



INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY  
UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION



INTERNATIONAL CENTRE FOR THEORETICAL PHYSICS  
34100 TRIESTE (ITALY) - P.O. B. 586 - MIRAMARE - STRADA COSTIERA 11 - TELEPHONES: 224281/2 3 4 5 6  
CABLE: CENTRATOM - TELEX 460392-I

SMR/112 - 25

IV<sup>o</sup> SEMINAIRE SUR L'ENERGIE SOLAIRE

(10 - 21 septembre 1984)

UTILISATION RATIONNELLE DE L'ENERGIE DANS L'INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE:  
la gazeification des produits végétaux à faible granulométrie.

L'exemple de l'huilerie cotonnière du Mali

F. DOUCET

Université d'Aix-Marseille II  
France

FRANÇOISE DOUCET

Docteur en Economie

Université d'Aix-Marseille II

AP: 69 bis Avenue du Puy du Jour  
69005 LYON FRANCE  
16 7 836 43 49

UTILISATION RATIONNELLE DE L'ENERGIE DANS L'INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE :  
la gazeification des produits végétaux à faible granulométrie.  
L'exemple de l'huilerie cotonnière du MALI.

Permettez moi, avant d'ouvrir cette séance, de remercier le Comité d'Organisation et particulièrement le Professeur CADENE pour son invitation qui me procure le plaisir de vous présenter les résultats d'une étude qui fut remise il y a quelques mois au Ministère des Relations Extérieures\*. Je suis particulièrement heureuse de m'adresser à un public composé de nombreux spécialistes des méthodes de captation et de conversion de l'énergie solaire. C'est une occasion rare qui m'est ainsi offerte de connaître quels sont les opinions des hommes de terrain et des techniciens sur l'intérêt que semble offrir, pour les années qui viennent, la gazeification des matières végétales légères en matière d'économie d'énergie et sur son rôle à venir dans la coopération inter-états.

Il y a un an, le Ministère des Relations Extérieures décidait de lancer une étude sur le secteur de l'énergie dans les pays enclavés d'Afrique dans le but de promouvoir la gestion efficace de leurs ressources énergétiques. Les termes de référence de cette étude étaient les suivants :

- 1 - Dresser le bilan énergétique afin d'apprécier quelle est la part pour une année définie, des importations énergétiques dans la consommation sectorielle finale d'énergie.
- 2 - Apprécier l'évolution du poids de la contrainte énergétique sur l'économie nationale d'une part, et sur le développement d'un des secteurs productifs de l'économie.

\* Importations énergétiques et structures de coût dans les pays enclavés d'Afrique. L'exemple du Mali, Paris, Ministère des Relations Extérieures-Coopération et Développement, Mai 1984.

- 3 - Identifier, pour ce secteur, les techniques de valorisation des sources locales d'énergie qui permettraient de réduire, dans les années qui viennent, le poids de la contrainte énergétique et chiffrer les économies d'énergie réalisées.

# 1 - LE POIDS DES IMPORTATIONS ÉNERGÉTIQUES SUR L'ÉCONOMIE MALIENNE

Le premier pays choisi pour cette étude fut le Mali, vaste état de l'ouest africain qui compte plus de 7 millions d'habitants. Le bilan énergétique pour ce pays en 1982 montre (tableau A) que les sources locales d'énergie assurent 94% de la demande énergétique totale, le bois est, de loin, la source la plus importante suivie de l'énergie hydroélectrique. Le déficit énergétique de 134 000 TEP est comblé par les produits pétroliers importés. On remarque que les importations énergétiques ne représentent que 6% de la consommation finale. Cependant en termes de prélèvement sur la production nationale, c'est une véritable ponction qui est opérée pour le paiement de la facture pétrolière. En 1982, cette facture s'élevait à 45,6 milliards de F.M. et absorbait 47% des recettes d'exportation du Mali contre 18% seulement dix années plus tôt (Tableau B). Parallèlement, la contrainte pétrolière sur le Produit Intérieur Brut s'est accrue très nettement, passant d'un taux de 2,5% en 1973 à près de 7% en 1982 (Tableau C). Depuis 1982, elle tend à se stabiliser pour l'effet du ralentissement de l'expansion économique.

La raison, principale de l'évolution du poids du coût des importations énergétiques sur l'économie malienne réside dans le fait que le Mali se trouve doublement pénalisé par les hausses du prix du pétrole brut : non seulement, ces hausses grèvent les prix des produits raffinés qui sortent des usines de retraitement sénégalaise et ivoirienne mais également les frais d'acheminement qui comprennent en plus des coûts de transport, l'ensemble des frais et taxes que prélèvent, lors du transit, le Sénégal, la Côte d'Ivoire et le Burkina (ex. Haute Volta).

L'analyse des structures officielles des prix des hydrocarbures montre que le surcoût énergétique lié à l'enclavement géographique se chiffre à près de 10 milliards de FM pour l'année 1983. La dépense nécessaire pour amener les hydrocarbures jusqu'à l'intérieur des frontières maliennes représente ainsi 20% du montant en valeur des importations pétrolières CAF pour cette même année qui se chiffrent à 49 milliards de FM.

Les secteurs productifs de l'état malien souffrent de la hausse du prix des importations énergétiques qui constitue un handicap supplémentaire à leur développement. Si on étudie l'évolution de la structure de coût du secteur industriel lequel, comparativement à l'agriculture, est le secteur productif le plus gros consommateur d'énergie, on constate que les charges énergétiques ont connu le taux de croissance le plus élevé sur ces dernières années. Prenons de cet aspect particulièrement de l'industriel alimentaire qui participe pour près de 70% à la formation du chiffre d'affaire du secteur industriel d'état. On remarque que l'évolution de la part de l'énergie dans l'ensemble des charges de ce secteur fut, de loin, la plus importante (Tableau D + graphique). Entre 1977 et 1980, les dépenses liées aux achats énergétiques et aux frais d'entretien ont subi la plus forte augmentation avec une hausse de 50%. Cette croissance continue du poids de l'énergie dans les coûts directs de production du secteur des industries alimentaires traduit la forte dépendance de ces industries vis-à-vis des hydrocarbures importés et donc sa grande vulnérabilité. En effet, plus de la moitié d'entre elles ont un taux de dépendance compris entre 80 et 100%, tout raccordement au réseau électrique national n'étant pas envisageable pour ces industries implantées dans des régions rurales éloignées.

Les hausses successives des prix des hydrocarbures viennent alourdir les coûts directs de production d'un tissu industriel déjà fortement handicapé dans son développement par le poids des charges salariales et du coût des matières premières. Or, le secteur des industries alimentaires constitue pour le développement économique du Mali un secteur clé et d'avenir, compte tenu de son rôle dans la satisfaction des besoins nutritionnels de base et du fait qu'il concentre la plus grande partie de l'activité du secteur secondaire. Se pose alors

la question suivante : comment réduire la contrainte énergétique au sein d'usines qui n'avaient généralement pas été conçues dans un souci d'économie d'énergie et sans que l'on se heurte au problème des investissements coûteux ? Au-delà des mesures nécessaires à prendre concernant la formation du personnel afin d'assurer un meilleur entretien du matériel existant, une solution semble prometteuse pour les années à venir : celle de la gazéification des déchets végétaux issus des complexes agro-industriels.

## 2 - LA GAZEIFICATION DES DECHETS INDUSTRIELS ET AGRICOLES

Le cycle de gazéification consiste à convertir l'énergie calorifique potentielle des matières végétales sèches\* en un gaz combustible. Le principe de la gazéification est simple (Figure F) :

les combustibles, chauffés et décomposés à haute température par combustion lente sont progressivement séchés pour être ensuite pyrolysés avec dégagements des gaz de pyrolyse. On obtient ainsi du gaz de gazogène dont l'avantage réside dans la très grande polyvalence de son utilisation\*\*. Il peut en effet fournir de l'énergie thermique, mécanique ou électrique pour des machines à haut rendement.

1. La combustion directe des gaz de gazogène se fait très facilement dans les brûleurs à gaz pauvre montés soit sur un four, un séchoir ou une chaudière. Cette technique permet des économies immédiates de combustibles d'origine fossile, avec un rendement excellent puisque la chaleur latente des gaz pauvres est récupérée.
2. L'animation des moteurs à explosion par des gaz de gazogène en remplacement de tout ou partie des carburants pétroliers classiques est également tout indiquée pour des puissances allant de 100 Kw à plusieurs Mw. Le type de moteur diesel "dual fuel" semble être celui qui se prête le plus à cette utilisation du gaz pauvre. Seul le lancement du moteur est en cycle diesel normal utilisant uniquement du fuel oil ; le gaz se substitue ensuite entièrement et de façon automatique au combustible diesel.

Les rendements de telles installations sont les suivants :

- gazogènes : 65 à 80%
- groupe diesel-gaz : 33 à 37%

Elles permettent de produire 2000 m<sup>3</sup> de gaz de PCI 1.000 à 1.100 Kcal/Nm<sup>3</sup> pour une tonne de matière de PCI 3.000 à 3.500 Kcal/kg.

Parmi les gazogènes de grosse puissance (1.000 Kw) qui sont de nos jours techniquement maîtrisés et commercialisés avec succès, en France et à l'étranger, citons :

- le gazogène vertical à tirage inversé, appelé aussi "à lit fixe". Dérivé de l'ancien gazogène à bois Imbert, il fut mis au point par les Eléments PILLARD à Marseille ;
- le gazogène vertical à recyclage de forte capacité type de LACOTTE mis au point par la Société ANTROPIE. ~~Séparément~~ ces gazogènes utilisent exclusivement comme combustibles des produits à granulométrie moyenne ou forte et de consistance relativement solide (bois, ~~coques de noix de coco~~ etc.). Des inventeurs français terminent actuellement la mise au point d'un nouveau gazogène prévu pour les grosses et très grosses puissances (1.000 à 5.000 Kw), qui soit capable d'utiliser des produits à faible granulométrie (coques de coton, coques d'arachide, etc.) en les comprimant et en les agglomérant sous forme de briquettes ou petits cylindres. Ce gazogène, dit en lit fixe horizontal à recyclage des gaz, fut mis au point au CEMAGREF\* à Antony avec la collaboration de CREUSOT-LOIRE ENTREPRISE. ~~S'agissant de matériaux pulvérulents~~, la combustion des produits est poussée au maximum de façon à assurer une sorte de "cracking" des goudrons résultant de la distillation primaire de la matière première. En l'état actuel des recherches et essais dans le monde, il semble que les meilleurs résultats (concernant la propriété du gaz et les rendements) soient assurés par ce type de gazogène à lit fixe.

\* Centre d'Etudes du Machinisme Agricole, du Génie Rural,

Sur les principes de fonctionnement des gazogènes, se référer à l'article de F. CORRAIR "Energies renouvelables. Valorisation de la biomasse par les filières thermochimiques" in "Machinisme Agricole Tropical", N° 70.

\*\*

que connaît actuellement <sup>Compte tenu des difficultés</sup> ~~CREUSOT-LOIRE~~, les phases d'essai ne sont pas encore terminées. La commercialisation de cet appareil est prévue pour dans deux ans \*. Cette technique moderne, en pleine voie de développement, rendra possible la valorisation énergétique de déchets végétaux jusqu'alors peu utilisés. Ces déchets sont en effet, soit abandonnés dans les champs ou aux abords des usines lorsqu'ils sont impropres à l'alimentation animale ou que leur valeur marchande est trop faible soit brûlés dans des chaudières à vapeur dont les rendements sont moins intéressants que ceux du gazogène. La possibilité d'alimenter des moteurs fixes à partir de la combustion des sous-produits agricoles et industriels pourra être alors offerte aux entreprises des pays africains dont la plupart, pauvres en bois, sont très favorisées par ce plan.

Chiffrons quel serait l'avantage financier que procurerait l'installation de ce type de gazogène dans une unité industrielle qui satisfait ses besoins en électricité à partir de carburants pétroliers exclusivement.

### 3 - LE PROJET DES GAZOGENES A COQUES DE COTON POUR L'HUILERIE DE KOUTIALA

(MALI)

L'huilerie cotonnière du Mali (HUICOMA), installée en Juin 1981 à Koutiala (à 350 km de Bamako dans l'est du pays), fut

\* Signalons que les Eléments PILLARD à Marseille avaient également engagé une recherche sur la mise au point d'un gazogène dit en suspension à recyclage des gaz destiné à utiliser tous les produits à faible granulométrie sans qu'il soit nécessaire de les agglomérer ou de les compacter. Mais cet appareil, plus complexe que celui de Creusot-Loire, présente encore de très nombreuses difficultés dans la mise au point.

réalisée par la Compagnie Française pour le Développement des Textiles. Pour une campagne de trituration de 45 000 tonnes de graines de coton qui correspond à la capacité de traitement de l'usine, on obtient des productions suivantes (voir Figure) :

- 7.600 tonnes d'huile de coton neutralisée dont une partie vendue à la SEPOM pour être raffinée, une autre partie à l'export.
- 11.500 tonnes de tourteau dégraissé granulé (en pellets) exportés.
- 13.000 tonnes d'aliment du bétail granulé (en pellets) vendues localement.
- 14.000 tonnes de coques de coton distribuées comme aliment du bétail.

La HUICOMA a pour particularité de satisfaire ses besoins en énergie à partir de carburants pétroliers exclusivement. Les coques de coton obtenues après le décorticage des graines ~~sont~~ destinées à l'alimentation du bétail (soit à l'état brut, soit après avoir été concassées et mélangées aux tourteaux), il n'y a ~~aucune~~ aucune récupération d'énergie\*. Durant la campagne 1982/1983, cette usine a consommé environ 2 millions de litres de carburants (70 % de diesel oil, 30 % de gaz oil) qui se répartissaient comme suit :

- 700.000 litres environ furent brûlés en chaudière pour produire la vapeur nécessaire dans l'usine ;
- 1.300.000 litres furent consommés par 3 groupes électrogènes de 800 KVA pour la production d'électricité (1) (dont 45 % furent vendus à l'extérieur de l'usine, à la CMDT).

Les dépenses énergétiques liées à l'activité industrielle de la HUICOMA (ventes à la C.M.D.T. exclues) se chiffraient alors à 400 millions de FM, comme le montre le tableau ci-dessous :

\* Un raccordement au réseau E.D.M n'est actuellement pas envisageable.

Campagne 1982/1983  
Ordres de grandeur estimés

Energie directe	Quantité T.E.P.	%	Prix d'achat FM/TEP (1)	Valeur 10 <sup>3</sup> FM
HYDROCARBURES	1.210			
Gas-oil	360	30	418.333	150.600
Diesel-oil	850	70	296.470	252.000
TOTAL CONSOMMATIONS ENERGETIQUES	1.210	100	-	402.600

(1) rendu Koutiala.

DUVANT doit être chaque  
pauvre. leur installation,  
avant de faire deux  
groupes électrogènes, une fois la  
production de la gazogène, le plan de leur  
copie de leur commercial.

Cette usine opère avec un rendement énergétique excellent, de 33 kg d'hydrocarbures consommés par tonne de coton graine triturée\*. Une chaudière, pour produire la vapeur nécessaire en brûlant de la coque de coton, fut installée au début de l'année 1984. Elle devrait permettre de ne plus consommer que 19 kg d'hydrocarbures par tonne de coton graine triturée ce qui, en contrepartie, diminue les quantités de coques d'arachide distribuées comme aliment du bétail.

#### 1. Les hypothèses du projet

L'huilerie fonctionne pratiquement en service continu, 20 jours par mois, pendant six mois de l'année.

Les trois groupes ~~électrogènes~~ ont une puissance normale de 640 Kw chacun\*\*. Compte tenu de la puissance organique consommée par l'installation de gazéification et les auxiliaires du groupe, la puissance utile délivrée sera d'environ 510 Kw au gaz pauvre.

Les chiffres des consommations en hydrocarbures de la dernière campagne (1983/84) n'étant pas encore disponibles, les quantités retenues seront celles de la campagne 1982/83, soit une consommation par les groupes électrogènes, de 1.300.000 litres environ de carburants pétroliers pour la production d'électricité (ventes à la CMDT comprises). Pour 268 grammes de fuel brûlés par Kwh, la quantité totale d'énergie électrique délivrée est de 4.100.000 Kwh.

Les prix donnés sont ceux du début de l'année 1984. Les coûts des gazogènes et des équipements périphériques sont basés sur les devis DUVANT et sur les consultations de divers fabricants de matériels.

Une variante est retenue en fin d'analyse qui comprend le coût prévisible de fabrication du gazogène produit en petite série.

\* Pour une campagne de 36.000 tonnes de graines de coton triturées en 1982/1983.

\*\* Et une puissance possible de 800 Kw avec suralimentation.

## 2. Bilan financier

### 2.1 - Charges annuelles afférentes pour trois gazogènes

#### - Amortissements

L'estimation du coût d'un gazogène horizontal CREUSOT-LOIRE rendu Mali étant de 270 millions de francs maliens (prix de prototype), l'investissement nécessaire\* sera donc de 810 millions de francs maliens pour trois gazogènes auquel il faut ajouter 120 millions de francs maliens pour les deux presses à compacter et 70 millions environ de frais de génie civil ; soit au total un investissement d'un milliard de francs maliens.

La durée de vie des gazogènes est de 10 ans, celle des presses de 50.000 heures. A raison d'un fonctionnement prévu de 3.000 heures par an, l'amortissement technique s'effectue sur plus d'une décennie. On se limitera volontairement à 10 ans.

L'amortissement annuel sera donc de 100.000.000 FM.

#### - Frais financiers

Pour une telle installation, il est réaliste d'envisager l'obtention de prêts à taux préférentiels. On retiendra un taux de 10 %.

Le coût des intérêts annuels est calculé selon la formule

$$C = \frac{ct(n+1)}{2n}$$

où

c = capital

t = taux du crédit

n = nombre d'année du crédit

soit :

$$C = \frac{(1.000.000.000) (10/100) (11)}{20} = 55.000.000 \text{ FM}$$

#### - Main d'oeuvre de conduite

L'installation nécessitera :

- 1 responsable de centrale,
- 2 manoeuvres par poste de 8 h pour l'alimentation des presses et des gazogènes,

soit, comme charges annuelles :

- responsable centrale : 8.600.000 FM
- manoeuvres : 23.000.000 FM

ce qui donne la somme totale de : 31.600.000 FM

\* Installation des périphériques comprise.

## - Entretien

### a. Main d'oeuvre

Le personnel de conduite assure simultanément l'entretien du matériel. Mais il est prévu une intervention DUVANT tous les deux ans d'une durée d'une semaine.

Coût de la semaine : 2.500.000 FM soit 1.250.000 FM par an.

### b. Pièces détachées

La partie la plus sensible est le réfractaire. On comptera, pour une réfection complète sur 3 ans, un coût d'environ 20.000.000 FM, soit un coût annuel par gazogène de 6.500.000 FM. On ajoutera une provision pour divers travaux (relayage, accessoires, moteurs électriques, etc...) de 3.750.000 FM.

Il est prévu également la somme de 30.000.000 FM sur 10 ans par groupe, soit 3.000.000 FM par an.

Ce qui donne :

Main d'oeuvre :	1.250.000 FM
Pièces détachées :	29.250.000 FM

Soit un coût d'entretien total de : 30.500.000 FM

## - Divers

On comptera une provision pour imprévus de 12.900.000 FM.

## - Consommation électrique des gazogènes et des presses

La puissance organique consommée par l'installation de gazéification et les auxiliaires du groupe est de  $640 \text{ Kw} - 510 \text{ Kw} = 130 \text{ Kw}$ . Cette puissance consommée correspond à une quantité totale d'énergie électrique délivrée par les groupes de  $640 \times 3 \times 2.880 = 5.529.600 \text{ KWH}$ .

Pour la campagne 1982/83, la production totale fut de 4.100.000 KWH, soit 74 % seulement du total précédent. On retiendra alors une puissance consommée par les installations périphériques de

$$130 - \frac{(0,26 \times 130)}{3} = 118 \text{ Kw par unité.}$$

Sur la base d'un prix marginal de 50 FM/KWH, on obtient, pour une consommation totale en électricité des gazogènes et des presses de  $2.880 \times 3 \times 118 = 1.019.520 \text{ KWH}$ , la dépense annuelle de 50.976.000 FM.

Les charges annuelles afférentes pour les trois gazogènes sont les suivantes, récapitulées dans l'ordre :

. Amortissements sur 10 ans	:	100.000.000 FM
. Frais financiers	:	55.000.000 FM
. Main d'oeuvre	:	31.600.000 FM
. Entretien	:	30.500.000 FM
. Divers	:	12.900.000 FM
. Consommation électrique des gazogènes et presses	:	50.976.000 FM
Soit un total de	:	279.876.000 FM
arrondi à :		280.000.000 FM

## 2.2 - Montant des économies réalisées

La puissance utile délivrée par unité de gazéification représente 80 % environ de la puissance normale du groupe alimenté en carburants pétroliers. En tenant compte d'une consommation de fuel, pour l'allumage du gaz, correspondant à 10 % des thermies nécessaires et pour produire la même quantité d'énergie électrique délivrée, on considérera une consommation en hydrocarbures incompressible de l'ordre de  $(4.100.000 + 820.000) \times 0,268 = 1.318,5 \text{ TEP}$ , soit 156.970 litres.

Le montant des économies réalisées sera de  $1.300.000 - 156.970 = 1.143.030 \text{ litres}$ , soit  $(288 \text{ TEP} \times 418.333 \text{ FM/TEP}) + (680 \text{ TEP} \times 296.470 \text{ FM/TEP}) = 357.000.000 \text{ FM}$  environ.

Le bénéfice annuel de l'opération est alors de 77 millions de francs maliens.

## 2.3 - Temps de retour brut de l'investissement

Le temps de retour de l'investissement sera :

$$t = \frac{i}{e}$$

avec

$$\begin{aligned} i &= 1.000.000.000 \text{ FM} \\ e &= 231.000.000 \text{ FM} \end{aligned}$$

Le temps de retour lié à l'utilisation gazogène apparaît de quatre ans.

## 2.4 - Répercussion sur les coûts du passage du prototype à la fabrication de série

Il est intéressant d'envisager ce cas car il situe le gazogène dans une position de concurrence plus normale et renforce son intérêt économique.

Les réductions du coût de fabrication du gazogène construit en petite série sont estimées par DUVANT à environ 25 %.

Le bénéfice de l'opération serait alors de 107 millions de francs maliens et le temps de retour de l'investissement d'un peu plus de 3 ans. Ceci justifie donc le recours à la technologie gazogène, dès lors que la technique s'avère confirmée.

La consommation de coques de coton prévue est de 640 kg par heure, soit une consommation pour chaque gazogène, de  $640 \times 2.880 = 1.843.200$  kg ; ce qui donne, pour les trois gazogènes, un total d'environ 5.500 tonnes de coques brûlées sur les 18.000 tonnes obtenues pour une campagne de trituration de 36.000 tonnes de graines de coton. Il reste alors une quantité suffisante de coques pour l'alimentation du bétail.

En conclusion, une fois cette nouvelle technologie pleinement maîtrisée, la biomasse ~~deviendrait alors~~ une source d'énergie significative dans les pays africains riches en sous-produits végétaux. Au MALI, par exemple, le potentiel énergétique de la biomasse est estimé à plus de 1 300 000 TEP/an et les disponibilités à près de 800 000 TEP/an dont près de 30 000 TEP concentrées dans les industries agro-alimentaires \* ; d'où l'importance, dans le pays, de cette ressource qui présente l'énorme avantage de se renouveler continuellement et de pouvoir ainsi permettre des programmes d'utilisation sans risque de pénurie pour les générations futures.

Si l'impact sur le montant de la facture pétrolière reste faible, les actions qui ~~pourront~~ être systématiquement menées en vue d'une plus grande valorisation énergétique des produits à fine granulométrie s'accompagneront cependant d'effets indirects \*\* bénéfiques pour l'économie nationale. Une réduction massive de la part de l'énergie dans la formation des prix de revient des produits industriels participerait, en effet, à la relance des exportations du secteur secondaire et permettrait d'accroître, à terme, la part de ce secteur dans la formation du Produit Interne Brut.

\* D'après une importante étude menée par le Bureau TRANSENERG in Planification de l'énergie, secteur "Energies renouvelables", phase 1, Paris, Avril 1983.

\*\* Dits encore "effets de liaison" ou "effets industrialisants".

Tableau A : Bilan énergétique du Mali - 1982

10<sup>3</sup> TEP

	ENERGIES PRIMAIRES				ENERGIE SECONDAIRE	TOTAL
	Bois + charbon de bois + déchets végétaux	Produits pétroliers	Hydrauliques Importations	Energies nouvelles	Electricité d'origine thermique	
<b>CONSOMMATION</b>						
Industrie	15,0	18,3	15,5		1,2	50,0
Habitat	2.168,0	11,5	9	£	0,7	2.189,2
Agriculture		6,8		£		6,8
Transports		95,7				95,7
Consommation finale	2.183,0	132,3	24,5	£	1,9	2.341,7
<b>PRODUCTION</b>						
Producteurs	2.183,0					2.183,3
Centrales électr.			31,7			31,7
Pertes			- 7,2			- 7,2
Production totale	2.183,0		24,5	£		2.207,5

Tableau B : Evolution de la balance commerciale du Mali (1972-1982)

Quantités en Tonnes  
Valeurs en milliards de FM  
Valeurs unitaires en FM/kg

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Importations totales CAF												
Valeur	285.440	334.945	487.497	319.600	316.500	345.800	467.864	453.080				
dont :	39,6	56,2	86,1	75,4	73,7	78,0	128,6	148,0				
Prod. pétrolières												
Valeur	87.501	109.617	96.259	106.900	110.526	131.034	157.600	168.728	174.129	152.712	140.500	
P. U.	47	45	79	80	95	107	125	140	201	260	325	
Valeur	4,1	4,9	7,6	8,6	10,5	14,0	19,7	23,6	35,0	39,8	45,6	49
Facture pétrolière en % des importations CAF	10,3 %	8,7 %	8,7 %	11,4 %	14,2 %	17,9 %	15,0 %	16 %	19,8 %	19 %	20,5 %	20,4 %
Exportations totales F.O.B.												
Valeur	135.707	160.416	93.385	105.600	187.400	208.800	107.000					
Valeur	22,7	23,5	30,8	30,8	45,2	61,2	50,4	62,7	80,6	83,8	95,8	109,8*
Excédent Balance commerciale	- 16,9	- 32,7	- 55,3	- 44,6	- 28,5	- 16,8	- 78,2	- 85,3	- 97,3	- 125,1	- 126	- 129,8
Taux de couverture	57,3 %	42 %	36 %	40,8 %	55,7 %	78,4 %	39,2 %	42 %	47 %	40,1 %	43 %	45,8 %
Facture pétrolière en % des recettes d'exportation	18 %	20,8 %	24,6 %	27,9 %	23,2 %	22,8 %	39 %	37,6 %	40,4 %	47,4 %	47,5 %	44,6 %

\* Estimations  
Sources : 1972 à 1977 : Statistiques douanières et Banque Centrale du Mali.  
1978 à 1982 : Banque Centrale du Mali.

TABLEAU C : EVOLUTION DU PRODUIT INTERIEUR BRUT  
(du 31/12/1973 au 31/12/1982)

	1973 (a)	1974 (b)	1975 (b)	1976 (a)	1977 (b)	1978 (b)	1979 (c)	1980 (c)	1981 (b)	1982 (b)
P.I.B. au prix du marché en milliards de F.M.	193	199	273	346	396	421	519	600	625	693
Déflateur	1	0,90	0,80	0,74	0,625	0,49	0,476	0,40	0,356	0,338
P.I.B. en milliards de F.M. constants 1973	193	179	218	256	247	206	247	240	222	234
P.I.B. per capita en F.M. constants 1973	37 115	30 862	36 333	40 635	38 000	30 746	36 855	34 783	31 714	32 500
Facture pétrolière en milliards de F.M. constants 1973	4,9	6,8	5,9	7,7	8,7	9,6	11,2	14	14,2	15,4
Poids de la facture pétrolière en % du P.I.B.	2,5	3,8	3,2	3,0	3,5	4,6	4,5	5,8	6,4	6,5

Source : a. comptes économiques  
b. Direction Nationale de la Statistique. Ministère du Plan - Bamako  
c. F.M.I.

14

Tableau D  
Evolution de la structure économique et financière du secteur des industries alimentaires entre 1977 et 1981

En 10<sup>6</sup> FM constants (base 100 = 1977)

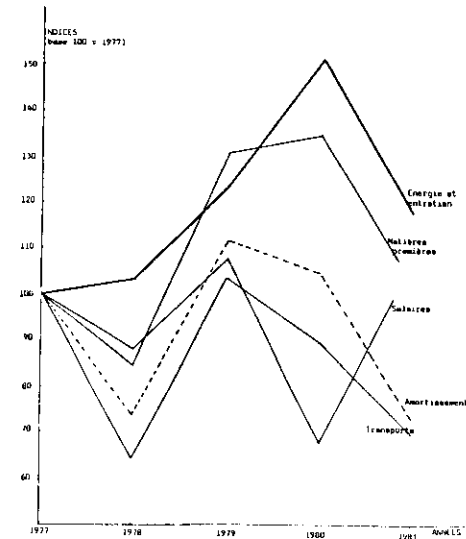
	1977		1978		1979		1980	1977		1981		1977		
	X		X = 100		X = 100		X = 100	X = 100		X = 100		X = 100		
Salaires	1.527	8	1.363	9	89	1.643	7	107	1.018	5	67	1.622	9	106
Matières premières	7.805	42	6.586	43	85	10.212	46	131	10.535	51	135	8.065	46	103
Energie	1.130	6	1.160	7	103	1.387	6	123	1.705	8	151	1.361	8	118
Dépenses d'entretien	1.783	9	1.127	7	64	1.849	8	104	1.611	8	90	1.246	7	70
Frais généraux	388	2	345	2	89	421	2	108	406	2	104	418	2	108
Amortissements	1.520	9	1.116	7	74	1.710	8	112	1.600	8	105	1.126	6	74
Frais financiers	1.719	9	1.205	8	70	1.559	7	91	568	3	34	531	3	31
Impôts et taxes	2.897	15	2.466	16	85	3.373	15	116	3.316	16	114	3.118	18	107
Total charges	18.769	100	15.368	100	82	22.154	100	118	20.759	100	110	17.467	100	93
Chiffre d'affaires	27.607		23.447		85	25.076		91	25.900		94	18.965		69
Valeur ajoutée *	7.663		6.152		80	8.288		108	6.505		85	6.400		84
Effectifs (en nombre)	3.025		3.173		105	3.778		125	3.724		123	3.823		126

\* Résultats d'exploitation non compris

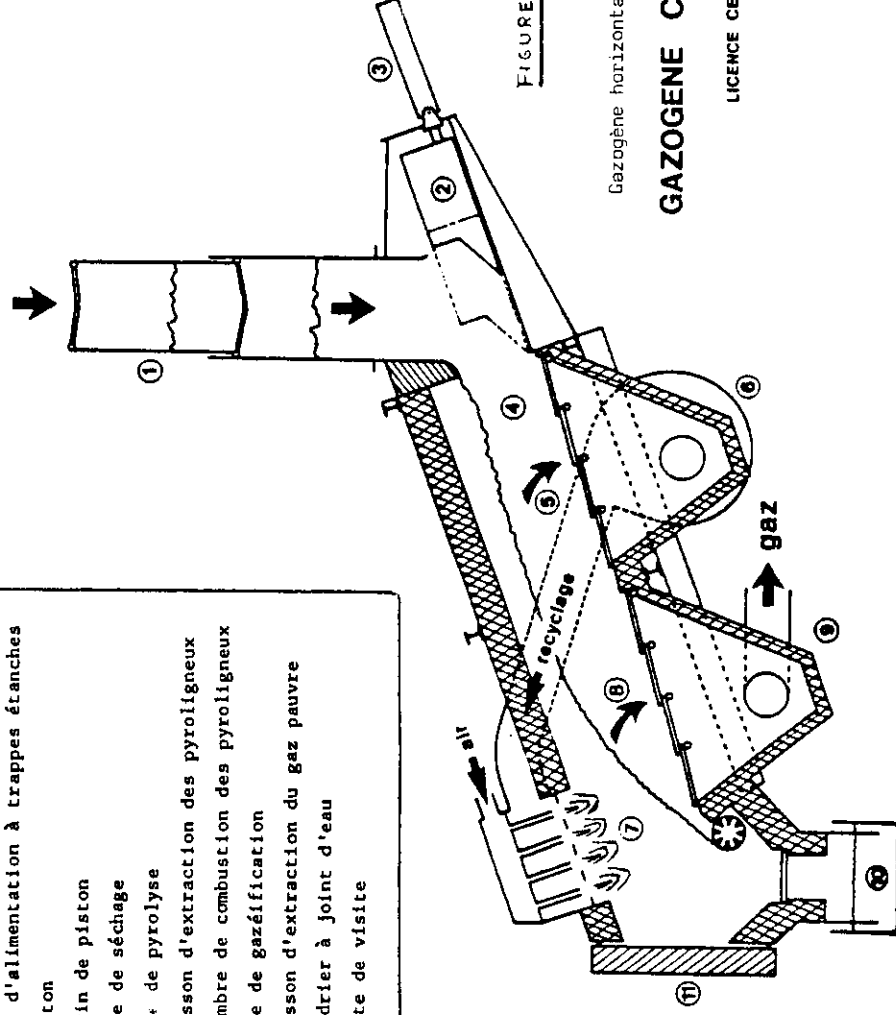
Source : Tableau construit d'après les données du Recensement Industriel, 1977-1981 ; Direction Nationale des Industries - Mali.

Note : La branche Allumettes n'est pas comprise dans ce tableau.

GRAPHIQUE C : Evolution des indices des coûts de production du secteur des industries alimentaires entre 1977 et 1981



1. Sas d'alimentation à trappes étanches
2. Piston
3. Vérin de piston
4. Zone de séchage
5. Zone de pyrolyse
6. Gaiçon d'extraction des pyroigneux
7. Chambre de combustion des pyroigneux
8. Zone de gazéification
9. Gaiçon d'extraction du gaz pauvre
10. Gendrier à joint d'eau
11. Porte de visite



Gazoqène horizontal à recyclage

**LICENCE CEMAGREF**

HUICOMA - MALI (Configuration Novembre 1981 - Février 1984)

