autres industries voisines (industries du cacao, du riz, du manioc...) pour peu que les périodes de récolte correspondent.

Il existe également des besoins domestiques de substitut partiel au bois de feu ou au charbon de bois grâce aux briquettes ou au charbon de coques de café.

Il faut souligner que les coques de café posent des problèmes d'occupation d'espace à proximité des décortiqueries dûs à leur faible masse volumique, des problèmes de nuisances causés par leur fermentation, ou des problèmes de combustion quand elles sont brûlées pour s'en débarrasser.

* cf. p. 54

3 - ACTION ENVISAGEE

Toutes ces raisons nous ont conduits à étudier les problèmes posés par la valorisation des coques de café dans le cadre d'une action menée par l'association GEST (Groupe d'Echanges Scientifiques et Technologiques) avec l'AFME (Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie), le Ministère de l'Environnement et le soutien technique du CEA et de l'IRCC (Institut de Recherche sur le Café et le Cacao) ainsi que la collaboration de différents constructeurs.

Pour cela, nous avons fait venir de Cote d'Ivoire (important pays producteur de café : 16 décortiqueuses de plus de 10.000 tonnes) une vingtaine de tonnes de coques de café qui ont été réparties chez les constructeurs pour qu'ils puissent étudier leur valorisation.

4 - CARACTERISTIQUES DES COQUES DE CAFE

Les caractéristiques physico-chimiques des coques de café ressemblent à celles de la biomasse de ce type avec un taux de cendre élevé (6,5 %), un taux d'humidité variable (8 à 18 %) et un composant gênant au niveau des cendres : la silice.

Leur pouvoir calorifique supérieur est de 18.000 KJ/Kg, mais leur masse volumique est faible. Leur combustion pose des risques de m. er (à cause de la silice) et d'envolée puisque la granulométrie est fine.

5 - ESSAIS EN COURS

L'objectif de l'action à laquelle nous nous attachons valorisant les coques de café consiste :

- à la définition des modes de conditionnement envisageables (coques brutes, granulés, poudre);
- à faire des essais en vraie grandeur chez les industriels avec leur collaboration pour tester les matériels existants, pour savoir s'ils peuvent résoudre les problèmes. Cela peut être des gazogènes, des brûleurs ou des fours de carbonisation;
- ensuite à interpréter ces résultats et à promouvoir ces technologies grâce à l'AFME en collaboration avec les pays demandeurs.

Des essais sont en cours au niveau du conditionnement sur broyage pour transformer les coques soit en poudre pour les passer sur un brûleur, soit en granulés pour les passer sur des chaudières ou des gazogènes. Un autre procédé par extrusion est à l'essai actuellement. Au niveau de la carbonisation, on étudie l'alternative de la production de charbon de coque compacté et de la densification des coques carbonisées. Pour l'instant, nous ne possédons pas encore de résultat sur ces technologies.

Valorisation énergétique des sous-produits de l'exploitation
forestière et des industries de première transformation
en forêt tropicale hétérogène

Résumé de l'exposé de M. VERGNET
du Centre Technique Forestier Tropical (CTFT)
Coordinateur du "Programme Français Bois Energie" en coopération

Du bois sur pied au produit commercial de première transformation, 65 à 75 % du volume est en général perdu, voire brûlé en pure perte. C'est là une situation grave. Voyons quelles sont les perspectives de solution en analysant successivement : le secteur industriel, les sous-produits et un cas particulier, significatif de la situation à venir.

1 - EN CE QUI CONCERNE LE SECTEUR INDUSTRIEL

Les faibles rendements à la transformation ont incité à rapprocher les industries de leur périmètre d'approvisionnement. Cela aboutit à regrouper tous les sous-produits et facilite la perspective de leur utilisation.

Les complexes industriels du bois en cours d'installation et à venir constituent des ensembles puissants dans lesquels différentes technologies sont susceptibles de s'épanouir sous réserve de ne pas contrarier la production. Par leurs tailles et leurs caractéristiques, ils présentent des exigences énergétiques variées et importantes. Toute solution alternative aux produits pétroliers, traditionnellement utilisés à grands frais, devrait donc susciter un grand intérêt ; à plus forte raison si elle valorise les sous-produits déjà sur place et de surcroît fort encombrants techniquement et psychologiquement.

2 - EN CE QUI CONCERNE LES SOUS-PRODUITS

A la différence des sous-produits des autres industries du secteur agro-alimentaire, ceux du secteur bois sont caractérisés par une très grande hétérogénéité physique, mécanique, chimique et de conditionnement. Leur mise en valeur n'est envisageable que sur la base d'un traitement adapté à chaque grande catégorie de sous-produit.

2.1 - Au niveau de l'exploitation forestière

2 à 3 % de la superficie parcourue sont abattus pour asseoir les routes et parcs, abandonnant quelques 200 m³ de bois d'industrie par hectare.

Les opérations d'exploitation proprement dites abandonnent, au pied de l'arbre : les houppiers et 6 à 10 % du volume fût puis, sur les parcs de préparation des grumes en forêt ou bord de route, 19 à 23 % de celui-ci. Les produits abandonnés au pied de l'arbre ou sur parc en forêt ne sont pas récoltables économiquement.

Les 200 m³ de bois d'industrie/ha sont susceptibles d'une récolte économique mais constituent un produit extrêmement hétérogène (plusieurs centaines d'espèces différentes ; densité variant de 0,3 à 1,3 ; diamètres variant de 0,2 à 2 m et plus). Les techniques autorisant son traitement ne sont pas à l'échelle des entreprises considérées. Seuls les coursons sur parc bord de route (diamètre moyen 0,6 à 1 m) s'avèrent mobilisables au prix de coûts de refente et fractionnement élevés.

2.2 - Au niveau de la transformation

Les sous-produits sont fonction du type de première transformation : sciage, déroulage, tranchage.

Les rendements varient de 30 à 50 % en fonction de la qualité de la matière première, du produit fini, de l'installation et du savoir-faire.

Les sous-produits représentent donc 50 à 70 % du volume traité et correspondent par exemple en scierie à 6 - 8 % de sciures, 4 à 6 % d'écorce et 37 à 43 % de déchets massifs : délignures, rognures et dosses pesant parfois 100 Kg et plus.

Quoique aussi très hétérogènes ces sous-produits peuvent pour l'essentiel être conditionnés économiquement et donc mis en valeur.

3 - NOTRE CAS PARTICULIER

Il correspond à un complexe de la Cuvette congolaise groupant : exploitation forestière 100.000 m³/an, dont sciage 50.000 m³ grumes/an, tranchage 8.500 m³ grumes/an.

Ses besoins énergétiques sont sous forme d'électricité (puissance installée 2.300 kW, consommation 98.000 kWh/semaine) et d'énergie calorifique (106.000 thermies/semaine en vapeur 10 bars). Les disponibilités en sous-produits correspondent à 1.240.000 thermies/semaine soit près de 4 fois les besoins chiffrés à 320.000 thermies/semaine. La production est assurée par deux chaudières (27 t/h, 25 bars, 325°C), deux turboalternateurs et un groupe diesel de secours (400 kW). Des équipements fiables et adaptés.

Les surinvestissements imposés par la production d'énergie à partir des sous-produits sont de l'ordre de 10.000 KF le temps de retour de l'ordre de 3 ans.

La satisfaction des besoins énergétiques, électricité et vapeur, des complexes de première transformation du bois à partir de leurs sous-produits apparaît donc aujourd'hui fiable et des plus intéressantes sur le plan économique.

Les installations forestières à venir présenteront les caractéristiques nécessaires et devraient, notamment sous la pression des gouvernements partenaires de plus en plus fréquents, généraliser l'utilisation énergétique de leurs sous-produits.

TROISIEME PARTIE :

PROJETS

PRESENTES PAR LES PARTICIPANTS

DES PAYS EN DEVELOPPEMENT

Résumés des interventions

ARGENTINE

Résumé de l'intervention de M. ROSMAN

Vice-Président de la Banque de Santa Fé

L'élaboration d'alcool à partir de la canne à sucre et d'autres produits agricoles a acquis une importance très grande récemment en tant qu'apport intéressant quant au déficit énergétique.

1 - INTRODUCTION

Comment remplacer partiellement, avec des avantages écologiques et de qualité, les combustibles dérivés du pétrole, avec des effets positifs sur le produit national, la balance commerciale et la balance des devises, et également sur la souveraineté nationale ?

Comment créer de nouvelles sources de travail qui, vu leur structure, permettront de renverser la tendance négative à la dépopulation rurale, avec un effet multiplicateur sur la production de biens et services pour le pays ?

La mise en oeuvre d'une telle initiative est possible à court terme, à condition qu'il y ait des innovations technologiques qui s'effectuent et qui mettent en oeuvre la production d'alcool pour remplacer les dérivés du pétrole.

2 - BUTS RECHERCHES

Six provinces se sont associées dans un projet qui est un modèle d'intégration régionale qui leur permettra de contribuer à l'approvisionnement très élevé d'énergies, et leur permettra de résoudre des problèmes dans des zones appauvries où elles pourront créer des emplois, améliorer la situation sociale et améliorer les activités économiques, non seulement pour la Région mais aussi pour le pays.

L'incidence d'un tel programme ne peut qu'avoir des implications énergétiques, mais également des implications sociales, économiques très importantes.

Le marché qui se présentera à l'offre d'alcool sera suffisamment large et stable pour permettre non seulement la solution des problèmes des régions qui vont produire du sucre avec de l'excédent agricole et des capacités industrielles suffisantes, mais offrira de nouvelles perspectives de développement à l'économie agro-industrielle qui se consacre à cette production.

D'autre part, l'effet multiplicateur sera très grand sur d'autres activités qui fournissent des biens et des services : équipements industriels, machines, engrais, pesticides...

3 - ASPECT REGIONAL

L'Argentine, vu ses dimensions présente des caractéristiques régionales très complexes et très différentes. C'est la raison pour laquelle les provinces Nord, qui sont situées plus loin des ports d'importation de pétrole sont des zones plus intéressantes, et où on peut envisager de monter des projets d'alcool-carburant.

Les six régions qui sont affectées par ce projet constituent une unité géographique, liée par des problèmes identiques et des caractéristiques communes.

Le développement de la production d'alcool dans ces régions sera un apport à cette unité.

Contrairement à d'autres provinces pour lesquelles le marché des combustibles ne justifie pas la mise en oeuvre d'installation de production d'alcool, la province de Santa Fé apporte un marché potentiel pour la production d'alcool qui n'a pas d'équivalent dans d'autres combustibles.

C'est donc Santa Fé qui sera responsable de la première étape de ce projet, qui consiste en une étude de pré faisabilité, nécessaire face au volume des investissements (13 à 14 millions de \$ US, dont 3 à 4 millions pour le traitement des effluents).

4 - CONCLUSION

Le secteur privé pourra avoir une participation importante à ce projet par des apports de capitaux et par la réalisation de travaux d'études (une entreprise de l'état ne semble pas nécessaire dans ce cas).

Par contre, la coopération technique des organismes internationaux, en matière de recherches et de facilité de transfert de technologies, ainsi que celle de la France et d'autres pays développés qui sont à même de fiabiliser les projets d'investissement, est la bienvenue, particulièrement pour offrir la possibilité de mettre en oeuvre et de générer des activités productrices et exportatrices qui nous permettront d'alléger notre endettement extérieur.

BOLIVIE

Résumé de l'intervention de M. TREPP

Directeur de Projets
Consultora Nacional (CONNAL)

Notre projet est orienté vers la fabrication d'engrais organiques par la fermentation anaérobie des déchets disponibles en Bolivie.

1 - JUSTIFICATION DU PROJET

La gravité du problème de l'érosion des sols productifs et la répercussion sur les rendements agricoles, ainsi que sur les aspects socio-économiques du secteur, rendent essentiel le démarrage d'actions immédiates à tous les niveaux, afin de freiner le processus de dégradation des terres, étant donné les cultures excessives, les pratiques agricoles inadéquates.

Des exemples frappants peuvent être cités : en ce qui concerne les céréales, le blé a un rendement optimal de 4 à 5 tonnes par ha. Dans le pays, nous avons un rendement moyen de 0,7 t/ha.

La canne à sucre, parmi les cultures industrielles, nous donne un rendement de 42 t/ha alors que le rendement idéal est de 100 t/ha.

Dans la région de Santa Cruz, 1,5 millions d'hectares sont des terres dégradées.

2 - DECHETS DISPONIBLES

Nous avons fait une étude de marché autour des principales installations agro-industrielles de la région orientale du pays, c'est à dire autour de Santa Cruz, et nous avons des déchets organiques de l'agro-industrie alimentaire dans cette région, c'est à dire principalement de sucrerie de canne à sucre. Nous avons également des déchets d'huileries.

Dans la partie Sud du pays les cultures du raisin sont assez développées; nous avons donc des déchets de raisin.

Dans le Nord-Ouest du pays, dans la région tropicale, nous avons des quantités assez importantes de coques et de parches de café.

3 - LE PROJET

Il est conçu en deux étapes.

- Tout d'abord, l'installation d'un complexe pilote, avec des caractéristiques précises d'adaptation technique, pour l'étude du traitement des différentes matières premières.

Ce complexe pilote est conçu de façon à avoir deux digesteurs de 20 m³ chacun qui peuvent être exploités simultanément ou de façon individuelle pour des traitements de haute dissolution.

- Un prototype de 1.740 m³ traitera les déchets d'un complexe sucrier (qui provoque une grande pollution) et les déchets de laiteries et d'abattoirs qui existent dans la région.

4 - ASPECT ECONOMIQUE

Ce projet considère la production d'énergie par le biogaz comme un point secondaire. Notre principal intérêt n'est pas l'aspect énergétique, mais bien la production d'engrais.

Et l'intérêt économique de transformer un sous-produit végétal, par exemple la bagasse, en produit fertilisant, comparé à son intérêt énergétique est très controversé.

Ce que l'on peut dire c'est que le prix que l'on peut établir va du coût de production des engrais (comme dans n'importe quelle installation) jusqu'aux coûts très élevés qui peuvent être calculés à partir de la teneur en azote.

5 - CONCLUSION

Le potentiel d'utilisation de ces engrais est infini et la Bolivie a besoin d'un très grand nombre d'installations de ce type pour pouvoir rétablir un niveau normal de production agricole.

Etant donné que ce projet trouve son origine dans le secteur privé, il faudrait intéresser l'Etat qui pourrait lui-même essayer d'obtenir des financements pour la réalisation d'une étude exhaustive qui devrait se faire conjointement avec les entreprises nationales.

COLOMBIE

Résumé de l'intervention de M. BELTRAN

Directeur Général de la Fondation Educative Nationale pour
le Développement de l'Agriculture et de l'Elevage (FEDAN)

Le but principal de la Fondation est d'aider les paysans colombiens qui ont des ressources économiques faibles. En Colombie, il a été ainsi établi des programmes pour permettre le développement des filières de traitement des déchets d'abattoirs.

1 - LE PROJET

Le projet présenté ici, a été soumis à l'ONUDI et au Gouvernement Français conjointement. Il consiste en un cycle intégré de production porcine et bovine à partir de l'utilisation de déchets agricoles.

Ce projet localisé dans le département de Meta prévoit plusieurs éléments :

- extension d'une ferme d'élevage existante pour augmenter la production, de 700 à 3.000 porcs,
- construction d'une unité de production d'aliments pasteurisés pour le bétail (à partir de déchets de marchés et d'abattoirs), d'une capacité de 1.500 l/h,
- construction d'une unité de production de biogaz (digesteur de 550 m³) à partir de lisier,
- construction d'une unité de gazéification à partir de balle de riz (200.000 t) pour la production d'énergie électrique nécessaire à la ferme (100 kw).

2 - CONCLUSION

Il s'agit de la première installation intégrée pilote de ce type en Amérique Latine, projet susceptible de déboucher sur d'autres réalisations similaires tant en Colombie que dans les pays voisins.

Ce projet pourra être réalisé en 2 ans à dater de l'année 1985.

Son but est de profiter de la production porcine pour apporter des devises au pays.

La Colombie pour le moment enregistre des baisses dans ses devises. Cela nous aiderait à ne pas importer des matières premières, telles que le tourteau de soja, la farine de poisson et également des céréales.

Le projet modèle présente trois aspects différents :

- 1/ un transfert de technologie,
- 2/ une implantation d'équipement nécessaire,
- 3/ un programme de formation et d'intégration.

Nous avons prévu qu'à la fin de la mise en place de ce programme et de sa mise en oeuvre, on puisse organiser un séminaire au niveau latino-américain, afin d'évaluer le projet, non seulement pour les communautés colombiennes, mais également pour d'autres communautés.

COTE D'IVOIRE

Résumé de l'intervention de M. KONAN DAVID

Directeur Technique de la société SODEPALM-PALMINDUSTRIE

1 - INTRODUCTION

Depuis 1960, la Côte d'Ivoire a mis en place un vaste programme de développement de palmiers à huile, et occupe à présent la troisième place d'exportateur mondial, après la Malaisie et l'Indonésie.

Dans nos huileries autonomes en énergie, la presque totalité des déchets solides est valorisée :

- les rafles sont incinérées dans des fosses qui sont creusées à même le sol et les cendres obtenues sont épandues en plantation comme engrais;
- les fibres et les débris de coques sont utilisés comme combustible dans les chaudières pour produire la vapeur nécessaire d'une part au turbo-alternateur, qui produit de l'électricité, et d'autre part au réchauffage des appareils de fabrication;
- les coques ne sont que partiellement utilisées comme combustible d'appoint dans les chaudières.

Mais les effluents liquides ont jusqu'en 1978-1979 été rejetés dans la nature. A cette date, des essais ont été effectués sur une unité pilote de méthanisation.

2 - UNITE PILOTE DE DABOU

Cette installation pilote est constituée d'un fermenteur de 20 m³ alimenté en continu par une pompe qui prélève les boues qui ont séjourné 48 heures dans un préfermenteur aérobique après avoir été stockées dans un bac tampon.

Seules les boues de clarification ont été traitées dans ce fermenteur. Elles contiennent 50 g de matières sèches par litre (5 %), 100.000 mg de DCO * brute/l et 35.000 mg de DBO₅ ** /l.

Un décanteur reçoit le trop plein de boues fermentées surnageantes et permet un lagunage aéré, alors que les boues concentrées sont recyclées.

Une homogénéisation permanente du digesteur est réalisée par injection du biogaz, et le maintien à 35°C du digesteur s'effectue par la circulation des boues dans un chauffe-eau, alimenté au biogaz.

* DCO : cf. p. 36

** DBO₅ : cf. p. 63

Les essais se sont déroulées sur un an. Les résultats obtenus à la fin des essais sont significatifs :

- . temps de séjour dans le digesteur : 14 jours
- . productivité en biogaz du fermenteur : $2,86 \text{ m}^3 \text{ biogaz/m}^3 \text{ digesteur}$
- . productivité par rapport au produit traité : $40 \text{ m}^3 \text{ de biogaz/m}^3 \text{ d'effluent}$.

Le rendement en biogaz par rapport au produit traité est excellent comparativement aux résultats obtenus en Malaisie par exemple où ils ont obtenu $28,8 \text{ m}^3 \text{ de biogaz/m}^3 \text{ de produit introduit}$.

3 - PROJET D'INSTALLATION D'UN PROTOTYPE INDUSTRIEL

Trois objectifs sont visés :

- réduire la pollution en abaissant la DCO de façon significative (+ 90 %) par un traitement anaérobie;
- valoriser les produits issus de la méthanisation :
 - . le biogaz pour alimenter des groupes électrogènes pour l'éclairage des habitations du personnel de l'usine;
 - . les boues digérées qui pourraient bénéficier d'une valorisation agricole;
- réaliser un prototype qui servira de modèle à la région.

3.1 - Démarches effectuées

Sous l'impulsion du Ministère de l'Environnement et du Conseil de l'Entente, une mission d'identification a été réalisée en Novembre 1983 par M. DE GROMARD de l'AFME (Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie) qui a proposé l'organisation d'une mission d'expertise technique ayant pour buts d'une part d'évaluer le programme de recherche que le Ministère et PALMINDUSTRIE proposaient, et d'autre part d'estimer les coûts de dépollution.

Cette mission a été faite en janvier 1984 par un expert de la société BIOMAGAZ fournissant les conclusions suivantes :

- le coût de la remise en état de l'unité pilote de DABOU est si élevé qu'il serait plus judicieux d'en installer une neuve;
- les résultats obtenus sur cette unité et les données recueillies sur place permettent d'affirmer que la méthanisation des effluents d'huilerie de palme est une opération économiquement intéressante.

3.2 - Suites attendues

Ce projet n'a pas encore trouvé de financement. Le Conseil de l'Entente qui est très intéressé par ce projet a déjà pris des contacts avec des organismes financiers pour la réalisation de ce prototype mais tous les financements ne sont pas encore réunis.

Des études complémentaires restent à faire au niveau des données biologiques (rendement en biogaz, composition du biogaz...), technologiques et technico-économiques.

De plus, il serait souhaitable de faire une évaluation plus précise des possibilités d'utilisation du biogaz et des boues épurées tenant compte de la structure et des besoins de chacun des 12 sites agro-industriels de PALMINDUSTRIE.

Et enfin il faudra prendre en compte les études d'ingenierie, l'assistance technique pour la réalisation et l'exploitation de cette installation et éventuellement la formation du personnel.

COTE D'IVOIRE

Résumé de l'intervention de M. TRAORE

Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T)

1 - INTRODUCTION

Ce projet qui consiste à utiliser un gazogène de faible puissance avec des parches de café vise à poursuivre nos efforts pour la maîtrise du gazogène à pulvérisants, après avoir obtenu de bons résultats sur les gazogènes fonctionnant avec la bourre de coco ou le bois d'hévéa.

2 - PROBLEMES RENCONTRES

Actuellement, dans les usines de café ivoiriennes, les parches sont inutilisées et brûlées en pure perte. Ces parches peuvent alimenter un gazogène qui produit du gaz pauvre pouvant faire fonctionner un groupe électrogène à moteur diesel. On réalise donc une économie d'énergie ce qui baisse le prix de revient du produit fini.

Mais pour cette utilisation, le type de gazogène nécessaire ne doit pas dépasser une puissance de 140 Kw. Ces gazogènes présentent, du fait de leurs dimensions, des sections de passage de produits plus réduites et posent donc des problèmes d'écoulement, notamment lorsqu'il s'agit de parches de café.

D'autre part, de manière générale, les gazogènes fabriqués dans les pays industrialisés ne sont pas spécialement adaptés, soit parce qu'ils sont prévus pour des puissances trop grandes, soit parce qu'ils ne sont pas adaptés aux sous-produits tels les parches de café. Ils ne sont généralement pas conçus pour être utilisés en pays en voie de développement, car pour cela ils doivent être de conception robuste, d'un fonctionnement simple et d'un entretien facile.

3 - PROCEDE CHOISI

Le gazogène du projet comporte assez classiquement une chambre de combustion verticale placée au dessus d'un cendrier mais possède quelques caractéristiques plus originales :

- le passage de la chambre de combustion au cendrier est un passage libre, c'est à dire dépourvu de grille;
- des moyens sont prévus pour injecter de l'air au centre du cendrier afin de contrôler la granulométrie;

- le cendrier est muni à sa base d'un joint hydraulique et de deux injecteurs d'air refroidi jusqu'au centre du foyer pour diminuer la formation des cendres fusibles à la périphérie;
- des moyens sont prévus pour créer une aspiration de vapeur d'eau et de gaz au-dessus de la zone de combustion pour le séchage du produit.

4 - BILAN FINANCIER

Les coûts sont présentés en milliers de francs CFA.

MATERIEL	COÛT
Gazogène	20.000
Groupe électrogène de 150 Kw à moteur dual fuel	35.000
2 ventilateurs (600 m ³ /h et 150 m ³ /h)	8.500
Tuyauterie et vannes	1.000
Système de lavage + pompe	500
Gazomètre de 25 m ³	8.000
Raccordements (électrique - alimentation du moteur)	1.000
TOTAL	74.000

Le transport des parches de café (3 millions F CFA), les études à réaliser pour la mise au point (5 millions F CFA), et la rémunération du personnel (30 millions F CFA) portent le coût du projet à 112 millions de F CFA.

COTE D'IVOIRE

Résumé de l'intervention de M. SERY GALE

Directeur des Agro-industries
Ministère de l'industrie

1 - INTRODUCTION

Les déchets de bois apparaissent essentiellement à trois niveaux :

- Au niveau des défrichements agricoles : à ce niveau il est difficile de quantifier les déchets. On estime simplement qu'il y a environ 500.000 ha de forêts déboisées chaque année.
- Au niveau des exploitations forestières : à ce niveau là, on estime que la Côte d'Ivoire exploite environ 4 millions de m³ de bois par an. Pour un m³ de bois marchand exploité, 3 à 4 m³ sont abandonnés sur le terrain. Cela fait environ 12 à 16 millions de m³ de bois abandonnés.
- Au niveau des scieries : sur les 4 millions de m³ de bois exploités, 1,8 s'en vont en scieries. Nos scieries ont un rendement de 40 à 42 %. Ce qui fait chaque année environ 1 million de m³ de déchets en scieries.

2 - DESCRIPTION DU PROJET

Nous pensons que ces déchets pourraient être valorisés pour produire du gaz. C'est ainsi que nous avons préparé un avant-projet de gazéification du bois en scierie.

Compte tenu du rendement en matières obtenu dans les scieries ivoiriennes, celles-ci sont contraintes de détruire d'importantes quantités de déchets. L'utilisation de ces déchets pour la production d'énergie électrique apparaît comme un moyen intéressant permettant de minimiser le prix de revient du produit fabriqué.

Plusieurs voies permettent d'atteindre ces objectifs, d'abord la combustion, puis la production de gaz pauvre par la gazéification.

Ce gaz pourrait être utilisé directement dans un moteur à gaz pauvre, pour entraîner un alternateur afin de produire de l'électricité.

La méthode la plus appropriée dans les pays en voie de développement me semble être la méthode de la gazéification. En effet, avec la gazéification, on limite l'investissement, et le rendement énergétique est meilleur.

Le processus envisagé pour la réalisation de ce projet :

- le conditionnement des déchets sous forme de cubes, de 4 cm de côté environ,
- le séchage grossier du bois,
- la gazéification dans une cuve qui pourrait être fabriquée sur place,
- le dépoussiérage grossier du gaz,
- le filtrage du gaz à trois niveaux.

Ce gaz pourrait alimenter un moteur diesel, qui pourrait être transformé avec régulation.

3 - CONCLUSION

Pour que la réalisation de ce projet aboutisse, il faudrait d'abord penser au conditionnement des déchets des scieries, au séchage de ces déchets, et ensuite à la fabrication de ce gaz par le gazogène.

Tout ceci pourrait se faire sur place, et notre intention, en venant ici, était de trouver une technologie adaptée, et des financiers pour réaliser ce projet sur place.

COTE D'IVOIRE

Résumé de l'intervention de Mme TOKA DJEGA

Direction de l'aménagement et de la modernisation des exploitations
et de la valorisation des produits et sous-produits agricoles
Ministère du Développement Rural

1 - INTRODUCTION

Le projet que je vais vous présenter concerne la récupération des sous-produits du défrichement forestier pour la production de gaz, en milieu rural.

Ce projet, qui est en fait un projet pilote, entre dans le cadre des efforts du Ministère du Développement Rural pour la prise en compte du milieu rural, c'est à dire l'aménagement du monde rural, et l'amélioration du cadre de vie des paysans.

2 - DESCRIPTION DU PROJET

La Direction de l'aménagement, de la modernisation des exploitations et de la valorisation des produits et sous-produits agricoles, que je représente, se propose de valoriser les sous-produits des défrichements forestiers.

Il s'agit des branches, brindilles, feuilles mortes, et troncs d'arbres laissés sur les chantiers. On peut noter plusieurs types de défrichements :

- Le défrichement effectué par la SODEFOR (Société de développement forestier), dans le cadre du reboisement, sur de grandes superficies. Il relève du Ministère de l'Agriculture et des Eaux et Forêts.
- Nous avons aussi le défrichement sur de grandes superficies pour l'installation de jeunes agriculteurs. Ils sont peu nombreux mais les surfaces sont considérables.
- Les défrichements par les petits paysans sont nombreux.

Tous ces types de défrichements dégagent une masse importante de sous-produits.

La récupération et l'utilisation de ces sous-produits pour la production de gaz de bois, vont permettre de résoudre un certain nombre de problèmes (encombrement des parcelles défrichées, manque d'électricité dans les localités isolées, difficulté de ravitaillement en gas-oil des localités isolées et disposant d'un groupe électrogène, départ des jeunes vers les villes par un manque d'un minimum de confort dans les campagnes).

Pour essayer de résoudre ces problèmes, nous proposons le programme de travail suivant :

- l'évaluation de la quantité des sous-produits;
- l'étude de rentabilité du projet;
- la localisation de l'emplacement du projet : en milieu rural pour éclairer un village;
- l'étude d'un gazogène rural brûlant le bois, les feuilles mortes, et la construction de ce gazogène;
- la collecte et le séchage des sous-produits;
- la mise en marche du gazogène;
- le gaz doit permettre de faire fonctionner un groupe électrogène de 50 à 150 Kw à moteur diesel pour alimenter un réseau de distribution d'électricité d'un village de 200 à 300 personnes.

3 - CONCLUSION

Le projet que nous venons de présenter n'est qu'au stade embryonnaire, il est donc certain que nous n'avons pas cerné tous les aspects du problème. Nous pensons, avec cette présentation, avoir sensibilisé tous les bailleurs de fonds et les entreprises que nous sommes venus rencontrer ici.

La Direction de l'aménagement, de la modernisation des exploitations et de la valorisation des sous-produits reste à l'entière disposition de ceux-ci pour leur fournir l'identification exacte du projet, pour que les travaux puissent démarrer dans les plus brefs délais.

Mme TOKA DJEGA a rapidement présenté un autre projet. Il s'agit de la gazéification des balles de riz dégagées par les 6 rizeries de la Côte d'Ivoire.

Ces rizeries ont traité vers la fin de la campagne près de 45.000 tonnes de riz paddy. Le rendement moyen est de 77 % ce qui dégage 23 % de déchets. Ces déchets représentent à peu près le quart en poids de riz paddy usiné, soit environ 11.000 tonnes de déchets.

Ces déchets vont considérablement augmenter d'ici 1986 avec le programme d'urgence "riz" lancé en Côte d'Ivoire.

Les rizeries étant réparties sur le territoire ivoirien, il va se poser le problème de la localisation du projet et de la collecte des déchets.

CUBARésumé de l'intervention de M. TUTOR SANCHEZ

Spécialiste en analyse et développement de projets
au Comité d'Etat pour la Collaboration Economique

1 - ANTECEDENTS DU PROJET

Ce n'est qu'en 1982, que les premières installations (sur lisier de porcs) destinées à la production de biogaz furent construites.

Un inventaire national a permis de déterminer qu'il existait la matière première en quantité suffisante pour développer cette technologie.

Dans le secteur des élevages bovins, porcins et avicoles par exemple, il existe un potentiel d'un million de tonnes d'équivalent pétrole (tep *).

En plus de l'apport énergétique, cette solution résoud un important problème sanitaire que représente l'accumulation des excréments de bétail et de volailles.

L'objectif fondamental est l'élaboration d'un projet de système de digesteurs anaérobies de grande efficacité pour les centres de reproduction porcine situés dans tout le pays, dans le but de produire du biogaz et des engrais utilisables dans chaque centre.

2 - CAPACITE DE L'INSTALLATION

Les calculs ont été réalisés dans un centre d'élevage porcins de 24.000 têtes qui produisent 650 m³/j de lisier à 1 % de matières sèches (à cause d'une dilution très importante : 27 l d'eau/jour.animal).

Un digesteur peut donc être chargé avec 80 m³ de lisiers à 8 % de MS (matières sèches).

2.1 - Aspect énergétique

- La consommation électrique moyenne et journalière de ces centres est de 50 Kwh.
- Il est proposé l'installation de deux groupes électrogènes de 50 Kw par centre avec un groupe de réserve pour une utilisation en période de pointe.

* cf. p. 54

2.2. - Aspect économique

Le Ministère de l'Agriculture de Cuba a permis l'élaboration de ce projet mais il s'agit maintenant d'obtenir un financement de la part d'une entité étrangère, qui incluerait l'équipement et le projet technologique, la surveillance de la construction et la mise en place, la préparation du personnel cubain qui travaillera au sein de l'entreprise.

L'estimation faite de cette participation s'élève à 720.000 \$ U.S.

Les Cubains seraient responsables de la partie génie-civil, thermohydraulique et électrique sous l'assistance technique étrangère pour un montant de 1.200.000 \$ U.S.

3 - CONCLUSION

- La solution des problèmes existants, tels que la pollution de l'environnement, la protection sanitaire et l'obtention d'engrais organiques à partir des résidus, justifie la production de biogaz dans ces centres de reproduction porcine.
- La matière première est effectivement disponible, après un inventaire effectué sur le territoire cubain, et permet l'utilisation de cette énergie de substitution.
- Les résultats obtenus sur une installation pilote nous ont permis d'évaluer que le lisier de porc est une source appréciable pour la production de biogaz avec une bonne efficacité et un temps de rétention assez court.
- L'utilisation du biogaz produit à partir de digesteurs anaérobies présente les avantages suivants :
 - . cette production requiert de relativement faibles coûts d'investissement,
 - . cette technologie de transformation est simple, accessible et pas sophistiqué,
 - . il y a la possibilité de centraliser l'utilisation et la production de cette énergie en minimisant les problèmes de transport,
 - . les risques de pollution de l'environnement sont minimes.

REPUBLIQUE DOMINICAINE

Résumé de l'intervention de M. POU

Chef du bureau de coordination technologique
à la Commission Nationale de politique énergétique (COENER)

1 - INTRODUCTION

Je vais présenter le programme d'exploitation agricole que nous avons mis en place en vue d'utiliser le bois comme combustible.

La République Dominicaine a 48.000 Km², avec 60 % de montagne, une population de 6 millions de personnes et un taux de croissance démographique de 2,6 par an. La crise énergétique qui fait souffrir la République Dominicaine depuis plusieurs années, ainsi que de nombreux autres pays, est due principalement au coût très élevé du pétrole et des produits dérivés. Elle a conduit à chercher d'autres sources d'énergie, et elle a conduit à la réhabilitation des sources traditionnelles.

L'exploitation traditionnelle du bois, pour la production de bois de feu et de charbon, a affecté l'équilibre du pays, et a conduit à un très grand déboisement.

Au cours des dernières années, nous avons développé le concept d'exploitation agricole énergétique. Cela signifie mettre en oeuvre un certain nombre de terres dans les bois secs, humides et semi-humides, afin de pouvoir produire du bois de feu à partir d'arbres à croissance rapide. Nous pensons que cela peut contribuer à la satisfaction des besoins en combustibles en secteur rural et en secteur urbain, et cela permettrait normalement de réduire très fortement le déboisement.

2 - SITUATION ACTUELLE

Actuellement, nous avons environ 75 % de la population qui utilise du bois de feu pour la préparation des aliments. Les boulangeries, les briqueteries rurales utilisent également ce bois de feu.

Le bois représente environ 25 % de la consommation nationale de l'énergie, dont 82 % sont utilisés à des fins domestiques. Le bois, comme combustible, vient principalement des bois secs, qui occupent environ 600.000 hectares, mais également de bois semi-humides et humides qui occupent 440.000 hectares dans les zones montagneuses. On estime que, pour produire le bois en tant que combustible, il faudrait abattre 140.000 hectares, considérant que la consommation annuelle moyenne est de 0,43 m³ de bois par habitant.

Cela veut dire que nous aurions besoin de 270.000 hectares par an. Selon les évaluations qui ont été faites, les réserves forestières pour le bois de feu et charbon pourraient être épuisées en 1987, si on ne mettait pas en oeuvre très rapidement un programme de construction d'exploitations agricoles énergétiques.

3 - PROGRAMME MIS EN PLACE PAR LE COENER

Dans le programme de production de bois comme combustible que nous mettons en valeur depuis 1982, nous avons réalisé une série d'études et de recherches.

- un plan stratégique de charbon de bois de feu et de charbon,
- une analyse préliminaire de projet d'exploitation agricole productrice d'énergie,
- une évaluation de possibilités financières de plantations forestières,
- une définition du profil de 12 projets différents, de programmes d'exploitation agricoles énergétiques,
- un avant-projet pour l'établissement de plantations commerciales,
- nous avons travaillé notamment le traitement de bois sec des espèces indigènes,
- nous avons fait des essais sur les espèces dans tous les éco-systèmes du pays. Nous avons travaillé sur l'eucalyptus, citriodora, etc...,
- mise en place d'une installation de gazéification, avec plusieurs types de fours pour la production de charbon.

Il existe déjà plusieurs communautés rurales qui ont des petits bois mis en place pour fournir leur propre charbon. Le bois sec est important. L'Institut de l'agriculture a 1.000 hectares qui servent de modèle d'exploitation agricole pour la production d'énergie.

Il existe des bois humides qui sont également mis à la disposition pour faire des expérimentations dans ce domaine, mais il s'agit du secteur privé. Nous offrons l'aide technique pour assurer la continuation de l'expérience.

4 - REQUETE DU COENER

D'un point de vue technique, comme le démontre l'exposé sur les travaux qui ont été menés à bien, la plupart des problèmes que nous avons rencontrés au cours du développement du programme sont en voie de solution. Nous avons déjà sélectionné les espèces d'arbres indigènes qui sont les plus adéquats. Les systèmes d'exploitation forestière, ainsi que la technologie de production de charbon ont été rendus plus performants.

Dans ces conditions, le Gouvernement Dominicain considère que la mise en oeuvre à court terme d'exploitations agricoles productrices d'énergie, surtout dans les zones marginales des bois secs, constitue une action prioritaire dans le cadre du plan national de l'énergie.

De nombreuses institutions bancaires privées, telles que le Groupe Financier Populaire, un des groupes financiers les plus importants du pays, ont fait valoir leur intérêt à participer à ce programme.

Cependant, nous considérons que, étant donné l'importance de ce programme, il faut créer un Fonds de développement orienté vers la canalisation des initiatives privées potentielles ou qui existent dans le domaine de la production de bois comme combustible.

En ce sens, la République Dominicaine recherche la participation de groupes financiers étrangers pour la réalisation de ce fonds, ainsi que des groupes d'investisseurs étrangers qui désireraient établir des exploitations agricoles pour développer le processus de production de bois de feu et charbon, et qui voudraient investir conjointement avec le gouvernement ou avec des groupes privés.

5 - CONCLUSION

Afin de mettre à la disposition des organismes intéressés une évaluation des avantages économiques de tels investissements, nous pensons qu'une étude de factibilité devrait être faite.

Nous vous demandons un financement pour la réaliser au Comité Consultatif. Il faudrait faire une synthèse de tous les travaux élaborés jusqu'alors. Il faut analyser les marchés actuels du bois comme combustible, comme matière première pour la gazéification, la combustion (charbon, bois de feu, etc...).

Il faut également réaliser des études sur la viabilité financière, et sur les conditions qui existent dans ce pays, pour l'année 1985. Nous pensons également qu'il faudra travailler dans les différents éco-systèmes du pays. L'étude devrait porter sur 5 mois. Il faudrait que les investisseurs aient en main des projets de production de bois comme combustible, ou des projets de transformation de bois en charbon. Le financement pourra être mixte, c'est à dire privé et public, et un rapport final devra être remis vers le milieu de 1985.

EGYPTE

Résumé de l'intervention de M. KHALEK

Président Directeur Général de United Group

Nous venons de terminer une étude de faisabilité, en vue de réaliser une usine de traitement des matières organiques contenues dans les ordures ménagères.

1 - QUELLE FILIERE CHOISIR ?

La population égyptienne croît et dans le même temps, la déforestation augmente, donc la quantité de bois disponible diminue, et une carence en fourrage se prépare.

D'autre part les sols s'appauvrissent par excès de cultures, et la pollution en provenance des déchets urbains ou industriels s'accroît.

Certains déchets, tels que les papiers, les plastiques, le verre et autres peuvent être réutilisés comme sous-produits.

Toutes ces raisons nous ont ainsi orienté vers le choix du compostage, comme procédé de traitement des ordures ménagères.

2 - LE PROJET

Dans le domaine du compostage, l'Egypte possède déjà une certaine expérience : une usine privée de traitement des ordures ménagères, non subventionnée par la municipalité, a été un succès et sera suivie par cinq autres projets situés dans différentes régions d'Egypte.

Nous venons de terminer une étude de faisabilité sur la combustion et le compostage des matières organiques qui se trouvent dans les ordures ménagères.

Appliquée à une ville d'un demi-million d'habitants, l'installation aura une capacité de 100 tonnes d'ordures ménagères traitées par jour, ce qui permettra de produire 60 tonnes de compost par jour dans un premier temps.

Par la suite, il sera possible, selon les besoins, de recueillir tous les autres matériaux à composter et la production du compost pourra doubler après 2 ou 3 ans.

Le coût total de ce projet a été évalué à 25 millions de francs français, mais si la capacité est doublée initialement, on peut tenir compte d'une réduction de 25 %. Le prix de vente du compost produit par l'usine sera de 300 F/tonne. Le temps de retour de l'investissement pour une installation de ce type est au minimum de 10 ans.

3 - LE PROCÉDE

Il y a une période de décomposition des matières organiques contenues dans les déchets, qui intervient par l'action de micro-organismes qui transforment ces déchets en éléments utiles et nutritifs que sont les engrais naturels.

Les principaux facteurs qui interviennent au cours de la fermentation sont l'oxygène, la température, le pourcentage d'humidité et la taille des particules.

Un effet toxique peut intervenir sur les micro-organismes en fermentation anaérobie : la température doit être suffisante pour faire intervenir une ionisation; l'expérience montre que l'on a besoin de 2 m³ d'oxygène, notamment au cours des deux premières semaines, et ensuite cette demande en oxygène baisse graduellement.

Certains éléments peuvent aussi ne pas être bénéfiques au mélange, selon leur composition et leur structure. Mais une forte teneur en matières organiques est par contre un facteur favorable.

Il peut également y avoir des boues, ou de l'eau, pour enrichir le substrat et augmenter le pourcentage d'azote dans le mélange.

On peut essayer d'élever la température pour augmenter au maximum l'activité des micro-organismes, mais les espaces inter-particulaires vont se remplir d'eau, ce qui n'améliore pas les conditions anaérobies.

Par contre, le processus thermique permettant d'élever la température jusqu'à 65°C stérilise le compost, élimine les bactéries indésirables, et favorise la multiplication des micro-organismes.

Un autre facteur important concerne la taille des particules. Plus le broyage est fin, plus il y aura de surface attaquable par les micro-organismes. Plus le broyage est gros, plus ce sera difficile.

4 - CONCLUSION

La prise d'une machine en pleine charge est de l'ordre de 25.000 tonnes par an, ce qui couvre une région de 100.000 habitants.

Pour chaque installation, une étude préalable est indispensable pour déterminer la nature du mélange. Et il faut choisir ce mélange de manière très spécifique, en fonction des conditions locales, afin d'aboutir à de bons résultats.

L'équipement doit être technologiquement adapté aux conditions, avec une manutention facile.

GABONRésumé de l'intervention de M. ISSEMBE

Directeur Adjoint des Etudes et de la Recherche
Ministère de l'Agriculture

1 - PRESENTATION DU PROJET

Il consiste en la valorisation énergétique de fientes de poules pondeuses par la fermentation méthanique pour la production d'énergie électrique et le chauffage des poussinières.

Il a été conçu en 4 phases :

- 1) essai en laboratoire dans un fermenteur de 100 l à l'INSA de Toulouse (France),
- 2) pilote de 5 m³ en France,
- 3) pilote industriel de 80 m³, sur le site de la SMAG (Société Meunière et Avicole du Gabon),
- 4) installation pleine échelle : 360 m³.

Le projet en est actuellement à sa 3ème phase.

2 - LE PROBLEME

Les fientes de volailles qui à l'épandage présentent ordinairement de gros risques sanitaires, (peste avicole), sont d'autant moins utilisables au Gabon, sous cette forme d'engrais, qu'il y a moins de terres agricoles au voisinage des élevages (pays recouvert à 80 % de forêts équatoriales).

3 - LA SOLUTION : DESCRIPTION DU PILOTE DE 80 m³

Il s'agit d'un fermenteur en béton fonctionnant en continu, chargé avec 5 m³ de fiente/jour à 10 % de matière sèche (après élimination des plumes).

Malgré un caractère agricole très marqué, cette installation bénéficie des dernières innovations en matière de fixation bactérienne par toilage (30 m²/m³).

Après un temps de rétention de 15 jours à 33°C, le fermenteur produit 2 volumes de biogaz/volume de cuve et par jour équivalant à 35 tep * /an.

En modifiant quelques paramètres :

- temps de rétention : 12 j,
- volume de fiente : 6,7 m³/j,
- température du fermenteur : 45°C,

on peut prévoir une production de 3,3 volumes de biogaz/volume de cuve et par jour, ce qui équivaut à 58 tep/an utilisés par un groupe électrogène mixte fuel-biogaz.

4 - LES PERSPECTIVES

Cette installation doit s'agrandir (phase 4 du projet), afin de produire jusqu'à 30m³ de fiente/jour, impliquant l'utilisation d'un fermenteur de 360 m³. Ceci permettrait de produire 200 tep/an et rendrait ainsi l'élevage autonome du point de vue énergétique.

5 - LE PLAN FINANCIER

L'investissement serait de 3 millions de francs français, groupe électrogène compris, permettant une économie de gas-oil de 207.000 l/an avec un temps de retour du capital de 3,5 ans.

6 - CONCLUSION

- Les objectifs du Gabon sont l'autosuffisance alimentaire, faire participer l'agriculture dans l'économie du pays et réduire l'exode rural.
- Pour cela, la production d'énergie résultant de projet tel que celui présenté ici, aidera les villages à se moderniser, ce qui favorisera un repeuplement des campagnes et le développement de l'agriculture.
- D'autre part, le marché existe puisque la production gabonaise de poulets de chair est de 2.500 tonnes alors que sa consommation est de 7.000 tonnes.
- Et compte tenu de la baisse de la production de pétrole gabonais, (économie moteur du Gabon), la préparation de "l'après pétrole" s'impose.

* cf. p. 54

GUINEE

Résumé de l'intervention de M. CAMARA

Ingénieur à la Direction Générale des Agro-Industries
Ministère de l'Industrie

1 - COMPLEXE SUCRIER DE KOBA

1.1 - Présentation

Le complexe sucrier installé depuis onze ans à Koba tire une partie de son énergie de la bagasse.

L'usine a une capacité de 6.000 t/an de sucre, et possède une distillerie de 720.000 l d'alcool.

En se référant aux prévisions, l'usine devrait produire 7.800 t/an de bagasse, ce qui correspond à une énergie de 14,4.10⁹ Kcal. Mais dans les conditions actuelles de travail, l'usine ne produit en moyenne par campagne que 3.700 tonnes de bagasse, soit une production de 6,8.10⁹ Kcal.

La production de bagasse pourrait augmenter si les superficies mises en valeur par an étaient suffisantes (1.500 ha), et les rendements élevés (en moyenne 40 t/ha en canne). Quand ces deux conditions seront remplies, alors l'énergie consommée par l'usine le sera essentiellement à partir de la bagasse, le mazout servant alors de source d'énergie complémentaire.

1.2 - Utilisation de l'énergie

L'énergie sous forme de vapeur est utilisée de différentes façons :

- dans la raffinerie, pour l'évaporation, la cuite, le turbinage c'est à dire pour le traitement du sucre;
- dans la centrale électrique pour la production d'électricité alimentant l'usine et la cité industrielle;
- dans la distillerie pour la fabrication d'alcool.

Après la combustion, les cendres de bagasse sont entièrement jetées.

1.3 - Production d'alcool

La quantité de mélasse qui devrait être produite par an est de 2.700 tonnes/an, mais en moyenne l'usine en fournit 500 t/an, ce qui correspond à une production d'alcool de 135.000 l/an compte tenu du fait que 375 Kg de mélasse donne de l'ordre de 100 l d'alcool.

L'alcool produit par l'usine est vendu à une entreprise commerciale de produits pharmaceutiques pour être utilisé par des consommateurs divers et par les hôpitaux.

Au cours de la distillerie de la mélasse, le gaz carbonique qui se dégage est entièrement perdu.

1.4 - Conclusion

Différents problèmes se posent :

- accroître la production de la bagasse;
- améliorer le procédé utilisé pour le broyage et le pressage de la canne;
- examiner la possibilité de remplacement de grilles fixes par des grilles basculantes au niveau de la chaudière;
- étudier la possibilité de l'utilisation de l'alcool produit comme combustible.

Les actions envisagées sont les suivantes :

- nous sollicitons une assistance technique en vue de faire une étude exhaustive des problèmes liés à la production maximum d'énergie à partir des différents sous-produits, et la recherche de financement nécessaire pour la mise en valeur de nouvelles superficies en canne;
- actuellement nous décidons de transférer les plantations vers des zones basses; une étude de factibilité est déjà réalisée, et nous recherchons le financement pour sa réalisation.

2 - AUTRES PROJETS

2.1 - Entreprise Salguidia

Il s'agit d'une société d'économie mixte arabe lybio-guinéenne pour le développement agricole et agro-industriel, comprenant une usine et une plantation d'ananas intégrée.

Le projet créé en 1984, est initié dans le but d'assurer essentiellement l'autonomie énergétique de cette société. Il se rapporte à la production d'énergie à partir de la biomasse et des radiations solaires. En ce qui concerne la biomasse, les caractéristiques sont les suivantes :

- Cette biomasse est issue des déchets de culture d'ananas. Après broyage et séchage, le produit est densifié sous forme de briquettes ou de bûchettes pour obtenir un pouvoir calorifique de 4.500 Kcal/Kg.
- La quantité de déchets en matières sèches est estimée à 700 t/an, qui alimenteront des gazogènes dont le gaz pauvre produit sera utilisé dans des moteurs pour produire de l'électricité (rendement 20 %).

- Ces types de gazogènes peuvent équiper avantageusement les camions, les épandeurs, les bennes sans avoir recours à l'importation du pétrole.
- L'énergie est utilisée dans l'usine et les bureaux sous forme d'électricité, pour le pompage de l'eau pour l'usine et l'irrigation des plantations.

Le coût de l'énergie biomasse n'est pas individualisé, il se trouve inclus dans l'ensemble du coût de l'énergie biomasse + soleil : 442,5 millions de francs belges.

Les actions envisagées sont les suivantes :

- nous sollicitons une assistance technique en vue de faire une analyse critique du projet;
- si le projet est faisable, nous envisageons de faire l'étude de factibilité et de rechercher le financement pour la réalisation;
- nous envisageons également l'utilisation de la drêche comme combustible.

2.2 - Usine à panneaux

Sa capacité installée est de 5.300 tonnes de panneaux par an. Mais la production actuelle n'est que de 3 % de cette quantité.

Cette usine utilise des déchets (bois mort prélevé dans les forêts environnantes) pour produire une partie de l'énergie à consommer.

Outre l'usine à panneaux, nous disposons dans les environs, d'une usine de quinquina qui rencontre les mêmes difficultés en énergie.

Nous sollicitons une assistance en vue d'un examen des conditions de création d'un projet énergétique basé sur la valorisation énergétique des déchets de ces deux usines.

2.3 - Huileries d'arachide et de coton

- La capacité de l'huilerie d'arachide de Dabola est de 10.000 tonnes d'arachide coque, soit 7.500 tonnes d'arachide graine.

Cette usine utilise les déchets de coque pour produire une partie de l'énergie dont elle a besoin.

Mais la production effective n'atteint que 3 % de ces chiffres. Ces résultats médiocres sont dus essentiellement à un problème d'approvisionnement en matière première (manque de moyen de transport, production faible) et à des problèmes d'énergie (chaudières vétustes, fonctionnement de la centrale hydroélectrique irrégulier).

- Dans le cadre d'un projet cotonnier, il est prévu de construire une huilerie de graine de coton à Dabola qui sera annexée à l'huilerie d'arachide.

La capacité prévue est de 1.000 tonnes d'huile pour 7.000 tonnes de graine.

Il est envisagé de transformer les coques de coton pour produire une partie de l'énergie dont cette usine aura besoin.

INDE

Résumé de l'intervention de M. SINGH

Directeur de la Division Bio-énergie
Département Sources d'Energies Non Conventionnelles
Ministère de l'Energie

1 - INTRODUCTION

Il est nécessaire de bien voir quels sont les potentiels qui existent : nous avons 700 millions d'habitants, il y a environ 345 millions de têtes de bovins.

Ces populations augmentent, et les besoins en énergie augmentent. Ceci vous donne une idée du type de résidus que l'on retrouve après coup (ce ne sont plus des déchets, puisqu'on les réutilise). A partir de ces résidus, nous pouvons avoir davantage de produits.

2 - UTILISATION DE LA BIO-ENERGIE EN INDE

Nous avons un bon nombre de projets dans de nombreux secteurs relatifs à la bio-énergie. Mais les deux domaines les plus importants sont ceux du riz et de la canne à sucre.

- Tout d'abord l'utilisation des résidus excédentaires comme ceux du riz : l'utilisation de la balle de riz est importante, mais également l'utilisation de la paille de riz. Il existe là un potentiel formidable pour les industries, qui peuvent faire une utilisation encore plus optimale des résidus du riz.
- Un autre domaine important est relié à l'industrie sucrière, et à une utilisation de la bagasse qui est brûlée de manière tout à fait inefficace dans l'industrie. Nous sommes en train de créer une installation dans une sucrerie qui écrase 2.000 tonnes de cannes par jour. Jusqu'à présent, nous avons utilisé la bagasse afin de produire de l'électricité pour faire fonctionner cette usine. Maintenant, nous allons produire 16 Mw, dont 10 seront donnés sous forme d'électricité pour faire fonctionner l'usine, et 6 iront sur le réseau électrique.

Nous avons plus de 400 sucreries. Même si nous réalisons certains efforts, je crois qu'il y a matière à coopération dans ce domaine spécifique, à condition bien entendu que l'on trouve les fonds.

- Dans le domaine de l'utilisation des déchets qui découlent des distilleries, nous consentons des efforts au plan local. Mais sur les 125 distilleries du territoire indien, il y a tout de même matière à apporter de l'étranger des technologies et à coopérer.

- Nous avons un cheptel bovin très grand. Etant donnés les types de programmes qui sont entrepris, en améliorant la qualité du cheptel, le poids des bêtes augmentera en gardant un cheptel stable, donc le montant des déchets obtenus augmentera. Ceci offre un potentiel extraordinaire pour produire de l'énergie et d'autres produits fabriqués.

3 - PROBLEMES POSES

Nous avons un programme de biogaz familial, là où l'industrie peut jouer un rôle, et ceci dans la totalité du pays. Si on doit maximiser le nombre, il faut réduire le coût. Je ne vois pas pourquoi les principes de l'ingénierie ne sauraient être appliqués afin de réduire la grandeur du digesteur. Nous pensons qu'il n'est pas nécessaire de transformer en cocottes à pression les digesteurs. Nous pensons que, par le truchement de la production en chaîne de digesteurs, et avec les conteneurs à gaz faits de plastique, nous pouvons réduire le coût et augmenter le nombre.

Le deuxième domaine est le domaine de l'industrie où, à première vue, on a beaucoup de déchets, de déjections animales. Dans les grandes villes, ou aux abords des villes, il y a des fermes d'élevage, des laiteries, et là il y a des quantités disponibles de déjections animales. Il y a une proposition selon laquelle on pourrait engendrer 3 Mw d'électricité.

Il y a des tas de projets que nous avons identifiés, nous avons identifié les sites, et nous souhaiterions une certaine coopération. Je vous cite ces domaines pour lesquels on pourrait avoir une aide. Nous accueillons favorablement les contributions que vous avez faites, et nous aimerions qu'il y ait une coopération entre nous, de sorte que nous puissions mieux connaître les domaines où vous travaillez, et où nous travaillons, pour qu'il y ait un échange mutuel.

4 - CONCLUSION

Nous pensons que la coopération bilatérale pourrait, en conséquence de cette réunion, apporter un certain nombre d'éléments de réponses à ces problèmes.

Il est important de comprendre toute la démarche intellectuelle qui est la nôtre, afin de comprendre ce que nous essayons de réaliser, non seulement pour analyser les objectifs, mais voir quels sont les potentiels qui existent dans un pays comme l'Inde par exemple, et voir ce que l'industrie en France, au sein de la C.E.E. * , en Europe, peut faire, afin de nous aider à régler les problèmes qui sont les nôtres.

* C.E.E. : Communauté Economique Européenne

INDONESIERésumé de l'intervention de M. SOERIAATMADJA

Coordinateur national "Biomass Energy Technologies"
Assistant au Ministère d'Etat de la Population et de l'Environnement

1 - FORMULATION DU PROBLEME

L'une des activités principales des gens de Lampung, situé au Sud de Sumatra, est l'industrie du tapioca, en vue de produire de la farine de manioc. Depuis 5 ans, jusqu'à 11 grands complexes agro-industriels de transformation du tapioca se sont installés dans cette région.

L'input pour l'industrie et pour la fabrication de farine est de 200 à 400 tonnes par jour en moyenne, et la production est de 100 tonnes de farine par jour. Il reste donc de 100 à 300 tonnes qui sont déversées généralement dans les rivières. C'est pourquoi il y a une pollution aussi élevée dans ces eaux. La qualité de l'eau se dégrade, et cela est incompatible avec les ressources en eaux superficielles de cette région, dont l'industrie du tapioca a besoin.

D'autre part, nous avons une meilleure qualité de farine de manioc que nous pouvons nous permettre de vendre sur le territoire et à l'étranger. On peut dire également que le revenu moyen a augmenté dans cette région. Nous avons également des sous-produits qui représentent un potentiel, qui pourraient être utilisés mais qui, pour le moment, ne le sont pas.

L'incidence négative de cette industrie prend le pas sur les incidences positives. Finalement, il y a la disparition de l'industrie artisanale du tapioca, car elle n'est plus concurrentielle par rapport à la grande industrie du tapioca.

Une autre incidence négative, écologique celle-là, est la qualité des eaux de surface qui se dégrade étant donné la teneur en DBO * et DCO **. Le nombre de produits chimiques toxiques augmente dans l'eau, si bien que nous en venons à une carence d'eaux superficielles valables et non polluées pour les communautés.

2 - MESURES ENVISAGEES

Un programme de mesures a été prévu, qui porte d'abord sur des aspects technologiques et socio-économiques, mais également sur un aspect de gestion.

* DBO : cf. p. 63

** DCO : cf. p. 36

En fait, les industriels du tapioca doivent être concernés, ainsi que les communautés, et les pouvoirs publics doivent être engagés dans la mise en oeuvre de ces mesures, pour mieux prendre conscience du problème, de sa gravité, et pour y apporter une solution efficace.

Le programme qui est en cours à l'heure actuelle porte sur les aspects technologiques. Il s'agit d'améliorer les lagunes de stabilisation. Il s'agit également de recycler les déchets de l'agro-industrie du tapioca, ce qui pose d'autres problèmes.

En fait, ce qui est visé, c'est la production d'aliments granulés pour les animaux et également la production d'acides citriques. Cela pose d'autres problèmes de pollution.

Le recyclage des sous-produits doit être également envisagé :

- tout d'abord par le compostage,
- d'autre part par la production de biogaz à partir des sous-produits.

3 - CONCLUSION

Le recyclage des sous-produits est encore en expérimentation. Nous n'avons pas beaucoup progressé dans l'étude du biogaz, et nous sommes venus ici pour voir quelles approches différentes pourraient être envisagées en vue de résoudre les différents problèmes qui se posent. Il faut une approche participative des parties concernées par la pollution des déchets de tapioca. Toutes ces parties doivent travailler à la solution de ce problème.

En ce qui concerne l'environnement, nous avons mis en place une équipe provinciale responsable du contrôle de la pollution qui, en fait, est chargée d'évaluer les cas d'espèce, et également de former le personnel.

KENYA

Résumé de l'intervention de M. JONES

Conseiller pour la Conservation de l'Energie et le Remplacement du Fuel
Ministère de l'Energie et du Développement Régional

1 - PREAMBULE

Le Kenya n'ayant découvert ni charbon, ni pétrole, puise son énergie dans certains réseaux hydroélectriques, produit de l'électricité géothermique et pour le reste de ses besoins, importe des produits pétroliers en grande quantité.

Une étude va permettre d'évaluer le potentiel de remplacement du pétrole, en utilisant des résidus de biomasse tels que des déchets de riz, de café, de farine, de soja et autres, qui atteignent une valeur de remplacement de 6 millions de dollars (sur le site des usines).

2 - LE BUT

Ce projet est en quelque sorte une opération de démonstration qui vise à évaluer la manière la plus efficace qui permettra de traiter des résidus de biomasse en utilisant des chaudières et des générateurs déjà existants.

Cette opération permettra ainsi de disséminer plus largement ce type de technologie et d'utiliser davantage ce type de combustible.

3 - LE PROJET

La proposition spécifique de la Kenya Cashnut Company serait de faire une étude d'ingénierie, de faisabilité, afin de voir quelle orientation doit prendre la société au niveau des investissements pour essayer d'adapter son équipement et pour pouvoir brûler des déchets de noix de cajou.

L'usine utilise chaque année 3.000 tonnes de pétrole pour rôtir et sécher les noix de cajou.

Dans le même temps, elle produit 7.500 tonnes de coques de noix de cajou dont la valeur marchande est très faible et que l'on brûle pour s'en débarrasser.

L'économie qui serait réalisée en valorisant ces coques dans les chaudières de l'usine en substitution du pétrole serait de 600.000 \$.

Trois objectifs sont visés pour utiliser ces coques de cajou :

- pour le processus de torréfaction;
- comme combustible;
- pour produire l'électricité nécessaire à l'usine et même essayer de revendre l'excédent d'électricité au réseau de distribution.

4 - CONCLUSION

Ce projet servirait de démonstration pour la mise en oeuvre d'équipements à faible coût qui permettraient de fournir de l'énergie localement.

Dans le pays, il existe ainsi 50 à 100 installations avec lesquelles il serait permis d'établir un projet de ce type en convertissant les fours et les chaudières.

MADAGASCAR

Résumé de l'intervention de Mme RAZAFINDRAKOTO

Chef de la Division Programmation
 Direction de la Programmation et du Financement
 Ministère de la Production Animale et des Eaux et Forêts

1 - PRESENTATION

C'est dans le cadre de la politique gouvernementale en matière d'énergie, compte-tenu des ressources potentielles importantes, mais inexploitées, et surtout dans le but de contribuer à l'énorme besoin d'énergie pour l'usage domestique, que le projet présenté ici a été conçu.

Le projet "Insertion du biogaz communautaire à Madagascar" vise essentiellement:

- à valoriser les déchets agricoles et d'élevage qui sont disponibles et qui se prêtent à la production de biogaz,
- à alimenter en énergie des groupes de personnes ou de villages isolés, des exploitations agricoles et industrielles par l'utilisation des ressources locales.

2 - LE PROJET

Dans ce contexte, et à titre de micro-réalisation le projet de production de biogaz est ici appliqué à un Centre de Formation Technique d'Elevage, où des agents d'élevage et des éleveurs suivent des cycles de formation et disposent pour cela d'un cheptel bovin de 70 têtes et d'une infrastructure d'accueil (dortoir, cuisine...) qui consomme de l'énergie pour l'éclairage, le chauffage, la cuisson, la préparation des aliments pour bétail.

Ce centre, actuellement approvisionné en énergie par l'organisme de distribution d'eau et d'électricité de Madagascar dispose d'un groupe électrogène de secours, alimenté en gas-oil.

3 - BILAN ENERGETIQUE

Les 70 têtes de bétail produisent environ 250 tonnes de fumier par an, ce qui équivaut à une production théorique moyenne de biogaz comprise entre 12.500 m³ et 25.000 m³.

La manière la plus facile d'utiliser cette énergie, c'est sous la forme d'électricité. A raison de 1,5 Kwh/m³ de biogaz produit, et considérant une perte d'énergie au cours de la transformation de 20 %, on obtient une production potentielle directement utilisable par le Centre : 15.000 Kwh à 30.000 Kwh.

La consommation annuelle en électricité est évaluée à environ 30.000 Kwh/an.

Dans l'hypothèse de production minimum, on a 50 % de la consommation annuelle du Centre en électricité, et dans l'hypothèse la plus favorable, cette consommation est entièrement couverte par la valorisation des déchets d'animaux.

4 - CALENDRIER D'EXECUTION

4.1 - Phase de mise en place du projet

Une durée de 5 mois sera nécessaire pour la construction et l'installation d'une unité de production de biogaz du type de celle proposée par le GRET* pour un approvisionnement de 0,5 à 2 tonnes de fumier par jour, permettant une production de 25 à 80 m³ de gaz par jour, ce qui correspond aux besoins du premier site d'implantation choisi : le Centre de Formation Technique d'Elevage.

4.2 - Phase de développement du projet

Onze mois permettront ensuite de roder cette installation et de commencer une étude plus approfondie en vue de la diffusion du projet sur d'autres sites.

4.3 - Phase d'évaluation économique et financière

Il faudra 11 mois supplémentaires pour préciser le montant total des investissements correspondant à la préparation des nouveaux emplacements, le génie-civil, les machines, les équipements et les outillages divers..., et pour préciser les sources et les modalités du financement du projet.

5 - CONCLUSION

Cet exposé n'est qu'un premier pas vers le développement de l'utilisation des Energies Nouvelles et Renouvelables à Madagascar. On pourrait l'intituler : "Identification de projet", ou bien, "Etude générale d'opportunité fondée sur les ressources dans le cadre de la diffusion du biogaz communautaire à Madagascar".

Beaucoup reste encore à faire jusqu'au stade d'une véritable étude de faisabilité, à la phase de développement du projet, mais la première installation pilote pourra déjà être considérée comme référence afin de faciliter des précisions financières et économiques ultérieures.

* GRET : Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques.

ILE MAURICE

Résumé de l'intervention de M. RIVET

Principal Assistant Secretary
Ministère de l'Énergie et des Communications Internes

1 - PREAMBULE

L'Ile Maurice a peu de ressources, et dépend beaucoup de l'importation de produits pétroliers pour faire face à ses besoins énergétiques (18 % des importations totales).

30 % de l'énergie produite dans le pays l'est par la combustion du pétrole. Il a donc été décidé de substituer cette source d'énergie importée par une énergie meilleur marché.

Diverses options se sont ouvertes au Gouvernement dans la poursuite de ces objectifs dans le domaine énergétique :

- augmenter l'électricité hydraulique;
- augmenter la production d'électricité à partir de bagasse;
- augmenter la production d'énergie à partir de charbon importé.

2 - LE PROJET

Etant donné les changements de climat observés à l'Ile Maurice, la capacité de production d'électricité hydraulique que nous pensions pouvoir développer au cours de la prochaine décennie ne sera sûrement pas atteinte.

La production d'électricité à partir de bagasse sera donc le facteur prépondérant qui permettra à l'Ile Maurice de produire de l'électricité sans importer de pétrole en 1986, et qui permettra de couvrir la moitié de nos besoins énergétiques par des ressources nationales.

Le projet se situe à un niveau de développement très élaboré puisqu'il atteint sa phase d'investissement.

Et les estimations préliminaires ont été faites dans certaines usines qui permettent d'établir l'ordre de grandeur des investissements qui seront nécessaires à notre programme.

Par exemple, un projet pilote indique que, pour une installation qui traite 100.000 tonnes de canne avec une usine de traitement de la bagasse ayant une capacité de 25 tonnes/heure, l'investissement nécessaire est de 14 millions \$ US.

D'autres exploitations agricoles sucrières pourraient également être mises en valeur, ce qui augmenterait l'investissement qui s'élèverait à 72 millions \$ US pour produire 250 Kwh à partir de la bagasse.

D'autre part, si toutes les unités étaient équipées d'une installation de pelletisation, le coût de production de l'électricité serait réduit d'un tiers.

Il faut également tenir compte du stockage de la bagasse qui est nécessaire pour une utilisation répartie dans le temps du combustible, mais qui entraîne une baisse de son pouvoir calorifique.

Ce projet devrait pouvoir s'appliquer aux 21 exploitations agricoles sucrières de l'Ile Maurice mais dans un premier temps, les 4 principales installations pour lesquelles le potentiel est le plus grand, bénéficieront d'équipements de pelletisation.

MALAISIE

Résumé de l'intervention de M. BAHARUNDEN

Directeur du Département Transformation des matières premières
Federal Land Development Authority (FELDA)

1 - INTRODUCTION

L'organisme auquel j'appartiens est un organisme public qui est engagé dans la mise en valeur des terres de brousse dans le cadre de la valorisation agricole en général, mais plus particulièrement pour développer les plantations de palmistes.

Il existe en Malaisie 208 huileries, secteurs privé et public confondus, et notre prochain programme prévoit d'en construire 25 supplémentaires, uniquement au niveau du secteur public.

2 - POTENTIEL BIOGAZ EN MALAISIE

Etant donné le nombre considérable d'huileries de palme dans le pays, la quantité d'eaux usées provenant de cette industrie constitue un problème réel au niveau de l'évacuation. Mais une nouvelle technologie permet aujourd'hui d'envisager ce problème sous un autre angle, car les effluents d'huileries peuvent produire du gaz (méthane) et d'autres gaz associés.

Ce biogaz devient une source importante d'énergie dans l'industrie de l'huilerie de palme, utilisée pour produire de l'électricité destinée au programme rural d'électrification sous le couvert du Gouvernement Malaisien. Une évaluation a permis d'établir que la production de biogaz pouvait atteindre 7.000 m³ de gaz par jour ce qui correspond à 630 Kwh.

3 - UTILISATION DU BIOGAZ

De nombreuses études ont été orientées vers la domestication du biogaz mais jusqu'à présent, nous n'avons pas eu de propositions très intéressantes. Les coûts des projets sont généralement beaucoup trop élevés.

La méthode typique d'utilisation du biogaz pour produire de l'électricité consiste en une combustion directe du biogaz dans un moteur à gaz avec une élimination préalable des autres gaz associés. Cependant, il est difficile de désulfurer entièrement le biogaz, ce qui entraîne des frais d'entretien très élevés. Ce système n'a d'ailleurs pas été recommandé auprès des huileries car il n'améliore pas le processus de distribution de vapeur, particulièrement pour la stérilisation du fruit de palme.

Il a été décidé que le système de co-génération de vapeur découplé serait adopté sur la plupart des huileries de palme en Malaisie qui ont une capacité de 20 à 60 tonnes de fruits traités/h : le biogaz, produit de la méthanisation des effluents dans le digesteur, est brûlé sans aucune désulfuration dans la chaudière pour fabriquer de la vapeur haute pression; l'électricité est produite par l'intermédiaire de turbines à vapeur puis elle est couplée au générateur central qui la redistribue aux usagers particuliers pour être utilisée par leurs diverses installations électriques rurales.

C'est le système que le gouvernement a choisi et qu'il encourage pour la fabrication et la production d'électricité en milieu rural. Il présente les avantages suivants :

- une plus grande capacité de production électrique;
- ce système ne nécessite pas une désulfuration pour la carbonisation de la chaudière;
- le coût d'exploitation et d'entretien est le plus bas;
- ce système peut être couplé à la production d'huile pour augmenter le rendement.

Il faudrait que l'énergie produite soit de 630 Kwh pour que le projet soit viable tant en terme d'investissement qu'en terme de rendement, mais il faut également réunir plusieurs conditions :

- coût de l'opération inférieur à un million de dollars;
- coût d'exploitation inférieur à 21.000 dollars par an;
- production annuelle d'électricité supérieure à 2.900.000 Kwh;
- coût moyen du Kwh inférieur à 4 cents;
- vie moyenne de l'installation : 25 ans.

4 - CONCLUSION

Nous avons mis en relief un certain nombre de chiffres concernant les huileries de palme et également l'utilité de la production d'électricité. Mais pour mettre en place de tels projets, il faut pouvoir acheter des chaudières qui soient bon marché et efficaces; il faut également pouvoir acheter des turbines à vapeur qui soient efficaces et pas chères.

Il faudrait à présent qu'une étude plus en profondeur soit faite, peut-être par certains spécialistes français, pour parvenir à la mise en place d'usines ou d'équipements plus économiques et plus appropriés.

J'inviterai toute société française à me contacter en Malaisie étant donné que le potentiel et l'investissement sont très prometteurs dans notre pays.

MAROCRésumé de l'intervention de M. ZABI

Secrétaire Général du Comité de Développement
des Energies Renouvelables (CDER)

Les deux projets présentés font partie d'un programme de développement des énergies renouvelables et utiliseront les déchets animaux pour la production d'électricité. Ils ont été étudiés en collaboration avec l'AFME * et le CDER.

1 - PREMIER PROJET : ABATTOIR MUNICIPAL DE MARRAKECH1.1. Présentation

Il s'agit d'un abattoir polyvalent produisant en moyenne 5.000 t de carcasses/an pour une capacité théorique de 10.000 t/an. Il est intégré à un complexe industriel composé d'un entrepôt frigorifique, d'une laiterie industrielle et d'un marché aux bestiaux.

1.2. Le problème

Les effluents liquides non traités et rejetés au réseau d'égout posent un grave problème d'hygiène. Et les déchets solides sont traités au crésyl, ce qui représente un coût élevé.

1.3. La solution

La solution retenue consiste en un traitement des déchets totaux selon une filière industrielle biogaz-compost qui s'intègre dans un projet de modernisation de l'abattoir.

Le principe retenu est la fermentation anaérobie continue en zone mésophile (35°C).

Dans un aspect de dépollution, et compte tenu des charges et volumes journaliers moyens évalués, on retient :

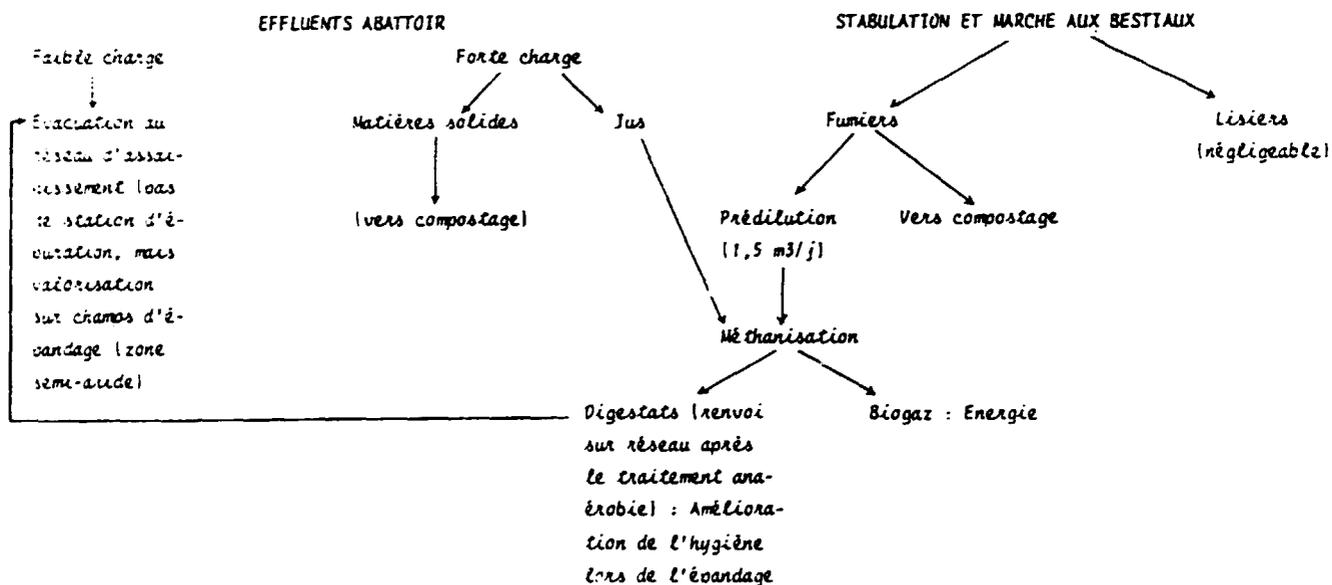
- comme abattage moyen : 17 t/j,
- comme effluents : 250 m³/j.

* AFME : Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie

La somme des charges polluantes en Kg DCO ** /j est de 1160, se décomposant comme suit :

Types de déchets	m ³ /j volume moyen journalier	Kg DCO/j charge moyenne journalière
Matières stercoraires centrifugées 1.000 t/an (à 12 % de MS ***)	1	60
Effluents de triperie et effluents concentrés d'abattage * 10 m ³ /t de carcasse	65	600
Purin - Lisier Fumier peu pailleux redilué (5 % de MS)	10	500

* après un programme d'économie d'eau.



** DCO : cf. p. 36

*** MS : Matières sèches

1.4 Bilan énergétique prévisionnel

Avec un système de recyclage et des temps de rétention très courts, on obtient $0,35 \text{ m}^3$ biogaz/Kg₃ DCO éliminée (rendement 70 %) soit 285 m^3 biogaz/jour, soit encore 100.000 m^3 biogaz/an.

- A raison de 6 Kwh/m^3 de biogaz produit, cela ferait 600.000 Kwh thermiques/an ou 150.000 Kwh électriques/an + chaleur.
- L'eau chaude servira au réchauffage du fermenteur.
- La consommation spécifique de l'abattoir est de 55.000 Kwh/an .
- La consommation électrique frigorifique est de 250.000 Kwh/an .

1.5. Bilan financier prévisionnel

(1 DH (Dirham) = 1 FF)

La consommation de l'abattoir revient à 46.000 DH/an et la consommation électrique frigorifique à 154.000 DH/an , soit un total de 200.000 DH/an .

Il faut ajouter à cela, puisque l'abattoir veut se moderniser et acheter d'autres appareillages électriques, à peu près 50.000 DH , soit un total de 250.000 DH/an .

L'investissement qui comprendrait un fermenteur, l'unité de stockage du gaz, le groupe et les canalisations, reviendrait à peu près à 750.000 DH , et le temps de retour de l'investissement serait de 3 ans.

D'autre part, la vente de compost à raison de 200 t/an , rapporterait 10.000 DH .

2 - DEUXIEME PROJET : FERME SODEA

2.1 - Présentation

La SODEA (Société de Développement Agricole), société d'Etat se répartit en unités de production sur 56.000 ha du territoire marocain dont 5.000 ha dans la zone de Marrakech.

L'unité de production retenue pour le projet permet de cultiver sur plus de 500 ha , des oliviers, des agrumes, des arbres fruitiers et de pratiquer un élevage mixte (lait + viande).

2.2. Le problème

Ce complexe agricole n'est pas électrifié par le réseau rural de l'Office National de l'Electricité. La totalité du courant nécessaire (éclairage, ateliers, logements de fonction, douar des ouvriers agricoles, tank à lait, bureaux) est produit par deux groupes électrogènes diesel fonctionnant au gas-oil. Un devis de 45.000 DH a été présenté pour la réalisation d'un raccordement électrique.

2.3. La solution

Etant donné que l'on peut disposer de 55 UGB (Unité Gros Bétail) produisant 3 m^3 de lisier /jour, le temps de rétention étant de 20 jours, la cuverie nécessaire sera de 60 m^3 .

La production moyenne de biogaz sur ce type de lisier est de 2 m^3 de biogaz par m^3 de cuve et par jour soit 120 m^3 biogaz/j.

A raison de $5,5 \text{ Kwh/m}^3$ de biogaz produit, ce qui correspond à 660 Kwh thermiques/j, un moteur à biogaz permettrait la production de 60.000 Kwh électriques/an et 120 Kwh thermiques, utilisés pour le réchauffage du fermenteur, la traite, les nettoyages et les besoins domestiques.

2.4. Le bilan énergétique

Pour produire l'électricité nécessaire à l'éclairage et au tank à lait, l'unité de production possède deux groupes électrogènes diesel qui fonctionnent 9 à 10 heures/jour.

En 1983, la consommation s'élevait à 10.000 l de gas-oil.

La consommation totale (carburants pour 5 tracteurs, 9 groupes de pompage de l'eau, 2 groupes électrogènes) était en 1983 de 193.250 l.

2.5. Bilan financier prévisionnel

La dépense énergétique globale de cette ferme est de 600.000 DH/an dont 116.500 DH pour le gas-oil nécessaire aux deux groupes électrogènes et à un moteur diesel d'un puits.

Et l'investissement pour un tel système comprenant la cuverie, le groupe électrogène à biogaz sans les annexes, s'élève à 500.000 DH.

Le temps de retour brut sera donc de 4,2 ans.

Le projet comporte un aspect social important, car il permettrait de fournir le biogaz à un douar de 30 familles, pour la cuisson et l'éclairage.

MOZAMBIQUE

Résumé de l'intervention de M. FORTE

Directeur Général de l'Entreprise d'Etat BOROR

1 - INTRODUCTION

L'Entreprise d'Etat BOROR est une plantation de cocotiers composée de 4 unités, de 4.000 à 6.000 hectares chacune, réparties le long de la côte mozambicaine. La production de coprah de l'ensemble est de 14.000 à 18.000 tonnes par an. Les perspectives visent à produire 20.000 tonnes en 1988 et 40.000 en l'an 2015.

Cette entreprise est confrontée à des problèmes importants d'approvisionnement et de transport du carburant alors que la majeure partie des sous-produits du coprah (bourres et coques) est inutilisée.

Cette présentation, extraite de l'étude de faisabilité effectuée par la société d'ingénierie SATEC Développement à la fin de l'année 1983, a pour but d'identifier un projet de valorisation énergétique de ces sous-produits et constitue en quelque sorte un appel aux bailleurs de fonds.

2 - IDENTIFICATION DU PROJET

Chacune des 4 unités constitutives de l'Entreprise est divisée en 39 blocs de 200 à 600 ha chacun. Chaque bloc dispose de 1 à 2 fours de séchage de coprah.

Si on veut automatiser chaque bloc et améliorer les conditions de vie des ouvriers qui y travaillent (7.000 à 8.000 ouvriers au total), il faudra un groupe électrogène par bloc, et dans cette éventualité, le recours à des solutions gazogènes se justifie pleinement.

Il faut donc apprécier les possibilités entre potentiel en combustible et besoins.

2.1 - Disponibilité en combustible et besoins

Suivant les besoins, nous pouvons implanter pour un bloc de taille moyenne, 1 ou 2 groupes électrogènes à gaz pauvre de 40 Kw. Pour produire 40 Kw électrique, il faut brûler 6.000 coques de coco par jour dans le gazogène. Or un four standard traite 12.000 noix par jour, et il brûle pour ce faire environ 40 % des bourres soit 4.800 bourres. Il reste disponible, pour une transformation énergétique, 7.200 bourres et 12.000 coques.

Même si cette première approche est limitée à certains blocs, il en ressort qu'un four standard de 12.000 cocos par jour est parfaitement compatible, sans modifier le mode actuel de préparation du coprah, avec une production d'énergie de 40 Kwh.

2.2 - Les solutions proposées

- Une unité gazogène de 40 Kw vaut actuellement 418.000 FF, soit une différence d'investissement par rapport au groupe électrogène classique de 332.000 FF, ce qui correspond au coût du gas oil du groupe classique pendant 15 mois de fonctionnement, l'amortissement total de l'équipement étant réalisé en 19 mois.
- Un ensemble de 3 gazogènes de 40 Kw couplés en parallèle permettrait d'obtenir une puissance de 120 Kw aux heures de pointe et par arrêt d'une ou deux unités d'avoir une puissance suffisante aux heures creuses.
- Une unité gazogène de 15/20 Kw de taille plus réduite permet de concevoir des unités mobiles sur remorque. Son coût est de 90.000 FF.
- Une unité gazogène de 400 Kw consomme 10 tonnes/jour de coques et restitue 2 tonnes de charbon de bois. Sa puissance ne peut pas descendre au dessous de 270 Kw. Son coût est de 4,5 millions de FF. Une meilleure solution serait de coupler 2 unités de 200 Kw couvrant une plage de puissance de 140 à 400 Kw pour un investissement de 6 millions de FF.
- Des kits adaptables sur tracteurs agricoles soit en option dual fuel/gaz pauvre, soit gaz pauvre seulement sont fiables et souples d'emploi.

2.3 - Proposition d'acquisition

L'économie de devises étant une préoccupation majeure des autorités mozambicaines, la dispersion des activités de la BOROR, les difficultés d'approvisionnement en gas-oil et la valeur exemplaire qu'une telle implantation pourrait avoir, incitent à proposer les équipements suivants :

- 3 groupes électrogènes à gazogène (2 à Macuse, 1 à Pébane)
- 5 tracteurs équipés de gazogène.

La BOROR disposerait alors de références économiques dans ce domaine et pourrait décider de généraliser ce type d'équipement au rythme d'investissement nécessaire.

3 - CONCLUSION

Il faut identifier les modules proposés bien que pour l'instant le module 40 Kw soit adapté aux besoins de chaque bloc.

Ce que nous attendons des industriels est qu'ils nous proposent un ou plusieurs modules cohérents dont les divers éléments nous semblent être : broyeur, compacteur, gazogène, et éventuellement un système de gaz pauvre pour sécher le coprah.

On estime qu'au total, 1.000 tep * /an pourraient ainsi être économisées.

* tep : cf. p. 84

PAKISTANRésumé de l'intervention de M. SHAH

Technical Officer - Appropriate technology Development Organization -
Ministère de la Science et de la Technologie

1 - UN POTENTIEL IMPORTANT : L'ELEVAGE1.1 - Fermentation méthanique de fumier

Avec 21 millions de têtes de bétail en zone rurale, qui produisent 10 kg de fumier par jour et par animal, mais dont seulement la moitié peut être collectée, la quantité de fumier utilisable par an au Pakistan est de 38 millions de tonnes. Ce qui équivaut à une production de biogaz de 1.418 millions de m³ et à une économie de fuel de 879 millions de litres (3.076 millions de roupies).

1.2 - Production de fertilisant à partir de fumier

D'autre part, 1 kg de fumier donne après méthanisation 0,72 Kg de compost contenant 2 % d'azote assimilable. Mais seulement 20 % de la matière est disponible sous forme solide, ce qui donne une production de 110 millions de Kg d'azote par an.

Mais un procédé classique de production de compost, à raison de 0,56 Kg de compost à 1,5 % d'azote assimilable par Kg de fumier (dont 20 % sous forme solide), permet d'obtenir 64 millions de Kg d'azote par an.

La méthanisation permet donc un bénéfice de 46 millions de Kg d'azote (à 5 roupies le kg), soit 230 millions de roupies.

1.3 - Un autre secteur d'élevage : les volailles

14 millions de têtes de volailles (pondeuses, reproducteurs ou poulets de chair) pourraient alimenter un digesteur à raison de 1267 tonnes de fiente par jour pour produire 23 millions m³ de biogaz par an (0,05 m³ biogaz/kg fiente). Ce qui représenterait une économie de 14 millions de litres de pétrole (soit 57 millions de roupies) à laquelle on peut ajouter celle réalisée sur l'engrais produit, soit 2,8 millions de roupies.

Au total, l'épargne annuelle du Pakistan dans ce domaine pourrait être de 3.400 millions de roupies.

2 - L'ETAT DE DEVELOPPEMENT DE CETTE FILIERE

Au Pakistan, 4 types de digesteurs sont en train d'être mis au point :

- digesteur à dôme fixé de 65 m³ alimenté en fumier de bovins,
- de 25 m³ alimenté en fiente de volailles,
- de 5 m³ avec un gazomètre souple,
- de 3,5 m³, portable, qui peut être installé en quelques heures.

L'énergie produite est le plus souvent utilisée pour la cuisine et l'éclairage, mais aussi pour faire fonctionner un groupe électrogène ou une moto-pompe.

3 - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

- 1/ Il y a un fort potentiel pour la méthanisation au Pakistan et une stratégie déterminée et bien définie devrait favoriser l'exploitation de cette source potentielle d'énergie.
- 2/ Des projets devraient être développés pour obtenir des résultats optimum dans les différentes conditions climatiques du Pakistan.
- 3/ Une campagne d'information devrait être lancée dans les journaux, à la radio et à la télévision, et des unités mobiles devraient informer la population au sujet de cette technologie et de ses avantages.
- 4/ Des volontaires devraient être formés dans chaque district pour une propagation rapide et universelle de cette technologie. Comme incitation, des bonus devraient être donnés en fonction du nombre d'installations construites sous leur direction.
- 5/ Pour vaincre les difficultés que pose la construction d'installations familiales basée sur une méthode conventionnelle qui implique des travaux de maçonnerie et des constructions en acier, il est recommandé de fabriquer des usines clé en main, qui peuvent être installées par les villageois eux-mêmes. Des entreprises ont tenté ces coups d'essai et des résultats encourageants ont été obtenus.

SENEGALRésumé de l'intervention de M. CISSE

Directeur de l'Energie
Ministère du Développement Industriel et de l'Artisanat

Le Gouvernement Sénégalais s'est fixé un programme qui permettra de réduire de 50 % la consommation intérieure de produits pétroliers sur une dizaine d'années. Les projets présentés ici en font partie.

1 - ORDURES MENAGERES A DAKAR

Ce projet concerne la valorisation des ordures ménagères de la ville de Dakar par la méthode d'incinération, en vue de la production d'énergie électrique.

Les 1.200.000 habitants de la ville de Dakar produisent actuellement 1.000 à 1.200 tonnes de déchets par jour de composition et de granulométrie très diverses.

On notera tout de même les résultats suivants obtenus à partir de l'analyse d'un échantillon :

- % d'humidité de l'échantillon : 30 %;
- PCI * sur sec : 2.150 Kcal/Kg;
- PCI sur brut : 1.330 Kcal/Kg;
- teneur en carbone : 16,5 %.

Une estimation permet d'établir que l'incinération des résidus urbains de Dakar permettrait de fournir 100.000 tep ** /an sous forme d'énergie électrique, ce qui allègerait de près de 18 % la facture pétrolière globale du pays.

Cette pré-étude a été réalisée par la DITT (filiale d'EDF) et a été accompagnée de la recherche de débouchés commerciaux pour le sous-produit énergie électrique. A l'heure actuelle, la société nationale d'électricité est prête à absorber la totalité de la production de cette filière incinération, si le coût de cession du Kwh produit reste inférieur à celui qui est actuellement pratiqué.

L'étude de faisabilité permettra d'optimiser le choix du site de l'installation de l'unité industrielle d'incinération estimée à 170 millions de francs français, de prévoir un cadre de ramassage adéquat, de considérer les ordures ménagères comme une ressource nationale, partie intégrante du bilan énergétique national.

* PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur

** tep : cf. p. 54

2 - DECHETS D'ABATTOIR A DAKAR

Ce projet a pour thème la production de méthane et de compost à partir de déchets d'abattoirs.

L'abattoir de Dakar traite actuellement par jour :

- 200 bovins,
- 600 ovins-caprins,
- 30 porcs.

Cette production d'abattage équivaut à une production journalière de matières stercoraires estimée à 10 tonnes/jour, qui pourrait être traitées en totalité dans une unité industrielle de fermentation méthanique.

Cette unité devra permettre de produire :

- de l'énergie électrique par groupes électrogènes à partir du biogaz, de l'eau chaude indispensable au lavage de l'abattoir, pour substituer ainsi 40 à 50 % de la consommation énergétique de cet abattoir;
- du compost qui trouve un débouché naturel dans le maraîchage de la presqu'île de la région de Dakar.

Elle permettra également de réduire la pollution engendrée actuellement par le rejet de ces déchets en mer.

Le coût de l'investissement n'a pas pu encore être déterminé mais il n'excèdera pas 2 millions de francs environ.

La contribution étrangère souhaitée est de mener une étude de faisabilité de valorisation de ces déchets en vue de déterminer les éléments suivants :

- leur composition,
- le financement de l'investissement,
- la réalisation de l'unité industrielle avant la fin de l'année 1985 ou couvrant le premier semestre 1986,
- les besoins de formation locale permettant de conduire l'unité.

SRI LANKA

Résumé de l'intervention de M. DE AJWIS

Chef du Département Développement de l'Agriculture
Centre National de Recherche et Développement

1 - INTRODUCTION

La bourre de coco est un sous-produit de l'industrie du coprah que l'on trouve en très grande quantité dans certaines parties de Sri Lanka.

La dégradation naturelle de la bourre est très lente et son utilisation minime : des tentatives ont été faites afin de l'utiliser dans les cocoteraies comme engrais mais sa teneur en matières organiques est trop faible.

La production de briquettes à partir de fibres de coco a été réalisée à petite échelle dans une usine. Le coût de production de ces briquettes ne paraît pas compétitif avec celui du charbon de bois, car le procédé de fabrication consomme beaucoup d'énergie.

2 - DISPONIBILITE DU SOUS-PRODUIT

La teneur en eau des fibres de coco (70 à 80 %) et leur très faible densité constituent des problèmes majeurs pour leur utilisation. C'est la raison pour laquelle toute valorisation de ce sous-produit doit être précédée d'un séchage et d'un briquetage, procédés gros consommateurs d'énergie, mais permettant d'obtenir un pouvoir calorifique de 12.000 KJ/Kg.

La production de bourres de coco peut être estimée en poids sec (10 % d'humidité) à 150.000 tonnes par an sur tout le territoire, avec une concentration importante dans le "Triangle des cocotiers" près de Colombo.

Du fait de la très faible densité de ces fibres, il serait préférable de localiser les installations de briquetage dans cette région pour éviter des coûts de transports trop importants.

3 - MARCHE EXISTANT

55 % de l'énergie consommée dans le pays provient du bois, ce qui représente 840.000 tonnes, dont la moitié est utilisée dans le secteur domestique.

En zone urbaine et suburbaine, si le prix des briquettes pouvait être compétitif avec celui du bois, il existerait une large demande. Par contre en zone rurale, le bois étant ramassé, on ne peut pas compter sur un marché important.

Une grande consommation de gaz liquide est due à la cuisson des aliments, en zone urbaine. On peut donc considérer qu'un important marché est ouvert aux briquettes de coco dans ce secteur. Mais étant donné que les utilisateurs ne veulent pas revenir au four traditionnel à foyer ouvert, la mise en place d'un fourneau adapté à ce type de combustible est indispensable. Notre organisme a mis au point une cuisinière idéale dans ce but dont le rendement atteint 25 % contre 5-10 % pour des foyers traditionnels.

En dehors du secteur domestique, il existe également un marché dans le secteur industriel : beaucoup de procédés industriels (petites fonderies, ateliers de forgerons...) utilisant le fuel, le bois ou le charbon, constituent un autre potentiel pour le marché des briquettes de fibres de coco.

4 - LE PROCÉDE

4.1 - Sèchage

Le sèchage initial des déchets bruts est très important car il détermine la viabilité économique du procédé de briquetage.

Le taux d'humidité peut être réduit à 40-50 %, simplement en utilisant des presses hydrauliques ou des laminoirs.

Le second stade, permettant d'atteindre 20 % d'humidité, se fait grâce à des sècheirs solaires; un panneau de 3,5 m² peut sécher 30 Kg de fibres par jour.

4.2 - Briquetage

La compression des fibres séchées pour en faire des briquettes se fait à 130°C.

La compression s'effectue par des machines hydrauliques munies de cylindres chauffés qui nécessitent des gaz chauds ou de la vapeur surchauffée.

Un gazogène alimenté par une petite quantité de briquettes produit un gaz pauvre qui alimente un brûleur. Ce brûleur peut être utilisé soit avec une chaudière pour produire la vapeur surchauffée, soit avec un mélangeur de gaz pour obtenir des gaz chauds à la température adéquate pour le fonctionnement du processus.

Les gaz résiduels obtenus à la sortie de la machine de briquetage peuvent être utilisés pour compléter l'action du sèchage solaire.

5 - BILAN FINANCIER

Le coût d'une installation comprenant les presses, le sècheur solaire, la machine de briquetage, le gazogène et les autres équipements est estimé à 1,6 millions de roupies.

Les frais de fonctionnement sont évalués à 23.000 roupies par mois (maintenance, électricité...).

A raison d'une production de 10 t/j de briquettes, en 5 ans l'installation aura produit 15.000 tonnes auxquelles il faut en retirer 5 % pour alimenter le gazogène.

La fabrication de ces briquettes revient donc à environ 0,38 roupies/Kg.

Compte tenu du coût du transport du lieu de fabrication au lieu de consommation (50 Km) et de la densité du produit (750 Kg/m^3), le prix du Kg de briquettes revient à 0,45 roupies.

6 - BILAN ENERGETIQUE

Les briquettes de fibre de coco ont un pouvoir calorifique de 12.000 KJ/Kg. On peut donc en déduire le coût de la chaleur produite par ces briquettes : 37,3 roupies/GJ.

Ce prix ne représente que 60 % du prix de l'alternative la meilleure marché : le bois.

TANZANIE

Résumé de l'intervention de M. NINDIE

Ingénieur de recherche au Département Conservation de l'Energie
Organisation pour la Recherche et le Développement Industriel de Tanzanie

La toile de fond économique du pays (aggravation des problèmes de la balance des paiements et des taux d'inflation, et abaissement des taux de croissance) qui a pour origine la flambée des prix des produits pétroliers, a amené le gouvernement à orienter les recherches vers les ressources d'énergie alternatives.

1 - PRODUCTION D'ETHANOL DE MELASSE

1.1 - Avantages et objectifs

La fermentation alcoolique permettant de produire de l'éthanol semble une alternative³ réalisable pour la Tanzanie avec une préférence pour les petites unités (5 m³/jour) qui présentent les avantages suivants :

- petits investissements,
- accès direct à l'approvisionnement en fourrage,
- mise en oeuvre rapide,
- participation des fermiers locaux (impact sur l'emploi),
- meilleure répartition géographique d'approvisionnement en combustible-alcool,
- instrument utile pour le développement rural.

L'Organisation pour la Recherche et le Développement Industriel a fait une étude qui permettra d'implanter une usine de petite taille pour produire de l'éthanol.

Les objectifs de cette proposition sont les suivants :

- réduire les dépenses en devises étrangères et rééquilibrer la balance des paiements;
- améliorer le revenu par tête d'habitant dans les zones rurales, tout en augmentant les activités agro-industrielles de la nation, associées à la production d'alcool;
- réduire la pollution de l'environnement provoquée par des rejets de mélasse dans les rivières en Tanzanie.

1.2 - Le projet

Il s'agit d'établir une installation pilote d'une capacité de 5 m³ d'éthanol par jour.

Cette installation et celles qui suivront permettront à long terme de fournir davantage de carburant dans le pays, venant ainsi remplacer le gas-oil et l'essence utilisés par les automobiles. D'autre part, la production de produits chimiques dérivés de l'alcool qui remplace le fourrage pétro-chimique augmentera.

En 1983, 120.000 tonnes d'essence ont été consommées dans le secteur des transports routiers. Pour effectuer une substitution du pétrole par l'alcool dans les moteurs, à raison de 20 à 30 %, il faudrait produire de l'ordre de 30.000 m³ d'éthanol/an. Or quatre grandes sucreries produisent 75.000 tonnes de mélasse/an dont seulement 6 % sont utilisés pour la fabrication d'alcool et d'aliments du bétail.

La capacité de l'installation pilote sera de 1.000 m³/an soit 5.000 l/jour pour 200 jours de fonctionnement par an. L'investissement total pour cette installation s'élève à 750.000 \$ US. Le coût de production de l'éthanol est de 200.000 \$/an. L'éthanol sera vendu à 0,7 \$ le litre. Le bénéfice annuel ainsi réalisé sur cette installation (en supposant que l'usine fonctionne à 60 % de sa capacité d'utilisation) sera de 300.000 \$ US.

Le temps de retour de l'investissement est donc de 2 ans et demi.

1.3 - Conclusion

L'installation est prévue pour produire 1.000 m³ d'éthanol par an.

La densité de l'essence est de 735 Kg/m³. Si 1.000 m³ d'éthanol sont utilisés à la place de l'essence, le bénéfice réalisé au niveau de l'économie nationale correspond au prix de 735 tonnes d'essence.

Le prix de l'essence sur le marché mondial est de 275 \$ US la tonne, l'économie réalisée sera donc de l'ordre de 200.000 \$ US/an.

2 - DESCRIPTION DU PROJET "REDUCTION DU DEBOISEMENT"

2.1 - Introduction

A l'heure actuelle, une bonne partie de l'énergie consommée dans notre pays l'est à partir du bois combustible, à concurrence de 90 %. Nous consommons 40 millions de m³ de bois par an, par conséquent nous déboisons notre forêt.

Dans la partie Nord-Est de la Tanzanie, un important gisement de tourbe a été découvert. Nous aimerions essayer de l'utiliser afin de réduire le taux de déboisement.

Il faudrait également que de nouvelles techniques soient mises à notre disposition pour nous permettre de fabriquer le charbon de bois dans de meilleures conditions (à de meilleurs rendements).

2.2 - Projet de production de briquettes de tourbe

Dans la zone concernée par ce gisement, il existe des générateurs diesel d'électricité. Et nous consacrons beaucoup d'argent aux importations de fuel pour faire fonctionner ces générateurs. Nous avons envisagé la possibilité d'utiliser cette tourbe sous forme de briquettes pour produire de l'électricité, et pour être utilisée dans le secteur du chauffage ménager. Bien entendu, il y a des problèmes de transport à destination de ces zones.

La technologie permettant d'enquêter sur ces gisements de tourbe ne nous appartient pas. C'est la raison pour laquelle nous soumettons cette proposition aux experts afin qu'ils fournissent certains détails pour savoir si nous pouvons poursuivre cet exercice, ou si ce n'est pas praticable.

2.3 - Amélioration des équipements de production et d'utilisation du charbon de bois

En théorie, 4 millions de m³ de bois sont transformés en charbon de bois, et produisent 290.000 tonnes de charbon de bois. La densité du bois est de 0,8, l'efficacité s'avère être de 10 %.

Comme l'a dit un orateur, il y a des fours à charbon de bois qui peuvent arriver à une efficacité de 20 à 30 %. Il faudrait les introduire dans notre pays afin de réduire le déboisement.

Il existe une technologie qui permet de produire des fours hautement efficaces, et nous souhaitons nous doter de cette technologie, afin d'augmenter la production de charbon de bois.

La demande en charbon de bois de notre pays est de 300.000 tonnes par an, et la demande continue de croître à un taux de 5 % par an.

Avec 43 % de nos terres couvertes par la forêt, notre programme de reboisement ne suit pas le rythme du déboisement.

Ce charbon de bois qui est produit est essentiellement utilisé dans les zones urbaines, dans des fourneaux à charbon de bois qui n'ont à l'heure actuelle qu'une efficacité de 10 %. Ces fourneaux sont largement utilisés car les réchauds à gaz ou électriques sont en nombre très restreint et beaucoup trop coûteux. Les gens utilisent donc les réchauds à charbon de bois traditionnels, mais qui sont inefficaces.

On sait qu'il existe des fourneaux améliorés et on a l'intention de faire une mission d'enquête pour voir ce dont ont réellement besoin les utilisateurs de charbon de bois, et comment on peut améliorer leur efficacité.

2.4 - Conclusion

On estime qu'un demi million des ménages dans ce pays utilisent des fourneaux à charbon de bois. A l'heure actuelle, ils utilisent les réchauds traditionnels à charbon de bois fabriqués par les différents artisans, réchauds dont l'efficacité est très faible.

Nous aimerions avoir une petite usine qui fabrique 20 réchauds par jour, ou qui améliore ces fourneaux, de sorte que, progressivement, nous puissions disséminer cette nouvelle technologie, et que les différents fabricants appliquent ces technologies.

Nous pensons nous engager dans une mission d'enquête, tant auprès des fabricants que des utilisateurs.

Un fourneau traditionnel consomme environ 600 Kg de charbon de bois par an, alors que le réchaud amélioré n'en consomme que 240. On peut réaliser une économie de 1.728 tonnes de charbon de bois par an, si on prend un bois d'une densité de 0,8, et un four à efficacité de 10 %, ce qui équivaut à une économie de 21.000 m³ de bois.

THAÏLANDE

Résumé de l'intervention de Mme SUVACHITTANONT

Chercheur à la Division des recherches sur les énergies
Institut Thaïlandais de Recherche Scientifique et Technologique (TISTR)

1 - INTRODUCTION

En 1983, notre production de riz a été de 17 millions de tonnes contenant 20 % de balles de riz, soit environ 4 millions de tonnes. La plus grande partie de cette balle est inutilisée par les propriétaires des rizeries qui doivent l'incinérer pour s'en débarrasser.

L'Institut Thaïlandais de la Recherche Scientifique et Technologique a décidé de promouvoir la technologie pyrolytique de valorisation de la balle de riz, en organisant des programmes d'action pilote dans ce secteur.

2 - OBJECTIFS VISES

Ce programme d'action mené par l'Institut vise plusieurs objectifs :

- convertir les balles de riz en charbon, en huile et en gaz, de manière d'une part, à remplacer les énergies conventionnelles et d'autre part à éliminer ce déchet;
- appliquer cette technologie aux autres agro-industries pour évacuer les déchets;
- approvisionner en énergie des industries agro-alimentaires, sous forme de recyclage énergétique;
- créer des emplois;
- exporter cette technologie aux autres pays en développement.

3 - LA TECHNOLOGIE PYROLYTIQUE

La pyrolyse est une conversion thermochimique de substances organiques en présence d'air limité en gaz combustible. La réaction ne requiert aucune entrée de chaleur externe.

Le système de stockage des balles de riz est muni d'un dispositif d'alimentation du réacteur en combustible. Dans le bas du réacteur un tambour à charbon permet de recueillir le produit. Ce système de conversion est pourvu d'un testeur permettant de vérifier si la réaction s'est effectuée complètement et si le produit fini est bien un gaz pyrolytique.

D'autre part nous avons conçu et mis au point une machine à briqueter qui permet de fabriquer des boulets en mélangeant la balle carbonisée et de l'amidon de tapioca. Ces boulets de charbon de bois peuvent être utilisés pour des usages domestiques.

Le gaz produit est dépoussiéré dans un cyclone puis stocké dans un gazomètre relié à un générateur d'électricité d'une puissance de 5 Kw.

4 - BILAN ENERGETIQUE ET FINANCIER

Il existe plusieurs installations de démonstration dont deux actuellement en province, d'une capacité de 1,5 tonnes de balles de riz/jour, et pour lesquelles nous avons mis en place des réservoirs mélangeurs permettant d'alimenter un moteur diesel de 280 CV (chevaux vapeur) en gaz, permettant ainsi d'économiser 30 % de fuel.

La plupart des rizeries disposent de 40 tonnes/jour de balles de riz qui demandaient 130 litres de fuel par jour. L'installation d'un système de pyrolyse leur assure une économie d'environ 50 litres/jour.

Compte tenu du coût de l'investissement (environ 60.000 FF), la période de remboursement est d'environ deux ans.

5 - CONCLUSION

Notre Institut voudrait jouer le rôle de coordinateur administratif entre les organismes locaux et les investisseurs étrangers, ainsi que les propriétaires de rizeries. Il voudrait pouvoir disposer de ressources financières à un taux d'intérêt bas.

Nous pourrions également fournir les paramètres de conception de base, et les conditions optimales, toutes les données concernant le coût. En collaboration avec l'Administration Nationale de l'Energie, nous pourrions offrir une assistance financière aux investisseurs, sous forme de bonifications, sous forme d'extension ou de diminution de fiscalité.

TUNISIE

Résumé de l'intervention de M. MAHERZI

Attaché de Direction
Direction des Etudes et du Développement
Entreprise Tunisienne d'Activités Pétrolières (ETAP)

La Société d'Elevage de Tabarka, la SOCELTA, est à l'origine d'un projet de production de biogaz à partir des déjections animales et plus particulièrement des fientes de volaille.

1 - PRESENTATION DE LA FERME D'ELEVAGE

Cette ferme pratique l'élevage de poules pondeuses, de poulets de chair et de poules reproductrices.

- Les poules pondeuses réparties dans une vingtaine de bâtiments sont au nombre moyen de 160.000 en permanence qui produisent 32 tonnes/j de fiente pendant toute l'année, soit 11.500 tonnes/an.
- Les poulets de chair sont en moyenne au nombre de 70.000 (alors que les bâtiments prévus pour cet élevage peuvent recevoir jusqu'à 620.000 poulets) et ils produisent 500 t/an de fiente qui contiennent 30 à 50 % d'humidité.
- 100.000 poules reproductrices produisent 3.500 t/an de fiente.

Au total, la ferme produit 15.500 tonnes de fiente par an.

Du point de vue énergétique, les bâtiments des poules pondeuses ont besoin d'une installation de refroidissement et d'humidification de l'air, de 3 moteurs de 1,5 CV (chevaux vapeur) chacun pour le raclage des fientes, et d'un éclairage.

Les bâtiments des poulets de chair et des poules reproductrices sont éclairés et maintenus à une température de 25°C.

D'autre part, SOCELTA possède également une usine d'aliments du bétail qui produit 100 t/j. Un projet de granulation est en cours nécessitant l'installation d'un nouveau transformateur de 350 Kw.

2 - LE PROJET

2.1. - Etude du projet

Il s'agit tout d'abord d'étudier l'opportunité d'aménagement de digesteurs de démonstration correspondant à des modules de différentes tailles :

- installation de digesteurs convenant à des bâtiments de 10.000 poules chacun et produisant entre 260 et 540 tonnes de fiente/an;

- installation de digesteurs communs convenant à un groupe de 4 bâtiments ayant une capacité de 40.000 poules et produisant entre 1.000 et 2.500 tonnes de fiente/an;
- installation d'un digesteur central convenant à l'ensemble des bâtiments de la Société et pouvant traiter en moyenne 15.000 tonnes/an de fiente.

Il faut ensuite étudier les différentes possibilités d'exploitation du gaz ainsi produit et de sa substitution aux combustibles conventionnels existants (électricité - GPL) pour assurer un taux le plus élevé possible d'autosuffisance énergétique pour de telles exploitations.

L'étude des différentes possibilités de traitement du compost est indispensable.

2.2 - Réalisation du projet

Trois étapes sont nécessaires pour réaliser ce projet :

- installer une ou plusieurs unités de production de biogaz en fonction de la variante choisie.
- réaliser les installations nécessaires à la consommation totale du gaz produit, en substitution de ce qui existe, en fonction des résultats de l'étude.
- réaliser une unité de traitement de compost.

M. MAHERZI a ensuite décrit une installation pilote de production de biogaz réalisée dans une ferme privée de 15 bovins utilisant un digesteur à cloche et produisant 5 m³ de biogaz/j, qui sert à l'éclairage et à la cuisson.

Il a également précisé que 47 % de la population tunisienne était représentée par des ménages ruraux, dont 85 % sont non électrifiés et plus de la moitié habitent dans des logements isolés. Une enquête est en cours qui précisera la consommation énergétique de ces petites fermes de 3 à 4 vaches où peuvent s'intégrer des digesteurs à fûts. L'utilisation du biogaz ne sera pas uniquement pour l'éclairage et la cuisson, mais également pour le pompage de l'eau.

QUATRIEME PARTIE :

T A B L E S R O N D E S

Résumés des principales interventions

LES AUTRES VALORISATIONS DES SOUS-PRODUITS D'INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES

M. AFFHOLER, Directeur de l'ANRED et Président de cette séance, a tout d'abord donné la parole à MM. CHEVERRY et RICHARD.

M. CHEVERRY

Agence Nationale pour la Récupération et l'Élimination des Déchets (ANRED)

Tout d'abord au sujet de la valorisation des amendements organiques, un thème de valorisation qui va se développer consiste en l'épandage des effluents d'industries agro-alimentaires.

Cet épandage présente plusieurs avantages étant donné que ces effluents contiennent de la matière organique, des minéraux et peuvent donc être intéressants pour :

- alimenter le sol en eau,
- apporter des minéraux en tant que fertilisants,
- apporter de la matière organique qui a un rôle dans la stabilité structurale et l'activité biologique du sol.

Une autre valorisation déjà souvent pratiquée, et bien connue, est le compostage. Cette technique permet d'utiliser des résidus solides ou semi-solides, ce qui n'est pas le cas de l'épandage.

La valorisation des sous-produits en alimentation animale est souvent intéressante dans la mesure où en retirant la partie énergie, les sous-produits s'en trouvent concentrés en protéines et peuvent ainsi s'intégrer dans des rations alimentaires, en substitution d'autres produits.

Mais cette valorisation pose des problèmes de conservation, de stockage, de variation de leur composition dans le temps...

Chacun de ces problèmes nécessite une adaptation des techniques existantes au cas par cas.

Un autre type de valorisation consiste en un enrichissement de ces sous-produits, en azote ou en protéines par culture de micro-organismes, mais requiert des technologies beaucoup plus sophistiquées.

Il convient donc, à chaque fois qu'on a un cas concret de valorisation de sous-produits d'industrie agro-alimentaire à résoudre, d'étudier soigneusement chacune de ces solutions pour adopter celle qui répond le mieux au contexte local et à l'environnement local de l'entreprise productrice.

M. RICHARD

Chef du Service Alimentation à l'Institut de Recherche sur l'Elevage et de Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux (IEMVT).

Deux types d'applications à l'utilisation des sous-produits pour l'alimentation du bétail constituent nos thèmes principaux de recherche :

- complément d'alimentation en élevage extensif (zone sahelienne en particulier),
- alimentation intensive (ruminants essentiellement).

Nous essayons de composer un certain nombre de rations en fonction de la composition des sous-produits disponibles :

- mélasse riche en énergie,
- tourteaux riches en azote,
- sous-produits de brasserie riches en énergie et en azote,
- bagasse, coques d'arachides ou de coton pauvre en énergie digestible et en azote.

A titre d'exemple, des rations ont été réalisées pour alimenter des moutons comprenant de la mélasse, des coques de coton, du tourteau de coton, des graines de coton et de l'urée.

Le problème de la concurrence énergétique se pose lorsque l'on veut utiliser un sous produit dont l'intérêt est limité, soit en énergie, soit en azote (bagasse ou coque de coton).

En réponse à une question posée concernant l'expérience que possède l'IEMVT dans le domaine de la balle de riz, M. RICHARD a poursuivi :

Nous ne possédons qu'une petite expérience : un certain nombre d'essais ont été faits au Cameroun dans le cadre d'une société d'état.

Mais la balle de riz, très riche en silice, est un très mauvais aliment qui entraîne des troubles pathologiques dès que l'on dépasse 10 % d'incorporation dans la ration.

Cela dépend du type de production recherchée :

- en élevage extensif, la balle de riz peut être utilisée en aliment d'appoint dans des proportions plus élevées;
- en élevage intensif, pour produire du lait ou de la viande au rythme de 500 g de gain de poids par jour et par animal, on ne peut guère utiliser la balle de riz.

M. SINGH, représentant indien, a précisé que la balle de riz, très largement disponible en Inde, n'est pas actuellement valorisée énergétiquement mais incinérée dans des fours ou brûlée dans les champs, ce qui provoque une pollution très grave. Il a ensuite suggéré de développer l'utilisation de petites centrales dans les régions de riziculture.

M. MAUNG, Président d'Honneur du Comité Consultatif et Responsable du développement industriel au Département des Industries Chimiques de l'ONUDI à Vienne, a signalé qu'une étude de la FAO * concernant l'utilisation de la balle de riz dans les chaudières est disponible, ainsi que les résultats provenant d'une unité de pyrolyse aux Philippines.

M. CAMARA, représentant guinéen, a ensuite interrogé M. CHEVERRY au sujet de la valorisation réalisée à partir de la drèche d'ananas.

M. CHEVERRY
ANRED

Dans le cas d'une conserverie d'ananas en Martinique, les déchets de parages (écorces) d'ananas sont pressés, et les jus de pressage font l'objet d'un traitement sur filtre pour récupérer la matière en suspension. L'ensemble résidu pressé et matières en suspension est ensilé pour le distribuer en alimentation animale.

Des études sont actuellement en cours concernant la valorisation énergétique de ces jus, mais pas à ma connaissance concernant les déchets solides.

* FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

En réponse à une question de M. BOUITY du Congo, concernant l'aide au financement pour le développement de la recherche et l'élaboration de projets dans ce secteur des énergies renouvelables, M. LAMBERT a répondu :

M. LAMBERT

Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie (AFME)

Sur des actions de recherches ou de projets de démonstration, le programme "Maîtrise de l'Energie" anciennement "Sahel, Energies Nouvelles" mis en place par le Service Coopération et Développement du Ministère des Relations Extérieures (Mme GEISSMANN) et l'AFME a permis de subventionner un certain nombre d'opérations pilotes ou de démonstration dans le domaine des énergies renouvelables.

Il est clair qu'en matière de maîtrise de l'énergie, les projets proposés doivent impérativement s'intégrer à des opérations à caractère plus vaste qui touchent au développement rural, à l'habitat, aux industries agro-alimentaires, aux transports, etc...

Il n'y a donc pas de crédit englobant un projet d'énergies renouvelables parce qu'il n'y a pas de projet d'énergies renouvelables en soi. Il y a des opérations de pompage qui servent à l'irrigation, il y a des opérations d'utilisation de la biomasse pour arriver à mieux équilibrer le bilan énergétique et financier dans un projet agro-industriel, etc...

Pour les pays relevant du FAC (Fonds d'Aide et de Coopération), c'est à dire essentiellement pour les pays d'Afrique francophone, il y a donc des possibilités de financement, soit au titre de l'étude de faisabilité, soit par une subvention partielle, en relation éventuellement avec la Caisse Centrale de Coopération Economique.

Pour les autres pays, d'autres organismes tels que le CFCE (Centre Français du Commerce Extérieur) peuvent intervenir au titre des crédits COFACE, dans certains cas, mais tous ces détails vous seront précisés ultérieurement.

LA DEPOLLUTION

M. LUCAS, sous-directeur de la Technologie et de l'Innovation à la Direction des Industries Agricoles et Alimentaires du Ministère de l'Agriculture, et Président de cette séance, a précisé qu'une volonté politique en 1964 en France a permis de s'occuper des problèmes liés au traitement des eaux grâce à l'action des Agences de Bassin en relation avec les différentes administrations concernées par ce sujet.

M. NOEL

Chef de la Division Industrie de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie

Les industries agro-alimentaires représentent, dans notre pays, plus de la moitié de la pollution (hors produits toxiques). La première technologie qui s'est développée est l'épuration par voie aérobie qui est très efficace mais qui cependant présente deux inconvénients majeurs :

- production de boues résiduelles inutilisables;
- technologie gourmande en énergie électrique.

Par la suite, des recherches menées en France, ont abouti au développement de nouvelles technologies d'épuration par voie anaérobie.

Il faut signaler que la plupart des installations industrielles en France sont de grande taille puisqu'elles traitent des quantités de pollution équivalentes à celles créées par des agglomérations de plusieurs centaines de milliers d'habitants.

Même si cette technologie permet de produire du méthane utilisable en chaudière, elle ne peut être vendue comme étant une source d'énergie.

C'est cependant un type d'épuration moins cher en énergie que l'épuration aérobie car elle ne coûte rien en exploitation mais elle présente tout de même des inconvénients :

- manque d'expérience du fonctionnement à long terme (la plus vieille installation a 3 ans);
- nécessité de traiter des eaux suffisamment chargées en pollution donc avec une certaine préparation des effluents;
- ne résoud pas tous les problèmes d'épuration (production d'ammoniac).

Les entreprises françaises produisent des technologies assez variables en technicité et donc en coût. Il est donc nécessaire d'étudier précisément les techniques à utiliser pour chaque cas particulier.

M. LURIEZ

Ingénieur à la Division Environnement de la Direction Régionale de l'Industrie et de la Recherche (Nord - Pas de Calais)

Les effluents chargés de matières organiques représentent en France une pollution de l'ordre de 100.000 tonnes de DCO * /an qui, traités par la voie anaérobie, permettraient d'économiser de l'ordre de 100.000 tep ** /an.

Une digestion anaérobie n'est concevable que dans la mesure où on a besoin d'une énergie à proximité pour équilibrer le bilan thermique d'une installation. Il faut pour cela que les effluents soient à la température requise par le processus. Deux cas peuvent se produire :

- les effluents produits sont chauds et à concentration suffisante en matières organiques (cas des conserveries). Ils peuvent donc être utilisés directement pour produire du méthane;
- les effluents sont froids et il faut des calories peu chères et récupérables pour les réchauffer (cas des sucreries). Et pour éviter d'utiliser le biogaz, il faut concevoir toute la filière de traitement c'est à dire en prenant en compte la récupération énergétique.

La combustion du biogaz permet de produire de l'énergie dans l'entreprise. Des brûleurs à biogaz existent avec mélange ou non au gaz naturel. On sait également stocker le biogaz pour une alimentation régulière des brûleurs, mais il existe des problèmes de sécurité posés par l'utilisation du biogaz :

- ce biogaz étant produit à faible pression laisse des possibilités d'entrée d'air dans les installations,
- le biogaz produit contient en proportions non négligeables d'autres éléments, tels que le gaz carbonique (de 20 à 40 %) et de l'hydrogène sulfuré qui posent des problèmes d'utilisation des matériels.

Ces dernières années, on a assisté à un développement des procédés de méthanisation extrêmement intensif et efficace. Entre autres, le procédé de méthanisation à cultures fixées permet, de par la charge volumique relativement plus élevée que dans les procédés classiques (extensif ou uniformément mélangé), d'améliorer le rendement des installations et le rendement en biogaz, de diminuer le volume des digesteurs donc leurs coûts, mais surtout le temps de séjour des effluents.

On peut considérer qu'en moyenne dans l'industrie agro-alimentaire, 1 Kg de DCO peut produire de l'ordre de 0,4 à 0,65 m³ de biogaz contenant près de 60 % de méthane.

* DCO : cf. p. 36

** tep : cf. p. 54

Et généralement cette énergie récupérée peut représenter de 10 à 20 % de l'énergie primaire consommée par l'installation.

M. CHEVERRY

Ingénieur à l'ANRED

Avant de parler de dépollution, il faut d'abord envisager de réduire la pollution à sa source en adoptant des procédés de fabrication qui polluent moins, comme le font déjà les distilleries.

Les effluents peuvent être de charge polluante différente dans une même entreprise. Il est donc intéressant de pouvoir les séparer à la source pour les traiter séparément.

Chaque technique de traitement des effluents (méthanisation, traitement aérobie, lagunage...) permet d'atteindre un seuil de dépollution, et en fonction des contraintes d'environnement, peut être choisie en fonction de son coût et de son efficacité.

D'autre part, chaque traitement engendre lui-même des sous-produits, et notamment des boues. Elles peuvent être éliminées ou valorisées en amendements organiques. Mais cette valorisation peut poser des problèmes car ces boues contiennent souvent des germes pathogènes (danger au niveau de l'environnement) et des métaux lourds (répercussion sur les sols).

M. ALBAGNAC

Directeur de la Station de Technologie Alimentaire de l'INRA de Lille

En ce qui concerne le choix entre la méthanisation mésophile et thermophile, il faut préciser que d'un point de vue biologique, lorsqu'on compare les activités des populations méthanogènes dans ces deux cas, elles sont analogues. On n'a donc pratiquement jamais intérêt à adopter la fermentation mésophile plus sensible à toute variation brusque de température (surtout en climat tempéré).

Au niveau de la philosophie générale d'application de la valorisation énergétique des résidus ou des effluents générés par les industries agro-alimentaires, c'est la dernière valorisation à laquelle on peut penser. La mise en place de circuits séparatifs ou de circuits de collecte séparée aura pour but d'éventuellement rendre traitable la pollution par des procédés de méthanisation classiques, et aussi de récupérer de façon sélective et sans polluer l'eau des substances valorisables en alimentation animale ou en industrie pharmaceutique.

En dehors des nouveaux procédés très performants comme la méthanisation à cultures fixées, on dispose d'une panoplie de procédés déjà anciens mais qui ne sont pas obsolètes. Et le choix du procédé se fera au cas par cas en fonction de la variabilité, des caractéristiques des effluents, de la place disponible...

On peut évaluer le coût moyen d'une installation à 400.000 FF pour une tonne de DCO traitée par jour.

Il faut tout de même remarquer que des problèmes restent posés pour la valorisation et la dégradation des résidus solides c. les rendements et les vitesses de conversion sont relativement faibles. Quelques procédés dits avec séparation de phases n'en sont actuellement qu'au stade de l'expérimentation.

A la suite d'une question posée par le représentant tunisien au sujet des procédés déjà utilisés pour éviter tout risque d'explosion, M. DURIEZ a précisé plusieurs points :

- l'entrée d'air au cours d'un traitement anaérobie stoppe la production de méthane, ce qui constitue donc une première sécurité;
- si le procédé est en légère surpression due à un stockage, le problème ne se pose plus;
- mais à très faible pression, un analyseur d'oxygène est indispensable pour vérifier la teneur en oxygène du gaz et éviter tout risque d'explosion.

Un représentant de Cote d'Ivoire a demandé de préciser si les chiffres de 0,4 à 0,65 m³ de biogaz par Kg de DCO traitée à 60 % de méthane peuvent être appliqués à tous les effluents.

M. NOEL a souligné qu'il s'agissait de moyennes mais que la sucrerie de Thumeries près de Lille produit 0,4 m³ de biogaz/Kg DCO avec 85 % de méthane.

M. ALBAGNAC a ajouté qu'il valait mieux parler de production de méthane par Kg de DCO dégradée et qu'il existait une limite théorique de 350 l de méthane pur par Kg de DCO dégradée, mais qu'en pratique on récupère 80 à 90 % de ce potentiel.

M. LUCAS a conclu en attirant l'attention des participants sur le fait qu'il faut suivre des schémas d'approche pour régler les problèmes de dépollution en industrie agro-alimentaire : ne pas partir de la masse des effluents mais remonter à la source du process, examiner les autres utilisations possibles, examiner les résidus qui resteront après traitement...

Il a ensuite ajouté qu'il faut que tout un mécanisme social se mette en place pour faciliter certaines mesures de traitement de dépollution.

CINQUIEME PARTIE :

R E P O N S E S

D ' I N D U S T R I E L S F R A N C A I S

Résumés des interventions

VALORISATION DES SOUS-PRODUITS :IMPACT SUR LES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES

Résumé de l'exposé de M. LUCAS

Sous directeur de la Technologie et de l'Innovation
 Direction des Industries Agricoles et Alimentaires
 - Ministère de l'Agriculture -

1 - SOUS-PRODUITS = VALEUR AJOUTEE

Les sous-produits des industries agricoles et alimentaires constituent des gisements à la fois très importants et très variés dont la valorisation s'impose.

En France, à titre d'exemples, les sous-produits de l'industrie sucrière correspondent à un tonnage supérieur à 20 millions de tonnes, et ceux de l'industrie laitière, sous forme de lactosérum, à plus de 300.000 tonnes de M.S.*. Ils apportent aux différentes filières, une valeur ajoutée essentielle qui parfois conditionne une rentabilité. Ils peuvent, parfois, à très peu près, être des déchets polluants, des sous-produits valorisés, et trop rarement devenir des produits à haute rentabilité.

2 - QUELQUES RECOMMANDATIONS

Dans beaucoup de cas, il est bon d'insister spécialement sur la nécessité de remettre en question la nature et la quantité même du sous-produit : sauf dans quelques cas précis (coques, os, etc...), il faut éviter une démarche qui consisterait à traiter une masse de sous-produits mesurée globalement à la sortie de l'usine.

Il faut au contraire revoir l'ensemble du procédé et chercher 3 objectifs :

- limiter les pertes,
- chercher une valorisation optimale de l'ensemble,
- chercher le stade optimum de séparation de ce qu'on veut séparer : produits et sous-produits.

Les exemples abondent dans le lait, les céréales, le sucre, les oléagineux.

* M.S. : Matière Sèche

3 - LES DIFFERENTES APTITUDES DES SOUS-PRODUITS

La nature des sous-produits des industries agricoles et alimentaires rencontrés dans les pays ici représentés, est extrêmement diverse : drèches de brasserie, de dolo, de manioc, tourteaux d'arachide, de coprah, de coton, de palme, de palmiste, etc... cabosses de cacao... ; nombre d'entre eux sont encore perdus ou sous-valorisés. Cependant, leurs aptitudes sont variées, notamment pour l'énergie et l'alimentation.

3.1 - L'utilisation en élevage

Chacun des sous-produits possède une valeur énergétique en azote, en minéraux, en matière sèche. Leur composition est connue. Certains sont intéressants, d'autres le sont moins. Des complémentarités existent. Une réflexion doit porter sur plusieurs points :

- étudier la possibilité de développer un élevage local qui utilise ces sous-produits,
- établir les potentialités d'une industrie de fabrication d'aliments du bétail intégrant les contraintes locales et régionales : nature des besoins, leur périodicité, coûts pour les éleveurs, etc...,
- étudier la possibilité d'exporter un produit de plus grande valeur ajoutée.

3.2 - La valorisation énergétique

Le renchérissement de l'énergie dont certains pays, le nôtre en particulier, subissent les effets, rend urgent l'intensification des efforts de substitution des sources d'énergie fossile par des énergies renouvelables. Dans de nombreux pays où la production naturelle de biomasse est modeste, faible, ou difficile à mobiliser, cette substitution doit se faire essentiellement en utilisant les déchets des industries agro-alimentaires, quels que soient les inconvénients de cette production (étalée dans l'espace, faible densité, humidité...).

De l'expérience de ces 10 dernières années en Europe en matière d'utilisation de déchets à des fins énergétiques, il ressort que la filière thermo-chimique par les procédés de combustion, gazéification, carbonisation ou pyrolyse : offre des perspectives très intéressantes sans exclure la filière biochimique, fermentation méthanique et production d'éthanol.

4 - CONCLUSION

Cette approche est susceptible d'apporter aux industries agricoles et alimentaires, un surcroît de productivité essentiel, qui suppose de bien prendre en compte les faits suivants :

- il n'existe pas de solution unique, chaque situation constitue un cas particulier à aborder avec le maximum de discernement, faute de quoi, on risquerait de s'aventurer sur des pistes jamais rentabilisées ;
- il est important de poursuivre (et les sujets sont nombreux) des travaux de Recherche-Développement pour améliorer encore les résultats déjà obtenus et d'échanger comme cela se fait en ce moment, nos expériences réciproques.

EXEMPLES D'APPLICATIONS REALISEES PAR DES SOCIETES D'INGENIERIE

Résumés des exposés des représentants des sociétés
CLE TECHNIP, SPEICHIM, LERMINET

1 - TRAITEMENT DE LA BAGASSE A L'ILE MAURICE (M. SUZOR - CLE TECHNIP)

La plupart des pays du Tiers Monde dépendent énormément des devises étrangères apportées par l'industrie sucrière. Malheureusement une grande partie de ces devises passent dans l'achat de produits pétroliers.

Pourtant l'industrie sucrière est dotée d'une bonne infrastructure permettant, grâce à quelques modifications, d'optimiser l'utilisation de la bagasse.

1.1 - Sèchage

Jusqu'à présent, la bagasse, avec 50 % d'humidité, utilisée telle quelle dans les chaudières, avait un rendement de 45 à 50 %.

La moitié de l'énergie de la bagasse est donc perdue dans le flux gazeux. En conséquence, la première démarche a été de récupérer ces énergies perdues.

Il faut tout d'abord déterminer les caractéristiques des gaz récupérés avant d'utiliser cette chaleur pour le sèchage de la bagasse par le truchement d'un équipement élaboré approprié.

Une fois que la bagasse est séchée, l'usine est en possession d'un combustible. Soit ce combustible est transformé en totalité en énergie électrique, soit il faut le garder pour une utilisation ultérieure.

C'est le cas des industries sucrières qui veulent échelonner leurs activités sur 6 à 8 mois. Et dans ce cas, un stockage du combustible est nécessaire.

1.2 - Densification

Afin de pouvoir stocker la bagasse séchée, il fallait la densifier. Plusieurs procédés ont été testés, pour choisir finalement le procédé de pelletisation. Ce choix a été dicté par des raisons de viabilité économique des usines à l'Ile Maurice, mais la situation évoluant régulièrement, il est possible que ce choix soit à revoir d'ici quelques années.

1.3 - Cas de l'Ile Maurice

Un programme vient de démarrer à l'Ile Maurice concernant les 21 usines de traitement de la canne à sucre.

80 % de la production électrique de l'île pourraient être fournis par ces 21 sucreries, en procédant au séchage dans chacune d'entre elles et en produisant de la bagasse densifiée dans 12 d'entre elles.

Nous venons de terminer l'installation des premiers sècheurs et densificateurs constituant le démarrage de ce programme.

1.4 - Première installation

La bagasse est transportée sur des tapis roulants jusqu'au sècheur.

A la sortie, la bagasse séchée est en partie renvoyée à l'usine pour être utilisée comme combustible, et en partie dirigée vers le densificateur.

Le fait de réalimenter la chaudière en bagasse séchée est le facteur primordial à l'amélioration de l'efficacité du système.

Avant d'être densifié, le matériau séché passe par différentes étapes :

- un triage est nécessaire pour choisir la dimension des particules adaptée à la pelletisation;
- un traitement à la vapeur permet d'acquérir une certaine plasticité nécessaire à la pelletisation.

Au niveau de la cheminée, une prise de gaz alimente le sècheur, mais une certaine quantité de gaz est tout de même systématiquement évacuée de sorte qu'il n'y ait pas d'infiltration d'air dans la cheminée.

Tout ce système est fort bien contrôlé et n'a nécessité que deux jours de formation aux opérateurs de l'île Maurice. Cette première installation produira 18.000 tonnes de combustible densifié par an, qui seront utilisées par une autre usine pour être transformées en énergie électrique.

Pour que ce programme soit mis en œuvre jusqu'au bout, il faudra 80 millions \$ pour réaliser une économie de 110 millions \$ sur 10 ans.

2 - TRAITEMENT DES DECHETS D'HUILERIE DE PALME (M. BLAYO - SPEICHIM)

La valorisation par combustion des sous-produits d'huileries de palme est l'exemple d'un cas parfaitement réussi, puisque cette application est maintenant généralisée à l'ensemble des huileries de palme industrielles créées depuis 20 à 30 ans.

Il apparaît en pratique que les huileries de palme ne manquent pas de ressources énergétiques, mais que leur principal problème est celui de la fiabilité des équipements et des installations.

2.1 - Les principaux déchets

Le produit fini, l'huile, ne représente qu'environ 25 % du poids de la matière première.

Parmi les déchets, on trouve 25 % de rafles, 7 % de coques, 8 % de fibres et des effluents liquides.

C'est la combinaison de deux facteurs, l'importance des déchets et une production rapidement croissante, qui explique l'importance des recherches entreprises pour valoriser les déchets afin de réduire les frais d'exploitation.

2.2 - Procédé d'utilisation des déchets

La solution généralement adoptée pour produire l'énergie utilisée par l'usine est la combustion des fibres et des coques de palmistes.

En pratique, pour 1 tonne/h de régimes, il est possible de produire 500 à 600 Kg de vapeur à une pression de 20 à 25 bars.

Cette vapeur est détendue à 3 bars dans une turbine, puis la vapeur basse pression est utilisée pour l'usinage : stérilisation des régimes et chauffage des différents produits.

La turbine de détente entraîne un alternateur qui fournit l'électricité aux différents moteurs ainsi qu'aux auxiliaires de l'usine (éclairage, laboratoire...).

Ce procédé simple a cependant nécessité quelques modifications du matériel de l'huilerie de palme :

- il a fallu utiliser des chaudières moyenne pression, ce qui impose un traitement d'eau plus performant;
- il a fallu un mécanicien et un électricien pour s'occuper du turbo-alternateur et du groupe électrogène de secours.

2.3 - Limites d'utilisation du procédé classique

En général, on ne cherche pas à réduire la consommation d'électricité, puisque toute économie d'énergie se traduira par des frais d'exploitation supplémentaires pour évacuer le combustible non utilisé.

Ce raisonnement a été entendu souvent pendant les 10 à 20 dernières années, il a cependant ses limites :

- L'huilerie de palme n'est pas une usine à fonctionnement continu. Elle est dimensionnée pour traiter les pointes de production qui ne durent que quelques semaines par an. Pendant cette période, l'ensemble des installations restent chaudes d'un jour à l'autre et il y a un excédent de combustible. Par contre, en période creuse, le combustible sera insuffisant et une source d'énergie auxiliaire sera indispensable (groupe diesel par exemple).
- Dans le cas des petites unités de capacité inférieure à 6 ou 8 tonnes de régimes par heure, l'autonomie énergétique n'est pas obtenue, ce qui oblige à utiliser des groupes diesel. Les frais d'exploitation de l'usine s'en trouvent fortement majorés.

Pour remplacer le fuel, une solution intéressante consiste à installer des gazogènes à coques pour produire du gaz pauvre.

3 - VALORISATION DES DECHETS D'ABATTOIR ET DES DRÊCHES DE BRASSERIE EN ALIMENTATION ANIMALE (M. DEVOISIN - LERMINET)

3.1 - Les drêches de brasserie

La consommation de bière dans le monde est en forte croissance, notamment dans les pays en voie de développement, alors qu'elle aurait tendance à être stable en Europe.

3.1.1. Le sous-produit

Cette boisson est obtenue à partir d'une fermentation de grains d'orge, permettant la transformation de l'amidon en sucre, additionnée de malte, préalablement séché puis brassé. La filtration permettra de séparer la drêche du liquide qui après fermentation deviendra la bière.

Cette drêche, qui n'est en fait que de l'orge désamidonné, est riche en protéines et constitue donc un aliment de première qualité pour le bétail. Mais la drêche ne contient que 20 % de matières sèches et exige donc d'être séchée pour ne pas se dégrader rapidement. Depuis l'augmentation des coûts énergétiques, le séchage des drêches est devenu prohibitif.

3.1.2. La déshydratation en évaporation sur lit lipidique

Notre société a donc cherché une solution pour déshydrater la drêche de façon particulièrement performante, en dehors des conditions de séchage traditionnelles.

Le procédé de déshydratation consiste à traiter les drêches dès la filtration après le pressage. A ce stade, le produit sortant à une température de 75°C peut être évaporé sur lit lipidique en incorporant une certaine quantité d'huile à l'intérieur d'un évaporateur à multiples effets jusqu'à ce que les matières sèches en suspension dans l'huile deviennent exemptes d'eau. A la fin du procédé, une centrifugation permettra de séparer la drêche déshydratée du bain d'huile réutilisable.

Cependant la centrifugation ne sera pas parfaite car une certaine quantité de matières grasses fera partie intégrante du produit final, ce qui en augmentera sa valeur énergétique.

3.1.3. Comparaison avec le procédé classique

Le séchage traditionnel consomme environ 5 Kg vapeur/Kg eau évaporée, alors que la déshydratation par évaporation sur lit lipidique nécessite, soit de 0,12 à 0,25 Kg vapeur/Kg eau évaporée suivant le nombre d'effets de l'évaporateur pour le système d'évaporation à basse température par thermocompression, soit 0,05 Kg/Kg au maximum par une recompression mécanique de vapeur à partir d'un produit chaud.

3.2 - Les déchets d'abattoir

Un abattoir de volailles vient d'être inauguré qui ne fait appel à aucun combustible fossile, mais à 0,15 KW électrique et à 4 l d'eau par unité abattue.

Il restait donc le problème des produits non destinés à l'alimentation humaine :

- 1 - têtes, pattes, cous (1.550 Kg/j)
- 2 - viscères (1.700 Kg/j)
- 3 - plumes (1.800 Kg/j)
- 4 - sang (600 Kg/j)

Le mélange 1 et 2 contient 65 % d'humidité, les plumes entre 66 % et 70 %, et le sang 83 %.

Les plumes peuvent être préalablement pressées car ce pressage ne nécessite que 15 à 20 Kcal/Kg d'eau éliminé, alors que la déshydratation en demande 500 à 1.000 Kcal/Kg d'eau évaporée.

Par contre les autres déchets doivent être traités en l'état et subissent donc directement la déshydratation dans un malaxeur étanche qui est une cuve chauffée sous pression à mouvements rotatifs à l'intérieur de laquelle une vis permet de désagréger les produits.

La capacité volumique de cette cuve peut être variable en fonction de l'importance de l'abattoir mais elle est généralement de 5 m³.

Au coût de la thermie gaz (nécessaire au chauffage du malaxeur) et pour un produit contenant 65 % d'humidité, le prix de revient au Kg d'eau évaporée sera de l'ordre de 0,33 F, non compris les frais annexes et l'amortissement du matériel.

LISTE DES SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES REPRÉSENTÉES

ABC
Bio Industrie :

M. MORGAN
Directeur Général

Conservation biologique des sous-produits carnés et végétaux recyclables pour l'alimentation animale.

AIC - SIT :

M. ROMAIN
Directeur Général

Activité d'études, de gestion d'usines, d'assistance technique et de formation dans différents secteurs agro-alimentaires.

AINF :

Association Interprofessionnelle de France
M. WALLYF
Directeur des Relations Commerciales

Association sans but lucratif reconnue d'utilité publique, fondée depuis près de 90 ans, employant 500 personnes.

L'AINF a acquis dans les domaines du contrôle technique, du conseil et de la formation une connaissance approfondie et une expérience inégalée.

BERTIN :

M. DELCROS
Directeur Relations Internationales

Société de Recherche et Développement employant 500 personnes dont 250 ingénieurs et cadres, chargée de développer des procédés destinés à être industrialisés en priorité dans les domaines suivants : thermique, énergétique, mécanique des fluides, optique, électronique, et les procédés systèmes industriels.

BIOMAGAZ :

M. AUBART - Directeur
M. SEVE - Président

Société d'étude, de réalisation et de conception de stations de traitement par voie de fermentation méthanique, qui appartient au groupe EMC (Entreprise Minière et Chimique), orientée vers la fourniture de l'agriculture (engrais, alimentation animale).

CdF Ingénierie : M. COULOMBEEL
 Chef du Département Equipement Industriel

Entreprise régionale issue des Houillères du Bassin du Nord et du Pas de Calais, filiale des Charbonnages de France (CdF).

Société d'ingénierie qui réalise des installations industriels "clé en mains" dans tous les domaines.

CEREX : M. DUTREUX - Directeur Commercial
 M. LEDRU - Ingénieur d'affaire

Récupération et valorisation de la bagasse.

CGEC : Compagnie Générale d'Entreprise de Chauffage
 M. FOURNOLS
 Responsable exportation

Implantée à Paris, filiale de la Société Française des Pétroles BP, la CGEC emploie 1.000 personnes avec un chiffre d'affaires de 850 millions de francs/an.

Réalisation d'installations de chauffage, de climatisation, de chambres froides, d'électricité, y compris groupes électrogènes et de traitement d'eau. Activité d'exploitation, de maintenance et d'entretien.

CIDEN : M. ROYER
 Directeur technico-commercial

Société Lyonnaise réalisant des installations de traitement de lisier, de fumier et de tous les déchets organiques dûs aux élevages depuis la toute petite installation traitant de l'élevage de 50 porcs ou d'une dizaine de bovins, allant jusqu'à des élevages de 1.000 à 10.000 porcs.

CLE-TECHNIP : M. SUZOR

DECOBECQ : M. CARION
 Directeur commercial

Important bureau d'études indépendant employant 550 personnes dont 100 ingénieurs répartis dans 13 bureaux.

Ce bureau s'occupe d'ingenierie, d'études et d'assistance technique dans les secteurs du bâtiment, de la manutention, du levage, de la mécanique, de l'électricité, de l'électronique, et a réalisé entre autres de nombreuses installations de traitement de déchets liquides.

DUVANT CREPELLE : M. MARTIN - Service Commercial
M. DELVAL - Service Energies Nouvelles

250 personnes réparties entre Lille, Sedin, Valenciennes (unités de production) et Soultains (atelier d'essais).
60 % du chiffre d'affaires à l'exportation (Afrique Francophone et Sud-Est Asiatique).

Domaines d'intervention : utilisation du gaz pauvre de gazogène, et du biogaz en moteur diesel.

Références : gazogène de 450 Kw fonctionnant à base de bois et coques de noix de coco.
Conversion de moteur diesel de série en moteur à gaz (naturel, pauvre ou biogaz).

EDF : M. BOILLOT
Division Techniques Nouvelles de l'Energie

Electricité de France : plus de 100.000 personnes
Direction Etudes et Recherches : 3.000 personnes.

Dans les secteurs qui touchent à l'agro-industrie, nous travaillons sur les ressources : la bagasse, les vinasses de mélasse de canne, les jacinthes d'eau, les taillis d'eucalyptus et d'autre part sur les filières : combustion, gazéification, fermentation méthanique, avec nos propres matériels d'expérimentation.

Nous regardons la faisabilité technique et économique et nous cherchons des investisseurs et des industriels à qui transmettre le dossier.

ENERSYSTEM : Mme MOLINAT EBOKO

Energysystem est une filiale de Total et de SPIE Patignolles.

La fonction principale de la société est de résoudre les problèmes d'alimentation en énergie des sites isolés du réseau autonome (agglomérations, industries ou installations agricoles).

Notre créneau d'intervention : tous projets multi-énergie de 0 à 5.000 Kwh électriques pour lesquels on peut faire des études de pré-factibilité et de factibilité, la recherche et le montage des financements, la sélection, l'exploitation et la maintenance des équipements, la formation du personnel.

ERPAC :

M. MORAWEK
Division Internationale

Société de traitement d'eau indépendante employant 130 personnes dont 50 % de cadres.

Commercialisation des matériels et produits de traitement d'eau. Assistance technique régulière apportée dans les pays africains francophones. Etude des problèmes de traitement d'eau d'une usine, depuis l'entrée jusqu'à la sortie (sources; eaux potable, de procédé, de chaufferie; recyclages; économies d'eau; traitement des rejets; méthanisation de type contact, lit fixé, filtre anaérobie, lit de boue...).

HDG :Industrie solaire

M. CONSIGNY

Entreprise régionale (proche banlieue de Lille) qui fabrique une gamme de capteurs solaires basés notamment sur des tuiles, ardoises, et dans le domaine photovoltaïque.

2ème fabricant français dans ce secteur

Production d'eau chaude industrielle entre 30 et 70° C pour toute application agro-alimentaire.

LERMINET :
Ingénierie

M. LERMINET
Directeur Général

- 60 personnes dont 80 % d'ingénieurs
C.A. (montant travaux) : 500 à 600 millions de francs/an.

- cette société existe depuis 10 ans.

-- Ingénierie générale avec process dans les industries agro-alimentaires, et dans le domaine de la fabrication de l'éthanol-carburant avec valorisation des sous-produits pour produire des protéines utilisables en alimentation humaine et animale.

MECANIQUE MODERNE : M. DANTONNET
Directeur Général

PMÉ employant 400 personnes

Activité principale dans les huileries (broyeur, presse, installation industrielle), mais également dans d'autres secteurs agro-alimentaires et les abattoirs.

NEU :

M. MAURICE
Directeur commercial

Constructeur - ensemblier
Transport pneumatique, conditionnement d'air, dépoussiérage, déshydratation.

PEC Ingénierie :

M. BOUQUIE
Directeur PEC Toulouse

- appartient à 100 % au groupe Entreprise Minière Chimique.

- effectif de 200 personnes

- activités se développant dans les secteurs suivants : chimie, traitement des déchets nucléaires, traitement des déchets industriels, et agro-industries (dont le traitement des déjections animales)

- nombreuses références dans l'agro-industrie en Amérique Latine et en Afrique.

PILLARD :

M. MESTRIUS
Service destruction thermique de polluants

Société Marseillaise qui appartient au groupe Fives Cail Babcock et qui comprend 350 personnes et trois filiales, en Allemagne, aux USA et au Brésil.

Entreprise générale de chauffe industrielle qui fabrique des brûleurs classiques et spéciaux (gaz pauvre par exemple), des gazogènes, des fours d'incinération, de combustion, des fours spéciaux pour déchets végétaux.

QUILLERY :

M. SIMON
Directeur général

Entreprise régionale du Nord Pas de Calais
emploi 1.000 personnes

Entreprise à vocation généraliste dont l'activité touche à tous les équipements techniques et en particulier le solaire, le traitement des déchets, le dessalement d'eau de mer.

Implantations permanentes dans la zone des Caraïbes, dans les pays d'Afrique francophone, dans les pays anglophones.

SATEC Développement : M. DE LA METTRIE

SCET-AGRI BDPA : M. HOUEL
Responsable Département des industries agro-alimentaires

Ces deux sociétés d'études appartiennent au groupe des filiales techniques de la Caisse des Dépôts et Consignations et sont spécialisées dans la mise en oeuvre de projets de développement rural et agro-alimentaire.

Ce groupe SCET-AGRI - BDPA (Bureau pour le Développement de la Production Agricole) compte 350 personnes dont 300 ingénieurs et cadres.

Dans nos interventions, nous privilégions l'approche intégrée des problèmes de développement depuis la mise en valeur des ressources naturelles jusqu'à la transformation et la commercialisation des produits agricoles ainsi que l'utilisation des sous-produits.

SEPREPUR : M. DECOOL
Directeur technique

Bureau d'études, et constructeur d'implantation régionale (80 ingénieurs et techniciens), plus particulièrement orienté vers le traitement de la pollution des eaux neuves, de process, et l'épuration des eaux usées.

SERMIE : M. LOISEL
Directeur

Société d'Etudes et de Réalisations de Matériel Industriel et Energétique.

Notre société a conçu dans le secteur qui nous intéresse ici plusieurs machines de compostage des déchets ligno-cellulosiques (400 Kg à 2,5 tonnes/h), un gazogène de petite capacité, des groupes électrogènes de grosse puissance, une chaudronnerie spécialisée dans la fabrication des appareils à pression.

S.G.N. : M. FREMIN DU SARTEL
Bioindustries

Société Générale pour les Techniques Nouvelles est filiale du CEA et de TECHNIP.

Nos activités sont principalement orientées vers le secteur nucléaire mais nous avons d'autres activités dans le domaine de l'automatisation, de la mise en oeuvre d'ateliers flexibles ainsi que dans le domaine des bio-industries.

Nous avons mis au point un procédé de méthanisation à film fixé avec l'INRA dont la première installation est la sucrerie Beghin-Say de Thumeries (Nord-Pas de Calais) et la deuxième une installation des vinasses de distillerie dans la région de Cognac. Un projet de méthanisation est aussi en cours en Inde sur vinasses de mélasse de canne à sucre.

Nous développons également un procédé en continu de fermentation alcoolique sur cellules fixées.

SNPE-CE :

M. LESUR
Direction Commerciale

Société Nationale de Poudres à Explosif.
Chimie Expansion est une filiale de la SNPE.

En dehors de notre activité principale qui consiste à construire les usines et les ateliers de la maison mère en France, dans le cadre d'activités de diversification, nous nous intéressons à l'ingénierie de l'industrie agro-alimentaire; procédés, projets, réalisation, mise en route, et ingénierie de sécurité.

SODETEG :

M. COSTA
Ingénieur commercial

Société d'ingénierie général.

SOMDIAA :

M. HANON
Directeur

Etudes - ingénierie - gestion agronomique - technique administrative.

SPEICHIM :

M. BLAYO
Ingénieur principal

Société pour l'équipement des industries chimiques.
Cette société d'ingénierie appartient au groupe SPIE Batignolles.

Notre activité consiste essentiellement en la conception et la mise en oeuvre d'usines chimiques et agro-industrielles avec l'apport d'une assistance technique.

Dans le secteur agro-industriel, nous travaillons surtout sur nos propres procédés : distilleries pour la production d'alcool carburant ou alcool surfin, unités de fermentation et de production de levures, huileries de graines et de palme.

VALORGA :

M. BOUCHARDEAU
Ingénieur

SIXIEME PARTIE :

ASPECTS ECONOMIQUES

ET

FINANCIERS

Résumés des interventions

ASPECTS ECONOMIQUES ET FINANCIERS**Résumés des exposés****1 - INSTRUMENTS PUBLICS FRANCAIS DE FINANCEMENT D'INVESTISSEMENTS****Mme LARSILIERE**

Chargée de mission à la Caisse Centrale de Coopération Economique

En ce qui concerne la France, l'aide au développement ou les financements qui peuvent être appliqués au développement industriel sont sous la maîtrise de deux Ministères en particulier : le Ministère des Relations Extérieures, et le Ministère de l'Economie et des Finances.

En ce qui concerne les financements publics qui peuvent être affectés au financement de projets, le Ministère des Finances met à la disposition des Etats qui signent avec lui des protocoles gouvernementaux, des prêts qui sont utilisables avec des crédits privés à l'exportation, et qu'on appelle les prêts du Trésor.

Ces prêts interviennent dans un grand nombre de pays, mais pour les pays qui n'ont pas cette possibilité, et avec lesquels la France a signé les accords de coopération, elle a un instrument de financement privilégié, la Caisse Centrale de Coopération Economique, et également le Fonds d'Aide et de Coopération (FAC) du Ministère des Relations Extérieures.

La Caisse Centrale de Coopération Economique est un établissement public qui fonctionne sous la tutelle du Ministère des Finances, qui accorde des aides à un certain nombre de pays, dont la liste est limitée, mais qui recouvre presque tous les pays en développement d'Afrique, et un certain nombre de pays des Antilles, Haïti, les Petites Antilles, également les Seychelles, les Comores, Madagascar... Ces pays peuvent obtenir des prêts à long terme pour financer les investissements productifs. J'insiste sur le caractère productif des investissements, parce que, comme il s'agit de financements sur prêts, ces projets doivent procurer des revenus susceptibles d'assurer le remboursement des prêts.

Par contre, cela n'empêche pas la Caisse Centrale de s'intéresser à des projets de type pilote, ou à des études, dans la mesure où ces projets ont de grandes chances de déboucher sur un projet productif.

La Caisse Centrale de Coopération Economique, pour faciliter la promotion industrielle, a créé une filiale, la PROPARCO, société de promotion économique, qui prend des participations, et a pour objectif premier de mettre en rapport des entreprises françaises et des entreprises de moyenne dimension des pays en voie de développement, pour développer des productions ou développer des technologies. La PROPARCO intervient uniquement comme assistant technique de ces co-investisseurs. Les projets identifiés, étudiés par la PROPARCO peuvent faire l'objet d'un financement de la Caisse Centrale.

La PROPARGO gère le Fonds des études industrielles renouvelables qui est financé sur subventions du Fonds d'Aide et de Coopération, et qui permet de prêter à des industriels français qui veulent entreprendre une étude en général d'implantation technologique ou commerciale dans un pays en développement, ces études n'étant remboursables que dans le cas où le projet correspondant vient à être exécuté et produit des revenus.

Outre ces possibilités de prêts, les pouvoirs publics français ont développé un certain nombre d'instruments qui sont capables d'aider à l'innovation, sous forme de financements d'études préalables. Je ne fais que citer un certain nombre de ces organismes :

- L'A.C.T.I.M., qui a participé à l'organisation de ce congrès.
- L'A.N.V.A.R., et plus particulièrement la section A.N.V.A.R. Développement, qui ajoute un plus dans le cadre des pays en voie de développement.
- Il y a un certain nombre de fonds qui fonctionnent sous l'égide de différents Ministères techniques, notamment le Ministère de l'Agriculture, le Ministère de la Recherche, qui peuvent également participer sous forme de subventions au financement d'innovations.

A part ces possibilités offertes par les pouvoirs publics, les banques commerciales peuvent elles aussi offrir des financements. La B.N.P. qui a accepté d'être le chef de file des banques commerciales représentées ici par la Société Générale, le Crédit Agricole et la Banque Indo-Suez, va vous présenter les possibilités en ce domaine, ainsi que les modalités pratiques d'intervention.

2 - POSSIBILITES D'ACTIONS DES ORGANISMES BANCAIRES FRANCAIS POUR LE FINANCEMENT DE PROJETS

M. CHARPENTIER

Banque Nationale de Paris (B.N.P.)

L'organisation de la B.N.P. au niveau du commerce extérieur, semblable à celle de toutes les grandes banques nationalisées, nous permet de fonctionner d'une manière centralisée et décentralisée :

Il y a une Direction Générale du commerce extérieur à Paris, où se trouvent les "techniciens" du commerce extérieur. Ces techniciens se répartissent en deux tâches : une tâche d'exploitation au niveau France, et une tâche géographique plus spécialement tournée vers les pays de différentes zones. Nous sommes ici trois représentants de la Direction Générale du commerce extérieur : M. BERGERON, qui est géographe Afrique, M. BOCQUET, qui est géographe de la zone Asie, et moi-même, qui m'occupe du secteur agro-alimentaire, agro-industrie,

ingénierie non spécialisée, cimenterie, caoutchouterie, pour tous les pays du monde (malheureusement le géographe Amérique, compte tenu de déplacements imprévus, n'a pas pu se joindre à nous). Les secteurs professionnels de la Direction Générale sont les suivants : agro-alimentaire, transport, énergie, bâtiment et travaux publics, aéronautique.

Dans toutes les succursales de la B.N.P. sur le territoire national, nous avons ce que nous appelons un chargé de commerce international, qui est plus spécialement chargé d'entrer en contact avec les fournisseurs dont dépend sa succursale, d'examiner les projets exports de ce fournisseur, et de savoir l'orienter, soit vers l'assistant de commerce extérieur qui se trouve à la direction de réseau regroupant plusieurs succursales, soit l'adresser directement à la Direction Générale parce qu'il s'agira d'un financement à moyen ou long terme à l'exportation.

Des secteurs centralisés et décentralisés au niveau France, mais également un réseau tourné vers l'extérieur, puisque la B.N.P. est représentée dans 74 pays dans le monde. Dans ces différents pays, nous sommes représentés tant au niveau de nos bureaux de représentation qui sont plus spécialement chargés d'accompagner les fournisseurs, et d'être en relation avec les acheteurs potentiels, qu'au niveau de nos succursales qui font davantage à proprement parler un travail bancaire et au niveau de nos filiales qui ont des intérêts dans le capital avec la B.N.P.

La BNP, comme toutes les grandes banques nationalisées, peut accorder un financement export à un taux stabilisé à un projet si il a obtenu l'accord de la commission de garanties qui regroupe la Direction des Relations Extérieures (DRE) et la COFACE.

Je voudrais maintenant passer la parole à M. BERGERON qui va vous expliquer le rôle du géographe au sein de la Direction Générale de la B.N.P.; et à M. BOCQUET ensuite qui vous parlera des différents accords cadres et protocoles qui peuvent exister sur sa zone.

M. BERGERON
B.N.P.

Un géographe est un fonctionnel, qui se voit attribuer une zone géographique. Nous sommes 5 géographes : un pour le Maghreb, un autre pour l'Asie Océanie (M. BOCQUET), un autre pour l'Amérique, un autre pour l'Europe, et moi-même pour l'Afrique (hors Maghreb).

Ces géographes font partie de la Direction Générale du commerce extérieur qui a la particularité de comporter deux fonds de commerce, un en France et un à l'étranger. Le fonds de commerce en France est représenté par les exportateurs

français, suivis par les collaborateurs du secteur professionnel dont fait partie M. CHARPENTIER. L'autre fonds de commerce est elui des acheteurs, des importateurs étrangers. C'est ce fonds de commerce qui est suivi par les collaborateurs, dits géographes, de notre établissement.

Un géographe doit tout d'abord effectuer un certain nombre d'approches auprès de la D.R.E., auprès de la Caisse Centrale, auprès des Ambassades, etc...

Il doit également connaître le terrain et pour cela, il établit des contacts dans le pays, au niveau des Ministères, au niveau des entreprises privées, au niveau des représentants de la Caisse Centrale, et, bien évidemment, au niveau du réseau de la B.N.P., que ce soit au travers de ses bureaux de représentation, de ses banques associées, de ses filiales ou de ses succursales.

Une fois les contacts établis, il faut connaître les projets. Il peut s'agir soit de projets de renouvellement, il peut s'agir de projets privés ou de projets publics, il peut s'agir de nouveaux projets, ou il peut s'agir dans certains cas de proposer des accords cadres afin d'essayer de satisfaire les besoins en financement.

Il doit ensuite faire un compte rendu qui sera très largement diffusé dans l'ensemble du réseau, et il essaiera de faire coïncider le désir d'exporter des entreprises françaises avec le besoin de financement des importateurs étrangers.

M. BOCQUET
B.N.P.

Je voudrais maintenant vous indiquer sur la zone qui est la mienne, c'est à dire l'Asie-Océanie et le Moyen-Orient, quels sont les types de financement disponibles pour vos différents projets.

Il existe, comme l'a signalé Mme LARSILIERE, des protocoles gouvernementaux conclus entre la France et un certain nombre de pays étrangers. Ces protocoles comportent des crédits à taux privilégiés et à très longue durée (10 ans), qui sont consentis par le Trésor français, et qui sont associés à des crédits acheteurs, consentis par des banques françaises à des taux qui sont ceux du consensus O.C.D.E. en vigueur lors de la signature du contrat commercial.

Les pays sur la zone Asie qui bénéficient de protocoles français sont : l'Inde, l'Indonésie, la Malaisie, le Pakistan, le Sri Lanka, la Thaïlande, le Népal, le Bangladesh. Sauf exception, ces protocoles sont consentis en Francs français.

Pour pouvoir bénéficier de ces protocoles, il faut naturellement avoir présenté votre projet très en amont à l'administration française, et, par l'intermédiaire de votre acheteur, à l'administration locale. Car un certain nombre de ces protocoles sont pré-affectés au moment de leur signature, c'est à dire qu'une liste de projets bien déterminés est annexée au texte même du protocole.

Cependant, dans quelques pays, ces protocoles comportent deux tranches distinctes :

- l'une que l'on appelle la tranche projets, qui est pré-affectée à des projets déterminés (montant minimum du projet : 5 à 10 millions de francs);
- une tranche que l'on appelle hors projets, qui est généralement réservée au financement de petits biens d'équipement, voire de biens de consommation pour un montant minimum de 80.000 FF par projet.

Ces protocoles vous permettent de bénéficier d'un financement à 100 % de votre contrat commercial.

Naturellement, lorsqu'un tel protocole est conclu entre le Gouvernement français et un gouvernement étranger, il donne lieu par la suite à la signature d'une convention d'application bancaire que signent la plupart des banques commerciales françaises, et puisque celles-ci ne peuvent consentir de crédit acheteurs que sur une durée maximum de 7 ans, la B.F.C.E. (Banque Française du Commerce Extérieur) publique prend le relais pour les trois dernières échéances, les crédits étant d'une durée de 10 ans.

La règle générale est que la devise du financement soit le Franc français, bien que des négociations soient en cours pour permettre des financements en devises étrangères.

Outre les protocoles gouvernementaux, les banques commerciales signent parfois des accords cadres privés avec des banques locales, qui comportent uniquement des crédits acheteurs classiques, mais l'avantage de cette formule est que le texte de la convention de crédit est négocié une fois pour toutes. Cela permet donc, par la voie de fiches d'imputation, une mise en place beaucoup plus rapide des crédits.

Enfin, bien entendu, toutes les banques commerciales françaises sont à même de vous proposer des crédits acheteurs spécifiques à chaque opération.

3 - ACTIVITES DE COOPERATION TECHNIQUE DE L'ONUDI

M. MAUNG

Responsable du Développement Industriel au Département des Industries Chimiques de l'ONUDI

Notre programme essentiel concernant la coopération technique se concentre sur la phase de pré-investissement du projet, c'est à dire jusqu'au stade de l'usine pilote et jamais au delà.

Le premier contact doit s'établir à la demande des gouvernements des pays en voie de développement auprès des représentants du bureau du PNUD (Programme de Développement des Nations Unies) qui se trouve dans chaque pays en développement. Ceci concerne les demandes d'assistance technique, c'est à dire :

- les demandes d'aide en matière d'experts ou de consultations à court terme;

- les demandes de services, de sociétés de consultation pour qu'elles puissent faire des études de faisabilité;
- les demandes d'équipements (laboratoires, équipements de contrôle de qualité ou tests);
- l'organisation de stages de formation.

La grande proportion de fonds disponibles dans le cadre de ce programme d'assistance technique nous vient du PNUD (70 %) avec une dotation pour chaque pays en développement que chaque gouvernement se charge de répartir entre les différents projets de son pays.

Il existe aussi le Fonds pour les Services Industriels Spéciaux (85 millions \$/an) pour financer des activités à court terme (consultations, problèmes épineux...).

Il y a également des programmes de bourse dans les pays les moins avancés.

Le Fonds des Nations Unies pour le Développement Industriel (FNUDI) est doté de 15 millions de dollars par an grâce à deux types de contributions :

- la contribution de différents gouvernements de pays industrialisés versée dans un pot commun à partir duquel l'ONUDI peut financer différents projets en fonction de procédures bien établies;
- la contribution de pays donateurs qui permet de financer des projets spécifiques avec l'accord du gouvernement donneur.

Il faut également noter que certains pays trouvent leur financement eux-mêmes. La Syrie par exemple a pressenti la Banque de Développement Islamique, le Fonds Arabe et le Fonds de l'OPEP pour financer un projet de compostage de déchets municipaux. Ces trois institutions intéressées par le projet ont demandé des missions d'experts à l'ONUDI, ce qui a été accordé (l'étude de base avait été au préalable financée par l'ONUDI). A l'heure actuelle, ce projet en est au stade de l'évaluation des offres.

4 - MOYENS D'INFORMATION EN MATIERE DE FINANCEMENTS DE PROJETS

M. PEYRARD

Président du Centre International de Recherche sur le Financement des Investissements dans les Pays en Développement (CIRFI)

Je ne suis pas un spécialiste des montages financiers, n'étant pas banquier, mais de l'information en matière de financements de projets dans les pays en développement, essentiellement d'ailleurs sur le côté des organismes publics, que l'on appelle quelquefois d'aide, que ce soit les organismes multilatéraux ou les organismes bilatéraux.

Nous avons fait, il y a deux ans, un ouvrage de référence, qui en est maintenant en cours de deuxième édition, et dont la traduction en anglais est presque achevée pour paraître au printemps prochain aux Etats-Unis. Le titre français est "Banques et Fonds Internationaux".

Nous poursuivons notre travail d'information en publiant presque chaque mois des articles, généralement dans "Industries et travaux d'Outre-mer", dans le "MOCI" (le bi-mensuel du Centre Français du Commerce Extérieur), et dans la revue "Banques" que beaucoup connaissent, avec laquelle nous avons eu d'autres activités.

Nous faisons aussi des séminaires de formation, soit sur Paris, soit dans certaines villes africaines, notamment avec le Centre International de Formation de la Profession Bancaire.

Nous faisons aussi un peu de conseil aux entreprises, et nous sommes en train de lancer une banque de données informatisée, avec la filiale compétente de la Caisse des Dépôts.

Nous lançons aussi une nouvelle publication qui est un ouvrage qui sera un référencier des entreprises et des sociétés d'ingénierie qui ont déjà travaillé sur des projets, dont une partie du financement a été apporté par les organismes dont nous sommes les spécialistes au point de vue documentation, c'est à dire les organismes multilatéraux ou bilatéraux.

Depuis 1982, il est à peu près exclu que vous ayez, pour un projet, un financement uniquement par des banques commerciales. Je ne dis pas que c'est absolument exclu, je dis que c'est difficile. Elles demandent que par exemple au moins un, si ce n'est plusieurs de ces organismes, dont vous connaissez le plus célèbre (la Banque Mondiale). Les modalités d'intervention de ces organismes sont très variées.

Par l'exemple qui nous a été traité de l'organisme français et de ses filiales (la Caisse Centrale de Coopération Economique), nous savons qu'il y a à la fois des prêts normaux et des prêts spéciaux.

- Les prêts normaux sont les prêts qui sont à peu près au taux du marché. Ce sont des prêts qui financent des projets rentables. Comme ils sont remboursés, ces fonds se trouvent reprêtés au bout d'un certain nombre d'années. Pas de problème de pénurie de tels prêts, bien que les besoins soient immenses.
- Au contraire, les prêts spéciaux s'apparentent plus ou moins à des dons. Il y a un pourcentage don qui peut aller jusqu'à 80 ou 90 %, et quelquefois ce sont des dons à 100 %. Ils sont prêtés pour des infrastructures, pour des projets à rentabilité longue, et ils s'épuisent puisque le remboursement est très limité.

Ces organismes peuvent aussi participer au capital soit d'entreprises, soit de banques locales ou banques nationales de développement. Ils peuvent aussi financer l'assistance technique. Ils peuvent accorder la garantie à certains pays emprunteurs.

Certains de ces organismes ont pour but de favoriser la coopération économique entre pays membres, l'Afrique et l'Amérique Latine donnant l'exemple.

La plupart de ces organismes consentent aussi des prêts aux banques nationales de développement, aux institutions financières nationales de développement, qui sont chargées de reprêter cet argent aux petites et moyennes entreprises des pays, et quelques-uns d'entre eux font des prêts-programmes.

La plupart du temps, il s'agit de co-financement, c'est à dire de participation de plusieurs apporteurs de capitaux à un projet. Ces co-financements sont de deux types :

- soit des co-financements conjoints (pot commun),
- soit des co-financements parallèles (financements associés aux caractéristiques propres).

Les bénéficiaires de ces financements sont très divers. Vous savez que cela peut être aussi bien des organismes gouvernementaux que des entreprises publiques, et, dans certains cas, des entreprises privées.

Les critères qui servent à accorder ces financements sont aussi extrêmement variés, en fonction de l'origine des fonds. La Banque Mondiale a certains critères, la Caisse Centrale Française en a d'autres, la Banque Islamique de Développement a aussi les siens. Cela peut être des critères géographiques, des critères historiques, ou d'autres types de critères tenant aux projets à proprement parler.

D'autre part, il y a des procédures très strictes pour ces genres de co-financements, en particulier souvent des appels d'offres internationaux.

M. PEYRARD a terminé son exposé en présentant un exemple de co-financement : l'Entreprise des Industries Chimiques du Sénégal (ICS), inaugurée il y a quelques mois.

Le financement global a représenté plus de 75 milliards de francs CFA répartis pour 40 % en fonds propres et pour 60 % en prêts auprès de différents co-financiers : le fonds de l'O.P.E.P., la Banque Africaine pour le Développement Economique de l'Afrique, la Banque Européenne d'Investissement, le fonds Européen de Développement.

M. DUTREUX

Conseiller du Commerce Extérieur en France

Les constructeurs et les vendeurs sont aussi motivés que les représentants étrangers pour réaliser les projets qui nous ont été présentés. Malheureusement, l'information ne circule pas mieux à ce niveau. Les vendeurs ont à leur disposition le CFCE (Centre Français du Commerce Extérieur) qui leur donnera un aperçu des aides qui leur sont offertes (la COFACE, leur Région...).

D'autre part, pour un pays qui a signé un protocole, il faut savoir qu'au moment de la signature, ce protocole est pratiquement épuisé. Il faut donc préparer ces protocoles avec d'une part pour partenaires les constructeurs ou les vendeurs français qui seront vos meilleurs avocats auprès des organismes financiers français, et d'autre part pour intermédiaire l'attaché commercial de votre ambassade.

Pour réussir à incorporer un projet dans un protocole, il faut qu'il soit rentable et qu'il ait été étudié dans les détails. C'est souvent très long (1 an), l'investissement n'étant accordé que sur le projet n° 4, 5 ou 6, ce qui pose des problèmes aux constructeurs. Ils peuvent cependant disposer d'appuis auprès de la COFACE (assurance prospection - assurance projet). A la suite de quoi, il faut franchir les obstacles des commissions de garanties (DRE, COFACE, BFCE).

Plus les projets sont détaillés, approfondis, et plus les chances de voir ces projets se réaliser sont importantes, même si ces projets sont hors budget ou hors protocole. Le CFCE est là pour vous aider à y parvenir.

5 - QUESTIONS DES PARTICIPANTS

Représentant colombien

M. PEYRARD a oublié de dire que cette opération au Sénégal a près de 10 ans, car c'est une idée qui a germé en 1974, et il n'y a qu'un mois que tout cela a été lancé.

Evidemment ce sont des projets très importants, à long terme, mais, dans la situation où se trouvent actuellement les pays en voie de développement, si tout projet dure 10 ans, tous les gens qui sont ici ne prendront connaissance qu'en l'an 2000 de la mise en oeuvre de projets qu'ils présentent aujourd'hui. Nous pensons qu'il faudrait faire des efforts plus grands, surtout de la part des banques.

Dans une opération de ce type, ce n'est pas tellement le montant qui est incroyable, mais c'est la quantité de pays, d'organismes qui y ont pris part (Banque Mondiale, O.P.E.P.), et malgré cela il a fallu 10 ans pour qu'elle soit mise en oeuvre.

Lorsque les projets sont plus petits, ça nous dit tout simplement que ce genre de projet ne vaut pas la peine.

M. MILLIMONO

Représentant de la République de Guinée auprès du service de l'ONUDI en France

Je voulais évoquer quelques petits problèmes auxquels nous sommes confrontés. On nous demande souvent de soumettre de bons projets, c'est à dire des projets productifs, des projets rentables, des projets porteurs d'exportation et

générateurs de devises, pour que le temps de retour sur le plan de l'amortissement soit assez raisonnable. Or, pour définir un bon projet il faut absolument avoir un bon financement au départ.

Nous prenons contact avec certains industriels français pour élaborer un avant-projet qui puisse nous permettre d'approcher ces organismes de financement. Il va sans dire qu'à partir d'un avant-projet, il est difficile qu'une institution se décide à financer. Généralement, nous avons un refus.

Ensuite, on nous demande de proposer des projets raisonnables, c'est à dire des projets de taille moyenne. Lorsque ces projets sont définis, on nous déclare que la rentabilité n'est pas certaine, que le projet est petit, et on bute au problème de financement.

Lorsque nous proposons un projet important, on nous dit que le marché local n'est pas très important, que le marché de la sous-région n'est pas en mesure d'absorber la production. Là aussi, on a des difficultés pour trouver le financement.

Nous posons donc la question : que faut-il faire ?

D'autre part, je voudrais savoir quelles sont les démarches pratiques à entreprendre si notre pays, la Guinée, est intéressé à la signature d'une convention de crédit.

Mme LARSILIERE a répondu à la première question de M. MILLIMONO en précisant qu'en dehors des divers instruments énoncés précédemment qui peuvent permettre de pré-financer des études, la Caisse Centrale a mis au point une gamme de procédés assez largement utilisés et tous en rapport avec un projet productif sur lequel débouchera l'étude. Pour les pays les moins avancés, la Caisse Centrale accepte même de faire l'étude pour son propre compte en la finançant entièrement et en la recédant au pays en question ou à l'entreprise si le projet se fait.

M. BOCQUET a pour sa part demandé à M. MILLIMONO de se mettre en contact avec une banque française qui serait prête à signer un accord cadre privé avec une banque guinéenne, que ce soit auprès d'une implantation locale ou de sa Direction Générale.

6 - TABLEAU D'ENSEMBLE DES BANQUES ET FONDS INTERNATIONAUX MULTILATERAUX ET BILATERAUX

6.1 - Organisations à vocation mondiale

- Groupe de la Banque Mondiale

Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement - BIRD

Association Internationale de Développement (AID/IDA)

Société Financière Internationale - SFI

- Organisation des Nations Unies

Programme des Nations Unies pour le Développement - PNUD

Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel - ONUDI

Fonds International de Développement Agricole - FIDA

Programme Alimentaire Mondial - PAM

Fonds des Nations Unies pour le Développement Industriel - FNUDI

Fonds autorenouvelable des Nations Unies

Fonds de la Conférence des Nations Unies pour la Coopération et le Développement

- CNUCED

Fonds International pour les Sciences et l'Education

Fonds d'équipement des Nations Unies - FENU

6.2 - Organisations à vocation régionale

Banque Interaméricaine de Développement - BID

Banque Africaine de Développement - BAD

Fonds Africain de Développement - FAD

Société Internationale Financière pour le Développement de l'Afrique - SIFIDA

Banque Asiatique de Développement - BASD

Fonds Asiatique de Développement - FAsD

Private Investment Corporation for Asia - PICA

Banque Européenne d'Investissement - BEI

Fonds Européen de Développement - FED

Fonds de l'OPEP pour le Développement International - FODI

Banque Arabe pour le Développement Economique de l'Afrique - BADEA

Fonds Arabe de Développement Economique et Social - FADES

Banque Islamique de Développement - BISD

Fonds Montréalaise Arabe - FMA

Autorité arabe pour l'investissement et le développement agricole

Société interarabe de garantie des investissements

6.3 - Organisations à vocation sous-régionale

- en Afrique

Banque Ouest-Africaine de Développement - BOAD

Banque de Développement des Etats de l'Afrique Centrale - BDEAC

East African Development Bank - EADB

Fonds de Coopération de Compensation et de Développement - FCCD (CEDEAO)

Fonds Communautaire de Développement - FCD (CEAO)

Fonds de Solidarité et d'Intervention pour le Développement de la Communauté -

FOSIDEC (CEAO)

Fonds d'Entraide et de Garantie du Conseil de l'Entente - FEGCE

Fonds de Garantie de l'Organisation Commune Africaine et Malgache - OCAM

Fonds de Solidarité Africain - FSA (Conférence Franco-Africaine)

Comité International de lutte contre la sécheresse au Sahel - CILSS

Club du Sahel (OCDE)

Banque de Développement des Etats des Grands Lacs

- en Amérique Latine

Banco Centro-americano de Integracion Economica - BCIE

Corporacion Andina de Fomento - CAF

Banque de Développement des Caraïbes - BDC

6.4 - Organisations bilatérales

- des pays d'Europe

France : Caisse Centrale de Coopération Economique - CCCE
Fonds d'Aide et de Coopération - FAC

Belgique : Société Belge d'Investissement International - SBI

Grande Bretagne : Commonwealth Development Corporation - CDC

R.F.A. : Deutsche Entwicklungsgesellschaft - DEG

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit - GmbH - GTC

Pays-Bas : Nederlandshe Financierings Maatschapij Voor Outwik Kelingslanden
FMO

Suède : Swedish International Development Authority - SIDA

Norvège : Norwegian Agency for International Development - NORAD

Danemark : Danish International Development Agency - DANIDA

Fonds d'aide à l'industrialisation des pays en développement - IFI

Finlande : Finnish International Development Agency - FINNIDA

Fonds finlandais d'aide au développement industriel : FINNFUN

Suisse : Direction de la Coopération au Développement : DCD - DDA

Italie : Département pour la Coopération au Développement

- des pays d'Amérique du Nord

Etats Unis - United States Agency for International Development - US-AID
Overseas Private Investment Corporation - OPIC

Canada : Agence Canadienne de Développement International - ACIDI

- des pays du Pacifique

Australie : Australia Development Assistance Bureau - ADAB

Japon : Agence japonaise pour la coopération internationale - JICA

Société japonaise pour le développement outremer - JODC

Fonds de coopération économique extérieure - OECF

Banque export-import du Japon

Nouvelle Zelande : New-Zealand Development Assistance Office

- du Moyen Orient

Koweït : Fonds Koweïtien pour le Développement Economique arabe : FKDEA

Abu-Dhabi : Fonds d'Abu Dhabi pour le Développement économique arabe - FADDA

Arabie Saoudite : Fonds Séoudien pour le Développement : FSD

C O N C L U S I O N

LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE DANS LES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES

Résumé de l'exposé de M. MARTELLY
de l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Énergie (A.F.M.E.)

1 - ENJEU ÉNERGETIQUE DANS LES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES

En France, la consommation d'énergie liée aux industries agro-alimentaires est d'environ 5 millions de tonnes d'équivalent pétrole (tep *), soit à peu près 0,1 tep par habitant, sans tenir compte de l'énergie dépensée pour la production agricole elle-même.

La dépense énergétique est très variable suivant les secteurs de l'agro-industrie, mais peut représenter jusqu'à 40 % des coûts de fabrication.

Il a été largement exposé au cours de ces journées des exemples où l'industrie alimentaire disposait de sous-produits valorisables énergétiquement et susceptibles d'assurer la couverture de ses besoins en la matière.

Est-ce à dire que des économies d'énergie ne sont plus nécessaires dès lors que l'on peut disposer d'énergies renouvelables de substitution à bas prix ? Il n'en est rien, et loin de s'opposer, économie et substitution d'énergie sont tout à fait complémentaires.

2 - LES DIFFÉRENTS NIVEAUX D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE

Le potentiel ou "gisement" d'économie d'énergie, permis par la technique, est très considérable dans presque tous les domaines.

La déshydratation, par exemple, opération réputée très coûteuse, peut se faire avec une consommation insignifiante en condensant la vapeur d'eau finale pour la faire travailler en "multiple effet". Théoriquement, il n'y a pas de limite au nombre d'effets possibles, mais bien sûr, le coût de l'investissement deviendra bien vite un facteur limitant.

Le responsable d'entreprise doit donc déterminer le niveau d'investissement, en fonction de ses critères propres de rentabilité, tout en ayant réalisé au préalable toutes les actions sans investissement ou à investissement possédant un faible temps retour, susceptibles de diminuer ses consommations d'énergie (réduction du gaspillage, installation de régulation automatique, de calorifugeage, etc...).

Les investissements qui modifient le processus de fabrication ou le schéma énergétique de l'usine s'ordonnent autour d'un certain nombre de thèmes de maîtrise de l'énergie qui vont être développés.

* tep : cf. p. 54

3 - LA RECUPERATION DES REJETS THERMIQUES

Toute activité industrielle produit des effluents chauds, qu'ils soient gazeux ou liquide, qui peuvent, soit directement, soit par échange, restituer une grande partie de leur chaleur.

* Récupération d'air chaud

Dans le cas d'un séchoir industriel, on peut économiser l'énergie de plusieurs façons :

- en limitant l'excès d'air, jusqu'à la combustion stoechiométrique,
- par un recyclage de l'air chaud de sortie,
- par le réchauffage du produit à sécher,
- par la condensation de la vapeur d'eau issue du produit.

* Récupération d'eau chaude

Dans une laiterie, par exemple, les besoins en eau chaude sont nombreux et les eaux chaudes de récupération sont abondantes, mais il n'y a pas toujours simultanément entre les besoins et les ressources. Grâce à une bonne gestion de ces eaux chaudes, avec stockage intermédiaire à différents niveaux de température, on peut alimenter entièrement une fromagerie sur le plan énergétique.

4 - LA RECUPERATION D'ENERGIE ASSOCIEE A UNE POMPE A CHALEUR

Le niveau thermique d'un effluent peut être remonté par une pompe à chaleur jusqu'à atteindre le niveau nécessaire. Dans une conserverie, des stérilisateurs fournissent de l'eau chaude à 60°C, mais les bacs à jus réclament de l'eau à 90°C. Par l'intermédiaire d'échangeurs, cette eau à 60° alimente une chaudière, et cède ses calories à l'évaporateur d'une pompe à chaleur qui permet de chauffer l'eau des jus à 90° en réalisant une économie d'énergie de 50 %.

5 - LA RECOMPRESSION MECANIQUE DE VAPEUR

Elle constitue une forme un peu particulière de pompe à chaleur à cycle ouvert : au lieu d'utiliser un liquide frigorigène dans un circuit fermé que l'on fait alternativement se condenser puis s'évaporer, on utilise la vapeur même du produit comme fluide caloporteur après en avoir remonté le niveau thermique par compression ; cette vapeur cède sa chaleur en se condensant, et les condensats sont rejetés à l'extérieur.

C'est un moyen très performant (réduction de la consommation d'énergie d'un facteur 10) pour communiquer de la chaleur à un liquide, soit pour le concentrer, soit pour le distiller.

6 - LE PRESSAGE MECANIQUE ET L'OSMOSE INVERSE

Une autre façon d'enlever de l'eau d'un produit, est l'élimination directe par voie mécanique : appliquée à un produit solide, c'est le pressage, mais appliquée à un liquide, c'est l'osmose inverse.

7 - CONCLUSION

Les procédés économes en énergie se caractérisent essentiellement par :

- une réutilisation systématique des calories produites (notion de cascade énergétique),
- un usage performant de l'énergie électrique venant se substituer à l'énergie thermique d'origine fossile.

Ces procédés ont déjà largement sensibilisé les industriels français dans le secteur agro-alimentaire, comme en témoigne la baisse moyenne de consommation de plus de 20 % (à niveau de production égale) depuis le début de la crise énergétique.

CLOTURE DU COMITE CONSULTATIF

Résumés des différentes interventions

M. MAUNG
(ONUDI - Vienne)
Président de Séance

Il apparaît clairement que la finalité à laquelle nous devrions essayer de parvenir est de passer du stade de l'identification des besoins à la conception des projets, à la préparation de propositions d'investissements et enfin à la mise en oeuvre de ces projets.

L'orientation est claire, mais comment y parvenir ?

M. SOERIAATMADJA
(Indonesie)

Je suggère de reprendre les résultats de cette réunion du Comité Consultatif et de préparer un compte rendu qui soit suffisamment élaboré (ce qui pourrait provenir de l'ONUDI).

En tant que partie intéressée, nous devrions mettre au point notre propre suivi individuel en collaboration avec nos collègues industriels français et les institutions intéressées aux recherches portant sur le tapioca.

En vue de partager les expériences que nous aurons pu avoir dans le cadre du suivi de cette réunion, je souhaite vivement qu'un deuxième Comité Consultatif puisse avoir lieu rapidement.

M. RIVET
(Ile Maurice)

La réalisation d'un compte rendu de toutes les délibérations de cette réunion est indispensable pour qu'il y ait une bonne transmission de l'information.

Il faudrait qu'avant de quitter cette réunion nous sachions quelle action de suivi sera entreprise par l'ONUDI et les organisateurs pour que l'on puisse conseiller nos gouvernements, car c'est à chacun d'entre nous qu'il incombe de rendre compte de l'opportunité de nos interventions.

M. MAHERZI
(Tunisie)

Si une prochaine réunion du même type est organisée prochainement, il serait bon de se pencher davantage sur les techniques existantes, les recherches et les opérations en cours concernant la production de biogaz.

Mme SUVACHITTANONT
(Thaïlande)

Lors d'une prochaine réunion, je suggère de prolonger les durées prévues pour les exposés de nos projets (à 30 minutes, voire 1 heure) de manière à ce que nous puissions aborder les aspects techniques.

M. TREPP
(Bolivie)

Si cette réunion a été un Comité Consultatif, il semblerait que ce comité ait été en fait une consultation des technologies offertes par la France, et non pas une consultation concernant les intérêts qu'ont les différents pays qui ont été réunis ici.

Il semble évident qu'un projet au stade de la faisabilité ne saurait être présenté en 15 minutes.

M. ZABI
(Maroc)

Je voudrais remercier les organisateurs de ces journées qui nous ont permis d'exposer chacun nos projets, leurs problèmes et la façon de les résoudre.

Il faut remarquer que si les idées ne manquent pas, nous avons du mal à les concrétiser par défaut de financements. J'insisterais donc auprès des financiers et des organismes internationaux pour qu'ils nous aident à développer notre niveau de vie.

Pour une prochaine réunion du même genre, je propose comme thème celui de l'eau, car l'agriculture en dépend, et plusieurs pays souffrent actuellement de la sécheresse.

M. SHAH
(Pakistan)

Je propose qu'un document exhaustif soit réalisé rassemblant les noms et les adresses des différents participants.

Représentant Camerounais

Je voudrais attirer l'attention de l'GNUDI et des industriels sur les obstacles au développement et à l'utilisation optimale des nouvelles technologies qui nous sont présentées. Et ceci est valable pour tous les secteurs de l'économie.

Dans le Nord du Cameroun, par exemple, on élève des boeufs qui permettent de nourrir les 10 millions d'habitants situés dans tout le pays. Or la sécheresse gagne de plus en plus cette région, et le bétail n'a plus de nourriture, alors que dans le Sud du pays, on est en train de gaspiller les déchets de sucreries, de plantations de coton, de café, qui devraient permettre de fabriquer des aliments pour bétail.

Il faut d'abord savoir ce qu'on veut avant de pouvoir utiliser les moyens qui existent. Le plus important est de nous aider à nous organiser.

M. CAMARA
(Guinée)

Je suis particulièrement satisfait de la tenue de cette réunion qui nous a permis entre autres, et c'est très important, de nous comparer entre nous sur le chemin du développement économique et social.

Nous souhaiterions que les organisateurs de cette réunion interviennent dans les meilleurs délais pour que nos projets aboutissent.

Représentant de la société DUVANT CREPILLE

Contrairement à certaines personnes qui reprochaient à cette manifestation d'avoir un caractère trop commercial, je voudrais signaler qu'aucun contrat n'a été signé, mais que nous étions ici pour éventuellement initier des contrats dont nous espérons la conclusion favorable dans un avenir relativement lointain.

Ce qui nous importait, c'était de savoir si les technologies que nous mettions au point étaient bien adaptées aux différents problèmes posés. De ce point de vue, c'est un franc succès.

M. BIRAUD
(Ministère des Relations Extérieures - MRE)

Je voudrais tout d'abord signaler que ce que nous espérons provoquer, c'est à dire essentiellement des contacts et une rencontre, semble avoir effectivement eu lieu.

Outre cette coopération Nord-Sud qui était effectivement l'objectif de cette réunion, il s'est passé deux évènements que pour ma part je n'attendais pas explicitement :

- D'une part une coopération Sud-Sud car les pays participants en développement se sont découverts des complémentarités, des centres d'intérêts communs, peut-être des échanges d'informations possibles, voire même des échanges de techniques.
- D'autre part, une coopération Nord-Nord car cette réunion a permis à des industriels dont les rôles, les activités sont complémentaires de se découvrir aussi entre eux et de s'organiser mieux pour répondre aux besoins qui ont été indiqués par nos amis étrangers.

En ce qui concerne le temps limité, cette réunion qui au départ était prévue pour une vingtaine de participants de pays en voie de développement, en a vu finalement environ 35 et nous nous en réjouissons. Mais nous avons dû restreindre en conséquence les durées d'interventions pour permettre à chacun de s'exprimer dans le même temps.

Mais je pense que le temps qui a été donné pour l'exposé des possibilités techniques par les industriels était encore plus restreint. A cet égard, on ne peut certainement pas parler d'un déséquilibre dans ce sens.

S'il est vrai que l'action doit être rapide, il est important de réaliser que la clé des actions préférentielles qu'il faut faire pour que se fasse un développement n'est pas entre les mains des organisateurs mais bien entre celles des participants des pays en développement et de leurs partenaires techniques et financiers.

Nous sommes d'autre part tout à fait favorables de tenter une nouvelle expérience de ce type mais il est impossible aujourd'hui de dire où, quand et avec quel financement.

M. MAUNG
(ONUUDI - Vienne)

Les contacts ont été pris, et nous sommes heureux de voir que, globalement, la satisfaction règne du côté des nombreuses parties impliquées.

Du côté des industriels français qui ont mis au point de nouvelles technologies concernant la production d'énergie à partir de la biomasse, ce serait un avantage pour tout un chacun qu'ils utilisent le réseau gigantesque de l'ONUUDI afin de faire circuler l'information à partir des pays développés vers le monde en voie de développement.

Nous souhaiterions que beaucoup de sociétés et d'experts français soient enregistrés à l'ONUUDI pour des fournitures de services, d'équipements et des possibilités pour les experts de fournir, sur une période très courte, des services.

M. MEYOUR
(ACTIM)

L'ACTIM peut poursuivre la coopération entreprise ici, de deux façons :

- Intervenir en amont des négociations en organisant et en participant financièrement à des missions de consultation, que ce soit d'identification demandée par les entreprises ou de préparation et de faisabilité aux différents stades d'évaluation des projets.
- En aval, au niveau de la formation et de l'information, nous pouvons intervenir en organisant des stages de ressortissants de pays en développement dans les entreprises françaises.

Mais il faut aussi mentionner l'aide que peut apporter notre Agence par son action de développement des relations après les opérations par l'envoi de toutes documentations techniques.

M. JEANROY
(ONUDI - Paris)

S'il est apparu pour certains que le programme de ces journées était trop dense, il a tout de même permis, compte tenu de la qualité des interventions tant des nombreux représentants des pays en voie de développement que des entreprises, de dresser un panorama aussi complet que possible des problèmes posés et des solutions qui peuvent être apportées à la résolution de ces problèmes.

Il faut également insister sur l'importance du suivi de cette réunion qui ne pourra se faire sans la participation active des représentants de pays en développement et des industriels ici présents, en répondant au questionnaire qui leur sera envoyé.

Nous souhaiterions que d'autres réunions de ce type soient organisées dans d'autres secteurs d'activité tels que celui de la pêche et de l'ingénierie minière qui touchent particulièrement cette région.

M. JOSEPHE
(Comité Régional Nord - Pas de Calais)

Le sujet qui a été abordé pendant cette semaine est un sujet capital pour la vie du monde entier, pour la pérennité de notre globe. Personnellement, je voudrais insister auprès des personnalités qui sont autour de moi pour que des poursuites soient engagées. C'est une question capitale pour la vie des pays en voie de développement, mais aussi pour la vie des pays déjà industrialisés et certainement pour la paix entre les hommes et les femmes de notre planète.

A N N E X E S

LISTE DES PARTICIPANTS**NATIONS UNIES**

M. MAUNG	Responsable du Développement Industriel Département des industries chimiques - ONUDI
M. BAUM	Consultant ONUDI
M. JEANROY	Directeur du Service de l'ONUUDI en France
M. GONBERT	Directeur-adjoint du service de l'ONUUDI en France
M. FAIDLEY	Senior officer FAO
M. HADJ SADOK	International Affairs - ONU

REGION NORD PAS DE CALAIS

M. JOSEPHE	Président
M. PEYRE	Directeur du Cabinet Régional
M. TETELIN	Chef du Cabinet Régional
M. CAPRON	Chef du Service Régional pour la Maîtrise de l'Energie
M. LAMBLIN	Chargé de mission au Service Régional pour la Maîtrise de l'Energie
M. SIX	Directeur de projets à l'Agence Régionale de Développement
M. BEL	Consultant

ADMINISTRATIONS FRANCAISES

M. PIERRET	Directeur NUOI - MRE
M. BIRAUD	Chef de la Division Economique NUOI-MRE

Mme KHAZAL	NUOI-MRE
Mme MARTINET	Chef du Service Energies Renouvelables - MRICE
M. LAPARADE	Ministère de l'Environnement
Mme PETILLOT	Ministère de l'Environnement
Mme BELTRAME	DGEMP - Ministère de l'Industrie
Mme GEISSMANN	CODEV - MRE
M. FONDEUR	Ministère de l'Agriculture
M. LUCAS	DIAA - Ministère de l'Agriculture

AUTRES INSTITUTIONS FRANCAISES

<u>ACTIM</u>	M. LEJEUNE	Directeur Général Adjoint
	M. MEYOUR	
	M. ASSEMAT	Ingénieur Agro-Développement
	Mme KREMER	Relations Publiques
<u>AFME</u>	M. CHARTIER	Directeur Scientifique
	M. DEVIN	Chef du Service à l'Action Internationale (SAI)
	M. RADANNE	Délégué Régional NPC
	M. VILLAIN	Délégué Régional NPC
	M. LAMBERT	SAI
	M. MARTELLY	Service Industrie
	M. COUSIN	Service Biomasse
	M. DE GROMARD	SAI
	M. CORNUT	SAI
	M. THOMAS	SAI
	M. JACQUES	SAI
	Mme DELIBRIAS-MAS	SAI
	<u>Agence de l'eau</u>	M. NOEL
<u>ANRED</u>	M. AFFHOLDER	Directeur Général
	M. VELLAUD	Chef du Service Déchets organiques
	M. CHEVERRY	Service Agriculture
	M. ANTOINE	Délégation Régionale NPC
	M. BROIX	Service Collectivités Locales
<u>Banque IndoSuez</u>	: M. RIGAUX	
<u>BFCE</u>	M. MASSON	Succursalle de Lille
<u>BNP</u>	M. CHARPENTIER	
	M. BERGERON	
	M. BOCQUET	

<u>CEA</u>	M. LEMAITRE M. KEREVER	Groupe Energies Renouvelables DPT-SEIP
<u>CCCE</u>	Mme LARSILLIERE	Chargée de mission
<u>CEEMAT</u>	M. VAING	
<u>CEMAGREF</u>	M. MOLLE	Chef de la division Energie
<u>CFCE</u>	M. MOSSE	Direction des industries et services
<u>CIRFI</u>	M. PEYRARD	
<u>Crédit Lyonnais</u>	M. DURANCE M. PIC	Agence de Lille Agence de Lille
<u>CTFT</u>	M. VERGNET	Coordinateur du programme bois énergie
<u>DRIR</u>	M. DURIEZ	Division environnement NPC
<u>EDF</u>	M. BOILLOT	Division techniques nouvelles de l'énergie
<u>Experts</u>	Mme DOUCET M. PETITPIERRE M. MOUREAU	Consultant CEE Directeur SICA France riz
<u>IEMVT</u>	M. RICHARD	Chef du service Alimentation
<u>INRA</u>	M. BORIES M. ALBAGNAC M. DUBOURGUIER	INRA Narbonne Directeur INRA Lille Directeur adjoint INRA Lille
<u>SEMA METRA</u>	M. CAGNOT	Bureau SEMA-Energie

INTERVENANTS DES PAYS EN DEVELOPPEMENT

Voir liste page 30

PARICIPANTS DES PAYS EN DEVELOPPEMENT (OBSERVATEURS)

ARGENTINE	M. KUHAZ	Industriel
CAMEROUN	M. BASOMO	Chargé d'Etudes Ministère du Plan et de l'Aménagement du Territoire
COLOMBIE	M. CHEER	Directeur RETECO
COTE D'IVOIRE	M. MOUSSA BADO	Sous Directeur environnement industriel
EGYPTE	M. KHALEK	Directeur

MALAISIE	Mme CHEAH	Directeur Porim
TUNISIE	M. NOURI AMAH	Directeur Energie

DELEGUES ETRANGERS AUPRES DU SERVICE EN FRANCE DE L'ONUDI

COLOMBIE	M. GOMEZ	Division du Commerce Extérieur Ministère du Développement Economique
CONGO	M. BOUITY	Conseiller technique du Ministère de l'Industrie
CHINE	M. HUANZHANG M. BAOSHENG	Ministère des Relations Economiques et Commerciales à l'Etranger CITIC
GUINEE	M. MILLIMONO	Directeur général adjoint du bureau d'études du Ministère de l'Industrie
ANGOLA	M. DE MORAIS	Directeur des Affaires Internationales Ministère de l'Industrie

ENTREPRISES FRANCAISES

Voir liste page 164

INDEX THEMATIQUE

ex. : (1-45) : volume 1, page 45

Abattoirs : cf. élevages

Alcool : cf. fermentation alcoolique

Alimentation animale (1-148) : Densification (1-49) - Colombie (1-92) -
Application d'ingénierie (1-162)

Anarcadier (3-43) : Combustion (1-41) - Kenya (1-119)

Argentine (1-88) : Fermentation alcoolique (1-45) - Sucreries (1-59) - Canne à
sucre (3-49)

Bois (1-85) : Combustion-gazéification (1-41) - Carbonisation densification
(1-49)

Cote d'Ivoire (1-99) (1-101) - République Dominicaine (1-105) -
Tanzanie (1-140)

(2-Gazéification de la canne de Provence) - (2-Centrale à bois aux
Philippines)

Bolivie (1-90) : Méthanisation (1-39) - Sucreries (1-59) - Elevages (1-53)
(1-56) (3-67)

Café (3-9) (1-83) : Combustion-gazéification (1-41) - Carbonisation
densification (1-49)

Cote d'Ivoire (1-97) - (2-Une chaudière à vapeur alimentée au marc
de café)

Cajou : cf. Anarcadier

Canne à sucre (3-49) : Sucreries (1-59) (1-62) (1-64) (1-66) - Combustion
gazéification (1-41) - Fermentation alcoolique (1-45)

Argentine (1-88) - Guinée (1-112) - Inde (1-115) - Ile Maurice
(1-123) - Tanzanie (1-140) - Application ingénierie (1-159)
(2-Ile de la Réunion : combustion de la bagasse...) (2-Distillerie
autonome de canne à sucre...)

Carbonisation (1-49) : Combustion (1-41) - (2-La combustion)

Cote d'Ivoire (1-99) - Sri Lanka (1-137) - Tanzanie (1-140)

Autres industries agro-alimentaires (1-83) (1-85) - Café (3-9) -
Coco (3-20) - Coton (3-27) - Riz (3-55) - Application d'ingénierie
(1-159)

Coco (noix de) (3-20) : Mozambique (1-131) - Huileries (1-76) - Sri Lanka
(1-137) - Gazéification (1-41) - Densification (1-49) -
(2-Gazéification des noix de coco à Bora Bora)

Colombie (1-92) : Méthanisation (1-39) - Gazéification (1-41) - Elevages (1-53)
(1-5) (3-67)

Combustion (1-41) (2-La combustion) : Cote d'Ivoire (1-99) - République
Dominicaine (1-105) - Egypte (1-108) - Guinée (1-112) - Inde
(1-115) - Kenya (1-119) - Ile Maurice (1-123) - Senegal (1-135)
Sucreries (1-64) - Huileries (1-73) (1-78) - Autres industries
agro-alimentaires (1-81) (1-83) (1-85)

Riz (3-55) - Café (3-9) - Coton (3-27) - Anarcadier (3-43) - Canne à sucre (3-49)

Application d'ingénierie (1-160)

(2- Combustion des balles de riz pour la production de vapeur) -
(2-île de la Réunion : combustion de la bagasse dans une centrale électrique associée à une sucrerie) - (2-Combustion des coques de coton dans une huilerie au Mali) - (2-Centrale à bois aux Philippines) - (2-Une chaudière à vapeur alimentée par du charbon et du marc de café)

Compostage : Égypte (1-108) - Ordures ménagères (1-69) - Pakistan (1-133) - Maroc (1-127) - Engrais (1-148) - Sénégal (1-135) - Bolivie (1-90) - Cuba (1-103)

Cote d'Ivoire (1-94) : Méthanisation (1-39) - Huileries (1-73) - Palmier à huile (3-26)

(1-97) : Gazéification (1-41) - Café (1-83) (3-9)

(1-99) : Combustion gazéification (1-41) - Bois (1-85)

(1-101) : Gazéification (1-41) - Carbonisation (1-49) - Bois (1-85)

Coton (3-37) : Huileries (1-78) - Combustion (1-41) - Densification (1-49) - (2-Combustion des coques de coton dans une huilerie au Mali)

Cuba (1-103) : Méthanisation (1-39) - Elevages (1-53) (1-56) (3-67)

Déchets urbains : cf. ordures ménagères

Densification (1-49) : cf. carbonisation

République Dominicaine (1-105) : Combustion (1-41) - Carbonisation (1-49) - Bois (1-85)

Égypte (1-108) : Combustion (1-41) - Ordures ménagères (1-69) (3-74)

Elevages (1-53) (1-56) (3-67) : Méthanisation (1-39)

Bolivie (1-90) - Colombie (1-92) - Cuba (1-103) - Gabon (1-110) - Madagascar (1-121) - Maroc (1-127) - Pakistan (1-133) - Sénégal (1-135) - Tunisie (1-145) - Application d'ingénierie (1-162) - (2-Méthanisation des effluents d'abattoir) - (2-Méthanisation des fientes de volailles au Gabon) - (2-Méthanisation du lisier de porc à Singapour)

Engrais (1-148) : cf. compostage

Fermentation alcoolique (1-45) : Argentine (1-88) - Tanzanie (1-140)

Canne à sucre (3-49)

(2-Distillerie autonome de canne à sucre produisant de l'alcool hydraté carburant)

Gabon (1-110) : Méthanisation (1-39) - Elevages (1-53) (1-56) (3-67) - (2-Méthanisation des fientes de volailles au Gabon)

Gazéification (1-41) (2-La gazéification) : Colombie (1-92) - Cote d'Ivoire (1-97) (1-99) (1-101) - Inde (1-115) - Mozambique (1-131) - Thaïlande (1-143)

Sucreries (1-66) - Huileries (1-76) - Café (3-9) (1-83) - Coco (3-20) - Canne à sucre (3-49) - Riz (3-55)

(2-Gazéification de la canne de Provence) - (2-Gazéification des bourres de coco à Bora-Bora) - (2-Les gazogènes à balles de riz de l'office du Niger)

- Guinée (1-112) : Combustion (1-41) - Sucreries (1-59) (1-62) (1-64) (1-66) -
Canne à sucre (3-49)
- Huilleries (1-73) (1-76) (1-78) : Méthanisation (1-39) - Combustion gazéification
(1-41) - Carbonisation densification (1-49)
Cote d'Ivoire (1-94) - Malaisie (1-125) - Mozambique (1-131) - Sri
Lanka (1-137) - Application d'ingénierie (1-160) - Palmier à huile
(3-26) - Coco (3-20) - Coton (3-27)
(2-Gazéification de bourres de coco à Bora Bora) - (2-Combustion des
coques de coton dans une huilerie au Mali)
- Inde (1-115) : Combustion-gazéification (1-41) - Autres industries
agro-alimentaires (1-81) - Sucreries (1-59) (1-62) (1-64) (1-66) -
Canne à sucre (3-49) - Riz (3-55)
- Indonésie (1-117) : Méthanisation (1-39)
- Kenya (1-119) : Combustion (1-41) - Anarcadier (3-43)
- Madagascar (1-121) : Méthanisation (1-39) - Elevages (1-53) (1-56) (3-67)
- Malaisie (1-125) : Méthanisation (1-39) - Huilleries (1-73) - Palmier à huile
(3-26)
- Ile Maurice (1-123) : Combustion (1-41) - Sucreries (159) (1-64) - Applications
d'ingénierie (1-159) - Canne à sucre (3-49)
- Maroc (1-127) : Méthanisation (1-39) - Elevages abattoirs (1-53) (1-56) (3-67)
- Méthanisation (1-39) (2-Le biogaz) : Bolivie (1-90) - Colombie (1-92) - Cote
d'Ivoire (1-94) - Cuba (1-103) - Gabon (1-110) - Indonésie (1-117) -
Madagascar (1-121) - Malaisie (1-125) - Maroc (1-127) - Pakistan
(1-133) - Sénégal (1-135) - Tunisie (1-145)
Elevages-abattoirs (1-53) (1-56) (3-67) - Sucreries (1-62) - Ordures
ménagères (1-69) (3-74) - Huilleries (1-73)
(2-Méthanisation des rejets de conserveries de légumes) -
(2-Méthanisation des effluents d'abattoirs) - (2-Méthanisation en
continu des ordures ménagères en France) - (2-Méthanisation des
vinasses de distilleries de vin de cognac) - (2-Méthanisation des
fientes de volailles au Gabon) - (2-Méthanisation du lisier de porc
à Singapour) - (2-Fermentation méthanique sur lit fixé des effluents
de sucreries)
- Mozambique (1-131) : Gazéification (1-41) - Huilleries (1-76) - Coco (3-20)
- Ordures ménagères (1-69) (3-74) : Méthanisation (1-39)
Egypte (1-108) - Sénégal (1-135)
(2-Méthanisation en continu des ordures ménagères)
- Pakistan (1-133) : Méthanisation (1-39) - Elevages (1-53) (1-56) (3-67)
- Palmier à huile (3-26) : Huilleries (1-73) - Cote d'Ivoire (1-94) - Malaisie
(1-125) - Application d'ingénierie (1-160)

- Riz (3-55) (1-81) : Combustion gazéification (1-41) - Carbonisation densification (1-49)
 Inde (1-115) - Thaïlande (1-143)
 (2-Les gazogènes à balles de riz de l'office du Niger) -
 (2-Combustion des balles de riz pour la production de vapeur)
- Sénégal (1-135) : Combustion (1-41) - Ordures ménagères (1-69) (3-74) - Méthanisation (1-39) - Abattoirs (1-53) (3-67)
- Sri Lanka (1-137) : Carbonisation densification (1-49) - Huileries (1-73) (1-76) - Coco (3-20)
- Sucreries (1-59) (1-62) (1-64) (1-66) : Méthanisation (1-39) - Combustion (1-41) - Gazéification (1-41) - Fermentation alcoolique (1-45)
 Argentine (1-88) - Bolivie (1-90) - Guinée (1-112) - Inde (1-115) - Ile Maurice (1-123) - Tanzanie (1-140) - Applications d'ingénierie (1-159) - Canne à sucre (3-49)
 (2-Ile de la Réunion : combustion de la bagasse...) -
 (2-Fermentation méthanique sur lit fixé des effluents de sucrerie)
- Tanzanie (1-140) : Fermentation alcoolique (1-45) - Sucreries (1-59) (1-62) - Carbonisation (1-49) - Bois (1-85) - Canne à sucre (3-49)
- Tapioca : Indonésie (1-115)
- Thaïlande (1-143) : Carbonisation (1-49) - Autres industries agro-alimentaires (1-81) - Riz (3-55)
- Tunisie (1-145) : Méthanisation (1-39) - Elevages (1-53) (1-56) (3-67)

ONU
Organisation
des Nations-Unies
pour le Développement Industriel

Centre International de Vienne
A - 1400 Vienne
Autriche
Tél. : 43.222.26310
Télex : 13 56 12

Service de l'ONU en France
118 rue de Vaugirard
F - 75006 Paris
Tél. : 1.45.44.38.02
Télex : 203 503 ONUDE-PR F



NATIONS UNIES

COMITE CONSULTATIF
ONU DI



REPUBLIQUE FRANÇAISE

15795-F
(2 of 3)

**VALORISATION ENERGETIQUE
DES SOUS-PRODUITS
DES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES**

NOVEMBRE 1984 - LILLE (FRANCE)

Tome 2

EVALUATION DU POTENTIEL



AGENCE FRANÇAISE POUR LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE

COMITE CONSULTATIF ONUDI/FRANCE

**VALORISATION ÉNERGETIQUE
DES SOUS-PRODUITS DES INDUSTRIES
AGRO-ALIMENTAIRES**

**EVALUATION DU POTENTIEL DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT
ET NIVEAU DE DÉVELOPPEMENT DES TECHNIQUES**

AGENCE FRANÇAISE POUR
27, RUE LOUIS VICAT
75015 - PARIS - FRANCE



LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE
TEL. 33 (1) 765 20 00
TELEX 203 712 F

CE DOCUMENT A ETE REALISE POUR LE COMPTE DE L'AFME

PAR LE BUREAU D'ETUDES

SEMA, 70 RUE CORTAMBERT, 75016 PARIS

TEL (1) 45 03 21 33

TELEX : SEMELCO 615 178 F

S O M M A I R E

PRESENTATION

UNITES ET ABREVIATIONS UTILISEES

LES GISEMENTS ENERGETIQUES DANS 11 BRANCHES AGRO-INDUSTRIELLES, DANS L'ELEVAGE ET LES DECHETS URBAINS

A - CAFE	page 17
B - CACAO	page 25
C - NOIX DE COCO	page 31
D - PALMIER A HUILE	page 39
E - ARACHIDE	page 47
F - COTON	page 53
G - ANACARDIER ET KARITE	page 61
H - CANNE A SUCRE	page 69
I - RIZ	page 77
J - MAIS-GRAIN	page 85
K - ELEVAGE	page 93
L - DECHETS URBAINS	page 101

(ET POUR CHACUNE DES BRANCHES) : 1 - LES DECHETS A POTENTIEL ENERGETIQUE
2 - SCHEMA DE TRAITEMENT
3 - LE GISEMENT POTENTIEL MONDIAL
4 - LES UTILISATIONS CONCURRENTES
5 - SCHEMA MORPHOLOGIQUE

PRESENTATION

L'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie a chargé SEMA-ENERGIE de réaliser un inventaire des déchets des industries agro-alimentaires ayant un potentiel énergétique dans les pays en développement, avec une analyse des filières de valorisation énergétique possibles.

Pour chacune des principales branches de l'industrie agro-alimentaire tropicale générant de tels déchets, ainsi que pour l'élevage et les déchets des grandes villes, ce document présente :

- les types de déchets et les filières de valorisation en fonction de leur stade de développement,
- le schéma de process visualisant les productions de déchets à chaque stade,
- la structure du gisement potentiel mondial en termes de quantité de déchets et de contenu énergétique utile,
- les formes de valorisation concurrentes de la valorisation énergétique.

Les chaînes de traitement agro-alimentaires retenues concernent les principaux produits tropicaux faisant l'objet d'une transformation industrielle, ce qui garantit une certaine localisation des déchets :

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| - café, | - coton, |
| - cacao, | - anacardier et karité, |
| - noix de coco, | - canne à sucre, |
| - palmier à huile, | - riz, |
| - arachide, | - maïs-grain. |

Pour chaque produit, on s'est efforcé de faire apparaître les déchets et sous-produits en amont de la chaîne industrielle, c'est-à-dire, les résidus laissés au champ ou valorisés dans les villages producteurs.

Les deux autres activités humaines considérées sont, elles aussi, productrices de grandes quantités de biomasse à potentiel énergétique. Il s'agit de :

- l'élevage bovin, porcin et avicole, de type traditionnel ou industriel,
- la production d'ordures ménagères dans les grandes villes, avec collecte centralisée ou non.

1 - LES DECHETS A POTENTIEL ENERGETIQUE ET LES FILIERES DE VALORISATION

Pour chaque type de déchet pouvant faire l'objet d'une conversion énergétique, les technologies envisageables ont été identifiées et caractérisées dans leur niveau de développement.

- . Les déchets et sous-produits présentant un potentiel énergétique peuvent être caractérisés de quatre points de vue :
 - les volumes produits, compte tenu du fait qu'en-dessous d'une production mondiale de 500 000 tonnes par an, l'investissement technologique est peu stimulé,
 - les volumes disponibles, compte tenu des quantités déjà valorisées au stade actuel,
 - le mode de disponibilité, qui permet en particulier de préciser si ces déchets sont pré-collectés ou non, la pré-collecte constituant souvent une indication décisive pour la rentabilité d'une filière de valorisation de type industriel,
 - le coût d'opportunité (ou valeur d'usage) qui, s'il est élevé (cas des mélasses de sucrerie exportées) peut pénaliser fortement certains projets, et s'il est faible voire négatif (cas d'un déchet présentant un facteur de nuisance (par exemple : boues de process d'huile de palme), constitue au contraire un élément très favorable.

- . Les filières de conversion énergétique sont surtout à classer en fonction :
 - de leur niveau de développement qui peut globalement être apprécié de la façon suivante :
 - . combustion chaudière : industriel et fiable, mais des problèmes ponctuels pour choisir le mode d'alimentation en fonction de la granulométrie et du conditionnement du substrat.
 - . méthanisation : industriel et fiable pour les substrats liquides, en développement pour les substrats solides.
 - . gazéification : industriel pour le bois et les coques de coton, en développement pour les autres substrats, en particulier en raison des problèmes de maintenance en site PVD.
 - de la rentabilité de ces filières dont la situation actuelle recoupe souvent le niveau de développement :
 - . technologie industrialisée et diffusée → filière rentable,
 - . technologie au stade de pilote industriel → process technologique, bien maîtrisé mais la rentabilité économique et les procédures de maintenance ne sont pas encore validées en site "marchand",

- . technologie au stade laboratoire → les paramètres de coût sont mal cernés et les perspectives de développement non certifiées.

2 - LES SCHEMAS DE TRAITEMENT

La suite des opérations qui permettent, à partir d'une plante récoltée, de passer au produit fini à usage en général alimentaire, est très variable à l'échelle mondiale.

On s'est limité ici aux traitements des produits agricoles qui sont effectués dans les pays de production, puisque les déchets qui nous intéressent sont ceux des pays en développement. On a présenté les opérations successives par un schéma simplifié qui tient compte :

- des déchets libérés dans l'ensemble du système post récolte, y compris en **amont des transformations du produit** : on a ainsi fait figurer les déchets liés à la plante elle-même, pailles, et troncs, dans la mesure où les gisements énergétiques correspondants sont parfois énormes et inégalement valorisés, même s'ils sont en général dispersés dans les champs, plantations et villages;
- de la dichotomie qui existe pour beaucoup de spéculations dans les pays en développement, entre **un secteur de première transformation artisanale et une industrie** plus ou moins intégrée. Si certains produits comme l'huile d'arachide ou le café sont entièrement transformés par l'industrie, par compte, d'autres, à vocation partiellement vivrière, peuvent être traités par les producteurs ou les artisans ruraux pour **l'amont** (production de coprah, séchage du cacao) ou pour **l'ensemble de la transformation** (huile de palme, beurre de karité, riz, maïs).

D'autre part, les variétés cultivées, la composition des organes végétaux récoltés peuvent, tout comme les procédés de transformation, varier significativement d'un pays ou d'une région à l'autre. Cependant, pour fixer les idées, on a fait figurer dans la mesure du possible pour chaque produit intermédiaire et final et pour chaque déchet des chaînes de transformation, les données suivantes :

- les **rendements pondéraux** ramenés à 100 kg du produit de la chaîne usuellement retenu dans les statistiques de productions;
- les **teneurs en eau**, exprimées en humidité relative sur brut (H.R.) ou en matière sèches sur brut (M.S.).

Ces ratios sont donnés à titre indicatif, ils proviennent pour la plupart des pays d'Afrique de l'Ouest et en particulier du Conseil de l'Entente.

Enfin, les schémas de production des déchets de l'élevage et des grandes villes ont été conçus de manière quelque peu différente :

- . les différents types de déchets générés par l'élevage bovin, porcin et avicole sont décrits de manière qualitative,
- . les ordures ménagères des villes sont présentées en termes de production par habitant et de composition, en fonction du niveau de développement du pays considéré.

3 - LE GISEMENT POTENTIEL MONDIAL

On a tenté d'évaluer, pour les principaux pays en développement producteurs, le gisement énergétique représenté par les déchets des agro-industries et de l'élevage et par les ordures ménagères :

- . Les statistiques de production utilisées sont celles de la F.A.O. pour 1982-1983 et, dans le cas de fluctuations importantes, une moyenne arrondie des 5 dernières années connues.
- . Pour les spéculations comme le cacao dont une partie est exportée à l'état brut et une partie usinée sur place, c'est évidemment la **consommation des usines nationales** qu'on a fait figurer ensuite, qui doit servir de base à l'évaluation des déchets agro-industriels.
- . Les productions prises en compte par les statistiques nationales sont généralement limitées aux **quantités commercialisées**. C'est dire que cette évaluation, sauf dans le cas de l'élevage, ne tient pas compte des résidus liés aux **productions vivrières autoconsommées**, qui sont aussi les résidus les plus dispersés et les moins facilement mobilisables (recyclés comme fertilisants).
- . Dans le cas particulier des ordures ménagères, on a limité l'évaluation à la production des villes du Tiers Monde de plus d'1 million d'habitants.
- . Le calcul des tonnages de déchets produits a ensuite été effectué au moyen d'un ratio déchet/produit commercial. Ce ratio, grossier, est retenu de manière unique pour tous les pays, sauf dans le cas des ordures ménagères.
- . L'évaluation des gisements énergétiques potentiels est basée sur les quantités de **déchets produits** et non sur les quantités réellement disponibles. En effet, il est encore impossible de quantifier la proportion des déchets d'ores et déjà valorisés (une estimation qualitative est présentée dans les tableaux 1). D'autre part, une telle quantification ne tiendrait de toute façon pas compte des conditions et du coût de mobilisation des déchets qui conditionnent la faisabilité économique.

- . L'évaluation des gisements énergétiques potentiels est liée à la technologie envisagée. N'ont été chiffrés, pour chaque pays, que les gisements liés à des techniques de conversion **opérationnelles en taille industrielle**. Pour ce faire, on a tenu compte du pouvoir calorifique inférieur du déchet (en général mal connu car basé sur un faible nombre de données analytiques trop variables), et des rendements de conversion énergétiques réellement constatés en marche normale. Les rendements ont été définis sur une base moyenne pour la combustion (60-65%) ou prudente pour la gazéification (0,20 kWh/tn de pouvoir calorifique) et la méthanisation.

Les gisements énergétiques ainsi évalués doivent donc s'entendre :

- . en énergie "utile", c'est-à-dire finale compte tenu de l'usage calorifique ou électrique qui en sera fait, et après prise en compte des rendements de transformation,
- . en énergie potentielle fournie par l'ensemble des déchets produits et non des déchets réellement disponibles compte tenu des valorisations actuelles et des conditions de mobilisation,
- . avec une importante incertitude relative (qu'on peut estimer à 30-40%) liée à la qualité des statistiques et à l'imprécision des ratios utilisés.

4 - LES UTILISATIONS CONCURRENTES

- . La valorisation énergétique de la biomasse en général et en particulier des déchets des industries agro-alimentaires doit être envisagée compte tenu des autres formes d'utilisation auxquelles peuvent prétendre ces substrats :
 - **alimentation animale**, chaque fois que la valeur "protéines" est importante et lorsqu'il existe en même temps un marché à proximité de la ressource (ex : mélasses de sucrerie),
 - **fertilisation et amendements des sols** chaque fois que la teneur en éléments N, P, K est significative, et ce par épandage direct ou après compostage ou combustion. (ex : rafles de palmier à huile, drèches de conserverie d'ananas),
 - **utilisations diverses** : papiers-cartons, panneaux, habitat traditionnel, matière première industrielle ...
- . Ces concurrences d'utilisation doivent être étudiées en terme :
 - **de bilan économique** : coût de transformation et de conditionnement associés à chaque filière de valorisation, prix de revient des produits substitués, gain en termes de valeur ajoutée locale et de devises,
 - **de marchés accessibles** : volume de la demande existante à une distance telle que le déchet conditionné conserve un intérêt économique pour l'utilisateur ou pour la collectivité.

- . L'analyse des projets dans le cadre desquels l'intérêt comparatif de ces différentes utilisations a été étudiée met en évidence :
 - au niveau économique, une forte sensibilité des projets au coût de transport qui oriente plutôt ceux-ci vers des circuits courts quelle que soit la forme de valorisation,
 - au niveau marché, un développement lent de l'élevage industriel en milieu PVD et une sous utilisation des engrais organiques qui avantagent pour l'instant les formes de valorisation énergétique.

UNITES ET ABREVIATIONS UTILISEES

hl : hectolitre - 1 hl = 0,1 m³

kcal : kilocalorie - 1 kcal = 10⁻³ th = 10⁻⁷ TEP = 4185 J = 3,97 B.T.U.

kWh : kilowattheure - 1 kWh = 0,86 10³ kcal = 0,86 th = 3,6 10⁶ J
(équivalence physique)

H.R. : humidité relative (en pourcentage pondéral sur brut)

M.S. : matière sèche (en pourcentage pondéral sur brut)

t : tonne

TEP : tonne-équivalent-pétrole
1 TEP = 1 TOE = 7,33 BOE = 10⁷ kcal = 10⁴ th = 4,18 10¹⁰ J
= 4 10⁷ B.T.U.

**LES GISEMENTS ENERGETIQUES
DANS 11 BRANCHES AGRO-INDUSTRIELLES**

A - CAFE

CAFE

1. LES DECHETS A POTENTIEL ENERGETIQUE

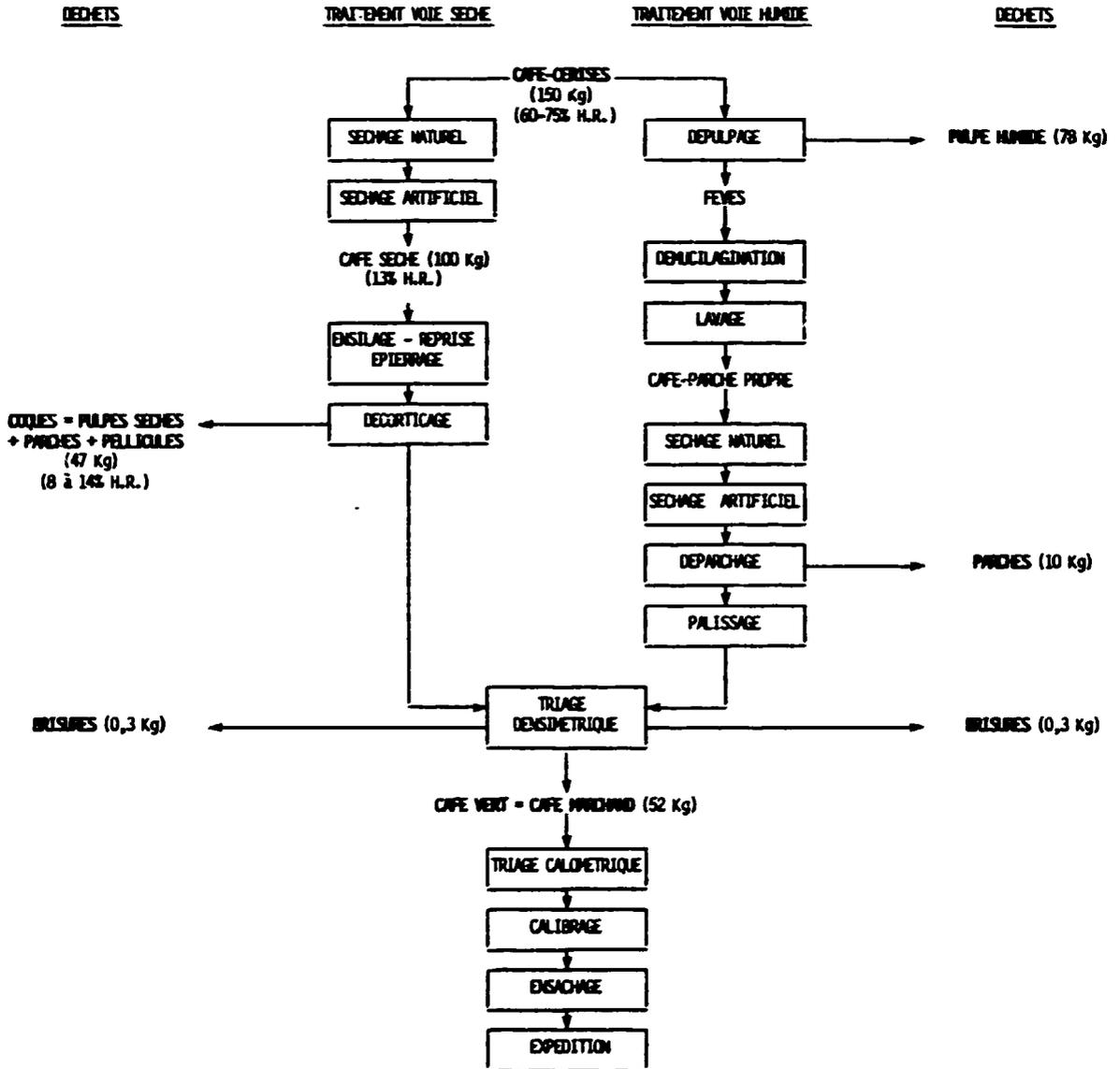
PROCEDES	DECHETS & SOUS-PRODUITS			VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS		
	Type	Tonnage mondial annuel	Valorisation actuelle	Technologie	Niveau de développement	Acteurs français
TRAITEMENT DU CAFE PAR VOIE HUMIDE	pulpe humide	1500 10 ³ t	aucune (nuisance)	méthanisation	pilote	I.R.C.C. - VALORGA
	parches séchées	200 10 ³ t	combustion chaudière rustique	combustion chaudière	industriel	
TRAITEMENT DU CAFE PAR VOIE SECHE	coques = parches + pulpes sèches + pellicule	3500 10 ³ t	aucune (nuisance légère)	combustion chaudière	pilote	I.R.C.C. - PILLARD
				combustion après broyage	pilote	AIRAIN
				combustion après briquetage	pilote	SERMIE
				gazéification	laboratoire	I.R.C.C. - PILLARD
FABRICATION DE CAFE SOLUBLE	marc (25% M.S.)		combustion 40 à 50%	combustion chaudière	industriel (1)	Fabricants de chaudières
				gazéification	laboratoire	
				méthanisation	laboratoire	
			compost			

Fiche d'opération exemplaire A.F.M.E.

(1) une chaudière à vapeur alimentée par du charbon et du marc de café

CAFE

2. SCHEMA DE TRAITEMENT



CAFE

3. LE GISEMENT POTENTIEL MONDIAL

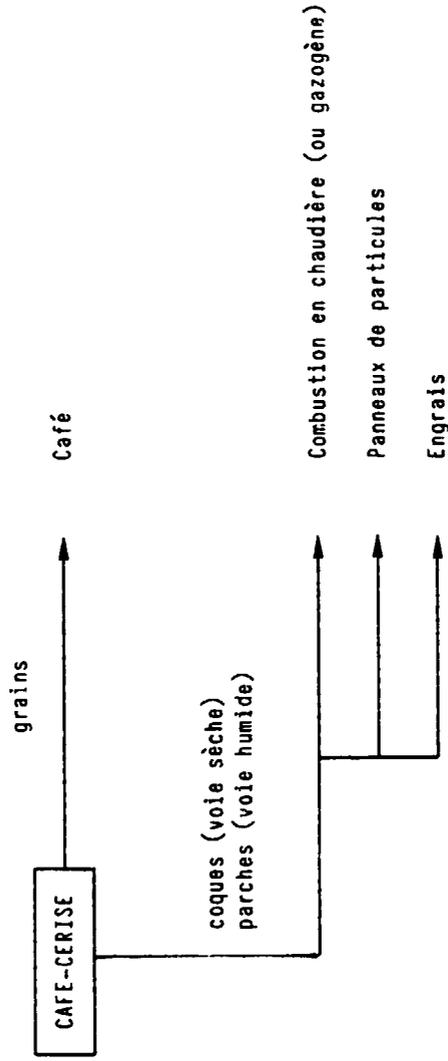
PRINCIPAUX PRODUCTEURS MONDIAUX	PRODUCTION DE CAFE MARCHAND		COQUES (voie sèche)			PULPE HUMIDE (voie humide)	
	1982-1983	moyenne estimée	production moyenne	gisement combustion	gisement gazéifi- cation	production moyenne	gisement méthani- sation
Brésil (A)	1065	1300	878	196	614	485	21,4
Colombie (A)	810	800	540	121	378	300	13,2
Indonésie (R)	318	300	270	60	189	-	-
Mexique (A)	252	250	169	38	118	94	4,1
Côte d'Ivoire (R)	201	250	225	50	158	-	-
Ethiopie (A)	201	200	135	30	95	75	3,3
Ouganda (R)	180	180	162	36	113	-	-
Guatemala (A)	148	150	101	23	71	56	2,5
Salvador (A)	144	150	101	23	71	56	2,5
Costa Rica (A)	138	110	74	17	52	41	1,8
Cameroun (R)	117	110	99	22	69	-	-
Inde (A)	120	130	88	20	61	49	2,1
Pays cités		3930	2840	635	1988	1160	51
MONDE (1982-83)	4870		3505	785	2455	1460	65
UNITES	10 ³ t/an	10 ³ t/an	10 ³ t/an	10 ³ TEP/an	GWh/an	10 ³ t/an	10 ³ TEP/an

RENDEMENT DE CONVERSION ENERGETIQUE	 	0,65	0,7kWh/kg	 	440 kcal/kg
POUVOIR CALORIFIQUE DU DECHET	3440 kcal/kg				
RATIO DECHET/CAFE MARCHAND	0,9				
	1,5				

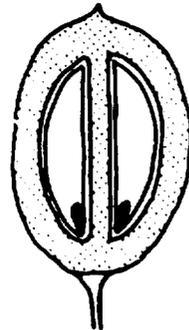
Note : A = arabica, R = robusta. On suppose que dans chaque pays, 75% de l'arabica et 100% du robusta sont traités par voie sèche, et 25% de l'arabica par voie humide.

4. LES UTILISATIONS CONCURRENTES

CAFE



5. COUPE SCHEMATIQUE DE LA CERISE DE CAFE



Grain
marchant { - Endosperme
 - Embryon

« Cerise »

Dénomination des botanistes		Dénomination technologique
Exocarpe	Pellicule rouge ...	Pulpe
Mésocarpe	Partie adhérente à la pellicule rouge	
	Endocarpe	Partie adhérente à la parche
Spermoderme	Parche
		Pellicule argentée

Source: Mémento de l'ajoint technique des travaux ruraux, Ministère français de la coopération

B - CACAO

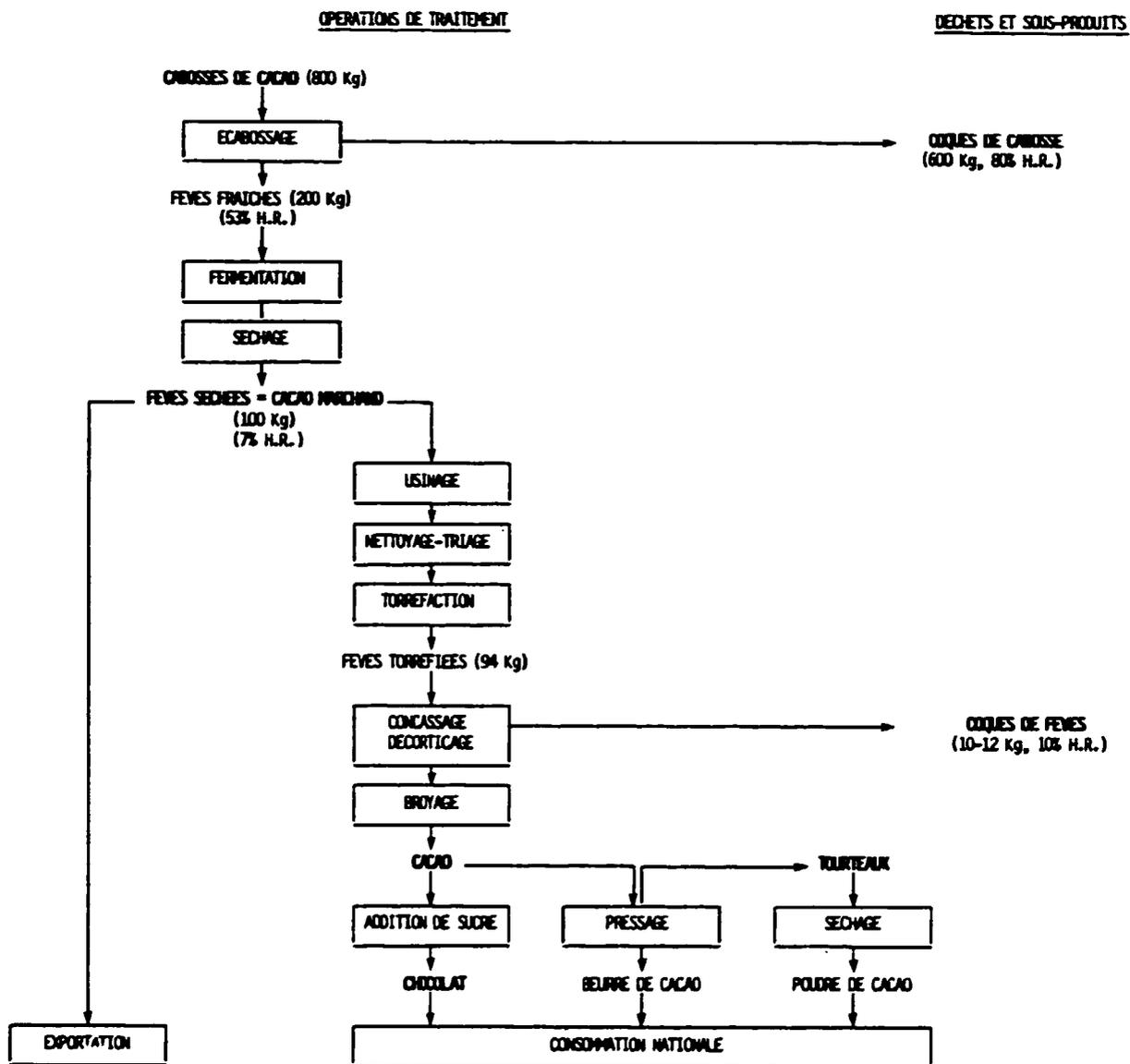
CACAO

1. LES DECHETS A POTENTIEL ENERGETIQUE

PROCEDES	DECHETS & SOUS-PRODUITS			VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS		
	Type	Tonnage mondial annuel	Valorisation actuelle	Technologie	Niveau de développement	Acteurs français
CONDITIONNEMENT DES FEVES	coques de cabosse	9400 10 ³ t	. coques non utilisées 80% (écabossage au champ) . fertilisation potassique	combustion après séchage	laboratoire	
				gazéification après séchage	laboratoire	
				méthanisation	laboratoire	I.R.T.C.
FABRICATION DE CACAO	coques de fèves	150 10 ³ t (dont 66 10 ³ t en P.V.D.)	majoritairement en combustion dans l'usine	combustion chaudière	industriel	Fabricants de chaudières

CACAO

2. SCHEMA DE TRAITEMENT



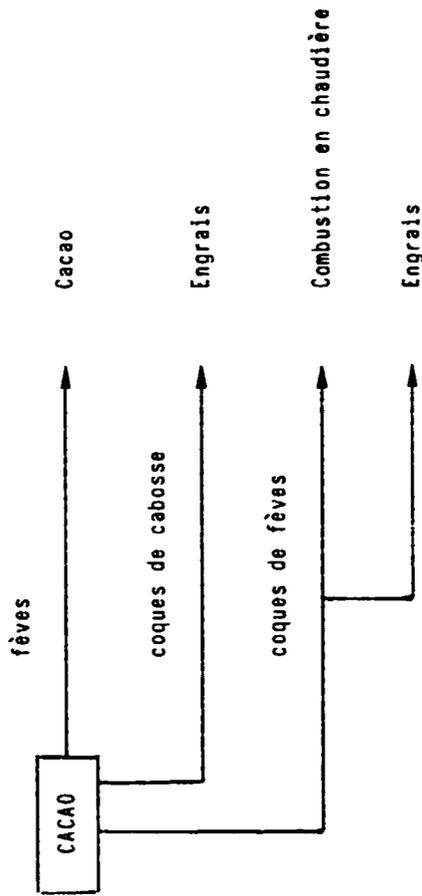
CACAO

3. LE GISEMENT POTENTIEL MONDIAL

PRINCIPAUX PRODUCTEURS MONDIAUX	PRODUCTION MOYENNE DE FEVES (CACAO MARCHAND)			COQUES DE FEVE		COQUES DE CABOSSE		
	production totale	exportation	consom- mation nationale	production nationale	gisement combustion	production (20% MS)	gisement séchage- combustion	gisement séchage- gazéifi- cation
Côte d'Ivoire	390	200	190	19,0	4,6	2340	91	281
Brésil	300	130	170	17,0	4,1	1800	70	216
Ghana	220	200	20	2,0	0,5	1320	52	158
Nigéria	170	140	30	3,0	0,7	1020	40	122
Cameroun	120	70	50	5,0	1,2	720	28	86
Equateur	85	20	65	6,5	1,6	510	20	61
Mexique	40	-	40	4,0	1,0	240	9	29
Colombie	40	5	35	3,5	0,8	240	9	29
République Dominicaine	35	30	5	0,5	0,1	210	8	25
Pays cités	1400	795	605	60,5	14,6	8400	328	1008
MONDE (82-83)	1560	900	660	66	16	9360	365	1123
UNITES	10 ³ t/an	10 ³ t/an	10 ³ t/an	10 ³ t/an	10 ³ TEP/an	10 ³ t/an	10 ³ TEP/an	GWh/an
RENDEMENT DE CONVERSION ENERGETIQUE				 	0,65	 	0,65	0,60kWh/kgMS
POUVOIR CALORIFIQUE DU DECHET				3700 kcal/kg		3000 kcal/kfMS		
RATIO DECHET/FEVES				0,10		6,00		

CACAO

4. LES UTILISATIONS CONCURENTES



C - NOIX DE COCO

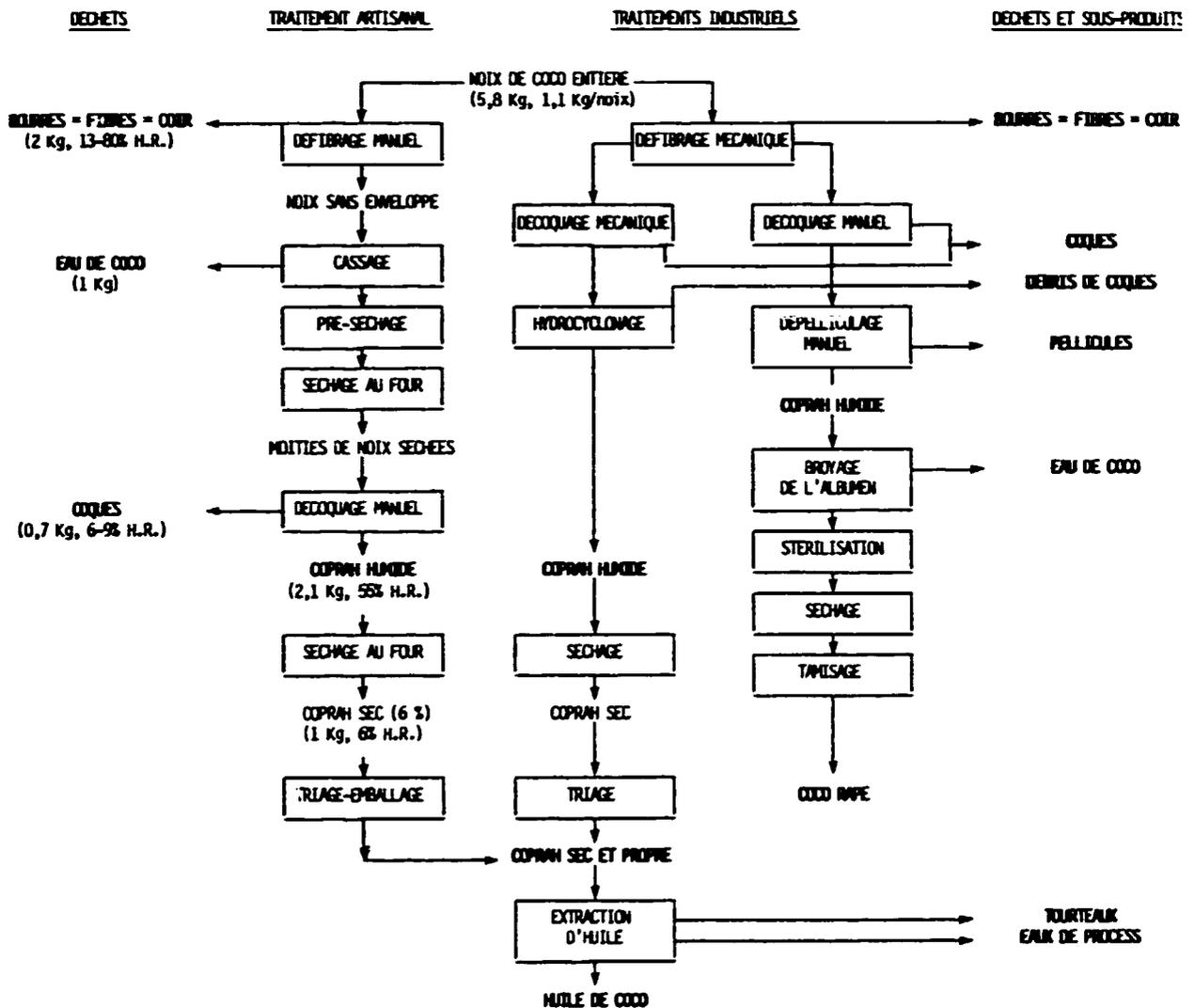
PROCEDES	DECHETS & SOUS-PRODUITS			VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS		
	Type	Tonnage mondial annuel	Valorisation actuelle	Technologie	Niveau de développement	Acteurs français
PLANTATION DE COCOTIERS	stipes = troncs		importante (milieu rural)	déchetage-combustion	artisanal et laboratoire	CEEMAT - C.D.F. - C.T.F.T. - I.R.H.O.
FABRICATION DE COPRAH ET DE COCO RAPE	bourres = fibres = coir = enveloppe	10000 10 ³ t	.en Asie, industrie de la fibre: 50 % .combustion foyer domestique ou séchage du poisson .fertilisation potassique	briquetage-combustion	industriel	
				gazéification	prototype (1) industriel	ENTROPIE - CEA -
	coques	3700 10 ³ t	importante (combustion domestique et charbon actif)	combustion chaudière	industriel	Fabricants de chaudières
				gazéification	prototype industriel	CEEMAT-CHEVET-I.R.H.O.
carbonisation	industriel	PILLARD - PICA				
HUILERIE DE COCO	eaux de process		nulle (nuisance)	méthanisation	laboratoire	
INDUSTRIE DE LA FIBRE DE COCO	poussières de fibres		nulle	briquetage-combustion	prototype industriel	

Fiche d'opération exemplaire A.F.M.E.

(1) gazéification des bourres de coco à Bora-Bora (Polynésie française)

NOIX DE COCO

2. SCHEMA DE TRAITEMENT



NOIX DE COCO

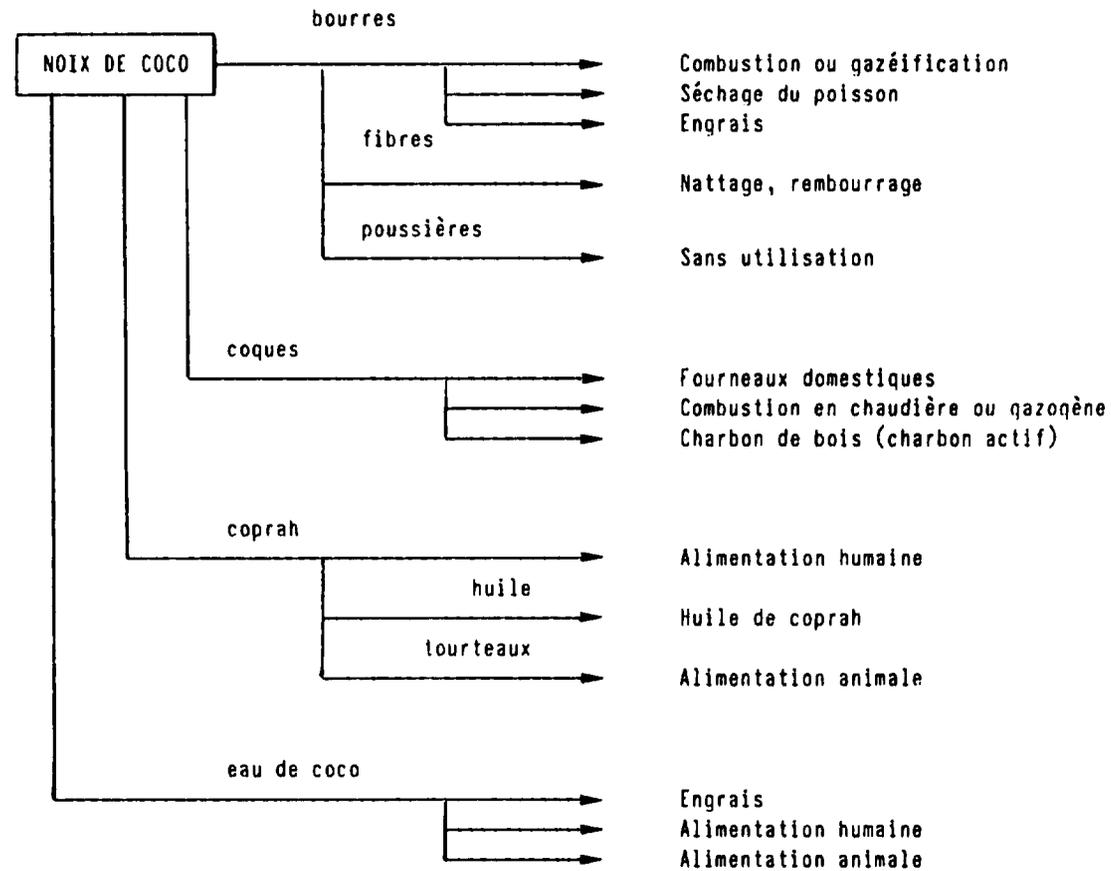
3. LE GISEMENT POTENTIEL MONDIAL

PRINCIPAUX PRODUCTEURS MONDIAUX	PRODUCTION DE COPRAH		COQUES			BOURRES		
	1982	moyenne estimée	production moyenne	gisement combustion	gisement gazéifi- cation	production moyenne	gisement combustion	gisement gazéifi- cation
Philippines	2558	2200	1650	408	1254	4400	660	1760
Indonésie	1389	1350	1013	250	770	2700	405	1080
Inde	340	330	248	61	188	660	99	264
Malaisie	200	200	150	37	114	400	60	160
Papouasie- Nouvelle Guinée	150	140	105	26	80	280	42	112
Sri Lanka	140	130	98	24	74	260	39	104
Mexique	120	120	90	22	68	240	36	96
Pays cités		4470	3353	830	2550	8940	1160	3580
MONDE (1982)	4950		3710	920	2820	9900	1480	3960
UNITES	10 ³ t/an	10 ³ t/an	10 ³ t/an	10 ³ t/an	GWh/an	10 ³ t/an	10 ³ TEP/an	GWh/an

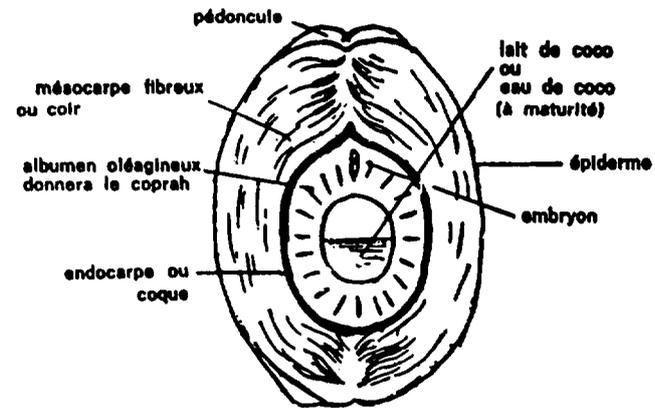
RENDEMENT DE CONVERSION ENERGETIQUE		0,65	0,16 kWh/kg		0,65	0,40 kWh/kg
POUVOIR CALORIFIQUE DU DECHET	3800 kcal/kg			2000 kcal/kg		
RATIO DECHET/COPRAH	0,75			2,00		

NOIX DE COCO

4. LES UTILISATIONS CONCURRENTES



5. COUPE SCHEMATIQUE DE LA NOIX DE COCO



Source: Mémento de l'agronome, Ministère français de la coopération

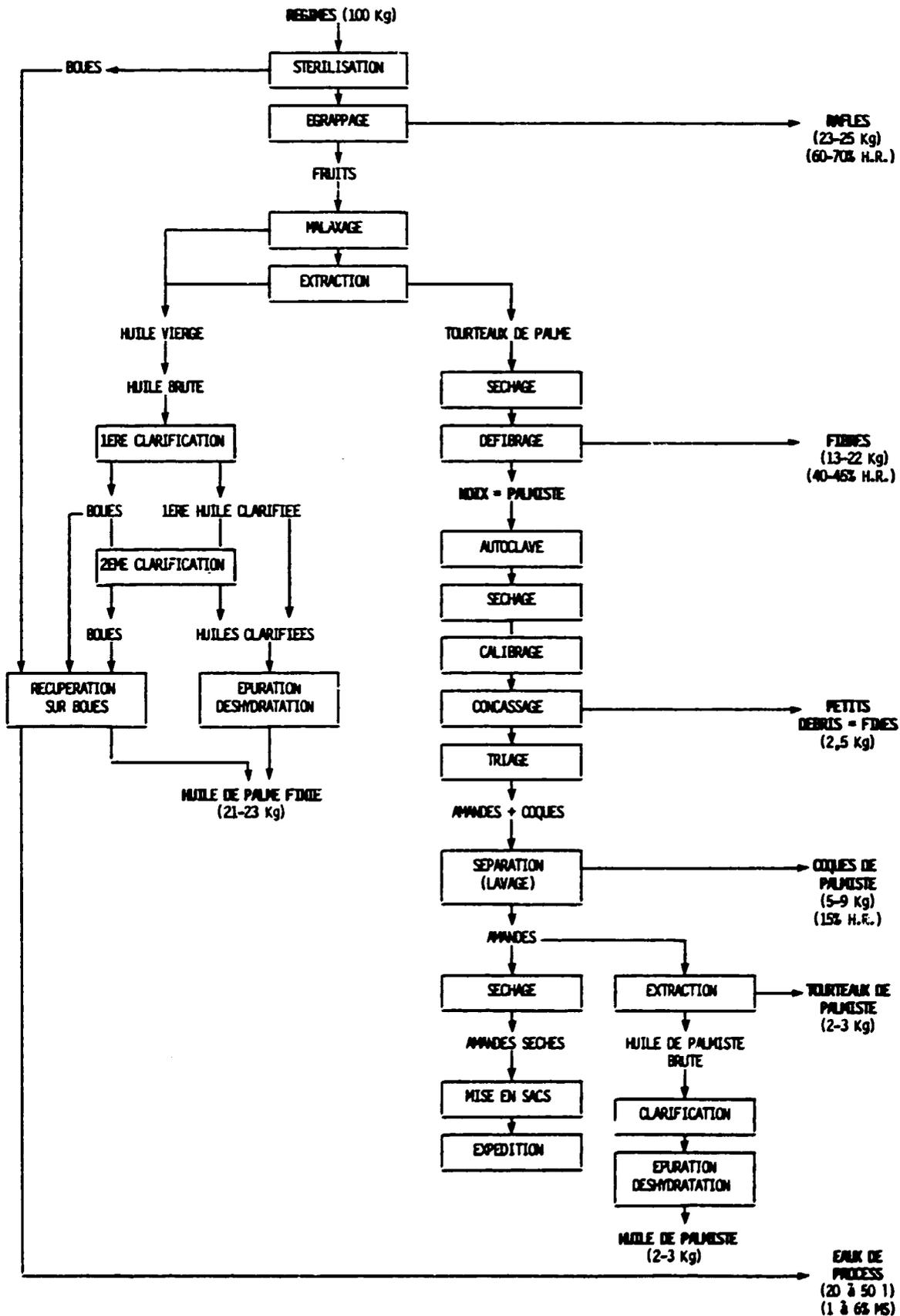
D - PALMIER A HUILE

PALMIER A HUILE

1. LES DECHETS A POTENTIEL ENERGETIQUE

PROCEDES	DECHETS & SOUS-PRODUITS			VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS		
	Type	Tonnage mondial annuel	Valorisation actuelle	Technologie	Niveau de développement	Acteurs français
PLANTATION DE PALMIERS	stipes = troncs		faible, milieu rural (nuisance parasitaire)	carbonisation	pilote	CEEMAT-I.R.H.O.
				déchetage-combustion	pilote	
TRAITEMENT DU REGIME	rafles = pédoncules (humidité: 60%)	$7 \cdot 10^6$ t	incinération pour récupération des cendres	combustion après séchage	laboratoire	I.R.H.O.
	fibres de péricarpe (humidité: 40%)	$6 \cdot 10^6$ t	combustion généralisée: 90% (industrielle et villageoise)	combustion	industriel	Fabricants de chaudières
				briquetage-combustion	laboratoire (bons résultats)	SERMIE
	coques de palmiste	$2,5 \cdot 10^6$ t	combustion usine: 10 à 30%	combustion	industriel	Fabricants de chaudières
gazéification				laboratoire	I.R.H.O.-CEEMAT	
HUILERIE DE PALME	eaux de process	$15 \cdot 10^6$ m ³	aucune (pollution forte)	méthanisation	industrielle	BIOMAGAZ

OPERATIONS DE TRAITEMENT

DECHETS ET
SOUS-PRODUITS

PALMIER A HUILE

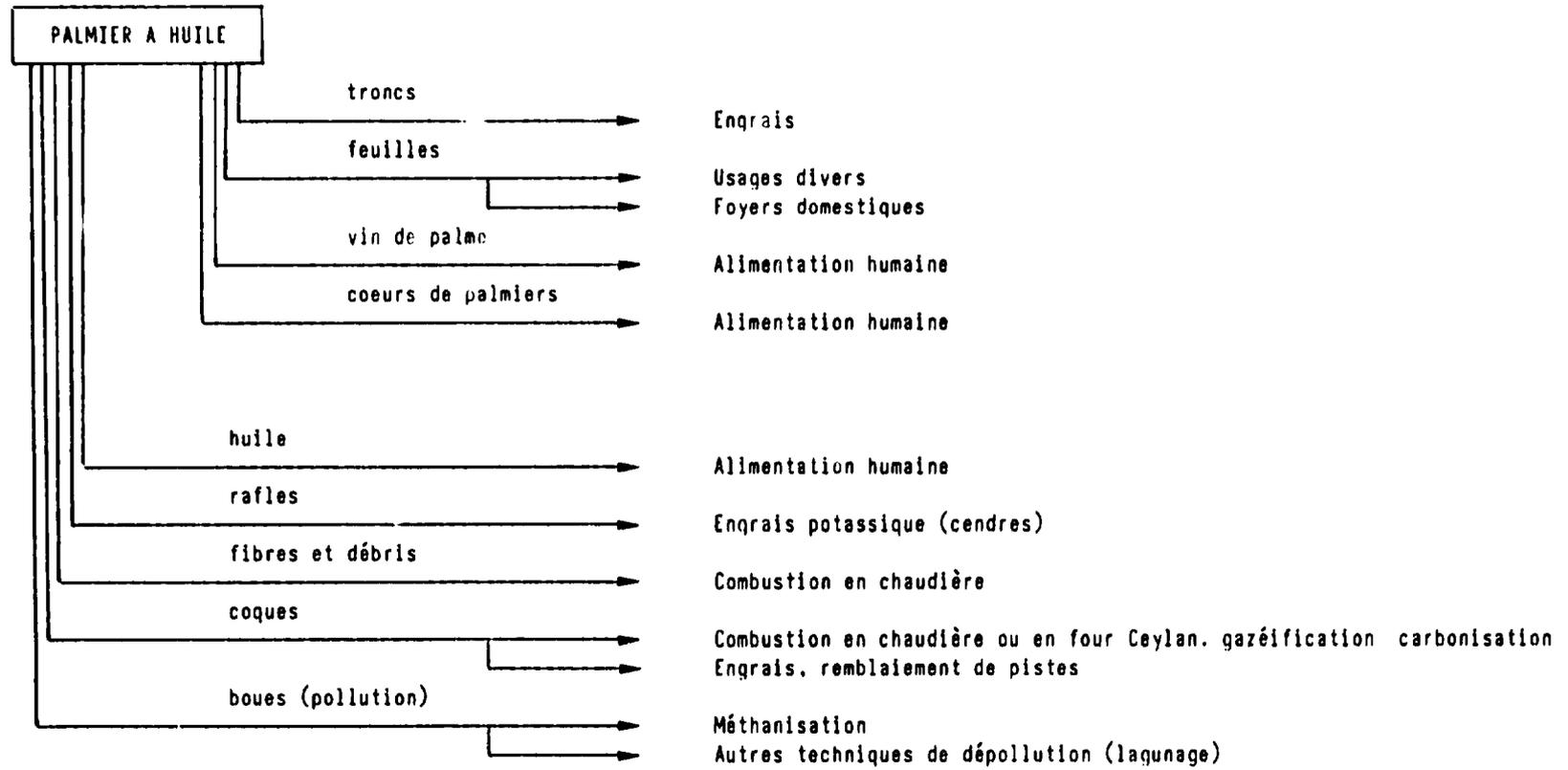
3. LE GISEMENT POTENTIEL MONDIAL

PRINCIPAUX PRODUCTEURS MONDIAUX	PRODUCTION D'HUILE		PRODUCTION DE REGIMES	FIBRES DE PALME		COQUES DE PALMISTE		BOUES DE PROCESS	
	1982	moyenne estimée	moyenne estimée	production moyenne	gisement combustion	production moyenne	gisement combustion	production moyenne	gisement méthanisation
Malaisie	3500	3500	17500	3500	568,8	1400	364,0	8750	134,8
Indonésie	850	800	4000	800	130,0	320	83,2	2000	30,8
Nigéria	540	500	2500	500	81,3	200	52,2	1250	19,3
Côte d'Ivoire	200	200	1000	200	32,5	80	20,8	500	7,7
Zaire	165	150	750	150	24,4	60	15,6	375	5,8
Chine	115	100	500	100	16,3	40	10,4	250	3,9
Colombie	95	90	450	90	14,6	36	9,4	225	3,5
Pays cités		5340	25700	5340	868	2140	555	13350	206
MONDE (1982)	6075		30375	6075	987	2430	632	15188	243
UNITES	10 ³ t/an	10 ³ t/an	10 ³ t/an	10 ³ t/an	10 ³ TEP/an	10 ³ t/an	10 ³ TEP/an	10 ³ m ³ /an	10 ³ TEP/an

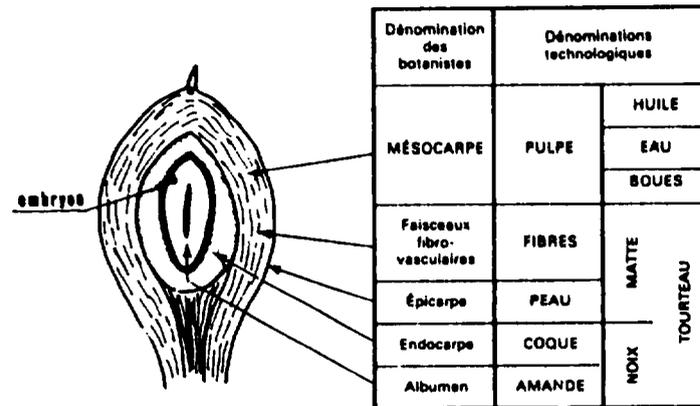
RENDEMENT DE CONVERSION ENERGETIQUE		0,65		0,65		154000kcal/m ³ boue
POUVOIR CALORIFIQUE DU DECHET	2500 kcal/kg		4000 kcal/kg			
RATIO DECHET/HUILE	1		0,4		2,5m ³ /t.huile	

PALMIER A HUILE

4. LES UTILISATIONS CONCURRENTES



5. COUPE SCHEMATIQUE DU FRUIT DE PALME



Source: Mémento de l'ajoint technique des travaux ruraux, Ministère français de la coopération

E - ARACHIDE

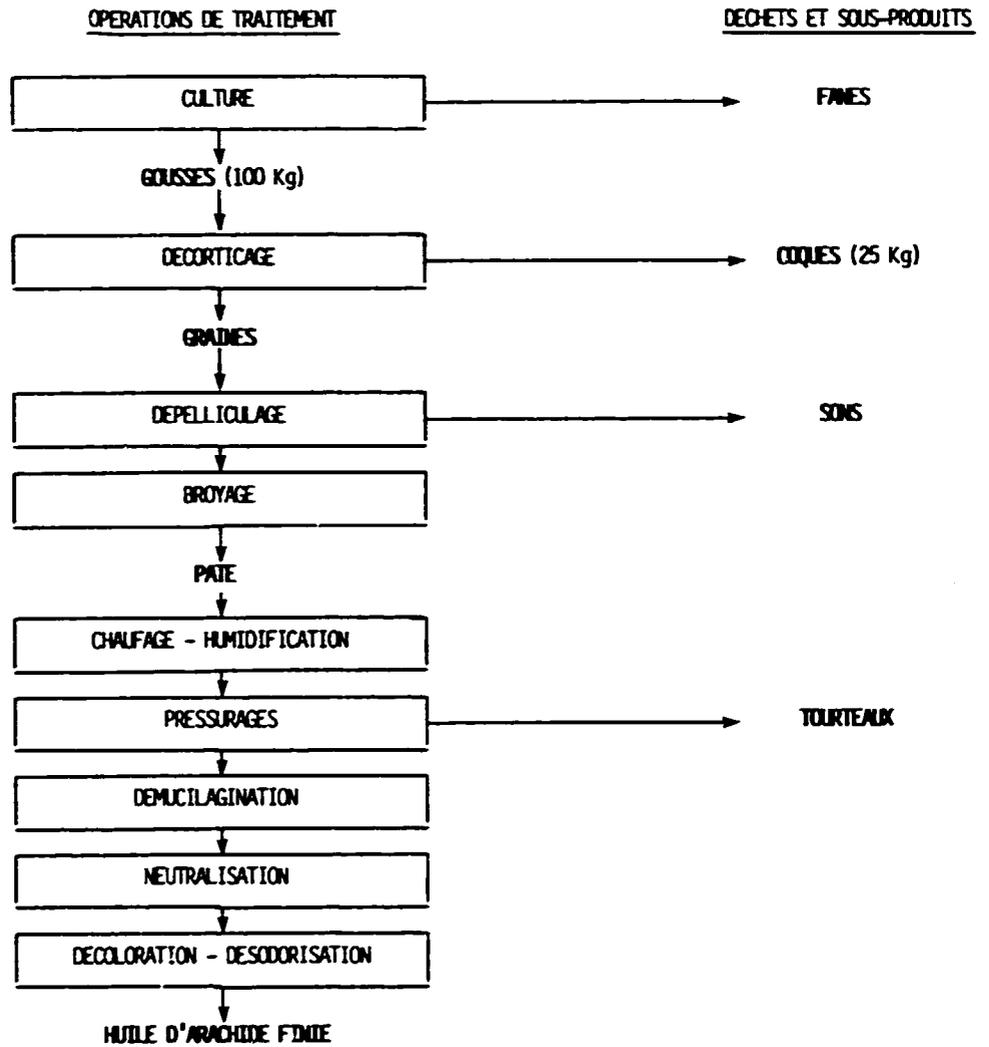
ARACHIDE

1. LES DECHETS A POTENTIEL ENERGETIQUE

PROCEDES	DECHETS & SOUS-PRODUITS			VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS		
	Type	Tonnage mondial annuel	Valorisation actuelle	Technologie	Niveau de développement	Acteurs français
CULTURE D'ARACHIDE	fanés	50 10 ⁶ t	entièrement pour l'alimentation du bétail	combustion		
DECORTIQUERIE ET DECORTIQUERIE-HUILERIE	coques	5 10 ⁶ t	faible en décortiquerie, forte en décortiquerie-huileries (combustion)	combustion	industriel	Fabricants de chaudières
				briquetage-combustion	industriel	SERMIE
				gazéification	laboratoire	

ARACHIDE

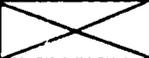
2. SCHEMA DE TRAITEMENT



ARACHIDE

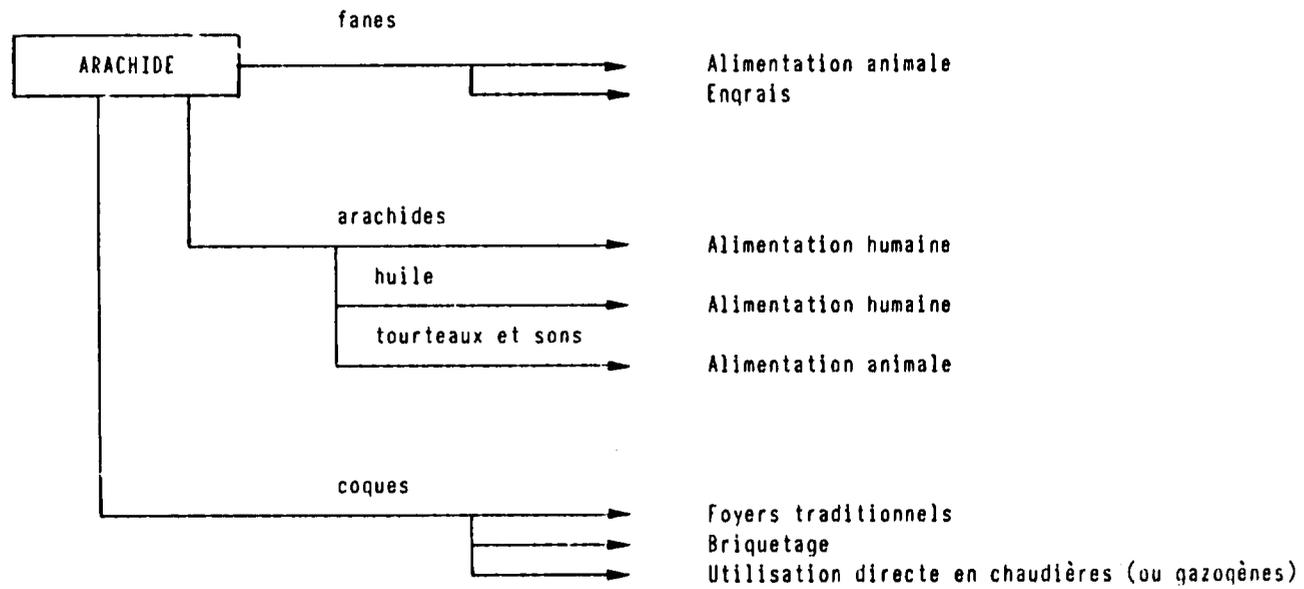
3. LE GISEMENT POTENTIEL MONDIAL

PRINCIPAUX PRODUCTEURS MONDIAUX	PRODUCTION DE GOUSSES		COQUES	
	1981-1982	moyenne estimée	production moyenne	gisement combustion
Inde	7239	6000	1500	390
Chine	3286	3800	950	247
Birmanie	3600	3000	750	195
USA	1806	1600	400	104
Indonésie	857	800	200	52
Soudan	850	830	208	54
Sénégal	790	700	175	46
Nigéria	400	350	88	23
Zaïre	295	300	75	20
Brésil	290	300	75	20
Argentine	240	300	75	20
Pays cités		18000	4500	1170
MONDE	19591	20000	5000	1300
UNITES	10 ³ t/an	10 ³ t/an	10 ³ t/an	10 ³ TEP/an

RENDEMENT DE CONVERSION ENERGETIQUE		0,65
POUVOIR CALORIFIQUE DU DECHET	4000 kcal/kg	
RATIO DECHET/GOUSSES	0,25	

ARACHIDE

4. LES UTILISATIONS CONCURRENTES



F - COTON

COTON

1. LES DECHETS A POTENTIEL ENERGETIQUE

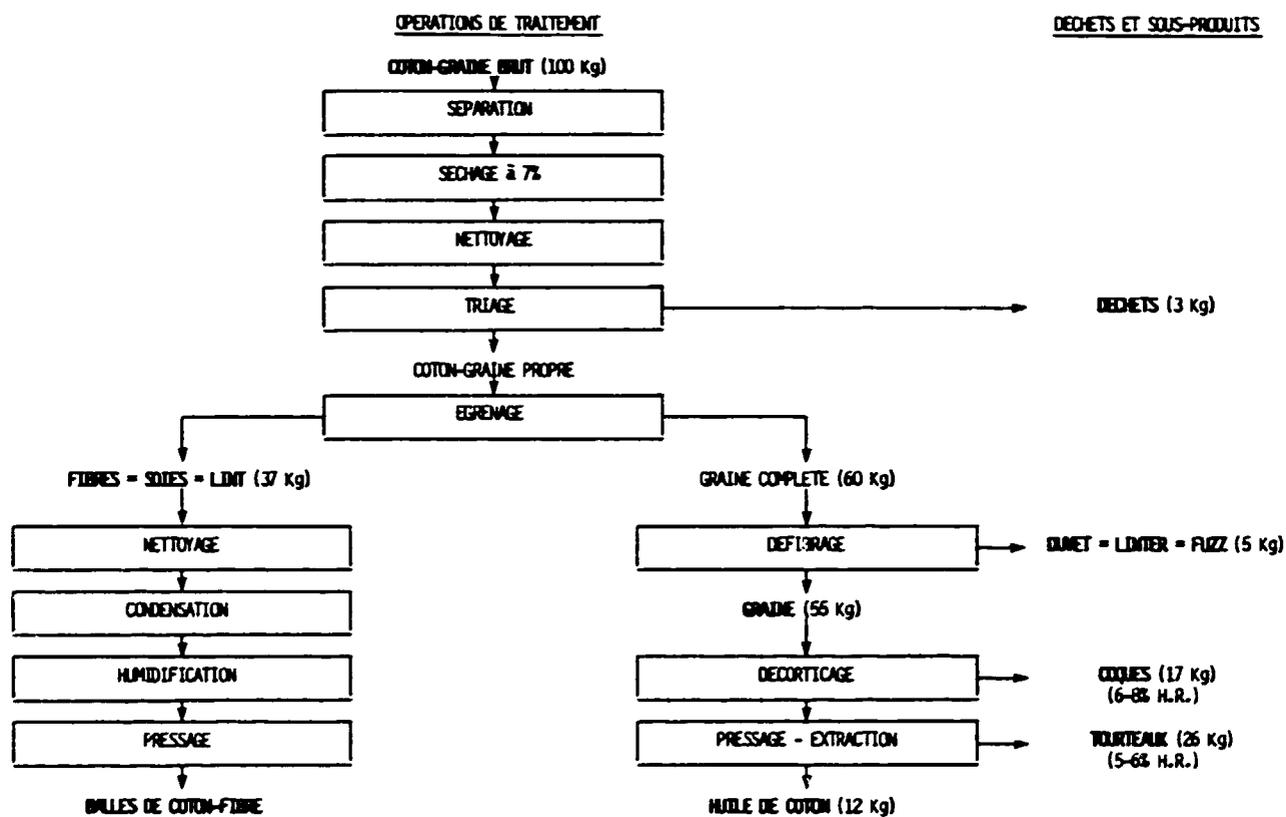
PROCEDES	DECHETS & SOUS-PRODUITS			VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS		
	Type	Tonnage mondial annuel	Valorisation actuelle	Technologie	Niveau de développement	Acteurs français
EGRENAGE	résidus : fibres, poussières et fines	$1 \cdot 10^6$ t	40% est récupéré pour l'artisanat 60% est brûlé ou non utilisé	combustion	industriel	Fabricants de chaudières
TRITURATION (HUILERIE)	Coques	$7,7 \cdot 10^6$ t	généralisée en en combustion	combustion	industriel (1)	Fabricants de chaudières
				gazéification	industriel	DUVANT. CREUSOT-LOIRE

Fiche d'opération exemplaire A.F.M.E.

(1) combustion des coques de coton dans une huilerie au Mali

COTON

2. SCHEMA DE TRAITEMENT



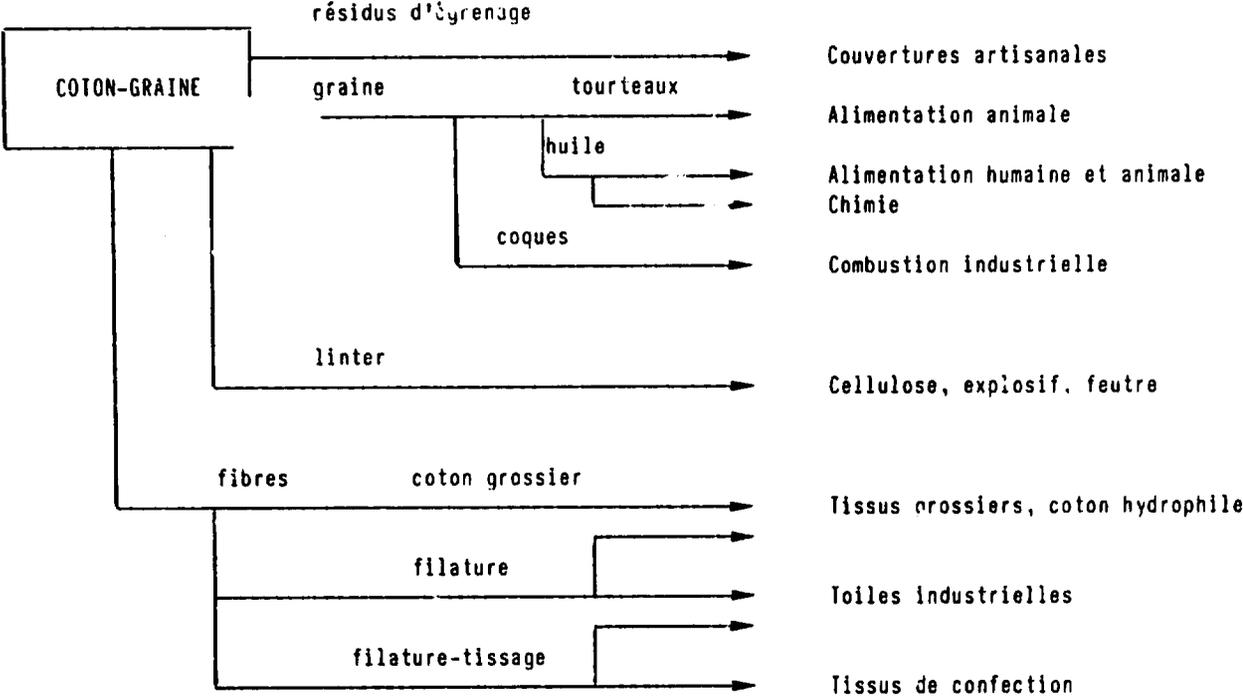
COTON

3. LE GISEMENT POTENTIEL MONDIAL

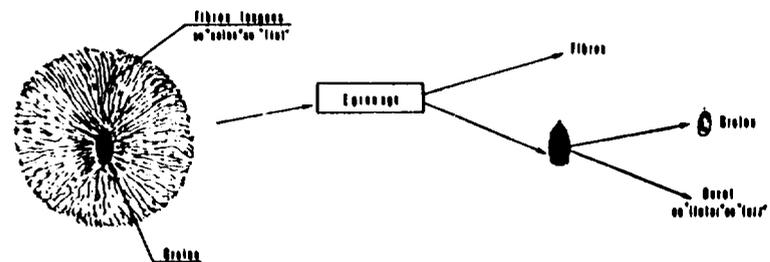
PRINCIPAUX PRODUCTEURS MONDIAUX	PRODUCTION DE GRAINES DE COTON		COQUES		
	1980-1981	moyenne estimée	production moyenne	gisement combustion	gisement gazéifi- cation
Chine	5414	5500	1650	418	1287
URSS	5082	5000	1500	380	1170
USA	4056	4500	1350	342	1053
Inde	2700	2700	810	205	632
Pakistan	1422	1500	450	114	351
Brésil	1057	1100	330	84	257
Egypte	896	800	240	61	187
Turquie	758	800	240	61	187
Mexique	570	550	165	42	129
Argentine	315	300	90	23	70
Soudan	264	250	75	19	59
Pays cités		23000	6900	1750	5380
MONDE (1980-81)	25642		7700	1950	6000
UNITES	10 ³ t/an	10 ³ t/an	10 ³ t/an	10 ³ TEP/an	GWh/an
RENDEMENT DE CONVERSION ENERGETIQUE				0,65	0,78 kWh/kg
POUVOIR CALORIFIQUE DU DECHET			3900 kcal/kg		
RATIO DECHET/GRAINES			0,3		

COTON

4. LES UTILISATIONS CONCURRENTES



5. LES TROIS PRINCIPAUX CONSTITUANTS DU COTON-GRAINE



Source: Mémento de l'ajoint technique des travaux ruraux, Ministère français de la coopération

G - ANACARDIER & KARITE



ANACARDIER & KARITE

1. LES DECHETS A POTENTIEL ENERGETIQUE

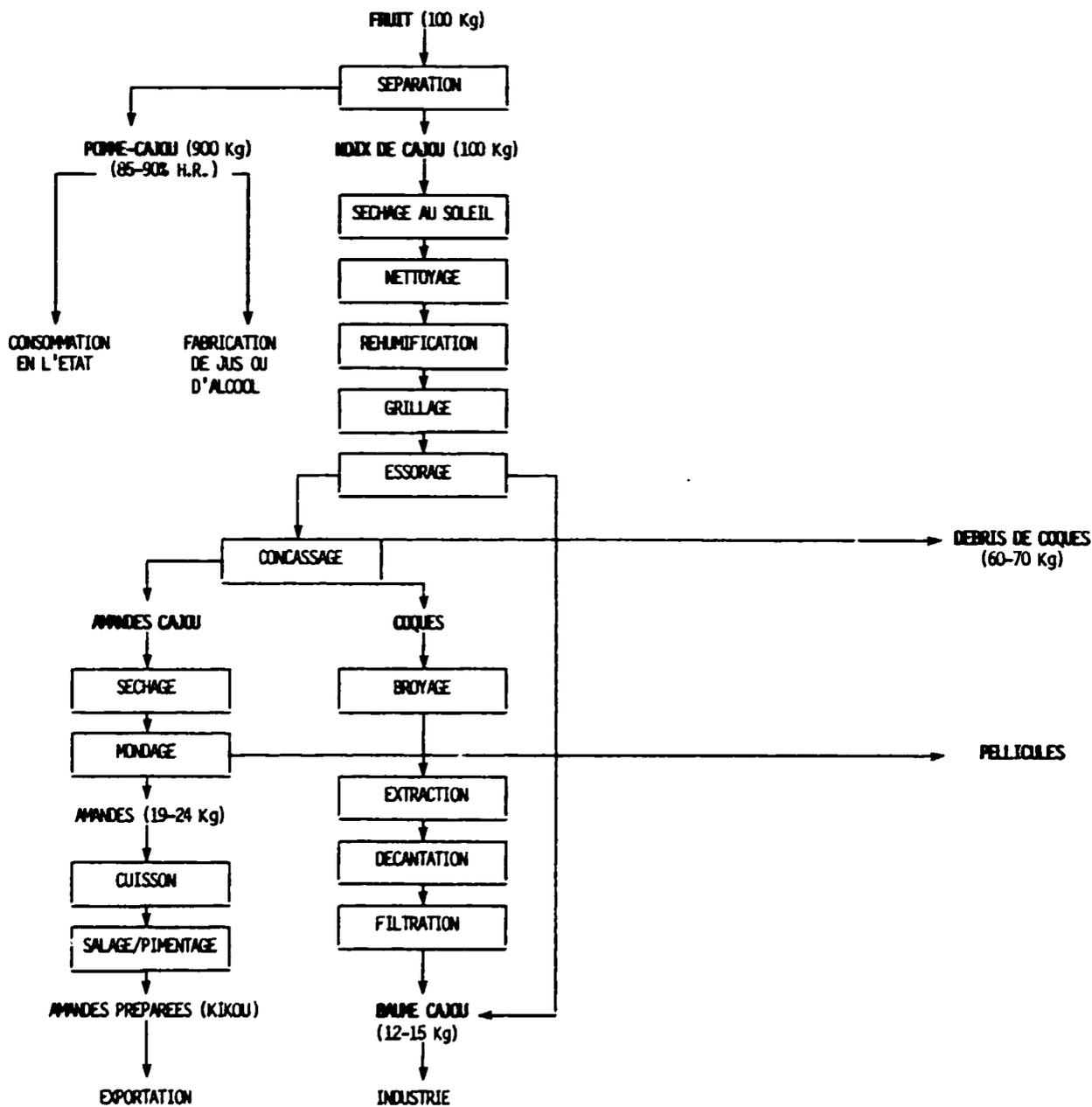
PROCEDES	DECHETS & SOUS-PRODUITS			VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS		
	Type	Tonnage mondial annuel	Valorisation actuelle	Technologie	Niveau de développement	Acteurs français
FABRICATION D'AMANDES ET DE BAUME DE CAJOU (ANACARDIER)	coques	350 10 ³ t (1977)	faible	combustion	pilote	I.R.F.A.
				gazéification	laboratoire	I.R.F.A.
FABRICATION DE BEURRE DE KARITE	tourteaux	50 10 ³ t	forte en huilerie	combustion	industriel	

ANICARDIER

2. SCHEMA DE TRAITEMENT

OPERATIONS DE TRAITEMENT

DECHETS

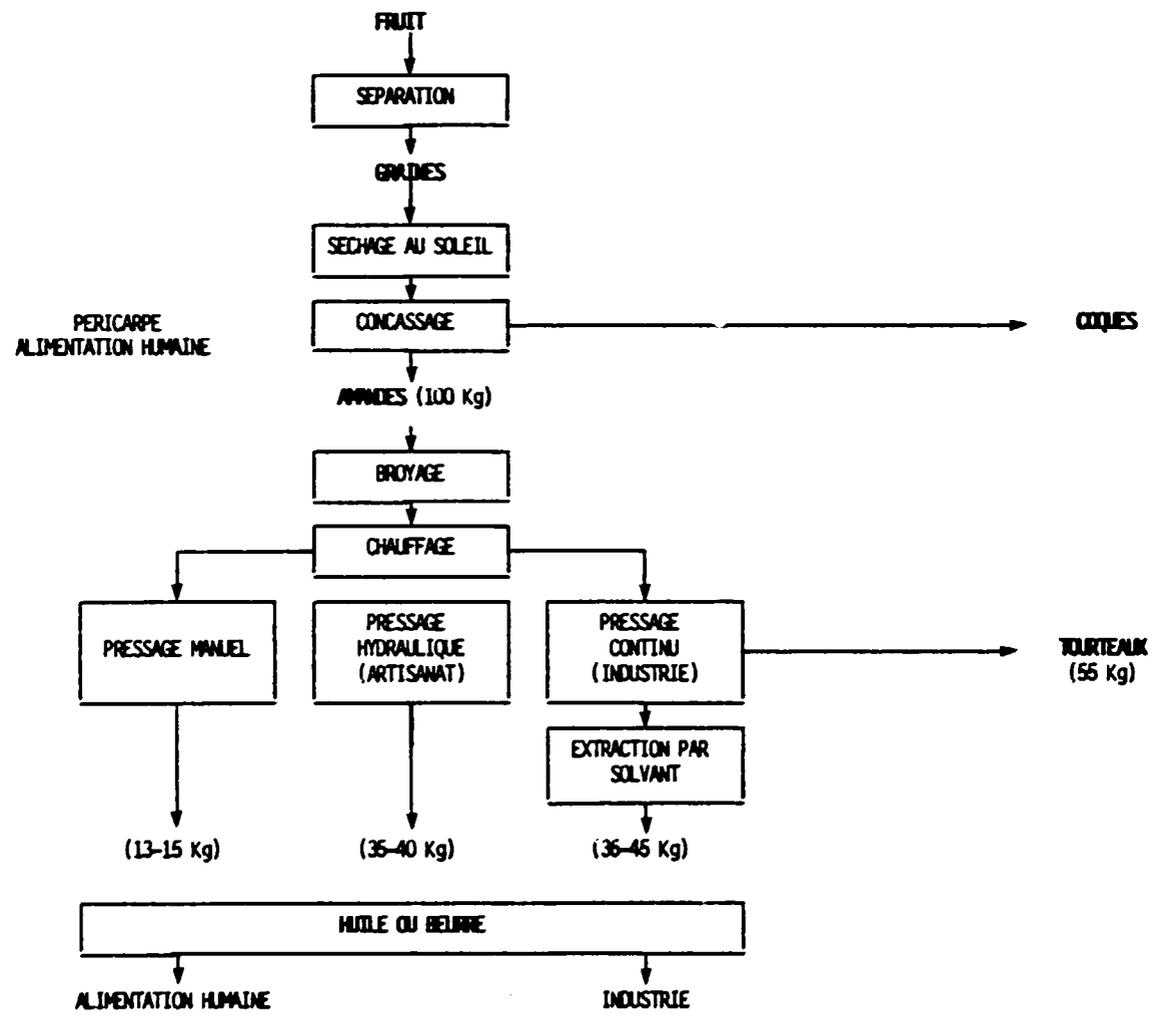


KARTE

2. SCHEMA DE TRAITEMENT

OPERATIONS DE TRAITEMENT

DECHETS



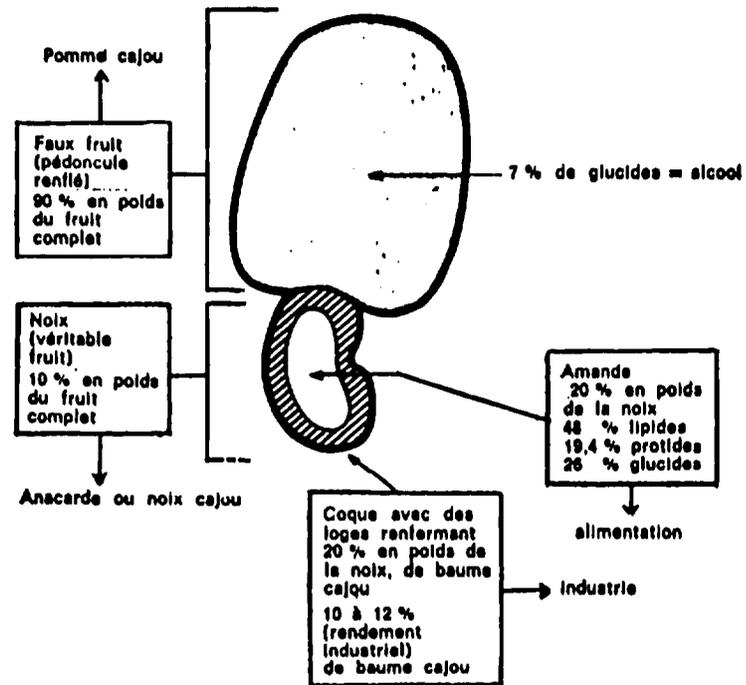
ANACARDIER

3. LE GISEMENT POTENTIEL MONDIAL

PRINCIPAUX PRODUCTEURS MONDIAUX	PRODUCTION DE NOIX DE CAJOU	COQUES	
	1983	production 1983	gisement combustion
Inde	200	130	25350
Brésil	90	58,5	11400
Mozambique	70	45,5	8870
Nigéria	36	23,4	4560
Tanzanie	35	22,8	4440
Kenya	12	7,8	1520
Guinée-Bissau	4,5	2,9	570
Pakistan	4	2,6	510
Thaïlande	4	2,6	510
Pays cités	455,5	296,1	57730
MONDE	467	304	59000
UNITES	1000 t/an	1000 t/an	TEP/an

RENDEMENT DE CONVERSION ENERGETIQUE	 	0,65
POUVOIR CALORIFIQUE DU DECHET	 	3000 kcal/kg
RATIO DECHET/NOIX	0,65	

4 . COUPE SCHEMATIQUE ET UTILISATIONS DU FRUIT D'ANACARDIER



Source: Mémento de l'agronome, Ministère français de la coopération

H - CANNE A SUCRE

CANNE A SUCRE

1. LES DECHETS A POTENTIEL ENERGETIQUE

PROCEDES	DECHETS & SOUS-PRODUITS			VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS		
	Type	Tonnage mondial annuel	Valorisation actuelle	Technologie	Niveau de développement	Acteurs français
CULTURE DE CANNE	bouts blancs		essentiellement alimentation animale	méthanisation	laboratoire	
SUCRERIE DE CANNE	bagasses	240 10 ⁶ t	combustion généralisée (excédent : 0 à 30%)	combustion et briquetage-combustion	industriel (1)	CREUSOT LOIRE FIVES-LILLE
				gazéification	pilote	
				méthanisation	pilote	
	mélasses	32 10 ⁶ t	essentiellement alimentation animale	fabrication d'éthanol	industriel (2)	SPEICHIM SODECIA

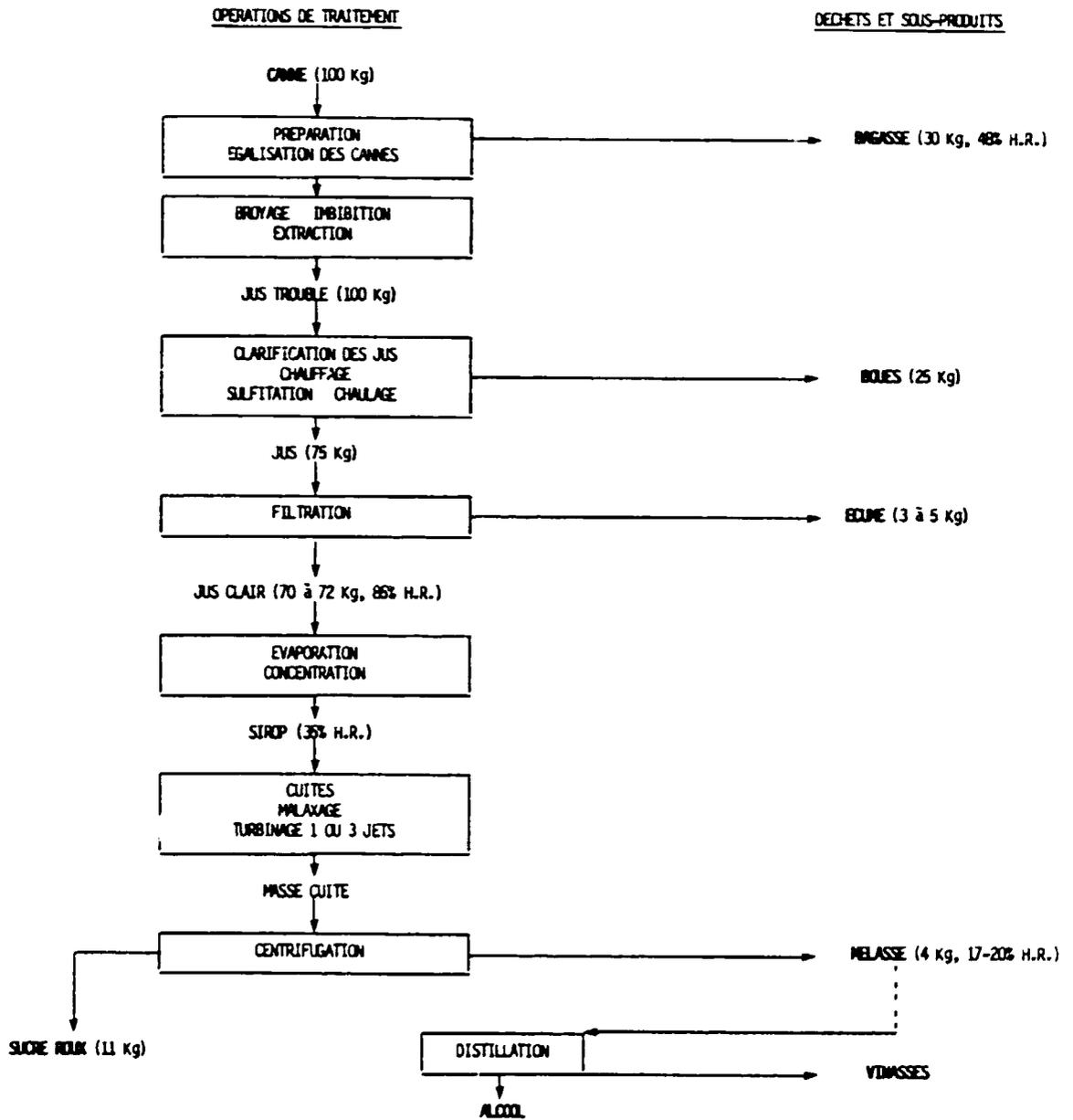
Fiches d'opérations exemplaires A.F.M.E.

(1) combustion de la bagasse dans une centrale électrique associée à une sucrerie - Ile de la Réunion

(2) distillerie autonome de canne à sucre produisant de l'alcool hydraté carburant - Brésil

CANNE A SUCRE

2. SCHEMA DE TRAITEMENT



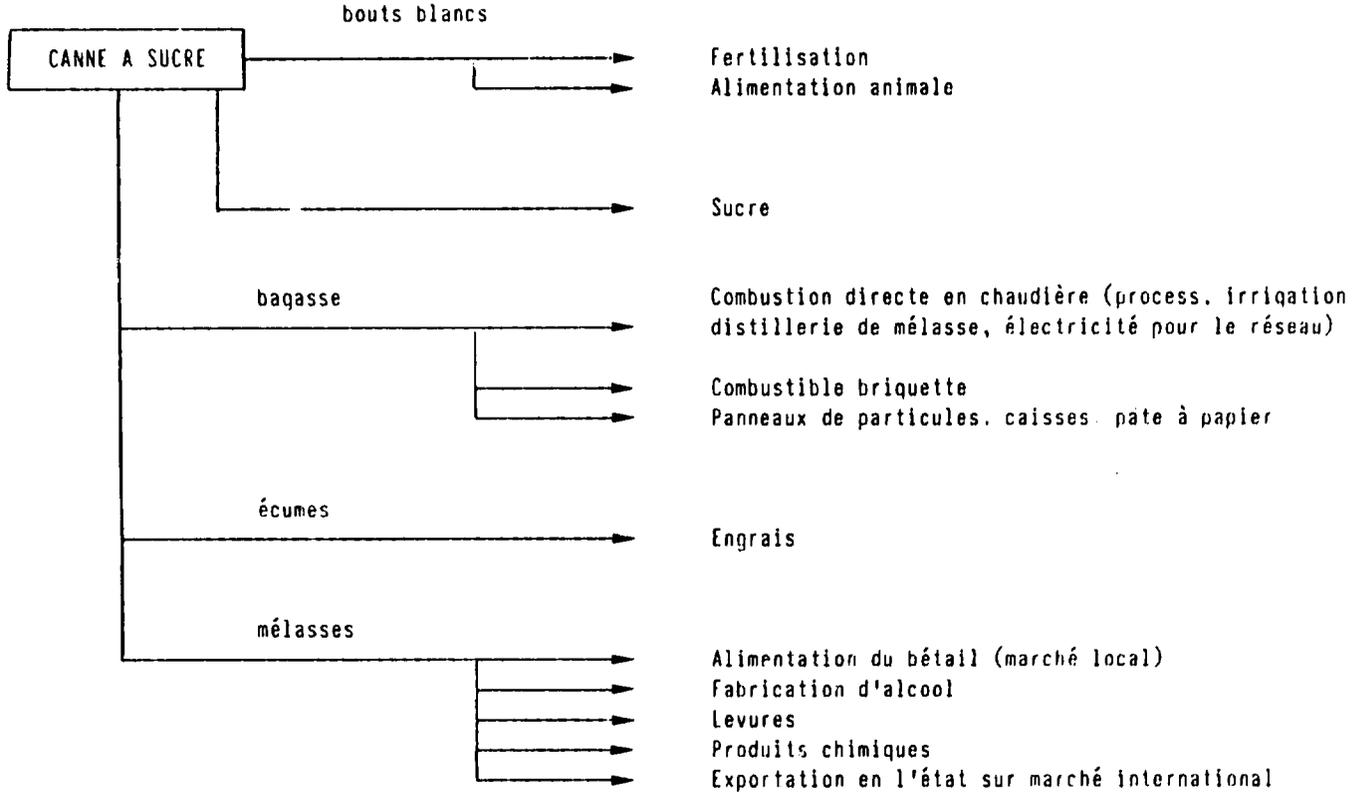
CANNE A SUCRE

3. LE GISEMENT POTENTIEL MONDIAL

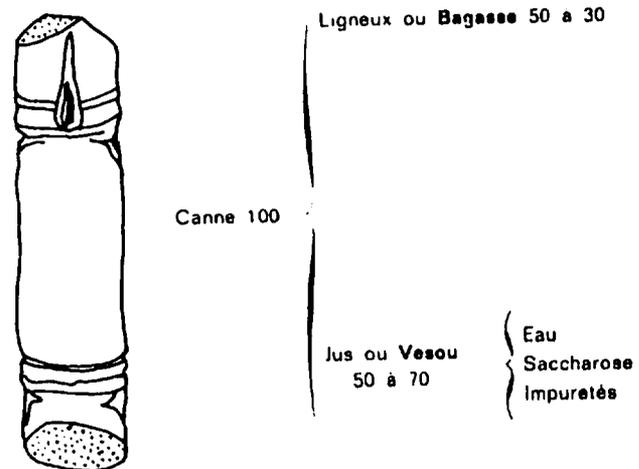
PRINCIPAUX PRODUCTEURS MONDIAUX	PRODUCTION		BAGASSE		MELASSE		
	CANNE	SUCRE	production moyenne	gisement combustion	production moyenne	gisement ethanol	gisement ethanol
	moyenne estimée	moyenne estimée					
Brésil	140	8,0	42,0	5190	5600	15570	1557
Inde	130	5,5	39,0	4820	5200	14460	1446
Cuba	65	6,5	19,5	2410	2600	7230	723
Mexique	32	2,5	9,6	1190	1280	3560	356
Chine	30	2,5	9,0	1110	1200	3340	334
Pakistan	28	0,8	8,4	1040	1120	3110	311
Colombie	25	1,2	7,5	930	1000	2780	278
Australie	24	3,1	7,2	890	960	2670	267
Philippines	21	2,3	6,3	780	840	2340	234
Afrique du Sud	20	2,0	6,0	740	800	2220	222
Argentine	17	1,0	5,1	630	680	1890	189
Indonésie	17	1,4	5,1	630	680	1890	189
Thaïlande	20	1,6	6,0	740	800	2220	222
Pays cités	570	40	170	21000	23000	63000	6300
MONDE	800	90	240	30000	32000	89000	8900
UNITES	10 ⁶ t/an	10 ⁶ t/an	10 ⁶ t/an	10 ³ TEP/an	10 ³ t/an	10 ³ hl/an	10 ³ TEP/an
RENDEMENT DE CONVERSION ENERGETIQUE				0,65		2,78hl/t mélasse	0,1 TEP/hl
POUVOIR CALORIFIQUE DU DECHET			1900 kcal/kg		3800 kcal/kg (80%MS)		
RATIO DECHET/CANNE			0,30		0,04		

CANNE A SUCRE

4. LES UTILISATIONS CONCURRENTES



5. LES CONSTITUANTS DE LA CANNE A SUCRE



Source: Mémento de l'ajoint technique des travaux ruraux, Ministère français de la coopération

I - RIZ

PROCEDES	DECHETS & SOUS-PRODUITS			VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS		
	Type	Tonnage mondial annuel	Valorisation actuelle	Technologie	Niveau de développement	Acteurs français
MOISSON et BATTAGE	pailles	620000 10 ⁶ t	.alimentation animale .habitat	combustion	industriel (1)	
				méthanisation	laboratoire	
DECORTIQUAGE (RIZERIE)	balles	80000 10 ⁶ t	.aucune en général (brûlage) .combustion en chaudière dans les rizeries avec pré-cuisson (Asie)	combustion	industriel (2)	
				briquetage-combustion	pilote	
				gazéification	industriel (3)	PILLARD

Fiches d'opérations exemplaires A.F.M.E.

- (1) déshydratation des fourrages avec un générateur à paille
- (2) combustion des balles de riz pour la production de vapeur
- (3) les gazogènes à balles de riz de l'Office du Niger, Mali

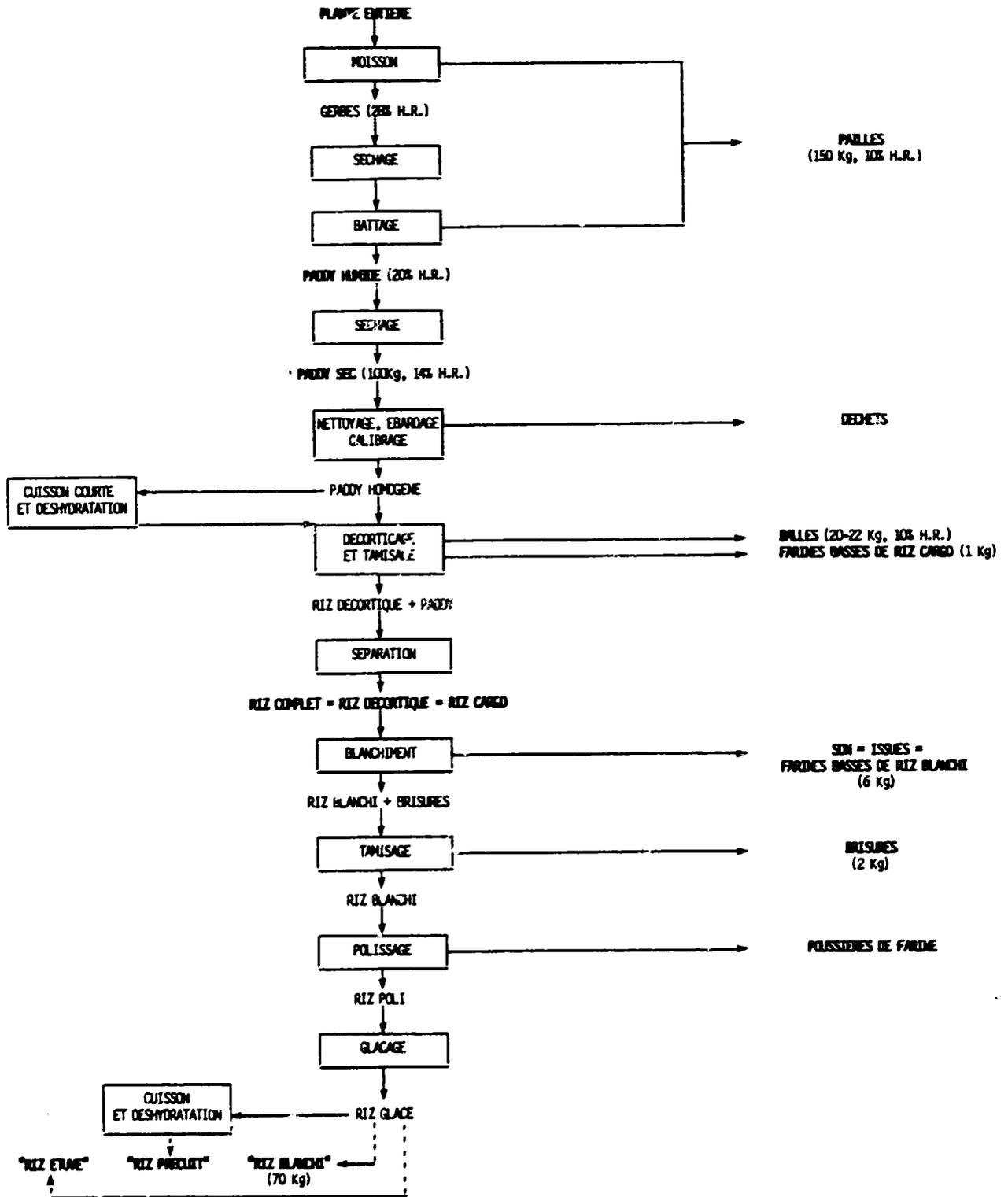
RIZ

2. SCHEMA DE TRAITEMENT

OPERATIONS DE TRAITEMENT

DECHETS ET SOUS-PRODUITS

("riz étuvé") ("riz précuit") ("riz blanchi") (opérations communes)



RIZ

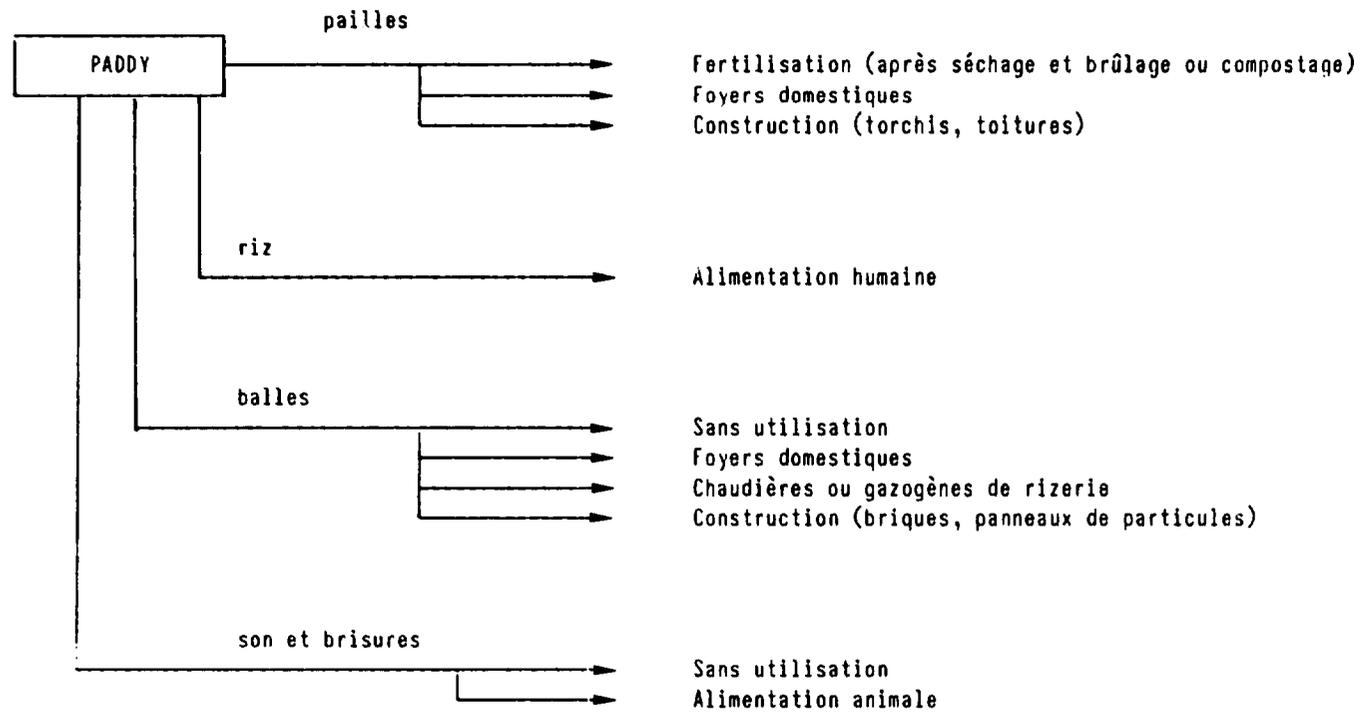
3. LE GISEMENT POTENTIEL MONDIAL

PRINCIPAUX PRODUCTEURS MONDIAUX	PRODUCTION DE PADDY		BALLES		
	1981-1982	moyenne estimée	production moyenne	gisement combustion	gisement gazéfi- cation
Chine	140,0	140	28,0	4906	16352
Inde	80,5	75	15,0	2628	8760
Indonésie	32,8	30	6,0	1051	3504
Bengladesh	20,5	20	4,0	701	2336
Thaïlande	18,8	18	3,6	631	2102
Birmanie	13,6	13	2,6	456	1518
Japon	12,8	12	2,4	420	1402
Vietnam	10,5	10	2,0	350	1168
Brésil	9,5	9	1,8	315	1051
USA	8,3	7	1,4	245	818
Philippines	7,3	7	1,4	245	818
Rép. de Corée	7,0	7	1,4	245	818
Pays cités		348	70	12200	40600
MONDE (1981-82)	412,5		83	14500	48200
UNITES	10^6 t/an	10^6 t/an	10^6 t/an	10^3 TEP/an	GWh/an

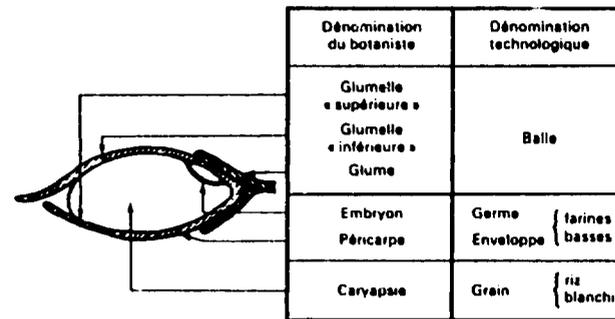
RENDEMENT DE CONVERSION ENERGETIQUE		60 %	0,58 kWh/kg
POUVOIR CALORIFIQUE DU DECHET	2920 kcal/kg		
RATIO DECHET/PADDY	0,20		

RIZ

4. LES UTILISATIONS CONCURRENTES



5. COUPE SCHEMATIQUE DU GRAIN DE RIZ



Source: Mémento de l'ajoint technique des travaux ruraux, Ministère français de la coopération

J - MAIS-GRAIN

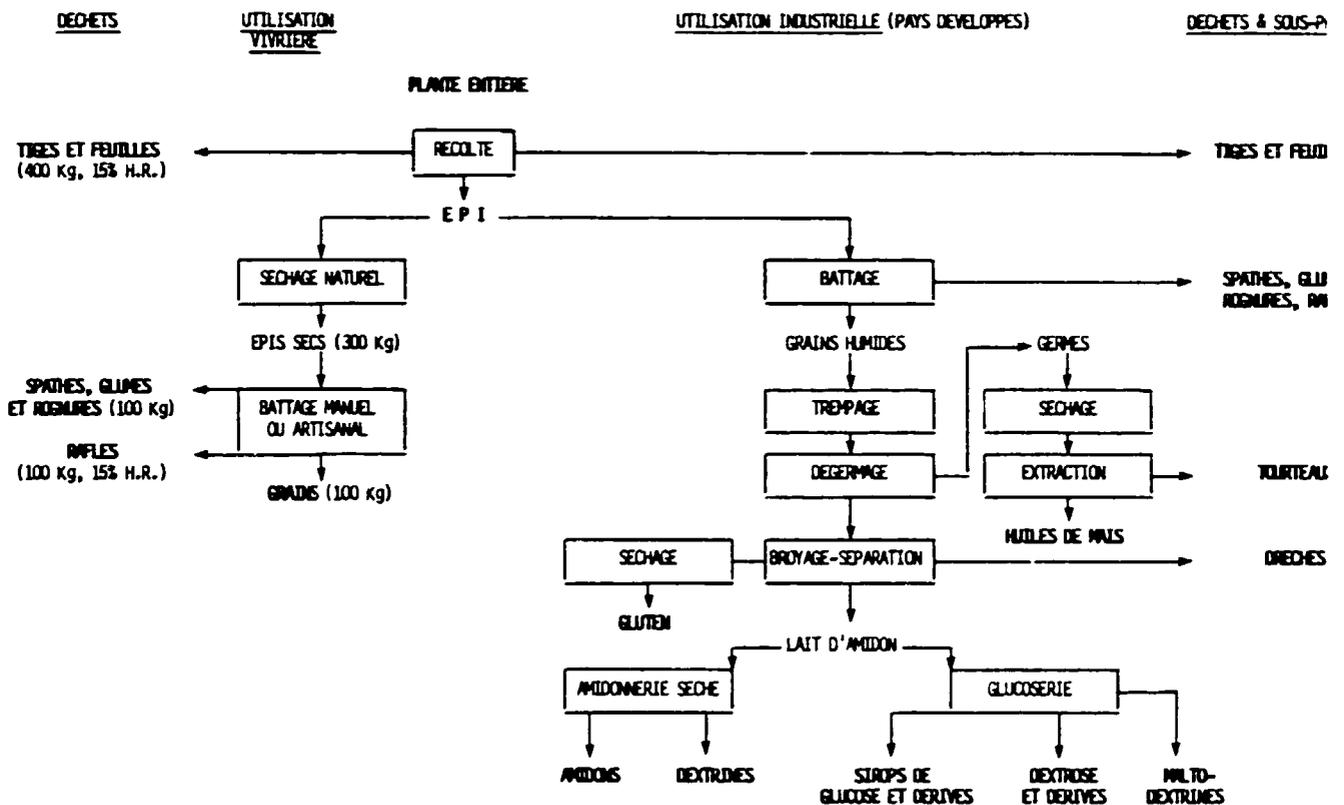
MAIS-GRAIN

1. LES DECHETS A POTENTIEL ENERGETIQUE

PROCEDES	DECHETS & SOUS-PRODUITS			VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS		
	Type	Tonnage mondial annuel	Valorisation actuelle	Technologie	Niveau de développement	Acteurs français
RECOLTE	tiges et feuilles	1750 10 ⁶ t	alimentation animale	gazéification	laboratoire	CEMAGREF
				méthanisation	laboratoire	
BATTAGE	axe = rafle	440 10 ⁶ t	alimentation animale et combustion	combustion	pilote	
				gazéification	laboratoire	

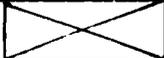
MALS-GRAIN

2. SCHEMA DE TRAITEMENT



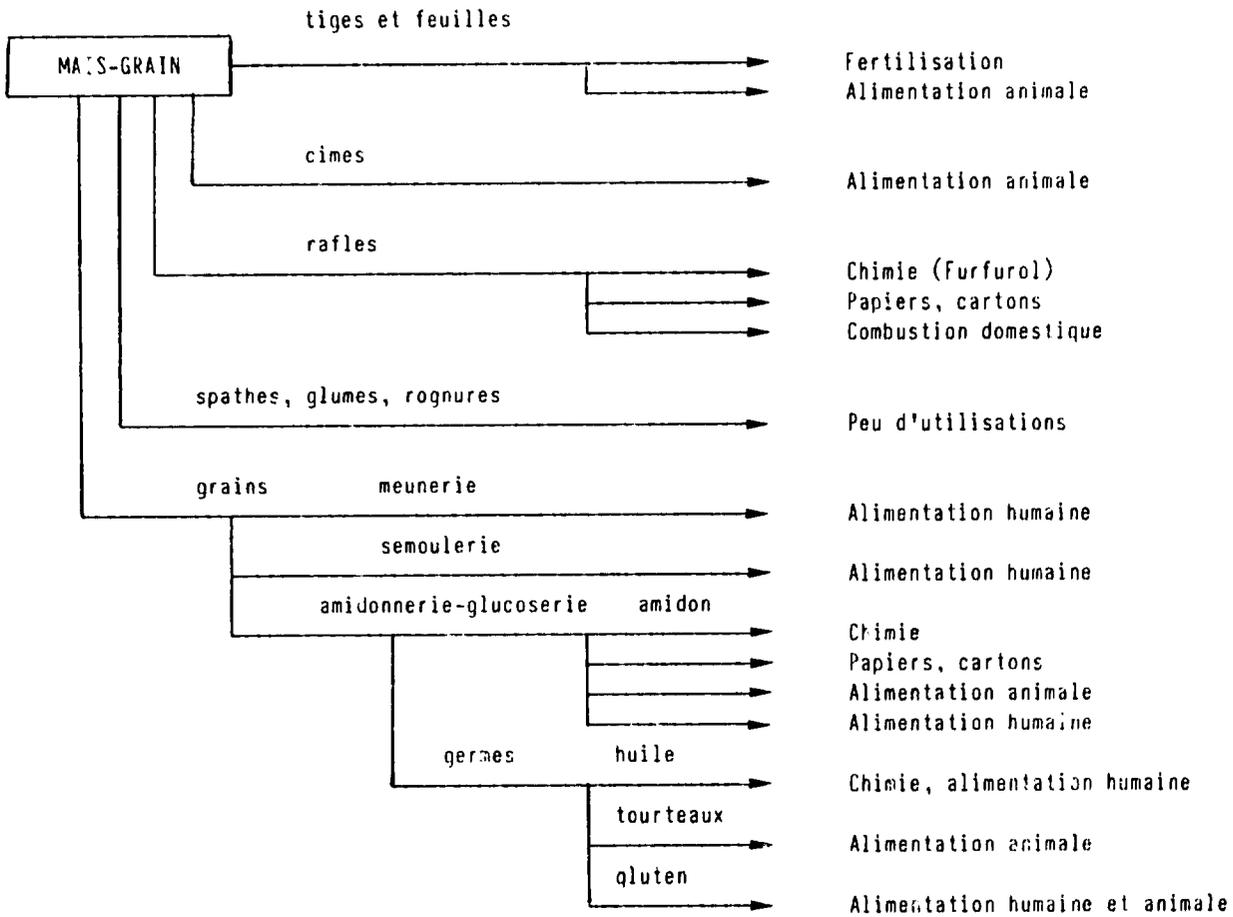
MAIS-GRAIN

3. LE GISEMENT POTENTIEL MONDIAL

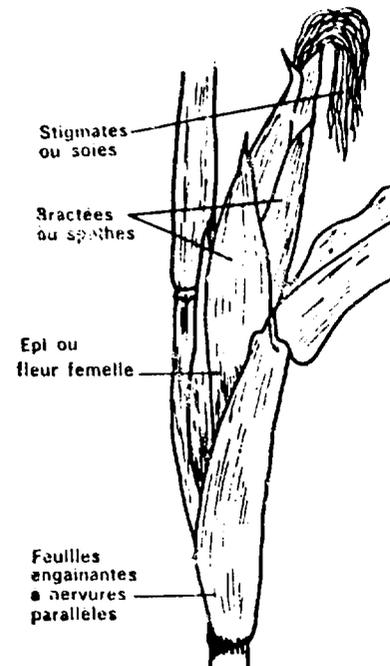
PRINCIPAUX PRODUCTEURS MONDIAUX	PRODUCTION DE MAIS-GRAIN		RAFLES	
	1981-1982	moyenne estimée	production moyenne	gisement combustion
USA	208	200	200	42000
Chine	59	60	60	12600
Brésil	23	22	22	4620
Mexique	12,5	10	10	2100
Roumanie	10,5	10	10	2100
Argentine	9,6	9	9	1890
Yougoslavie	9,8	9	9	1890
France	9,0	9	9	1890
Afrique du Sud	8,4	8	8	1680
Hongrie	6,8	6	6	1260
Inde	6,0	6	6	1260
Indonésie	4,3	4	4	840
Pays cités		353	353	74000
MONDE	437		437	92000
UNITES	10^6 t/an	10^6 t/an	10^6 t/an	10^3 TEP/an
RENDEMENT DE CONVERSION ENERGETIQUE				0.60
POUVOIR CALORIFIQUE DU DECHET			3500 kcal/kg	
RATIO DECHET/GRAIN			1,00	

MAIS-GRAIN

4. LES UTILISATIONS CONCURRENTES



5. LA MORPHOLOGIE DE L'EPI DE MAIS



Source: Mémento de l'adjoint technique des travaux ruraux, Ministère français de la coopération

K - ELEVAGE

TYPES D'ELEVAGES	DECHETS & SOUS-PRODUITS			VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS		
	Type	Tonnage mondial annuel (sans litière)	Valorisation actuelle	Technologie	Niveau de développement	Acteurs français
ELEVAGE BOVIN	déjections à la pâture	1,2.10 ⁹ t M.S.	.Restitution directe .Ramassage et combus- tion domestique (rare,Asie sèche)			
	déjections de stabilation sur litière (fumier + purin)	(soit 10.10 ⁹ t à 12% de M.S.)	.Épandage agricole avec ou sans com- postage et avec ou sans enfouis- sment	Méthanisation continue	pilote	INDUFERMA-VALORGA
	déjections sans litière (lisier)		.Séchage puis com- bustion domestique (Asie sèche)	Méthanisation discontinue	pilote	SETAL/IRCHA METHANECO - ITCF
ELEVAGE PORCIN	déjections essen- tiellement sans litière (lisier)	95 10 ⁶ t M.S. (soit 1600.10 ⁶ t à 6% M.S.)	.Méthanisation avant épandage (Chine) .Épandage	Méthanisation continue	industriel (1)	BIOMAGAZ - L'AIR LIQUIDE - DEGREMONT BERTIN - SGN
AVICULTURE	fientes de basse-cour	35 10 ⁶ t M.S.	.Restitutions agricoles	Méthanisation continue (mélange intéressant avec d'autres substrats)	industriel (2)	VALORGA MIDA TRA
	fientes et fu- miers d'élevage industriel	(soit 140.10 ⁶ t à 25% M.S.)	.Matière organique commercialisée .Aucune			

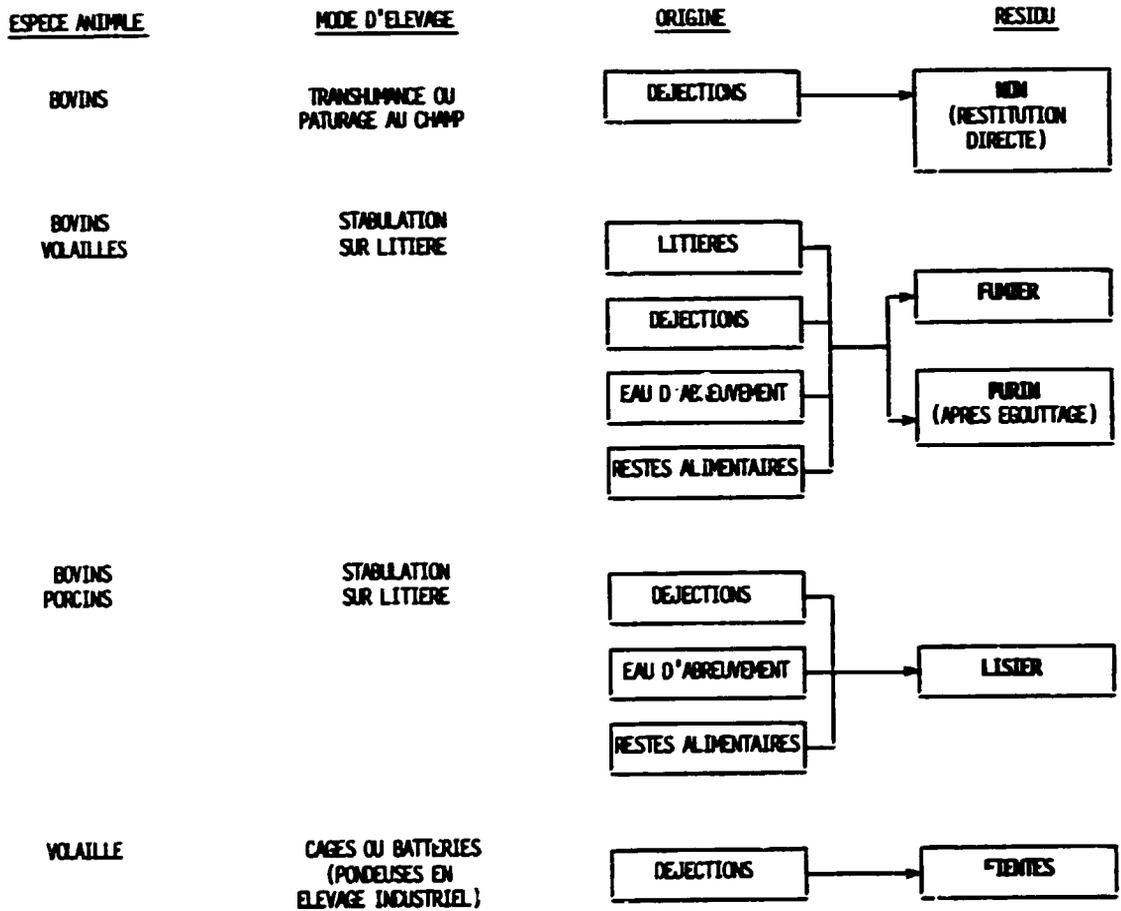
Fiches d'opérations exemplaire A.F.M.E.

(1) méthanisation du lisier de porc à Singapour ; (2) méthanisation des fientes de volailles au Gabon

M.S. = matière sèche

ELEVAGE

2. SCHEMA DE PRODUCTION DES RESIDUS



ELEVAGE PORCIN

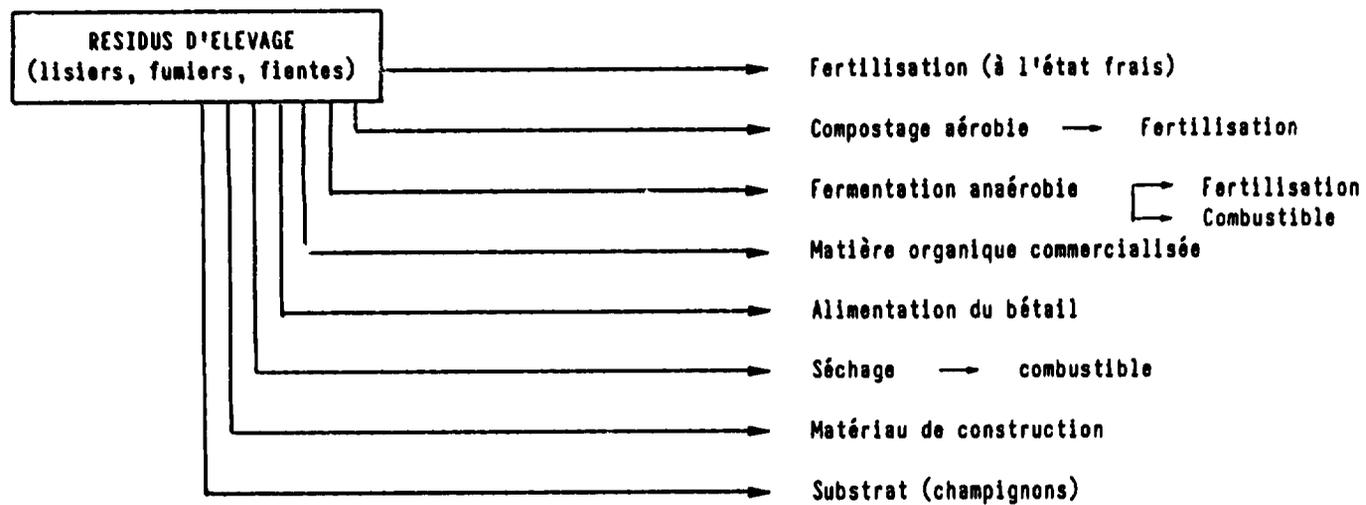
3. LE GISEMENT POTENTIEL MONDIAL

PRINCIPAUX PRODUCTEURS MONDIAUX	CHEPTEL SUR PIED	DEJECTIONS	
	1983	production 1983	gisement méthanisation
Chine	305580	628	5805
Brazil	33500	68,8	636
Mexique	18900	38,8	359
Vietnam	10780	22,2	205
Inde	8600	17,7	163
Philippines	7980	16,4	152
Thaïlande	3800	7,8	72
Argentine	3800	7,8	72
Equateur	3600	7,4	68
Indonésie	3600	7,4	68
Venezuela	3200	6,6	61
Birmanie	2900	6	55
Pays cités	406240	835	7718
MONDE	773600	1590	14697
UNITES	1000 têtes	10^6 t/an	10^3 TEP/an

RENDEMENT DE CONVERSION ENERGETIQUE	 	92,5 kcal/kg
POUVOIR CALORIFIQUE DU DECHET	 	
RATIO DECHET/CHEPTEL	2 t/tête/an (6% M.S.)	

ELEVAGE BOVIN, PORCIN, AVICOLE

4. LES UTILISATIONS CONCURRENTES



L - DECHETS URBAINS

PROCEDES	DECHETS & SOUS-PRODUITS			VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS		
	Type	Tonnage mondial annuel	Valorisation actuelle	Technologie	Niveau de développement	Acteurs français
COLLECTE CENTRALISEE DES ORDURES MENAGERES	ordures brutes		faible: .compostage 5% .incinération (p.m.) .recyclage (secteur informel)	captage de gaz sur décharge	industriel	GAZ DE FRANCE
				incinération	industriel (1)	constructeurs: CNIM-CEC exploitant: TIRU
				méthanisation	pilote (4)	VALORGA
				incinération/ méthanisation (2) RDF (3)/méthanisation	pilote pilote	VALORGA/TIRU VALORGA/SOBEA
COLLECTE NON CENTRALISEE DES ORDURES OU ABSENCE DE COLLECTE	ordures brutes		faible: .recyclage (secteur informel)			

(1) si le PCI moyen des ordures brutes est suffisamment élevé: minimum 1300 kcal/kg, situation rare en milieu PVD

(2) après un tri sommaire, la fraction fermentescible est méthanisée tandis que la partie la plus combustible est incinérée

(3) RDF (refuse derive fuel) = combustible stockable (balles, granulés) obtenu à partir des fractions les plus combustibles des ordures ménagères

(4) fiche d'opération exemplaire A.F.M.E.: méthanisation en continu des ordures ménagères en France

DECHETS URBAINS

2. PRODUCTION URBAINE DE DECHETS SOLIDES DES MENAGES

1 000 000 HABITANTS			
	<u>PAYS A FAIBLE REVENU</u>	<u>PAYS A REVENU INTERMEDIAIRE</u>	<u>PAYS INDUSTRIALISES</u>
- QUANTITE DE DECHETS URBAINS	≈ 500 T/JOUR	≈ 600 T/JOUR	≈ 1 000 T/JOUR
- DENSITE APPARENTE DES DECHETS URBAINS ...	≈ 0,35 T/m ³	≈ 0,25 T/m ³	≈ 0,12 T/m ³
- DECHETS SUSCEPTIBLES D'ETRE COLLECTES AVEC LES ORDURES MENAGERES Effluents de vidange . Déchets animaux	. Effluents de vidange	. Emballages industriels et commerciaux
- COMPOSITION (EN % SUR POIDS BRUT) :			
. MATIERES :			
1 - PAPIER	0 - 5 %	15 - 25 %	20 - 40 %
2 - VERRE	0 - 7 %	1 - 5 %	5 - 10 %
3 - METAUX	0 - 4 %	1 - 5 %	3 - 12 %
4 - PLASTIQUES	1 - 4 %	4 - 5 %	3 - 10 %
5 - TEXTILES, CUIR, CAOUTCHOUC	1 - 5 %	3 - 7 %	2 - 4 %
6 - BOIS, OS, PAILLE	1 - 5 %	1 - 5 %	0 - 2 %
7 - FERMENTESCIBLES	50 - 80 %	40 - 60 %	20 - 40 %
8 - FINES DIVERS	5 - 30 %	10 - 20 %	5 - 20 %
. Taux d'humidité	40 - 70 % (1)	35 - 60 % (1)	≈ 35 %
. Fraction compostage ou méthanisable (2)	≈ 80 %	≈ 65 %	≈ 40 %
. Fraction hautement combustible (hors déchets alimentaires) (3)	≈ 10 %	≈ 25 %	≈ 40 %
- RATIO C/N	≈ 20	≈ 22	≈ 35
- PCI	≈ 900 Kcal/Kg	≈ 1 100 Kcal/Kg	≈ 1 700 Kcal/Kg

(1) : Très variable en fonction du climat; ce paramètre, mal connu, influe fortement sur les quantités par habitant et sur les rendements énergétiques.

(2) : Fraction compostable ou méthanisable : fermentescibles + une partie des fines - ratios non disponibles construits à partir de données d'expert.

(3) : Fraction combustible (PCI sur sec 3 000 Kcal/Kg) : papier, plastiques, textiles, cuir, caoutchouc, bois, os, paille - ratios non disponibles construits à partir de données d'expert.

PRINCIPAUX PRODUCTEURS MONDIAUX	(1)	VILLES DE PLUS DE 1 000 000 HABITANTS		FRACTION COMBUSTIBLE		FRACTION FERMENTESCIBLE		ORDURES BRUTES	
		nombre	population 1984	production 1984	gisement combustion	production 1984	gisement méthanisa- tion en réacteur	production 1984	gisement captage de gaz sur décharge
Chine	F	25	84,4	1540	200	12322	616	15403	231
Inde	F	11	35,8	653	85	5226	261	6533	98
Brésil	I	7	18,7	1023	133	2667	133	4095	61
Mexique	I	4	16,9	925	120	2405	120	3701	56
Corée du Sud	I	4	16,1	881	114	2291	114	3525	53
Indonésie	I	5	14,0	766	100	1992	100	3066	46
Egypte	I	3	12,3	673	87	1750	88	2693	40
Pakistan	F	2	9,4	171	22	1372	69	1715	26
Thaïlande	I	2	9,1	498	65	1295	65	1992	30
Irak	I	3	8,3	454	59	1181	59	1817	27
Colombie	I	3	8,2	448	58	1166	58	1795	27
Iran	I	1	6,4	350	45	910	45	1401	21
Turquie	I	2	5,5	301	39	782	39	1204	18
Argentine	I	3	5,4	295	38	768	38	1182	18
Bangladesh	F	2	5,3	97	13	773	39	967	15
Pays cités		77	255,8	9075	11798	36894	1845	51089	767
TOTAL pays en Dév.		108	300	11000	14000	43000	2200	60000	900
UNITES			10 ³ hab	10 ³ t/an	10 ³ TEP/an	10 ³ t/an	10 ³ TLP/an	10 ³ t/an	10 ³ TEP/an

RENDEMENT DE CONVERSION ENERGETIQUE (2) - P.F.R. - P.R.I.		0,65 0,65		500 kcal/kg 500 kcal/kg		150 kcal/kg 150 kcal/kg
POUVOIR CALORIFIQUE DU DECHET (2) - P.F.R. - P.R.I.		2000 kcal/kg 2000 kcal/kg		850 kcal/kg 850 kcal/kg		900 kcal/kg 1100 kcal/kg
RATIO DECHET UTILE/ORDURES BRUTES (2) - P.F.R. - P.R.I.		0,10 0,25		0,80 0,65		1 1

P.F.R. = pays à faible revenu

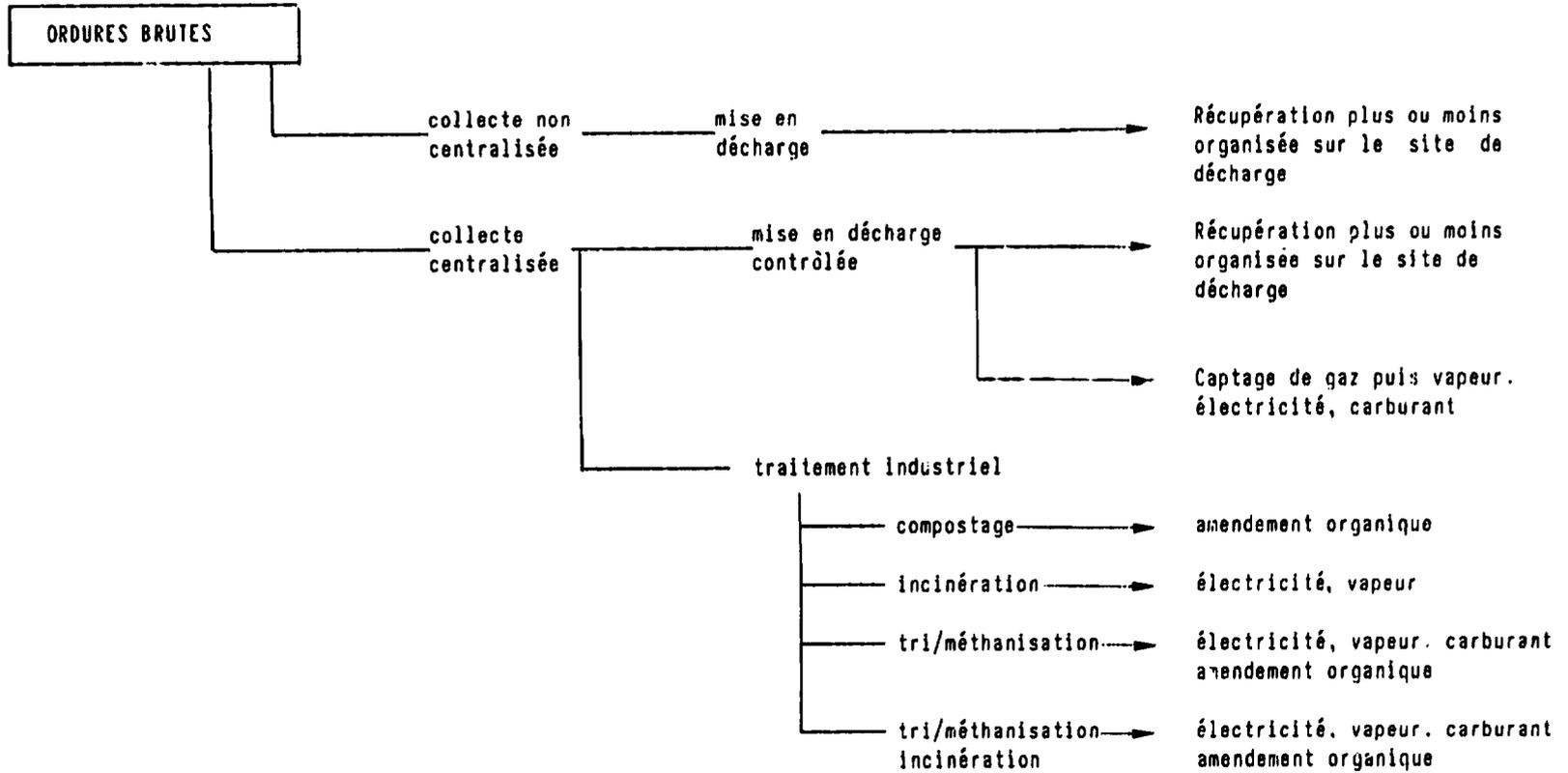
(1) Niveau de revenu: F = faible I = intermédiaire

P.R.I. = pays à revenu intermédiaire

(2) ratios non disponibles construits à partir de données d'expert

DECHETS URBAINS

4. LES UTILISATIONS CONCURRENTES



ONUDI
Organisation
des Nations-Unies
pour le Développement Industriel

Centre International de Vienne
A - 1400 Vienne
Autriche
Tél. : 43.222.26310
Télex : 13 56 12

Service de l'ONUDI en France
118 rue de Vaugirard
F - 75006 Paris
Tél. : 1.45.44.38.02
Télex : 203 503 ONUDI-PR F

MARS 86	621
---------	-----



NATIONS UNIES

COMITE CONSULTATIF
ONU DI



REPUBLIQUE FRANÇAISE

15795-F

(3 of 3)

**VALORISATION ENERGETIQUE
DES SOUS-PRODUITS
DES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES**

NOVEMBRE 1984 - LILLE (FRANCE)

Tome 3

FICHES TECHNIQUES
DE L'AGENCE FRANÇAISE POUR LA MAITRISE DE L'ENERGIE



OPERATION EXEMPLAIRE

VALORISATION ÉNERGETIQUE DE LA BIOMASSE

METHANISATION DES VINASSES DE DISTILLERIE DE VIN DE COGNAC

PARTENAIRES DE L'OPERATION

- Utilisateur : Groupement d'Intérêt Economique REVICO
BP 179 - 16106 COGNAC - Tél.:(45)82.49.99
- Ingénierie : S.G.N. (Sté gale pour les Techniques Nouvelles)
1, rue des Hérons - Montigny le Bretonneux
78184 ST QUENTIN EN YVELINES CEDEX
Tél. : (3) 058.60.00
- Campagne de mesure : A.P.A.V.E. du Sud-Ouest (BORDEAUX)
et I.N.R.A. (Station de NARBONNE)

Cette opération est la première en vraie grandeur en France consistant à méthaniser des vinasses de distilleries vinicoles selon le procédé de lit fixé.

Elle ne comporte pas de risques particuliers, le substrat ayant été largement étudié par l'installateur, la S.G.N., avec l'aide technique de l'I.N.R.A. et l'aide de l'Agence, en particulier à Condom, sur vinasses d'Armagnac.

Par ailleurs, le procédé lui-même a été mis au point sur un substrat différent (effluents de sucreries) à la sucrerie Beghin-Say de Thumeries. Cependant, elle ouvre des perspectives importantes dans le secteur de la distillerie vinicole et deux autres coopératives en Dordogne et dans le Midi attendent les résultats de l'opération pour réaliser la même chose.

A terme, les économies d'énergie susceptibles d'être atteintes dans la profession par ce procédé sont de l'ordre de 50 000 tep par an.

LE PROBLEME

Le Groupement d'Intérêt Economique (G.I.E.) REVICO a été constitué par les distillateurs de Cognac pour traiter leurs vinasses qui ne pouvaient plus être rejetées dans le milieu naturel.

En effet, les sous-produits à traiter sont de deux sortes : une vinasse de lies à 50 g de DCO (Demande Chimique en Oxygène) brute par litre et une vinasse de vin contenant 30 g de DCO brute par litre.

Jusqu'à présent, les vinasses étaient traitées par voie thermique dans un concentrateur à multiple effet, une unité de combustion de vinasses concentrées étant destinées à produire la vapeur nécessaire au fonctionnement du concentrateur. Mais l'auto-production d'énergie par ce moyen ne couvrait qu'environ 20 % des besoins. Le complément nécessaire était donc fourni par du fuel dont l'augmentation du prix rendait le coût du traitement de vinasses trop onéreux aux adhérents du G.I.E.

Le G.I.E. a donc cherché à régler le problème lié à l'environnement par la voie de la méthanisation. L'intérêt du nouveau procédé est de pouvoir récupérer de l'énergie susceptible d'être utilisée pour les besoins de l'établissement.

LA SOLUTION

La méthanisation de la totalité des effluents (vinasses décantées et lies) permettrait de s'affranchir complètement du fuel.

Le principe de fonctionnement de l'unité de méthanisation est de traiter les effluents séparément pour les vinasses de vin et les vinasses de lies. Le procédé de méthanisation utilisé est un procédé à lit fixe pour les vinasses de vin et un procédé en infiniment mélangé pour les vinasses de lies.

Le digesteur à vinasses de vin issu d'une nouvelle génération de fermenteurs est garni, à l'intérieur, d'un empilage d'anneaux en P.V.C. (garnissage Flocor R) reposant librement sur caillebotis. Le Flocor offre une grande surface par unité de volume (230 m²/m³) ; ce procédé permet ainsi de fixer le maximum possible de bactéries dans le digesteur ce qui favorise l'efficacité de la fermentation et la production de biogaz.

Un digesteur mélangé pour les vinasses de lies brutes à grande concentration de matières en suspension est mieux adapté à ce type de substrat beaucoup plus concentré.

Le débit moyen des vinasses à traiter est de 80 m³ par heure pendant 8 heures. La méthanisation des 150 000 m³ de vinasses correspondants permettra de produire de l'ordre de 1 400 000 m³ de méthane par an.

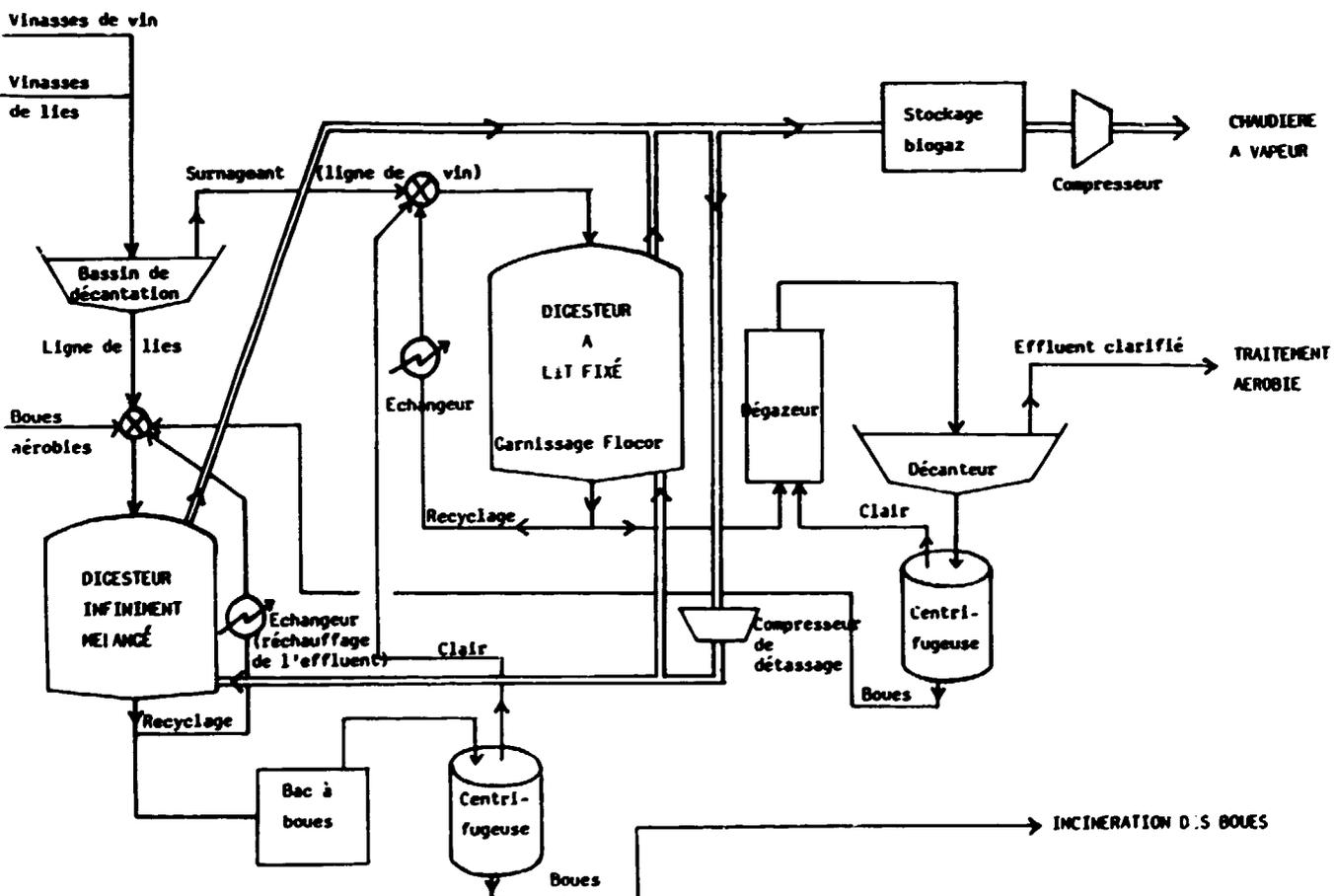
Les 5/12èmes de la production seront brûlés dans deux moteurs pour la production d'énergie électrique et d'eau chaude à 80° C ; cette eau chaude servira au maintien en température du fermenteur et l'excédent sera cédé à un utilisateur pour le chauffage de serres ou d'écoles appartenant à la ville de Cognac.

Les 7/12èmes restants seront brûlés dans une chaudière pour la production de vapeur nécessaire à l'alimentation de la colonne de distillation des vins.

On atteindra ainsi le double objectif que s'était fixée l'entreprise :

- se débarrasser de la pollution présente dans les effluents ; cette opération sera réalisée avec un abattement de la DCO de 90 %,
- réaliser une économie de combustible fossile par la valorisation énergétique du biogaz, sous-produit de la fermentation.

SCHEMA DE PRINCIPE DE L'INSTALLATION



BILAN ENERGETIQUE PREVISIONNEL

Les produits à traiter représentent une quantité totale par campagne de 150 000 m³ avec un rendement d'épuration de 90 %, la DCO soluble moyenne des vinasses étant de 30 g par litre.

$$150\ 000 \cdot 10^3 \times 30 \cdot 10^{-6} \times 0,9 = 4\ 050 \text{ tonnes de DCO détruites.}$$

1 kg de DCO détruites produit 0,35 m³ de méthane dont le PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur) est de 8 500 Kcal par m³.

$$4\ 050 \cdot 10^3 \times 0,35 \times 8,50 = 1\ 200 \text{ tep}$$

De cela il faut déduire la consommation d'énergie nécessaire au réchauffage des vinasses, au maintien à 37° C du fermenteur et au fonctionnement des pompes et compresseurs évaluée à 250 tep.

Ce procédé de méthanisation se substitue au traitement par évaporation. En arrêtant ainsi les concentrateurs de l'ancienne installation, une économie d'énergie de 3 400 tep est à mettre au crédit de l'opération.

Le bilan énergétique de l'opération sera donc le suivant :

1 200 tep	en provenance du gaz
- 250 tep	consommées par le procédé
+ 3 400 tep	économisées

4 350 tep économisées par campagne

BILAN FINANCIER PREVISIONNEL

Le budget global de l'ensemble de cette installation est de l'ordre de 20 000 000 F H.T. qui se répartissent en :

- . 14 500 000 F pour la partie méthanisation (digesteur, ingénierie, montage, électricité et contrôle, génie civil),
- . 5 500 000 F pour la partie thermique (groupes, tuyauteries, compresseurs, brûleurs).

Le ratio coût par tep serait alors de :

$$20\ 000\ 000 : 4\ 350 = 4\ 600 \text{ F par tep économisée}$$

ce qui équivaut à un temps de retour de 3 ans.



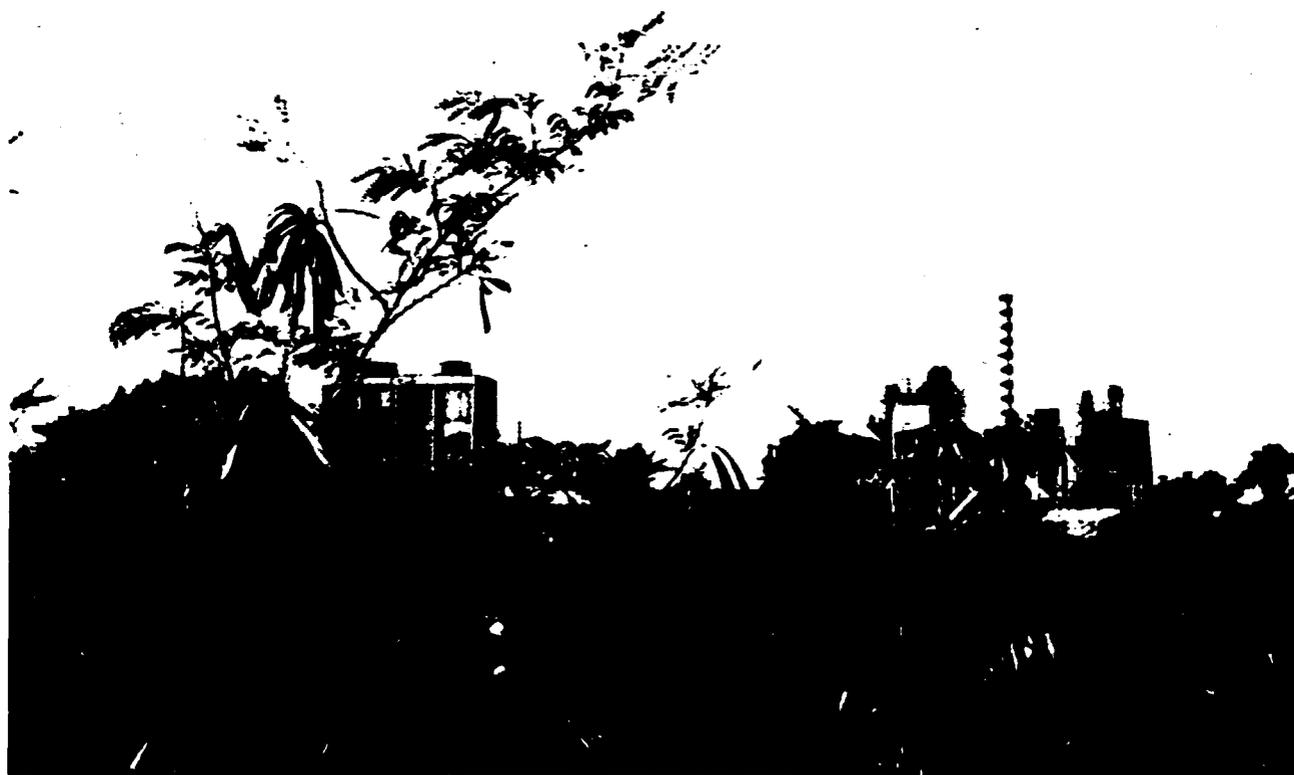


AGENCE FRANÇAISE POUR LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE

OPERATION EXEMPLAIRE

**VALORISATION ÉNERGETIQUE
DE LA BIOMASSE**

*centrale à bois
aux philippines*



LES PARTENAIRES DE L'OPERATION

Utilisateur : N E A (NATIONAL ELECTRIFICATION AUTHORITY OF PHILIPPINES)

Fournisseur : ALSTOM-ATLANTIQUE RATEAU

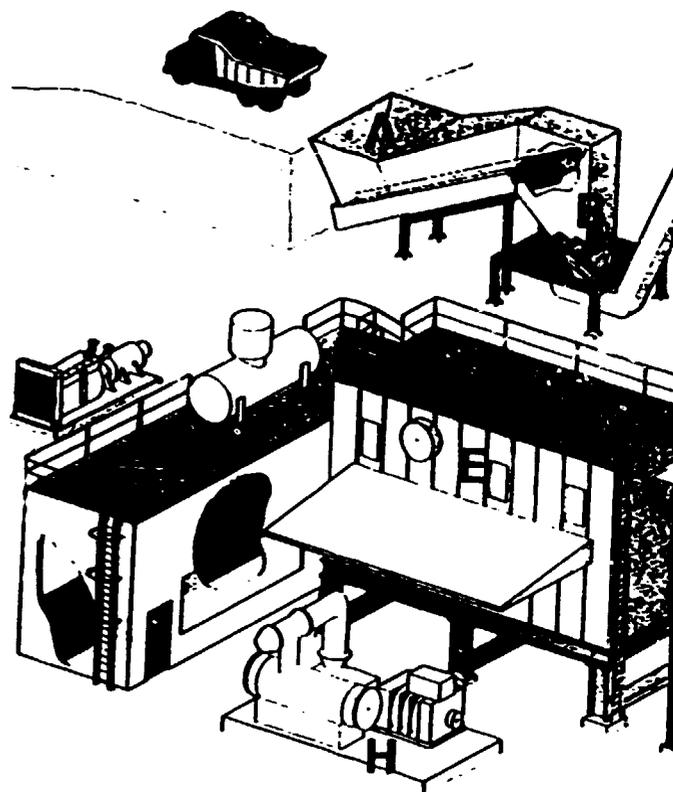
141, rue Rateau - 93123 - LA COURNEUVE - FRANCE

Tél. (1) 838.92.89

A la suite de la hausse des prix du pétrole, les Autorités Philippines ont élaboré un programme d'électrification ayant pour objectif l'installation d'une puissance électrique totale de 498 MW, dont 200 MW de centrales à bois. Le programme dendro-thermal lancé en 1979 par la NEA (National Electrification Authority), organisme chargé de l'électrification rurale, comprend l'installation sur la période 1982-1990, de 63 centrales à bois de 1 à 5 MW qui permettront d'économiser 70 millions de dollars par an d'importations pétrolières, pour un investissement total de 200 millions de dollars.

La structure du pays - 7.000 îles réparties sur une distance de 1.500 km-, les coûts de transport qui en découlent et le potentiel forestier philippin justifient le choix d'implantation d'un grand nombre de centrales à bois de petite puissance.

La première centrale à bois, d'une puissance de 3,5 MW a été mise en service en 1983 sur le site de Bolinao dans l'île de Luzon et produit actuellement 15 millions de kWh par an.



- A. Aire de déchargement.
- B. Broyeur.
- C. Silo de stockage.
- D. Unité de séchage.
- E. Chaudière.

le problème

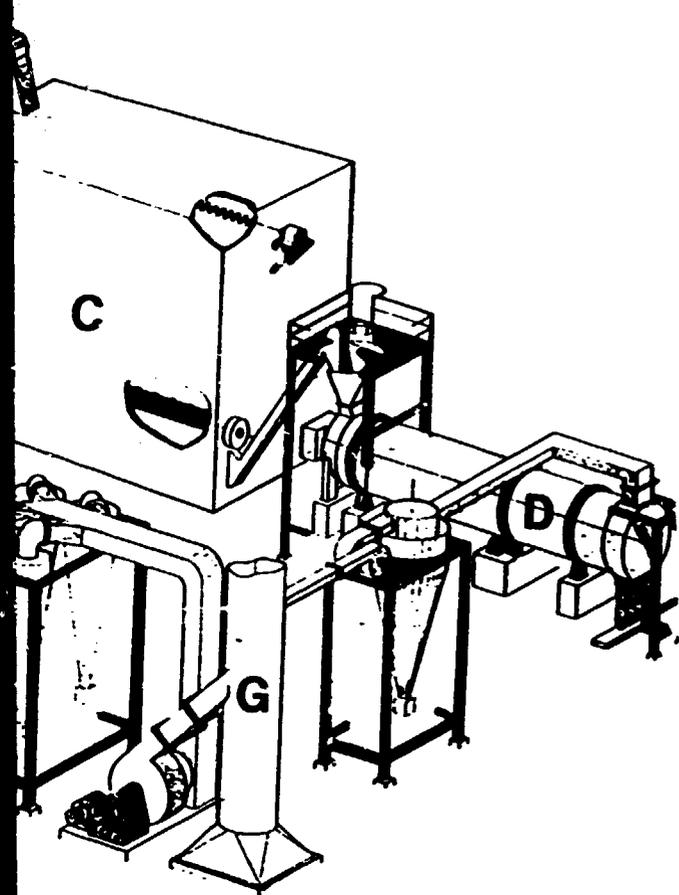
La centrale de Bolinao est implantée à proximité d'une plantation de 1.100 hectares d'ipil-ipil, exploitée et renouvelée par quart, qui fournit 41.000 tonnes de bois par an et assure ainsi l'alimentation de la centrale.

Les arbres débités puis transportés par câble à coût réduit fournissent un bois à 50 % d'humidité, qui, non séché, n'est pas autocombustible.

L'optimisation des rendements de production de vapeur d'eau puis d'électricité à partir d'un bois aussi humide, suppose la maîtrise d'un certain nombre de problèmes techniques tels que le contrôle du taux d'humidité du bois, la régularité de la combustion, l'automatisation du stockage, du transfert et de l'alimentation de la chaudière ainsi que l'élimination des cendres.

la solution

La centrale thermique de Bolinao construite par ALSTHOM ATLANTIQUE, est équipée d'un système automatique de traitement et de transfert du bois jusqu'à la chaudière. En effet, les buches coupées sont transportées par câble en lots d'une tonne jusqu'à un broyeur principal dans lequel elles sont réduites en fragments, pour permettre un séchage efficace, puis affinées pour le transport pneumatique. Ces fragments sont ensuite injectés dans un sécheur dont l'alimentation en air chauffé en provenance de la chaudière est régulée par une valve pilotée en fonction de la température du gaz en sortie du sécheur. Le rôle principal de l'unité de séchage est d'assurer la constance du taux d'humidité du combustible envoyé vers la chaudière quelle que soit la teneur



- F. Cyclone.
- G. Cheminée.
- H. Turbo-générateur et condenseur.
- I. Moteur.
- J. Centre de contrôle.

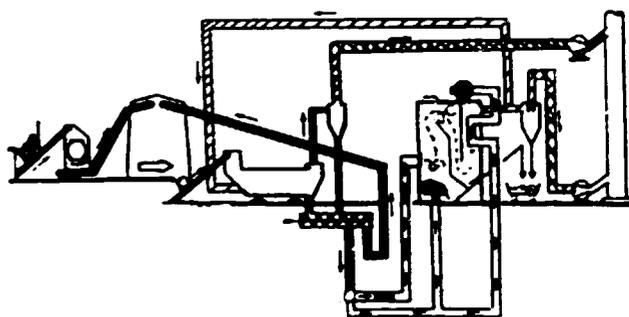
en eau initiale du bois. La stabilisation de la flamme qui en résulte permet une amélioration du rendement de 5 %. L'excédent de bois broyé et séché est transféré dans un silo d'une capacité de stockage de 280 tonnes environ, pour l'approvisionnement de la centrale pendant les heures de forte demande et les week-ends.

Les particules de combustible en suspension dans le flux d'air de séchage sont récupérées dans un cyclone et envoyées vers la chaudière par convoyeur pneumatique en même temps que les fragments de bois séchés. Lors de ce transfert, effectué sous flux d'air préchauffé, les matières les plus volatiles sont éliminées par évaporation, permettant une amélioration des conditions de la combustion effectuée en aval. Les fragments de bois injectés par cyclone dans la chaudière brûlent en suspension dans une flamme dont la température est maintenue au des-

sous de la température de fusion du combustible, soit 930° C, par régulation de l'admission d'air. Une grille vibrante à circulation d'eau, installée dans la partie inférieure de la chaudière permet d'une part la récupération et la combustion des fragments de bois les plus lourds sans formation de croutes et d'autre part l'élimination des cendres. Les parois de la chambre de combustion sont revêtues de tubes conducteurs thermiques à l'intérieur desquels l'eau est vaporisée. Un second ensemble de tubes échangeurs de chaleur, plongés dans la flamme de la chaudière permet d'améliorer le taux de vaporisation. La vapeur, à une température de 380° C et une pression de 40 bars alimente un turbo-réducteur qui inclut ses propres systèmes de graissage, d'étanchéité et de régulation. Elle est ensuite injectée dans un condensateur sous vide qui assure un refroidissement de 10° C pour un débit d'eau de 50 fois le débit de la vapeur condensée dans le circuit primaire.

Avec une distribution réelle annuelle de 15 millions de kWh et une consommation presque nulle de gas-oil (utilisé uniquement lors du démarrage), la centrale à bois de Bolinao participe avec succès à la réalisation de l'objectif philippin : la réduction de la dépendance énergétique.

LES FLUX DE MATIERE ET DE GAZ



- A B C D E F G
-  Bois
-  Circuit d'alimentation de l'unité de séchage en air chaud.
-  Dégagement d'air vers la cheminée.
-  Circuit d'alimentation de la chaudière en air chaud.

le bilan énergétique

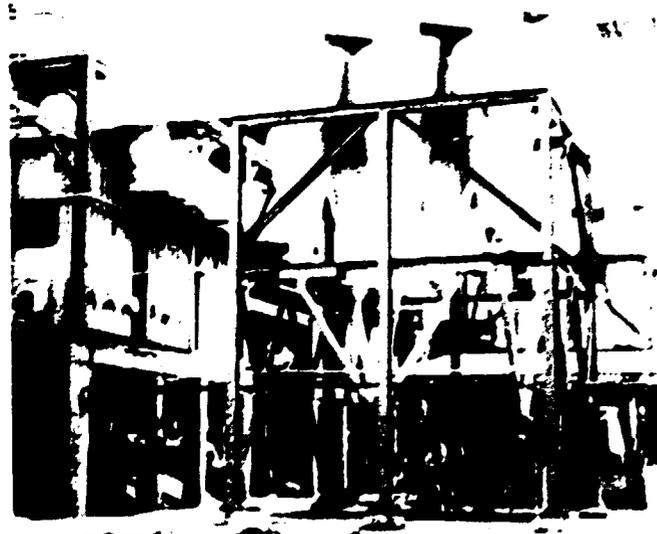
La consommation d'une centrale de 3,4 MW étant de 6 tonnes de bois par heure, la production annuelle d'un quart de la forêt permet un fonctionnement à pleine charge de 6,600 heures, soit une utilisation à 70 % de la capacité.

Les caractéristiques de la centrale à bois de Bolinao sont les suivantes :

Consommation annuelle

de bois	41.000 tonnes
Ratio de transformation du bois à 50 % d'humidité..	2,6 kg/kWh distribué
Rendement thermique	16 %
Production brute	20.400.000 kWh
Energie disponible pour distribution	89 %
Rendement transformateur ..	97 %
Rendement distribution	90 %
Energie distribuée	15.850.000 kWh

CYCLONES DE DEPOUSSIERAGE



AGENCE FRANCAISE POUR
27 RUE LOUIS VICAT
75015 - PARIS - FRANCE



le bilan financier

Les montants d'investissements relatifs à l'installation de Luzon sont :

(1 peso = 0,071 US \$ = 0,60 FF au 1/1/84).

Centrale	25,0 millions de pesos
Plantation	4,5 millions de pesos
Transport du bois ...	4,2 millions de pesos
Distribution	20,3 millions de pesos

Le coût estimé du kWh dendrothermal produit et distribué en pesos constants 1982 se décompose ainsi :

	Par kWh produit	Par kWh distribué
. Bois	0,136	0,175
. Personnel	0,023	0,029
. Maintenance	0,024	0,030
. Frais généraux	0,008	0,011
. Amortissement et frais financiers	0,243	0,314
Total	0,434	0,559

(Source : NEA-DTDO)

Une telle estimation conduit à un coût du kWh dendrothermal sensiblement égal au prix du kWh produit de façon classique (0,48 pesos/kWh en 1982 à Luzon).

Compte-tenu des intrants locaux, la centrale à bois constitue une alternative nationale économiquement viable à la production d'électricité à partir du pétrole ou du charbon de bois.

De plus, l'implantation d'un grand nombre de centrales à bois de faible puissance permettra l'électrification des zones rurales éloignées des grands centres de production classique d'énergie, et non connectées au réseau.

LA MAITRISE DE L'ENERGIE
TEL : 33 1 765 20 00
TELEX : 203 712 F



OPERATION EXEMPLAIRE

**VALORISATION ÉNERGETIQUE
DE LA BIOMASSE**

*gazéification
des bourres de coco
à bora-bora*

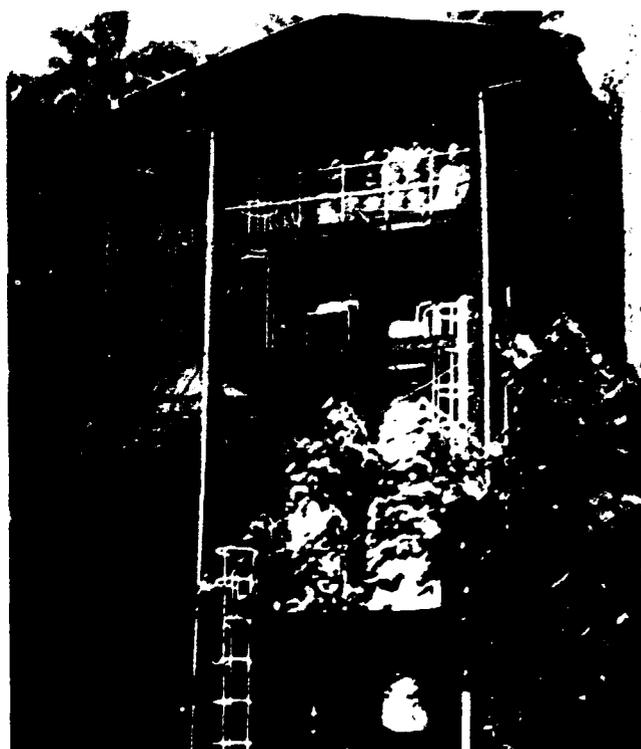
LES PARTENAIRES DE L'OPERATION

Utilisateur : ELECTRICITE DE TAHITI

Fournisseur : ENTROPIE S.A. (Gazogène DISTIBOIS-DELACOTTE)

5 rue Thibault

78160 MARLY LE ROI - FRANCE



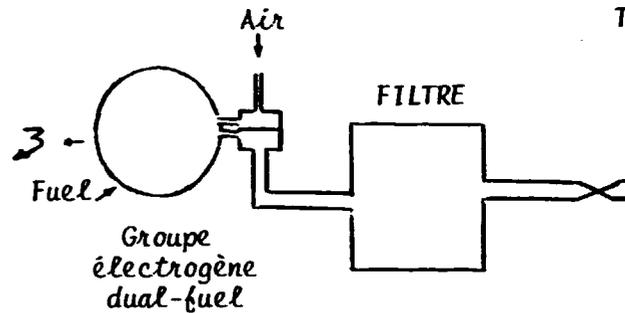
La Polynésie est riche en biomasse, en particulier grâce à ses cocoteraies. En effet, les 14.000 tonnes de coprah produites chaque année fournissent 280.000 m³ de résidu non valorisé, la bourre de coco, qui peuvent être utilisés en tant que combustible dans des gazogènes. Le volume de bourres de coco disponibles sur place représente un potentiel énergétique de 6.000 tonnes de gas-oil, soit 6 % des importations polynésiennes de gas-oil. En 1976, Electricité de Tahiti prenait la décision de relancer l'exploitation de cette source d'énergie et la concrétisait en 1978 avec l'installation d'un gazogène à Bora-Bora. Actuellement, ce gazogène, couplé à un moteur dual-fuel fournit 200 kW au réseau électrique de l'île.

le problème

Le principe du gazogène est de transformer un produit ligneux contenant principalement du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène en un gaz combustible. Le procédé comporte deux étapes : la pyrolyse lors de laquelle la matière végétale est réduite en charbon de bois avec production de goudrons et de fumées, suivie de la gazéification, c'est-à-dire de l'oxydation du carbone en CO et CO₂.

La principale difficulté liée au fonctionnement d'un gazogène a toujours été la présence de quantités importantes de goudrons et de cendres dans le gaz produit. Les goudrons et les cendres se déposent dans les tuyauteries, les brûleurs et les moteurs, provoquant rapidement des obstructions qui nécessitent de nombreux démontages pour nettoyage : ils doivent donc être éliminés.

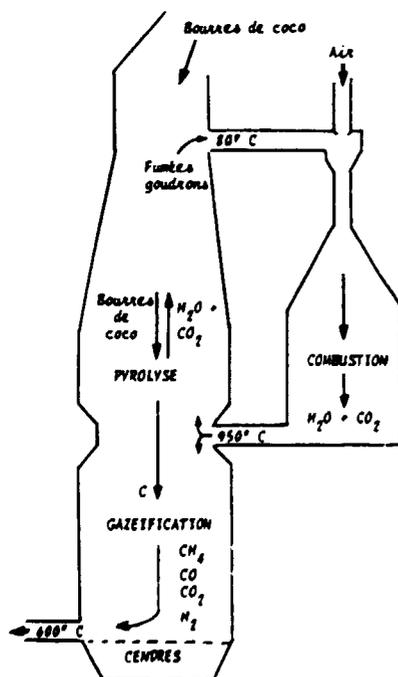
D'autre part, le gaz à la sortie du gazogène étant composé d'éléments combustibles (CO, H₂, CH₄) et d'éléments inertes (CO₂, N₂) est un gaz pauvre comparé au méthane ou au gaz de ville. Mélangé à l'air, il n'est pas autoinflammable. Son exploitation nécessite donc l'utilisation d'un moteur adapté.

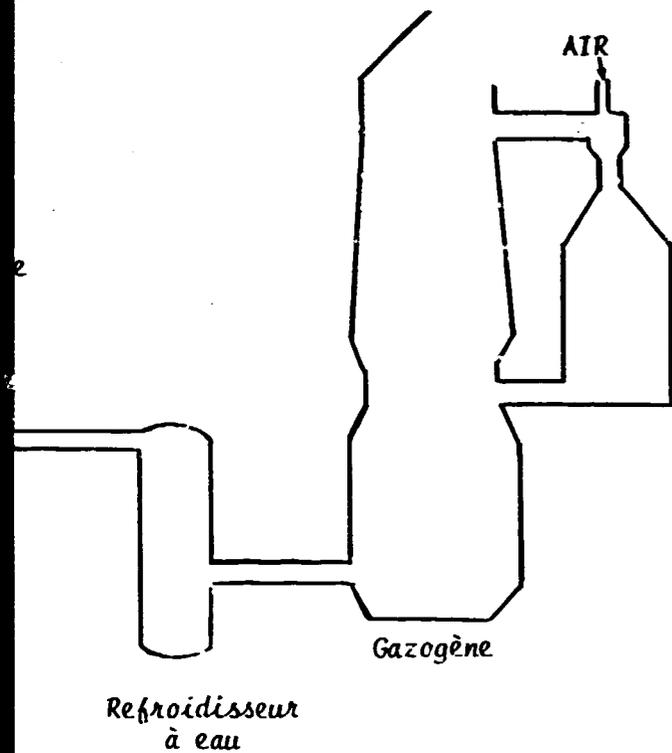


la solution

Le gazogène Distibois/Delacotte, commercialisé par la Société ENTROPIE a l'avantage de produire un gaz très propre exempt de tout goudron. Il est composé d'un corps principal divisé en deux zones -une zone de pyrolyse et une zone de gazéification- et d'une chambre de combustion. Les brutes de noix de coco chargées dans une trémie d'alimentation sont introduites dans la zone de pyrolyse où elles sont chauffées progressivement dans un gradient de température, jusqu'à 950° C et transformées en charbon de bois. Au cours de la descente du combustible par gravité, dans la partie supérieure du gazogène, les produits volatils -en particulier eau et goudrons- s'échappent dans les fumées et sont recyclés vers la chambre de combustion où ils sont brûlés à l'air. La température atteinte étant de 1.000° C à 1.100° C, les goudrons y sont totalement décomposés en gaz carbonique et eau. Les gaz chauds issus de la combustion sont réinjectés dans la cuve principale ; environ un quart du flux gazeux remonte dans la partie supérieure à contre-courant de la matière

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU GAZOGENE





toutes les deux ou trois semaines. Une amélioration du procédé consiste à prévoir un système de nettoyage sans démontage. Il en est de même pour les accumulations de cendres dans certaines parties de la tuyauterie.

En sortie du gazogène, le gaz est refroidi dans un scrubber par aspersion d'eau, filtré puis envoyé vers un moteur où il brûle en mélange avec du fuel. Le gazogène est en effet couplé à un moteur diesel d'une puissance de 200 kW, capable de fonctionner soit à partir de fuel pur, soit à partir d'un mélange gaz pauvre-fuel.

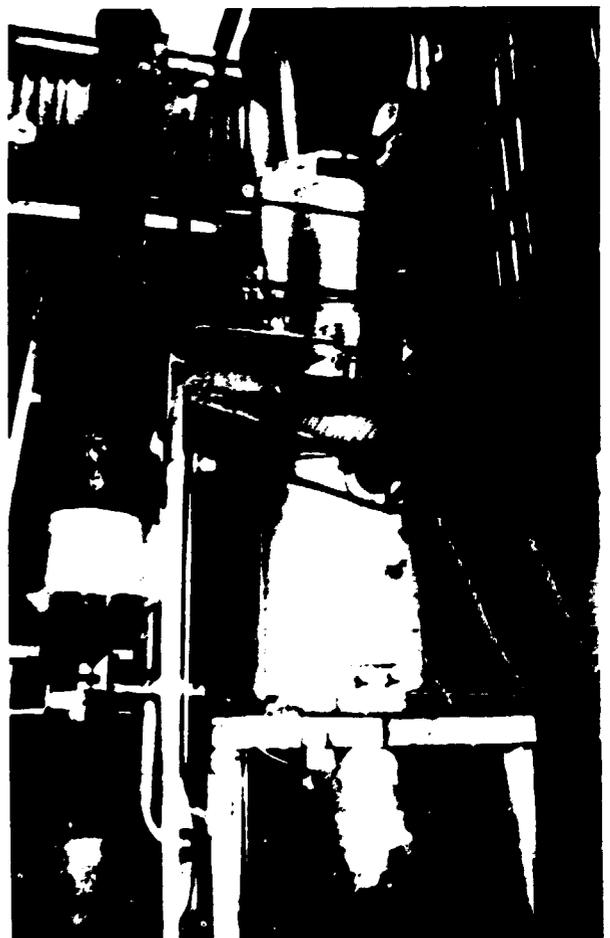
Un tel dispositif offre une bonne sécurité d'une part en réponse aux variations d'appel de puissance sur le réseau, et d'autre part en cas de défaillance du gazogène.

solide et en assure la pyrolyse, alors que les trois quart restant traversent la cuve de gazéification à co-courant du charbon de bois. Celui-ci est alors gazéifié par la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone. Les réactions de gazéification étant très endothermiques, utilisent la chaleur produite par la combustion des produits de la pyrolyse. Les gaz sont alors refroidis jusqu'à 600° C environ, c'est-à-dire leur température de sortie du gazogène. Les cendres résiduelles sont extraites à la base de l'appareil.

Il est à noter que la teneur en eau maximale des bourres d'alimentation qui permet un fonctionnement satisfaisant du gazogène est d'environ 30 %. L'utilisation d'un combustible plus humide nécessite l'emploi d'un séchoir à bourres alimenté en air chaud par le ventilateur de refroidissement des gaz ou du groupe électrogène.

Bien que le procédé Delacotte permette une élimination efficace des goudrons, la partie chaude du tuyau d'alimentation du brûleur reste un point d'accumulation des produits de la pyrolyse. La fréquence du démontage pour nettoyage est d'une fois

LE GAZOGENE



le bilan énergétique

La consommation du groupe électrogène est la suivante :

Gazole	50 g/kWh soit 0,06 l
Bourre sèche	1,3 kg/kWh

alors qu'un moteur diesel de cette puissance a une consommation pratique d'environ 280 g de gazole pur par kWh produit.

En prenant en compte la puissance absorbée sur les auxiliaires du gazogène et par ceux du diesel on obtient l'équivalence :

1 kg de bourre sèche..	0,155 litre de gazole
1 bourre	0,110 litre de gazole

Par conséquent, pour une consommation de 1,5 m³ de bourre à l'heure, soit 36 m³ par jour, la production nette du gazogène est équivalente à 25 litres de gazole à l'heure. Elle doit pouvoir atteindre 35 litres à l'heure.

Pour juger de l'importance de cette production, on peut rappeler que la consommation moyenne dans un village est d'environ 3 kWh par abonné et par jour. Il faut donc collecter 5 à 6 bourres par jour pour assurer l'approvisionnement en électricité de chaque foyer.

le bilan financier

Dans l'hypothèse où l'appareil permet d'économiser 50 litres de gazole à l'heure soit 1,2 m³/jour, et compte tenu du prix du fuel livré à Bora-Bora, l'économie en combustibles est de 2.500 F/jour. Les bourres de coco nécessaires, soit 200 kg/h, sont disponibles gratuitement sur l'île, les coûts de ramassage et de transport étant de 700 F/jour, l'économie quotidienne de fonctionnement serait donc de 1.800 F/jour non compris les coûts d'exploitation. De leur côté, les coûts d'investissements se décomposent de la façon suivante :

Le gazogène	2.750 F/kW
Le groupe dual-fuel	3.850 F/kW
Les coûts d'installation ...	<u>1.000 F/kW</u>
Total	7.600 F/kW

Compte tenu du coût élevé de l'amortissement, le prix de revient du kWh gazogène serait porté à une valeur comparable ou légèrement inférieure à celle du kWh fuel.

La filière gazogène devrait, dans un proche avenir se développer. On ne peut attendre une diminution de prix de revient au kWh par rapport à celui du kWh fuel, mais le grand mérite d'une telle relance, serait de redonner de l'intérêt à la production de coprah. De nombreuses îles en Polynésie disposent d'une cocoterie suffisante pour alimenter des gazogènes, en particulier dans la gamme des faibles puissances.





OPERATION EXEMPLAIRE

VALORISATION ÉNERGETIQUE DE LA BIOMASSE

GAZEIFICATION DE LA CANNE DE PROVENCE UNE NOUVELLE PLANTE ÉNERGETIQUE

PARTENAIRES DE L'OPERATION

Utilisateur : Société Civile du Domaine du Grand Manusclat
Le Sambuc - 13200 ARLES - Tél. : (90) 98.90.14

Constructeur : Société PILLARD
13, rue Raymond Teissère - BP 56 - 13268 MARSEILLE CEDEX 8
Tél. : (91) 79.90.21

Spontanée dans la plupart des régions chaudes et tempérées du monde, la canne de Provence (Arundo Donax) est très abondante en France dans les régions méridionales.

Traditionnellement utilisée comme brise-vent et pour délimiter les parcelles, elle fait l'objet, depuis peu, d'une véritable culture. De nombreuses recherches (INRA) ont fait ainsi apparaître que la production de la canne avait un potentiel énergétique de 10 tep/ha par an.

Le Domaine du Grand Manusclat, une exploitation agricole de 450 ha près d'Arles, a acquis son autonomie énergétique grâce à la canne de Provence. En effet, elle fait économiser 1 200 tep par an avec deux gazogènes à biomasse qui produisent l'énergie nécessaire à deux activités importantes :

- la déshydratation de la luzerne pendant l'été,
- le chauffage de serres horticoles pendant l'hiver.

La canne de Provence apparaît donc comme la première plante cultivée en vue d'une valorisation énergétique en France. Pour cette raison son développement est envisagé par les agriculteurs pour assurer, dans la région, une production d'énergie pouvant atteindre 200 000 tep par an.

LE PROBLEME

Les besoins énergétiques du Grand Manusclat sont d'environ 2 000 tep par an, dont plus de 80 % sous forme de chaleur.

En 1979, l'entreprise a été particulièrement touchée par la hausse du prix du pétrole. Le montant des achats en fuel a représenté, en 1980, le tiers des frais d'exploitation. A ce niveau la charge était insupportable.

L'abandon des principales activités (déshydratation de luzerne, culture sous serre) aurait entraîné un licenciement de la majeure partie du personnel (25 salariés) et l'abandon d'une production importante pour l'économie régionale.

Depuis dix ans, le Grand Manusclat participait aux études sur l'utilisation de la canne de Provence en tant que matière première pour la fabrication de pâte à papier. Mais l'industrie concernée a renoncé au projet, les plantations de pépinières allaient donc être arrachées.

Or, les dernières expérimentations mettaient en évidence l'intérêt énergétique de cette culture, sa productivité annuelle moyenne étant de 20 T de MS par hectare (Matières Sèches) avec un PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur) de 4 100 kcal/kg de MS.

Des recherches furent alors entreprises pour découvrir le matériel le mieux adapté au combustible disponible et aux besoins de l'exploitation. La technique adoptée par les responsables consiste en la mise en place d'un système d'autoproduction de chaleur à partir d'une installation de gazéification de copeaux de canne dans deux gazogènes à tirage inversé.

LA SOLUTION

Le fonctionnement de l'installation est parfaitement adapté aux besoins de l'exploitation :

- en été, la production simultanée des deux gazogènes alimente un brûleur à gaz pauvre disposé sur un four, il permet ainsi la production de 5 000 tonnes de luzerne déshydratée par an,
- en hiver, seul un gazogène est utilisé à plein temps, il permet l'alimentation d'un brûleur installé sur une chaudière à eau chaude pour le chauffage de 10 000 m² de serres.

Différents sous-produits agricoles ont été expérimentés puis utilisés comme combustible d'appoint : noyaux de pêches, copeaux de bois...

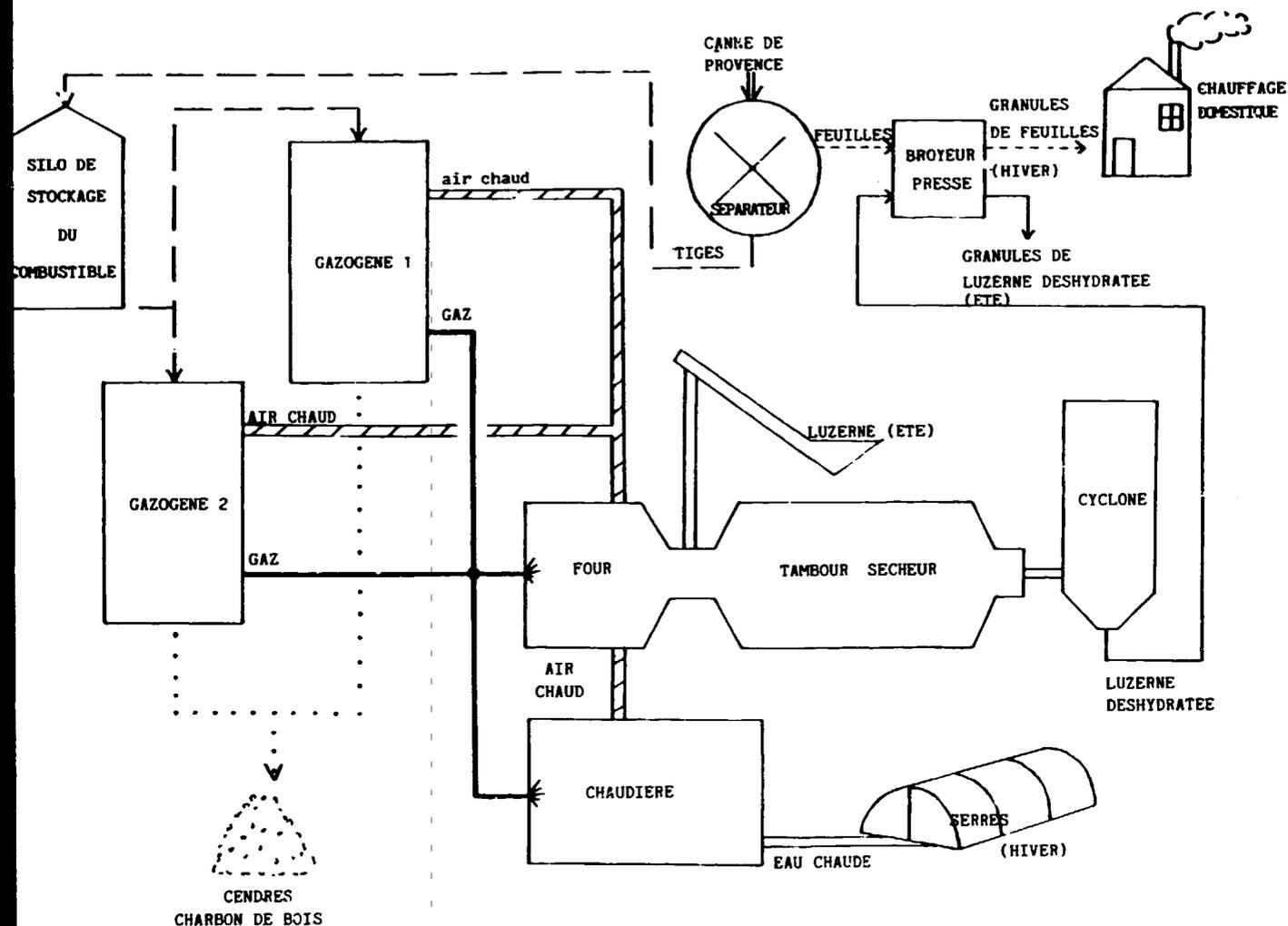
Dans le schéma d'utilisation de la canne au Grand Manusclat, on a préalablement séparé les feuilles de la tige : une installation d'effeuillage a donc été conçue. Les feuilles sont alors utilisées séparément après broyage et pressage pour en faire des granulés qui peuvent être soit commercialisés, soit utilisés dans l'exploitation pour le chauffage domestique.

Au préalable un séchage naturel de la canne est nécessaire. Ce procédé implique une opération mécanique qui permet de couper et d'éclater les tiges pour faciliter ce séchage pendant 2 à 3 semaines. Cette opération évite un séchage artificiel et permet d'obtenir une réduction du taux d'humidité équivalente (de 55 % à 15 %). Ainsi, le PCI de la canne séchée atteint 4 100 kcal/kg de MS.

Les gazogènes ont une puissance d'environ 2 000 th/h. Le gaz produit (400°C) est envoyé, après dépoussiérage, vers les différents points d'utilisation.

L'air de refroidissement est également récupéré et utilisé comme appoint de séchage. Le rendement d'utilisation de la canne est ainsi d'environ 85 % par rapport à l'énergie contenue dans la biomasse initiale. Par ailleurs, une grande partie du solde est récupérable dans les cendres sous forme de charbon de bois.

SCHEMA DE PRINCIPE DE L'INSTALLATION



LE BILAN ENERGETIQUE

La majeure partie de la consommation d'énergie thermique est assurée par la gazéification de la Canne de Provence et des combustibles annexes qui alimentent les gazogènes. Le maintien d'une veilleuse de fuel lourd reste néanmoins nécessaire sur le séchoir (200 tep).

Les économies liées à l'opération sont récapitulées dans le tableau suivant.

UTILISATION DE LA CANNE	TEP	CONSUMMATION SUPPLEMENTAIRE	TEP
Séchage luzerne (gazogène)	890	Culture (plantation, irrigation, fertilisation, récolte)	50
Chauffage serres (gazogène)	230		
Chauffage locaux (granulés de feuilles)	20	0,5 tep/ha x 100 ha	50
Vente combustible	70	Energie électrique pour gazogènes	100
TOTAL	1210	TOTAL	150

L'économie nette globale réalisée par cette exploitation agricole est de $1\ 210 - 150 = 1\ 060$ tep par an

Le montant total des investissements (fin 1983) s'élève à 5 800 000 F et le coût de la tep économisée est de $5\,800\,000 / 1\,060 = 5\,500$ F
 Pour un coût du fuel de 1 650 F/tep, le temps de retour de l'investissement concernant le matériel nécessaire est alors de 3 ans et 4 mois.

Les surfaces susceptibles d'être consacrées à la canne de Provence sont à prendre à celles consacrées à la culture céréalière (blé dur ou riz) ou au tournesol. En prenant pour référence la marge brute dégagée à l'hectare par le tournesol (2 900 F), plus élevée que celle du blé dur (2 400 F), on s'aperçoit que la culture de canne de Provence comme plante énergétique est d'un apport bien supérieur.

Les coûts des différents postes intervenant dans la culture de la canne en parcelles sont récapitulés dans le tableau suivant (chiffres de 1983).

COUT	par ha et par an
Irrigation (Camargue)	300 F
Installation	1 300 F
Entretien	900 F
Conditionnement (séchage)	400 F
Récolte + Transport	2 100 F
TOTAL	5 000 F

Pour une production de 10 tep/ha chaque année, avec un rendement d'utilisation de 85 %, la valorisation à l'hectare de canne s'élève donc à :

$$(10 \text{ tep} \times 1\,650 \text{ F} \times 85 \%) - 5\,000 \text{ F} = \underline{9\,000 \text{ F}} \text{ par hectare par an}$$

Le coût total de la tep de canne de Provence en fonction du temps d'amortissement de l'installation se déduit du coût de la culture et du montant de l'investissement.

Le coût de la tep produite au champ est de $5\,000 \text{ F/ha} / 10 \text{ tep/ha} = 500 \text{ F}$

AMORTISSEMENT	10 ANS	5 ANS
Economie nette globale	10 600 tep	5 300 tep
Investissement	5 900 000 F	5 900 000 F
Coût de la tep économisée	550 F	1 100 F
Coût de la tep produite	500 F	500 F
Coût total de la tep	1 050 F	1 600 F





OPERATION EXEMPLAIRE

VALORISATION ÉNERGETIQUE DE LA BIOMASSE

COMBUSTION DES COQUES DE COTON DANS UNE HUILERIE AU MALI

PARTENAIRES DE L'OPERATION

- Utilisateur . Huilerie Cotonnière du Mali (HUICOMA)
KOUTIALA - MALI
- Maître d'oeuvre . C.F.D.T. (Compagnie Française de Développement des
Textiles)
13 rue de Monceau
75008 PARIS - Tél. 359-53-95
- Constructeur . Ateliers F. MOCK
BP No 159
67042 STRASBOURG CEDEX - Tél. (88) 33-16-22.

La plupart des huileries d'arachide utilisent depuis longtemps les coques disponibles pour la production de vapeur ou d'électricité. Mais la valorisation des coques de graine de coton posait d'importants problèmes de manutention (substrat très difficile à transporter) et de combustion (cendres, imbrûlés).

Les besoins en énergie primaire d'une huilerie de coton sont sensiblement partagés entre les productions d'électricité et de vapeur pour le process. Il semblait donc séduisant de chercher à gazéifier les coques afin de pouvoir alimenter au gaz pauvre à la fois un groupe électrogène et un brûleur. Cette technologie n'étant pas parvenue à maturité, la solution retenue fut la combustion en suspension qui satisfait totalement les besoins en vapeur de process.

L'utilisation des coques diminuera ainsi de moitié la consommation spécifique de fioul de l'usine.

1 - L'HUILERIE HUICOMA (Huilerie Cotonnière du Mali) .

- . De conception toute récente - l'usine fonctionne depuis deux ans et demi - cette installation transforme les graines de coton issues des usines d'égre-nage implantées dans les régions cotonnières du MALI, et plus particuliè-rement de celle, voisine, de KOUTIALA.

La production du coton est encadrée par la C.M.D.T. (Compagnie Malienne de Développement des Textiles), société d'économie mixte dont une partie du capital est détenue par la C.F.D.T. (Compagnie Française de Développement des Textiles) qui assure en particulier le soutien technique et financier de l'opération HUICOMA.

Cette nouvelle huilerie permet de valoriser les graines de coton sous forme d'huile et d'aliments du bétail, en produisant une quantité importante de déchets : les coques de coton.

- . La capacité de traitement est de 300 t/j, qui donnent en moyenne .
$$\begin{array}{r} 150 \text{ t/j de coques,} \\ 60 \text{ t/j d'huile brute,} \\ 90 \text{ t/j de tourteaux.} \end{array}$$

La Dernière campagne de trituration (1983/84) a traité 45000 tonnes de grai-nes qui furent transformées en .

7500 tonnes d'huile neutralisée,
15000 tonnes de tourteaux,
22500 tonnes de coques.

L'extraction de l'huile est d'abord mécanique (30 t/j), jusqu'à une teneur en huile résiduelle de 15 %, puis le reste d'huile est extrait par solvant (30 t/j) à l'hexane.

L'huile est ensuite traitée pour éliminer l'acidité (addition de soude) puis rincée par hydrocyclone. L'huile brute est soit consommée localement, soit vendue pour être raffinée en Europe, ou à la SEPOM (Société d'Exploitation des Produits Oléagieux du Mali), car l'usine ne fait pas de raffinage.

- . Le résidu de l'extraction, très riche en protéines, est exporté sous forme de tourteaux de coton (vers la C.E.E. principalement), ou réduit en farine puis mélangé à des coques de coton pour constituer un aliment du bétail très apprécié des éleveurs maliens . 50 t/j de coques sont utilisées à cette fabrication. La répartition entre ces deux fabrications est un compromis qui dépend des décisions gouvernementales . pour la campagne 83/84, 11500 tonnes de tourteaux ont été exportées et 13000 tonnes d'aliment mélangé vendues localement.

L'exportation de tourteaux est plus rémunératrice, bien que le cours mondial soit sujet à de fortes variations. Mais l'importance du cheptel malien et les difficultés que rencontrent les éleveurs pour l'alimentation du bétail ont poussé le Gouvernement à mettre l'accent sur l'autosuffisance . la capa-cité de la chaîne "alimentation du bétail" va donc être doublée.

A terme donc, 100 t/j de coques serviront à la fabrication de 240 t/j d'ali-ment (mélange coques - farine de coton), actuellement vendu sur le marché Intérieur 1 250 FM le sac de 50 kg.

2 - L'ALIMENTATION EN ENERGIE :

a) Les choix effectués :

Dès la conception de l'usine, il avait été prévu d'utiliser les coques de coton, combustible doté d'un excellent pouvoir calorifique : 3 900 kcal/kg, pour diminuer la consommation de fioul de l'usine.

Les 3 groupes électrogènes et la chaudière qui ont été installés sont conçus pour un fonctionnement dual-fioul et devraient tous fonctionner à 85 % au gaz pauvre de coques.

En effet, la première proposition qu'avait retenue la C.F.D.T. était d'installer des gazogènes à coques compactées, qui devaient être mis au point en France par la société DUVANT et sa filiale SERMIE.

Le coût des essais en France et les difficultés posées par ce type de combustible aussi bien au compactage qu'en gazéification ont conduit à abandonner ce projet.

Néanmoins, il restait possible d'utiliser 50 t/j de coques, correspondant aux besoins de chaleur de process de l'usine, à condition de parvenir à mettre au point une chaudière adaptée.

b) Les besoins :

La puissance électrique maximale appelée en pleine campagne est de :

- 800 kW pour les tâches de trituration proprement dites,
- 250 kW pour la fabrication des tourteaux et des aliments du bétail, présentés sous forme de pellets,
- 120 kW pour les auxiliaires et les cases d'habitation.

L'alimentation en électricité continuera donc à se faire à partir des 3 groupes dual DUVANT (3 x 640 kW) alimentés au mélange diesel (70 %) et fioul (30 %). Ils tournent actuellement à 60 % de leur capacité, et la moitié de l'électricité produite est vendue à l'usine d'égrenage de coton voisine.

La consommation de carburants pétroliers pour la production d'électricité est au total de 10 000 l/j, dont 5 000 l/j pour les besoins propres de l'huilerie.

Les besoins en vapeur pour le process sont de 3 t/h de vapeur à 15 bars et 200°C. Pendant les 2 premières années, ceux-ci étaient assurés par la chaudière dual-fioul (entièrement alimentée au fioul) qui consommait environ 5 000 l de fioul par jour.

La chaudière à coques actuelle vient donc se substituer à l'ancienne chaudière. Sa capacité est de 2,5 t/h de coques pouvant produire jusqu'à 6 t/h de vapeur.

La consommation spécifique de l'usine avant l'installation de la chaudière était de 35 l d'hydrocarbures/tonne traitée (soit environ 10 000 l/j pour 300 tonnes traitées). Elle sera réduite de moitié par la mise en service de la nouvelle chaudière.

3 - LA CHAUDIERE A COQUES :

Les problèmes les plus difficiles à résoudre étaient ceux du stockage, du transfert et de l'alimentation des coques .

- . un silo à coques a été spécialement conçu par la C.F.D.T.,
- . le transfert des coques est effectué par vis,
- . l'alimentation de la chaudière est pneumatique (système FAMA) :

Les coques sont soufflées dans le foyer sur une planchette orientable pour bien les répartir sur la grille.

La combustion se fait en suspension par l'injection d'air primaire sous la grille.

L'ensemble du foyer est maintenu en légère dépression par le ventilateur de tirage

La construction de la chaudière a été réalisée par les ateliers F. MOCK.

Le rendement thermique de la chaudière est d'environ 80 %.

4 - LES RESULTATS ECONOMIQUES ATTENDUS :

L'économie de fioul réalisée est donc de 5 000 l/j au prix de 300 FM/l, soit environ 1 500 000 FM/j.

Le nombre de jours de fonctionnement annuel est très variable suivant les années :

- 120 en 1982/83 pour 36000 tonnes traitées (année de démarrage),
- 150 en 1983/84 pour 45000 tonnes traitées (année "normale").

Sur une base relativement pessimiste de 135 j/an, l'économie annuelle s'élèverait à environ 200 000 000 FM. L'investissement total est d'environ 300 000 000 FM, dont 130 000 000 pour la chaudière elle-même.

Ceci donne un temps de retour brut de l'investissement de 1,5 an, qui apparaît donc très rentable.



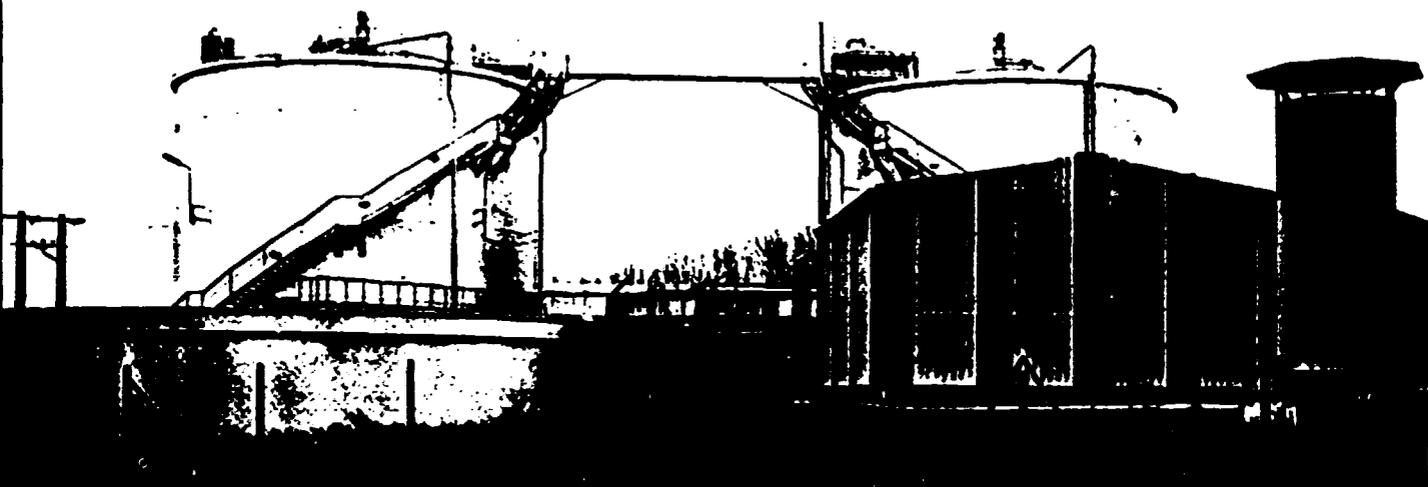


AGENCE FRANÇAISE POUR LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE

OPERATION EXEMPLAIRE

**VALORISATION ÉNERGETIQUE
DE LA BIOMASSE**

***méthanisation
des rejets
de conserveries
de légumes***



LES PARTENAIRES DE L'OPERATION

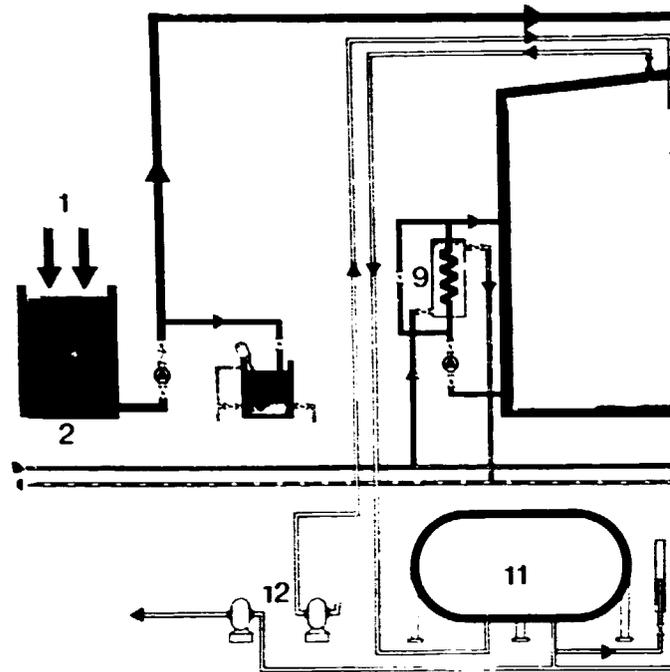
Propriétaire : BONDUELLE - Usine de RENESCURE
59173 - RENESCURE

Constructeur : DEGREMONT
183, Avenue du 18 Juin 1940
92508 - RUEIL MALMAISON Cedex

La conserverie de fruits et légumes est parmi les industries agro-alimentaires l'une des plus consommatrices d'énergie, avec en France 280.000 tep/an. La méthanisation des rejets d'une telle industrie est susceptible d'effectuer une épuration organique importante (qui, par traitement aérobie, aurait occasionné une forte consommation d'énergie), tout en fournissant un appoint énergétique significatif par rapport aux besoins des usines (10 à 30 %). Dans le cas d'une conserverie de légumes, on peut attendre de la fermentation anaérobie une production énergétique nette particulièrement intéressante :

- Les effluents de l'usine sont chauds ou tièdes et les calories qu'ils contiennent peuvent être valorisées pour le maintien en température du digesteur sans autoconsommation du biogaz,
- Le biogaz produit est facilement valorisable sur place, car l'usine a d'importants besoins en eau et en vapeur.

Effluents de blancheur 320 m³/jour DCO 8 400 kg/jour
Effluents de pelage 400 m³/jour DCO 11 800 kg/jour



- Arrivée des effluents à traiter dans le bac d'homogénéisation
- Bac d'homogénéisation
- Bac de partage
- Digesteur
- Bâche de dégazage
- Décanteur-épaississeur
- Échantillonnage et comptage
- 8 - Prise d'échantillons
- 9 - Échangeur de chaleur
- 10 - Ventilateur de dégazage
- 11 - Gazomètres souples
- 12 - Gazomètres souples
- 13 - Forçages
- 14 - Départ de l'effluent traité vers l'épandage

le problème

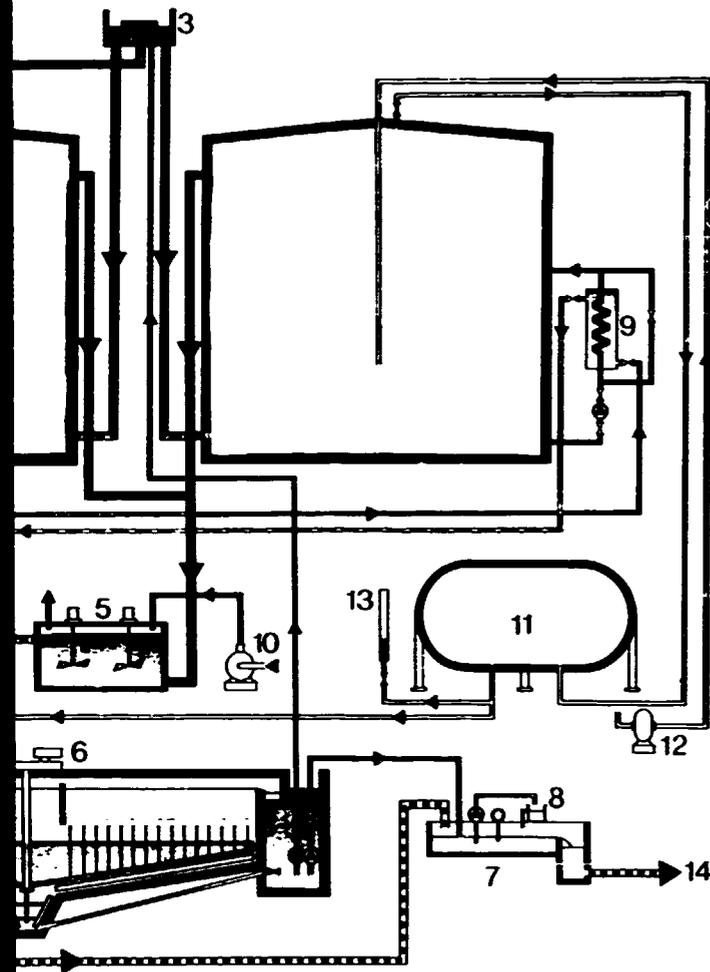
L'usine PONDUELLÉ à Renescure a une capacité de traitement de 110.000 tonnes de légumes par an, dont près de 60.000 tonnes entre le 15 Juin et le 30 Septembre. La pollution déversée par une telle unité représente 25 tonnes de DCO par jour, soit l'équivalent d'une ville de 250.000 habitants. L'usine est équipée depuis plusieurs années d'une installation de dépollution par lagunage aéré donnant un bon rendement d'épuration, mais surchargée en été, et dont l'extension n'était réalisable qu'à des coûts prohibitifs. L'installation de méthanisation envisagée, pour être intéressante, devait cependant occasionner un investissement modéré. C'est pourquoi le but fixé était de minimiser la capacité de cuve en traitant un effluent le plus dense possible avec un faible temps de séjour.

la solution

L'objectif de minimisation de l'investissement est atteint de deux manières :

- Par la mise en place de circuits séparés permettant le détournement vers le fermenteur des seuls effluents les plus concentrés : seules sont fermentées les eaux de blancheur des petits pois et haricots et une fraction des eaux de pelage de carottes. La fraction ainsi sélectionnée représente 10 % du débit global rejeté par l'usine mais contient 50 % de la pollution totale des rejets. Les effluents dilués, quant à eux, restent traités par lagunage aéré.
- Par la diminution du temps de séjour nécessitant la mise en oeuvre d'un procédé évolué. Le filtre anaérobie étant exclu à cause de la teneur en matières en suspension et le lit de boue à cause

RENESECURE (Nord)



de leur hétérogénéité, on a choisi la technologie du contact anaérobie (en une seule phase) bien adaptée au traitement à haut rendement d'un substrat riche (plus de 15 g/l de DCO) en matières très fermentescibles où l'acidogénèse n'est pas la phase limitante.

Le temps de séjour ainsi permis est le tiers de celui qu'aurait exigé la technique traditionnelle du mélange intégral. L'installation a été dimensionnée pour pouvoir traiter l'ensemble des effluents concentrés en période de pointe, soit un volume de 720 m³ par jour, renfermant 20 tonnes de DCO. Elle comprend principalement :

- . Un bac de réception et d'homogénéisation de 80 m³,
- . Un bac de partage des effluents entre les deux digesteurs,
- . Deux digesteurs en acier de 2.500 m³, l'un avec isolation, l'autre sans, brassés au gaz et maintenus à une température de 37° C,

- . Deux échangeurs de chaleur de 312 th/h fonctionnant en refroidissement l'été et en réchauffage éventuel l'hiver,
- . Un ouvrage de dégazage par brassage et ventilation,
- . Un décanteur de 1.000 m³ avec recyclage des boues vers les digesteurs à un débit de 100 m³/h,
- . Deux gazomètres souples de 120 m³,
- . Un surpresseur centrifuge qui dirige le gaz vers l'usine.

Les données techniques relatives au traitement des eaux de blancheur et de pelage sont les suivantes, pendant les 4 mois de la période de pointe :

Volume moyen d'effluent	720 m ³ /j
Température moyenne de l'effluent à traiter	54° C
Charge volumique maximale ..	3,6 kg DCO/m ³ .j
Teneur en DCO	28 g/l

En hiver, le volume de DCO à traiter est inférieur à la moitié de la charge en pointe. Pour limiter les pertes thermiques, on ne maintient alors en service que celui des 2 digesteurs qui est muni d'une isolation.

le bilan énergétique

Après plus de deux ans de fonctionnement, les résultats acquis sur l'installation des établissements BONDUELLE confirment l'intérêt du procédé de "contact anaérobie" pour les effluents très chargés en MES biodégradables. Le bilan d'exploitation des digesteurs en période de pointe (28 Juin - 30 Septembre 1983) est le suivant :

DCO introduite	758 tonnes
DCO éliminée	629 tonnes
Rendement moyen d'épuration sur :	
- la DCO totale	83 %
- les MES	47 %
Quantité de gaz produite	400.000 m ³
Quantité de méthane produit	211.000 m ³
Rendement de production de méthane	335 m ³ /tonne de DCO éliminée

Le rendement moyen annuel de production du méthane est de 320 m³/tonne de DCO éliminée.

Le bilan énergétique de l'unité de méthanisation, élaboré à partir des résultats obtenus en 1981 et 1982 présente un bilan positif de 520 TEP pour 1.220 tonnes de DCO éliminées (1).

Méthane produit : 400.000 m ³	335 TEP
Consommation d'énergie par le digesteur : 270 MWh	- 65 TEP
Economie d'énergie par rapport au lagunage aéré : 920 MWh	+ 250 TEP
Economie d'énergie	+ 525 TEP

le bilan financier

Bilan d'exploitation annuel pour 1981 et 1982 (1) :

Economie d'électricité par rapport au lagunage :	
980 MWh	
Consommation d'électricité :	
270 MWh	
Bilan net électricité :	
710 MWh	+ 257.375 FF
Production de méthane (substitution fuel lourd n° 2) :	
335 TEP	+ 452.250 FF
Coûts d'exploitation (hors électricité)	- 205.000 FF
Bilan annuel	+ 504.625 FF

Si l'on confronte ce bilan annuel avec le surcoût d'investissement dû à la méthanisation par rapport à ce qu'aurait coûté l'installation d'une lagune aérée, soit 8.200.000 - 4.000.000 = 4.200.000 F, on en déduit, sur la base d'un taux d'actualisation nul, que le temps de retour du surinvestissement est légèrement supérieur à 8 ans.

(1) (1 MWh = 0,25 TEP, 1 TEP = 4,2 10¹⁰ J
= 4 10⁷ BTU = 7,36 dOE) :



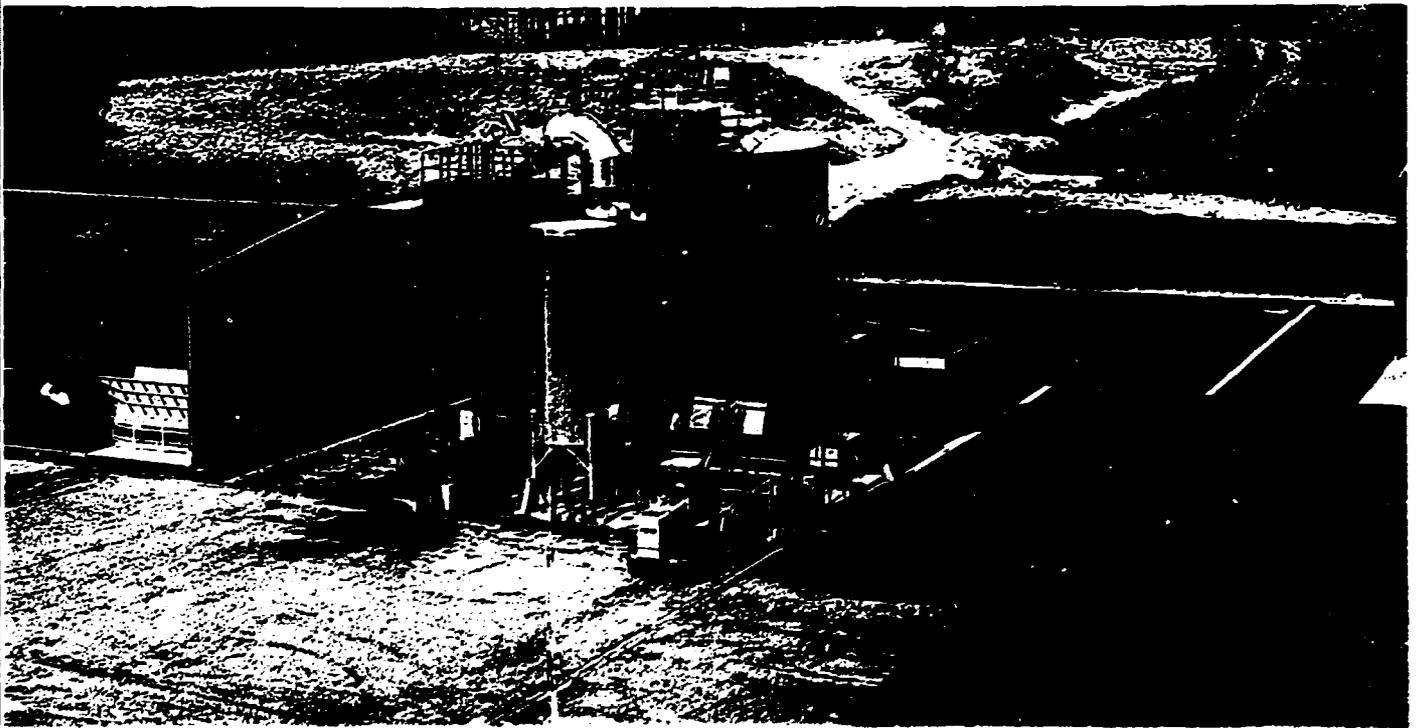


AGENCE FRANÇAISE POUR LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE

OPERATION EXEMPLAIRE

**VALORISATION ÉNERGETIQUE
DE LA BIOMASSE**

méthanisation en continu des ordures ménagères en france



LES PARTENAIRES DE L'OPERATION

Utilisateur :

Syndicat mixte d'aménagement du voironnais,
centre de traitement et de valorisation d'ordures ménagères de la Buisse
F 38950 - LA BUISSE

Bureau d'étude :

SOUP CAZENE
26, rue H. Duhamel - F 38100 - GRENOBLE

Réalisation :

S.A. VALOREA,
Z.I. de la Lauze - F 34430 - ST JEAN DE VEDAS

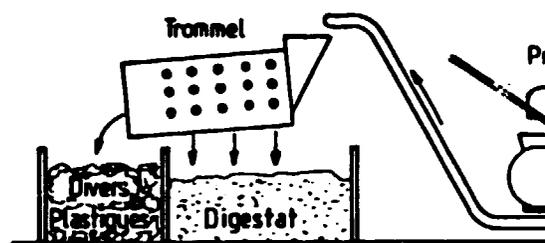
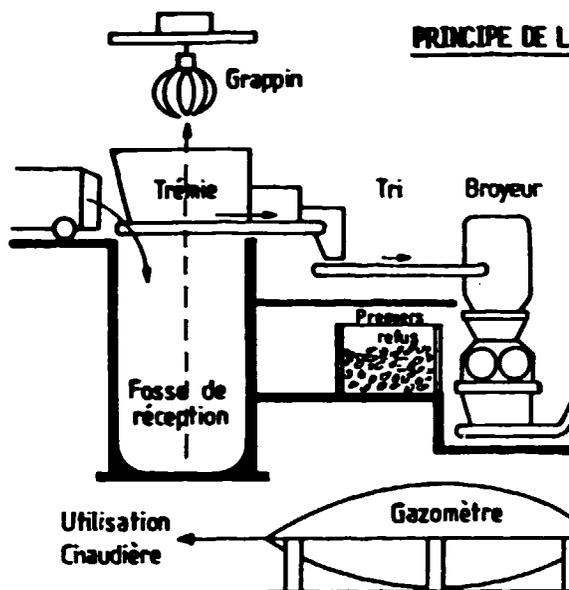
Les ordures ménagères des villes sont traditionnellement considérées comme des déchets.

A ce titre, la collectivité qui les produit a pour premier objectif de s'en débarrasser à des conditions sanitaires acceptables pour un coût minimal. Récemment, s'est ajouté dans les villes moyennes ou grandes l'objectif de leur valorisation énergétique ou agronomique qui permet d'alléger ce coût.

En pratique, la technologie de traitement choisie est celle qui présente le meilleur bilan économique, qui dépend essentiellement de la taille de l'agglomération :

- Dans les petites villes (moins de 10.000 habitants ou 3.000 tonnes d'ordures par an), la décharge contrôlée reste la solution la moins coûteuse,
- Dans les grandes agglomérations, l'effet d'échelle permet à l'incinération avec récupération de chaleur d'être rentable, surtout lorsque le chauffage urbain existe. Dans le cas contraire, le seuil se situe aux environs de 300.000 habitants (100.000 t/an),
- Dans les villes moyennes, l'incinération n'est pas rentable, la décharge pose des problèmes d'environnement, et le compostage aérobie des ordures se heurte à des difficultés de commercialisation à cause des plastiques non séparés. Dans ce "créneau", la méthanisation des ordures suivi d'un tri paraît la meilleure solution, car elle permet à la fois la valorisation énergétique des fractions fermentescible (biogaz) et combustible (incinération) et la valorisation agricole de la matière organique digérée.

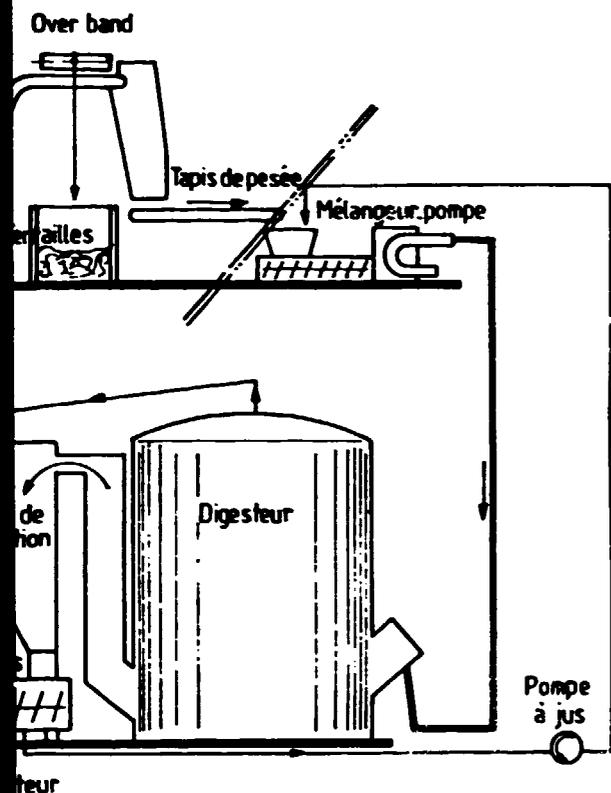
PRINCIPE DE L



le problème

La ville de Voiron, dans l'Isère (France), est représentative de ces agglomérations moyennes, avec 25.000 habitants produisant 16.000 tonnes d'ordures ménagères par an. L'absence de chauffage urbain exclut l'incinération avec récupération de chaleur, et le caractère montagneux du site explique la saturation des rares emplacements de décharge. La situation est donc favorable à la méthanisation des ordures, mais de nombreux problèmes se posent à la conception de l'installation.

- Il est difficile et coûteux d'effectuer un tri préalable poussé des ordures : le procédé doit donc accepter des ordures brutes,
- Les contraintes économiques imposent de minimiser le volume de cuverie et de maximiser la production de biogaz en réduisant l'autoconsommation pour le réchauffage, ce qui implique une fermentation continue, "sèche" d'ordures faiblement diluées avec un temps de séjour court,



. L'objectif de valorisation agronomique du digestat nécessite une finition qui comporte une séparation et un conditionnement de la fraction organique.

C'est ainsi qu'en 1983, le Syndicat mixte d'aménagement du voironnais chargeait le bureau d'étude CARENE et la société VALORGA de concevoir et de construire le premier digesteur continu à forte concentration qui soit réalisé industriellement dans le monde.

la solution

L'usine de LA GUISSÉ, près de Voiron, traite 16.000 tonnes d'ordures ménagères par an, dont 8.000 tonnes par compostage et 8.000 tonnes par méthanisation, soit 22 t/j. Le système s'organise en trois étapes :

. La chaîne de traitement primaire est constituée d'un broyage qui ramène la granulométrie à 50 mm,

suivi d'un tri simplifié (déferrailage magnétique et criblage) et d'un malaxage où les ordures sont hydratées de 65 à 35 % de matière sèche (M.S.) par recyclage du jus du digestat.

. Le digesteur, d'un volume de 500 m³, est constitué par une cuve cylindrique où la matière effectue un mouvement circulaire d'un tour, pendant un temps de séjour de 15 jours. L'originalité du procédé VALORGA réside dans le système pneumatique qui permet le cheminement de la matière en semi-piston et son brassage permanent à l'aide du biogaz produit. La productivité en biogaz est très élevée, puisqu'elle atteint en moyenne 5,5 m³/m³ de cuverie/j et 125 m³/t d'ordures brutes.

. La chaîne d'affinage se compose d'une presse qui, à partir du digestat à 30 %, produit une matière organique à 70 % de matière sèche et un jus recyclé en tête, d'un émouleur et d'un trommel qui produisent un digestat commercialisable après séparation des matériaux inertes constituant un refus à haut pouvoir calorifique. La méthanisation donne au digestat des propriétés mécaniques qui rendent l'enlèvement des matériaux inertes bien plus facile que sur les ordures brutes.



le bilan énergétique

Bilan matière pour une tonne d'ordures ménagères brutes traitées (1) :

Refus primaire (grossier)	50 kg
Biogaz à 65 % CH ₄ (5,6 th/m ³) ...	125 m ³
Refus d'affinage (3 t/kg)	250 kg
Digestat affiné (70 % M.S.)	410 kg

On peut considérer que 70 % des 300 kg de refus sont valorisables par combustion et que leur pouvoir calorifique est de 3 th/kg, contre 1,6 th/kg d'ordures brutes. Le bilan énergétique diffère suivant qu'on considère les pouvoirs calorifiques (P.C.) ou qu'on tient compte des rendements réels (R.R.) de l'incinération au niveau de l'énergie disponible (E.D.).

Pour une tonne d'ordures brutes, on a ainsi (1) :

	P.C. (th)	R.R. (%)	E.D. (th)
Incinération	1600	70	1120
Méthanisation			
Biogaz 125 m ³	695	100	695
Refus 210 kg	630	70	440
Total valorisable	1325	86	1136
Total potentiel	1600	71	1136

On voit ainsi que si la méthanisation ne valorise que 83 % de l'énergie des ordures brutes, le reste étant contenu dans la matière organique non détruite, elle conduit finalement à un rendement proche de celui des meilleures incinérations (70 %) grâce au bon pouvoir calorifique des refus très secs et au caractère noble du biogaz produit, tout en laissant intacte une matière organique valorisable en agriculture qui aurait été détruite par incinération.

(1) 1 th = 1,16 kWh = 10⁻⁴ TEP = 7,33 10⁻⁴ BOE = 4 10⁻³ BTU.

(2) 1 US \$ = 9 FF en 1984.

le bilan financier

Sur une base annuelle, l'installation de Voiron traite actuellement 8.000 tonnes d'ordures brutes et fournit 4 millions de m³ de biogaz à 65 % de méthane (5,6 10⁶ th ou 556 TEP) (1), 1.680 tonnes de refus valorisables par combustion (3,5 10⁶ th ou 353 TEP disponibles) et 3.280 tonnes de digestat à 70 % de M.S.

La situation réelle à Voiron est défavorable, dans la mesure où :

- Il n'y a pas de valorisation possible de l'énergie de combustion du refus,
- Il n'y a pas d'utilisation "noble" du biogaz (électricité, carburant). 2.000 m³/j (soit 73 % de la production) sont revendus au réseau public de Gaz de France au prix de 0,12 FF/kWh, soit 1.390 FF/TEP,
- Le digestat affiné est vendu 80 FF/t, prix qui correspond à un amendement "bas de gamme" alors que le digestat entre dans la catégorie des "engrais organo-minéraux".

L'investissement se décompose comme suit (2) :

Chaîne de traitement primaire	1.950.000 F
Méthanisation	3.550.000 F
Chaîne d'affinage	1.500.000 F
Génie Civil - Bâtiment	2.200.000 F
Valorisation gaz - solution GdF	500.000 F
TOTAL	9.700.000 F

Le bilan annuel prévisionnel avec un amortissement sur 15 ans à 10 % d'actualisation, et déduction faite d'une subvention de 30 % sur l'investissement donne (2) :

	Dépenses	Recettes
Amortissement	892.206 F	
Frais entretien, gestion, énergie autre que biogaz	950.000 F	
Recette digestat		262.400 F
Recette gaz		564.985 F
BILAN	1.014.820 F	

Ce déficit conduit donc à un coût de traitement des ordures d'environ 125 FF/t brute.

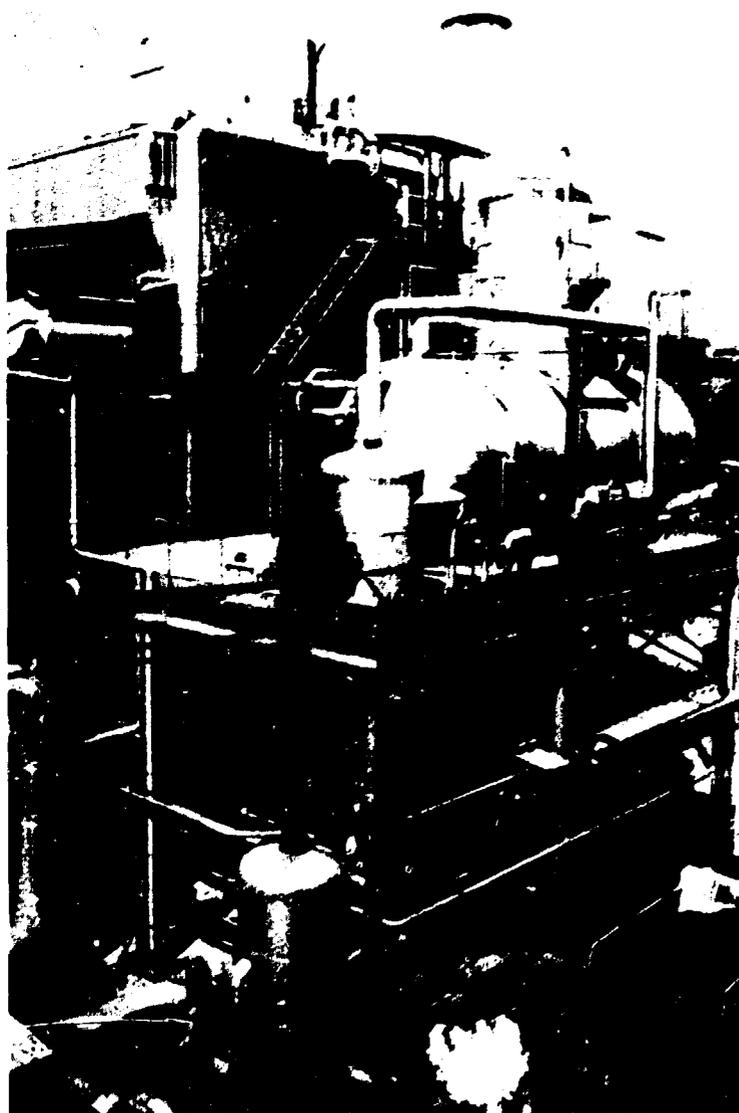




OPERATION EXEMPLAIRE

**VALORISATION ÉNERGETIQUE
DE LA BIOMASSE**

***île de la réunion
combustion de la bagasse
dans une centrale électrique
associée à une sucrerie***



LES PARTENAIRES
DE L'OPERATION

Utilisateurs :

S N E Sucrière du Nord Est -
Quartier Français -
97441 - Ste SUZANNE
E D F

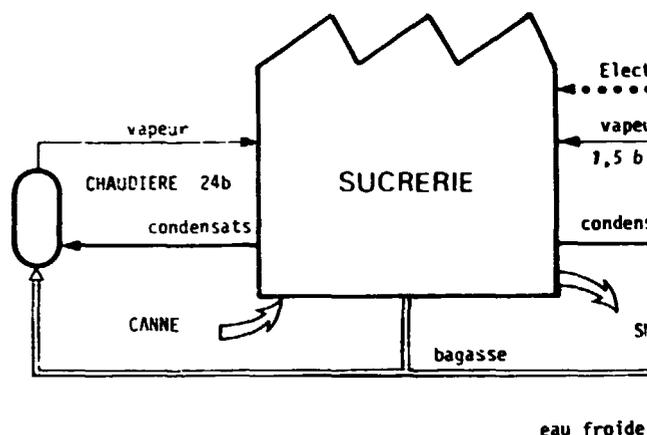
Ingénierie :

FIVES CAIL BABCOCK
CREUSOT-LOIRE
JELMONT

Constructeurs :

Chaudière : F.C.B.
Centrale : CREUSOT-LOIRE

L'approvisionnement énergétique de ses usines n'a jamais constitué le souci prioritaire de l'industrie du sucre de canne. En effet, une partie de la bagasse, résidu ligneux issu de la tige après extraction du sucre est brûlée pour produire l'énergie calorifique et électrique nécessaires aux besoins de l'usine, le reliquat n'étant pas utilisé. Or, à la Réunion, l'utilisation comme source d'énergie de cette bagasse excédentaire permettrait de produire un surplus d'électricité de 160 millions de kWh par an, soit un tiers environ de la consommation de l'île en 1983. C'est pourquoi, dans le cadre de la restructuration de l'industrie sucrière à la Réunion a été entreprise la construction d'une centrale électrique couplée à la sucrerie de Beaufonds (SNE) et fonctionnant à partir de la bagasse.



le problème

L'usine de Beaufonds traite en moyenne 550.000 tonnes de cannes par an et produit environ 30 % de résidu sous forme de bagasse à 50 % d'humidité, soit 150.000 tonnes par an. La combustion de 70 % de cette bagasse assurait, dans la situation initiale (1983) l'autonomie énergétique de la sucrerie. En raison de l'importance des coûts de stockage et d'élimination et de l'absence de valorisation rentable, la bagasse excédentaire était considérée comme un déchet polluant encombrant. D'où, dans le passé, une politique énergétique de gaspillage qui consistait à se débarrasser de l'excédent de bagasse et à utiliser volontairement des chaudières à bas rendement afin de détruire le plus possible de résidu.

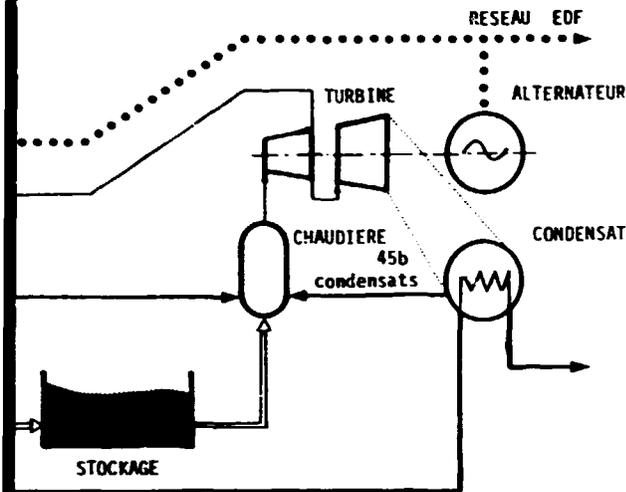
Le souci de mieux insérer la sucrerie et son potentiel biomasse dans le contexte énergétique régional a conduit au contraire à rechercher les économies susceptibles d'être réalisées dans le processus de fabrication de façon à libérer une plus grande quantité de bagasse pour la production d'électricité.

la solution

Les économies d'énergie sur le process

Après les opérations d'extraction, d'épuration et de concentration, le jus sucré est traité afin d'en extraire le sucre sous forme de cristaux solides. La solution portée à ébullition sous vide partiel dans les chaudières de cuite s'appauvrit progressivement en eau jusqu'à atteindre le point de sursaturation à partir duquel le sucre précipite. A Beaufonds, jusqu'en 1983, cette opération était réalisée dans des cristalliseurs chargés de façon discontinue et consommant 500 kg de vapeur par tonne de cannes. La masse cuite obtenue était ensuite traitée par centrifugation de trois jets successifs, afin de séparer les cristaux du sirop. La consommation de vapeur a été ramenée à 430 kg de vapeur par tonne de cannes, grâce à l'installation de deux cristalliseurs continus alimentés par des vapeurs à basse pression et de centrifugeuses fonctionnant également en continu. Cependant, la cristallisation est encore partiellement effectuée de façon

PRINCIPE



discontinue de même que la centrifugation des deux premiers jets de masse cuite. L'objectif de la SNE est de limiter les besoins énergétiques de la sucrerie à 350 kg de vapeur par tonne de cannes, grâce à des équipements fonctionnant totalement en continu. Dans des conditions optimales de fonctionnement, la proportion de bagasse excédentaire pourrait théoriquement atteindre 40 à 45 % de la bagasse totale produite. Les économies d'énergie réalisées en 1983 dans le processus de fabrication, se traduisent par une augmentation d'environ 3 % de la bagasse excédentaire.

La centrale électrique

Actuellement, la bagasse est soit brûlée dans l'ancienne chaudière 24 bar qui fournit la sucrerie en vapeur 21 bar, soit stockée pour l'alimentation de la nouvelle chaudière 45 bar de la centrale.

La vapeur produite par la combustion du résidu dans la chaudière de la centrale est envoyée dans une turbine double corps couplée à un alternateur de puissance 24,6 MW. Deux dérivations en sortie du premier corps de la turbine principale permettent de soutirer d'une part de la vapeur à 21 bar en appoint d'alimentation des moulins de la sucrerie, et d'autre part de la vapeur à 1,5 bar utilisée dans les cristalliseurs. En fonctionnement normal, l'alternateur a une puissance de 20,5 MW dont 17 sont destinés au réseau et 3,5 à la sucrerie.

La centrale a pour objectif annuel de produire 45 GWh pour 550.000 tonnes de cannes, soit environ 300 KWh par tonne de bagasse, dont 37 GWh sont destinés au réseau. En 1983, seulement 11 GWh ont été fournis au réseau en raison de la mise en service industrielle tardive de la centrale (Août 1983), de pannes plus fréquentes qu'en régime définitif, d'économies d'énergie réalisées seulement partiellement et du déficit de cannes dû à la sécheresse. L'objectif pour 1984 est de fournir 36 GWh au réseau, dont 6 obtenus à partir de 20.000 tonnes de bagasse en provenance de la sucrerie voisine de Bois Rouge.



le bilan énergétique

La production de bagasse correspondant au traitement d'une tonne de canne est d'environ 300 kg dont :

35 % consommés par la sucrerie
7 % mis en réserve pour les pannes
et les arrêts
58 % disponibles pour la centrale

Pour une tonne de canne, le flux énergétique est généré selon la séquence suivante :

Bagasse 300 kg
Vapeur produite 700 Kg

Autoconsommation
d'électricité 14 kWh
Electricité fournie
à E.D.F. 66 kWh

La puissance électrique de la centrale en marche normale est de 20,5 MW dont 16,2 MW disponibles pour la fourniture d'énergie à EDF (en marche réduite, respectivement 9,2 MW et 6,2 MW).

La campagne sucrière couvre 19 semaines calendaires. Compte tenu d'un taux de panne évalué à 8 h par semaine environ, le fonctionnement effectif des moulins est de 120 h par semaine.

Par conséquent, en marche normale, le potentiel de production de la centrale, jours fériés déduits est de :

En marche normale :
16.200 kW x 120 h x 18,33 ... 35.633.520 kWh
En marche réduite :
6.200 kW x 12 h x 18,33 1.363.752 kWh
TOTAL 36.997.272 kWh

le bilan financier

Environ la moitié du montant investi dans la restructuration de l'usine de Beaufonds, soit 75 millions de francs, est imputable aux installations relatives aux économies d'énergie (chaufferie et centrale).

Le prix d'achat du kWh par E.D.F. étant de 25 centimes, les recettes attendues correspondant à la vente de 37 GWh s'élèvent à 9,25 millions de francs par an, soit :

Temps de retour de l'investissement 8 ans

AGENCE FRANCAISE POUR
27, RUE LOUIS VICAT
75015 - PARIS - FRANCE



LA MAITRISE DE L'ENERGIE
TEL : 33 (1) 765.20.00
TELEX : 203 712 F



OPERATION EXEMPLAIRE

**VALORISATION ÉNERGETIQUE
DE LA BIOMASSE**

***méthanisation
des fientes de volailles
au gabon***

LES PARTENAIRES DE L'OPERATION

Utilisateur : S M A G Libreville - B.P. 462 - REPUBLIQUE GABONAISE

Ingénierie : S E P M A , 4 rue du Colonel Briant - F 75021 - PARIS cedex 01

Constructeur : MIDA-TRA , Castelnau-Barbarens - F 32450 - SARAMON

De manière générale, les fientes de volailles ne sont pas utilisées en Afrique en tant qu'engrais, leur épandage ne pouvant se faire sans risques sanitaires (peste avicole). Au Gabon, ces risques sont d'autant plus importants qu'en l'absence de terres agricoles au voisinage des élevages, les déchets devraient être transportés.

Dans ce contexte, la méthanisation des fientes présente a priori le double avantage de transformer un substrat inutilisable en l'état, en un compost valorisable par épandage agricole et de produire de l'énergie sous forme de biogaz.

La Société Meunière et Avicole du Gabon, intéressée par une telle réalisation dans son élevage de N'koltang, décidait en 1982, vu l'état peu avancé de la technologie sur fientes et l'absence de références en Afrique, de procéder à une première expérimentation sur pilote industriel.



le problème

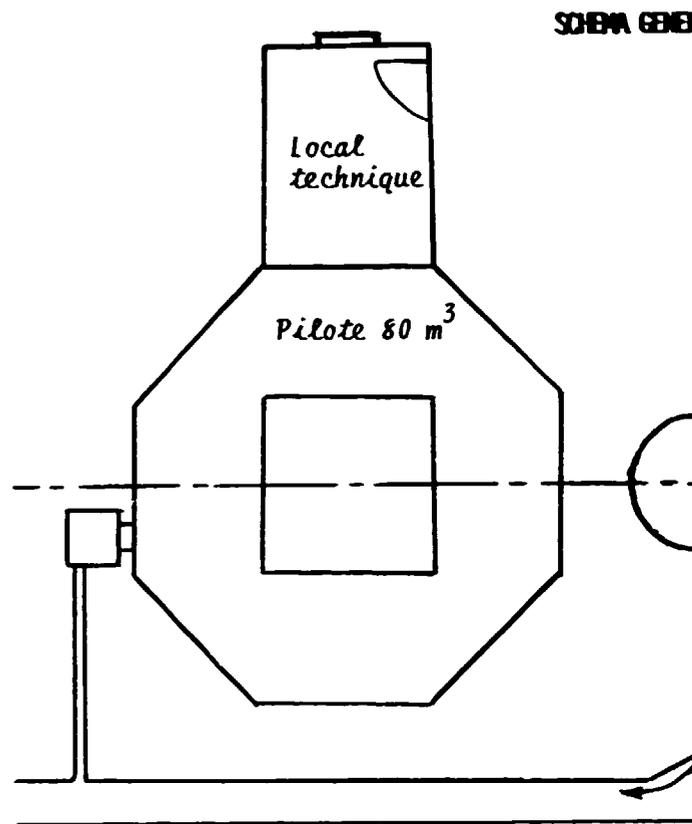
L'élevage de la SMAG à N'koltang abrite 156.000 poules pondeuses, en cage 11 mois par an, et fournit l'essentiel des oeufs consommés dans le pays.

Il produit environ 20 m³/j de fientes sous forme d'un lisier à 16 % de matière sèche fortement hétérogène.

Le problème était de minimiser l'investissement en cuverie pratiquant un temps de séjour court, tout en obtenant une méthanisation poussée, rendue nécessaire par les impératifs de dépollution.

On a alors été conduit aux choix suivants :

- . La technologie évoluée du lit bactérien fixé,
- . Un système amont efficace d'élimination des déchets grossiers et non méthanisables,
- . Une dilution du lisier à 10 % de matière sèche,
- . Une bonne homogénéisation du lisier à traiter.



la solution

Le prototype industriel de l'unité de traitement anaérobie des déchets de l'élevage avicole de la SMAG a été mis en service le 10 Août 1983 et fonctionne en continu de façon satisfaisante depuis cette date. Son installation faisait suite aux essais effectués en France sur un micropilote de volume 2,3 m³ par la SMAG et la SONDIAA.

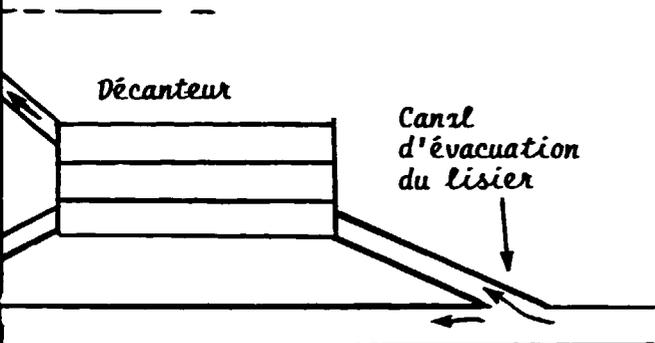
Le digesteur prototype d'un volume de 80 m³ traite en régime définitif 6,7 m³/j de déchets dilués de 16 à 10 % de matière sèche, soit 20 % de la totalité du lisier à méthaniser. L'effluent solide collecté dans les poulaillers est envoyé en l'état dans le premier des trois compartiments d'un décanteur dont le rôle principal est d'éliminer un maximum de plumes et de sable en un minimum de temps. En effet, lors du passage du lisier du premier compartiment au second par des orifices en partie basse, les plumes sont piégées et renvoyées dans le canal d'amenée. De plus, l'alimentation du troisième compartiment par



FOSSE DE BROYAGE
ET D'HOMOGENEISATION

INSTALLATION

de d'homogénéisation



des orifices à mi-hauteur permet de retenir le sable et les graviers dans le second compartiment. La durée de décantation en régime continu étant de 24 heures, le remplissage se fait la veille de l'utilisation du lisier, après l'alimentation du digesteur par la fiente décantée précédemment et le nettoyage à grande eau de l'appareil.

Le lisier est ensuite transféré vers la fosse de broyage par une trappe munie d'une marche en point bas afin de retenir les dernières parties lourdes. Dans cette fosse, le lisier introduit à 16 % de matière sèche est broyé puis dilué par ajout d'eau jusqu'à obtention d'un taux de matière sèche de 10 %.

Le mélange homogénéisé alimente quotidiennement un fermenteur à quatre lits bactériens fixés (toilage à flux descendant). Alimentation et recyclage sont assurés par quatre pompes. Des opérations de dessablage et de décroustage sont réalisées une fois par semaine afin d'éviter les risques de colmatage. Après un temps de séjour de 20 jours à une température de 30 à 32° C et à un pH contrôlé de 8, l'effluent est évacué du fermenteur par trop plein.

Le biogaz obtenu, de composition 60 % de méthane, 40 % de dioxyde de carbone a un pouvoir calorifique inférieur de 5,5 thermies par m³. Il est stocké par bâche souple à joint d'eau (volume de stockage : 80 m³) avant d'être valorisé par la production d'électricité dans un groupe dual-fuel.

Il est à noter que la méthanisation est réalisée sans réchauffage du digesteur et n'implique donc pas d'utilisation thermique du biogaz. Cependant, une température de fermentation de 37° C améliorerait la productivité de 10 % à 25 %. La récupération des calories eau chaude du groupe dual-fuel permettrait d'une part d'élever la température du fermenteur à 37° C, donc d'améliorer la productivité, et d'autre part d'expérimenter la fermentation thermophile à 55° C.

L'installation du digesteur a donc permis d'atteindre les 3 objectifs fixés :

- Production de gaz énergétique,
- Réduction du pouvoir polluant de l'effluent (demande chimique en oxygène réduite de moitié),
- Stabilisation de l'effluent mesurée par le rapport C/N qui passe de 25 à 15.



LE TROP-PLEIN

le bilan énergétique

Les expérimentations menées sur le prototype au Gabon, par la SMAG et la SONDIAA ont présenté les résultats suivants sur la période d'observation Août 1983-Mai 1984 :

(1 TEP = $4,2 \cdot 10^{10}$ J = $4 \cdot 10^7$ BTU = 7,33 BOE)

Poules pondeuses	35.000
Volume du digesteur	80 m ³
Alimentation (10 % de MS)	6,7 m ³ /jour
Production d'électricité	54 TEP/an

L'extrapolation au traitement de l'ensemble des déchets produits conduit aux données suivantes :

Poules pondeuses	156.000
Volume du digesteur	360 m ³
Alimentation (10 % de MS)	30 m ³ /jour
Production d'électricité	245 TEP/an

La production de 245 TEP sera ainsi utilisée :

Production d'électricité pour l'élevage	150 TEP/an
Production d'électricité pour les pompes (méthanisation)	27 TEP/an
Chauffage des poussinières	<u>26 TEP/an</u>
Total	203 TEP/an

Avec un excédent de 42 TEP, l'élevage sera autonome avec environ 20 % de sécurité.

le bilan financier

L'investissement total, groupe électrogène compris s'élève à 3 millions de francs, ce qui conduit à un amortissement économique annuel de 388.000 F/an, dans le cas d'un amortissement sur 10 ans en utilisant un taux d'actualisation de 5 %.

L'étude technico-économique au niveau de l'avant-projet sommaire fournit les estimations suivantes :

Coût d'exploitation	80.000 F/an
Amortissement économique	<u>388.000 F/an</u>
Total	468.000 F/an

Le coût total annuel de la production des 176 TEP nécessaires au fonctionnement autonome de l'élevage s'élève donc à 468.000 F/an. Il correspond à un prix de revient de 2,26 F par litre de gazole équivalent, inférieur au prix actuel de 2,70 F par litre.

Taux de rentabilité interne (sur 10 ans)	17 %
Temps de retour du capital	3,5 ans

AGENCE FRANCAISE POUR
27, RUE LOUIS VICAT
75015 - PARIS - FRANCE



LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE

TEL : 33 (1) 765 20 00
TELEX : 203 712 F



OPERATION EXEMPLAIRE

**VALORISATION ÉNERGETIQUE
DE LA BIOMASSE**

**COMBUSTION
DES BALLES DE RIZ
POUR LA
PRODUCTION DE VAPEUR**

PARTENAIRES DE L'OPERATION

Utilisateur : SICA France riz
Clos de Jourdan - Gimeaux - 13200 ARLES
Tel : (90) 93.60.51

Constructeur : Ets PARENT S.A.
47600 NERAC
Tel : (58) 65.19.00

La SICA "France Riz" est un regroupement de coopératives de producteurs de riz. Ces dernières fournissent à "France Riz" soit du riz long non décortiqué, soit du riz rond décortiqué et blanchi.

Le riz rond est mouillé, précuit à la vapeur et séché pour donner du riz "vitesse". Le riz long est étuvé, séché, décortiqué et blanchi pour donner du riz "incollable". Le décorticage aboutit à la formation d'un sous-produit : la balle de riz.

Jusqu'à un passé récent, la balle de riz, qui représente 20 % environ du poids du grain de paddy traité, était incinérée dans des parcs à balles, et les cendres jetées en décharge.

Depuis 1978, deux chaudières à balles de riz consomment la totalité des déchets pour fournir la vapeur nécessaire au fonctionnement de l'usine (1.600 Tep). Par rapport à la chaudière au fuel lourd qui aurait été nécessaire, le surcoût a été amorti en deux ans.

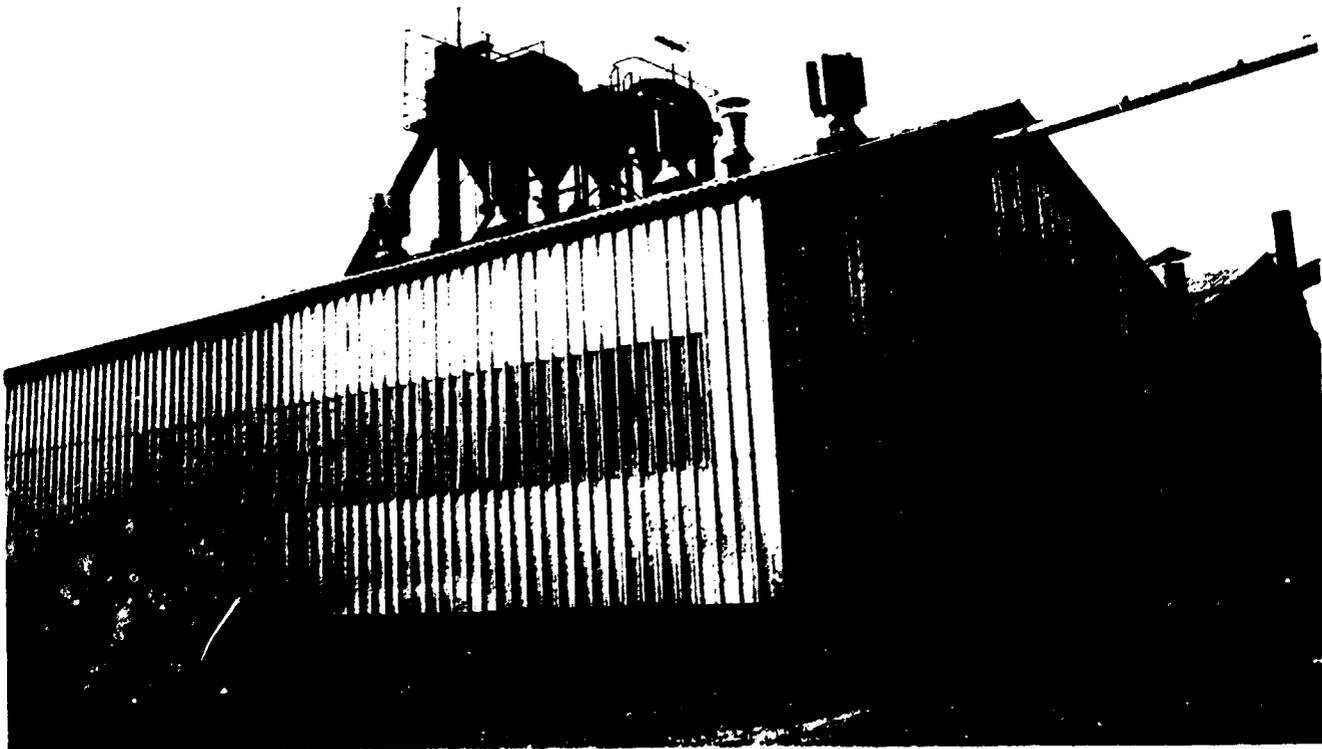
LE PROBLEME

La coopérative a installé une première chaudière à balles de riz en 1974, mais conservait une chaudière à fuel.

Cette chaudière à sous-produits végétaux consommait la totalité des balles de riz disponibles dans l'établissement (3.000 t/an) mais restait insuffisante pour atteindre une autonomie énergétique complète; l'usine consommait encore 800 t/an de fuel lourd.

Par ailleurs, les coopérateurs ont envisagé d'augmenter la capacité de production de l'usine. Il devenait intéressant d'installer une deuxième chaudière à déchets pour brûler les balles provenant des coopératives adhérentes à la SICA.

En se débarrassant d'un sous-produit, dont la combustion à ciel ouvert provoquait des nuisances pour l'environnement, ce projet permettait de s'affranchir complètement du fuel, tout en augmentant les activités de l'usine de 50 %.



LA SOLUTION

La coopérative a donc installé, en 1978, une chaudière supplémentaire, plus puissante, qui a bénéficié de perfectionnements au vu de l'expérience acquise à partir de la première unité.

Cette chaudière permet de brûler 5.000 t/an de balles de riz, et assure, comme prévu, un accroissement de la capacité de production de l'usine de 50 %.

La combustion de toute la balle disponible est ainsi réalisée : la balle est tout d'abord stockée dans un boisseau, avant d'être introduite dans le foyer.

L'alimentation s'effectue en fonction des besoins de vapeur. Les fumées et les cendres s'écoulent au travers des tubes de fumée de la chaudière dont elles sortent à une température de 200 ° C environ. Les cendres sont ensuite séparées des fumées dans un multicyclone et récupérées dans un boisseau. Elles ont une nature telle qu'elles peuvent être utilisées dans l'industrie sidérurgique. Les problèmes posés par l'évacuation des cendres provenant des parcs à balles traditionnels sont ainsi supprimés.

Cette chaudière, d'un rendement de 70 %, produit 4 t/h de vapeur à 10 bars et vient en remplacement de la chaudière à fuel de 2 t/h qui fonctionnait parallèlement à la première installation, et en substitution à une nouvelle chaudière au fuel de 2 t/h qui aurait été nécessaire pour assurer l'accroissement de production.

L'ensemble de ces chaudières permet ainsi d'éliminer totalement la combustion du fuel, à l'exception de la chaudière existante qui est conservée en secours. Il est même envisagé de remplacer la première chaudière utilisée à pleine puissance depuis 10 ans, par une nouvelle installation équivalente à la chaudière installée en 1978 qui ne fonctionnera plus qu'aux 2/3 de sa capacité.

LE BILAN ENERGETIQUE

Avec une capacité de production augmentée de 50 %, la consommation totale de l'usine s'élève à environ 22.000 kWh/an. La chaudière préexistante consomme 3.000 T/an de balle de riz, et la nouvelle chaudière en consomme 5.000 T/an. L'ensemble de ces chaudières fournit environ 20 800 kWh/an, le reste de l'énergie nécessaire pouvant être fourni par la chaudière de secours.

L'installation de la deuxième chaudière à balle de riz permet une économie d'énergie de :

$$5.000 \text{ T/an} \times 3,2 \text{ kWh/T} \times \frac{0,70}{0,85} = 13.000 \text{ kWh/an.}$$

soit 1.300 Tep

Il faut déduire de ce chiffre une surconsommation électrique de 200.000 kWh équivalente à 50 Tep.

Les économies d'énergie ressortent donc à 1.250 Tep.

Le bilan financier

Le coût de l'investissement qui a permis l'installation de cette deuxième chaudière s'élève à 1.600.000 F. Par ailleurs, une chaudière au fuel lourd de 2 T/h de vapeur aurait coûté 350.000 F.

Le bilan financier ci-dessous fait apparaître les montants des économies de fonctionnement de l'installation réalisées pendant les années 1979 et 1980 :

ANNEES	1979	1980
Coût du fuel lourd déplacé (1250 T)	+ 594.400 F	+ 935,000 F
Surconsommation électrique (200.000 kWh)	- 36.300 F	- 40.600 F
Gain sous-produits (cendres)	+ 58.000 F	+ 63.800 F
Suppression des déchets	+ 20.000 F	+ 22.000 F
Frais d'exploitation supplémentaires	- 95.000 F	- 104.500 F
TOTAUX	541.100 F	875.700 F

Le surcoût d'investissement de 1.250.000 F a donc été remboursé en moins de deux ans.



**Comité Consultatif
ONU
Novembre 1984 - Lille (France)
Tome 3**

**ONU
Organisation
des Nations-Unies
pour le Développement Industriel**

Centre International de Vienne
A - 1400 Vienne
Autriche
Tél. : 43.222.26310
Télex : 13 56 12

Service de l'ONU en France
118 rue de Vaugirard
F - 75006 Paris
Tél. : 1.45.44.38.02
Télex : 203 503 ONUDI-PR F