

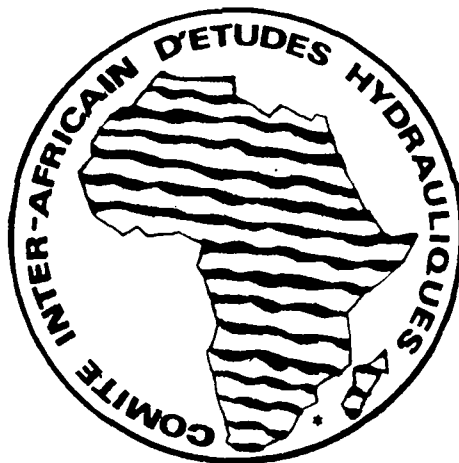
3 5 2 . 1

8 2 E N

137/383

**COMITE INTERAFRICAIN D'ETUDES HYDRAULIQUES
(C. I. E. H.)**

**ENQUETE PRELIMINAIRE SUR LES POSSIBILITES
D'IMPLANTATION D'INSTALLATIONS
BIOGAZ-COMPOST
DANS LE CADRE DE PROJETS AUXQUELS
LA GTZ PARTICIPE
EN REPUBLIQUE DU NIGER**



PROGRAMME BIOGAZ-COMPOST

AVRIL 1982

352.1 82 EN
383

~~KD 214~~

^
Wn 383

352.1

82 EN

~~3609~~

COMITE INTERAFRICAIN D'ETUDES HYDRAULIQUES

(C. I. E. H.)

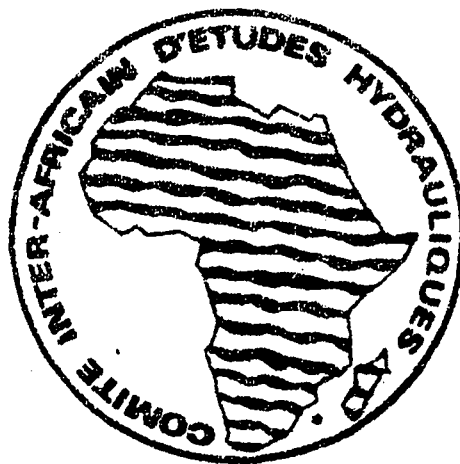
BP 369 OUAGADOUGOU

HAUTE-VOLTA

**ENQUETE PRELIMINAIRE SUR LES POSSIBILITES
D'IMPLANTATION D'INSTALLATIONS
BIOGAZ-COMPOST
DANS LE CADRE DE PROJETS AUXQUELS
LA GTZ PARTICIPE
EN REPUBLIQUE DU NIGER**

par

B. LIDON



in collaboration with
International Reference Centre
for Community Water Supply

I. INTRODUCTION.

Le contexte économique mondial (coût de l'énergie), les objectifs du développement rural (accroissement de la demande énergétique de l'agriculture), l'aménagement des villes (problèmes énergétiques principalement domestiques, problèmes d'assainissement) ont conduit à s'interroger sur les possibilités de développer des technologies capables de concilier :

- les impératifs techniques liés à la modernisation
- les coûts des inputs énergétiques en résultant.

Le recours à la filière Biogaz devrait permettre dans quelques cas d'apporter des éléments de réponse à ce problème.

En effet, grâce à la fermentation anaérobie de la matière organique elle permet de produire :

- un gaz combustible à large spectre d'utilisation
- un résidu de fermentation utilisable comme amendement organique.

Cette technologie est largement utilisée en Inde et en Chine (respectivement 80.000 et 9.000.000 installations).

L'analogie des problèmes rencontrés dans les pays en voie de développement a conduit à envisager les possibilités d'adaptation de cette technologie au contexte africain.

Pour sa part le CIEH travaille depuis 1977 à cette question et plus particulièrement à ses possibilités d'application en milieu rural soudano-sahélien.

Ces activités lui ont permis de mener en Haute-Volta un programme de recherche appliquée articulée en 3 opérations :

- mise au point et adaptation de la technologie
- mise au point de fermenteurs prototypes
- pré vulgarisation de cette technologie en milieu rural.

.../...

Actuellement le programme en est à cette troisième phase où 4 installations sont en cours de construction.

- 1 installation type petite irrigation
- 2 installations individuelles type énergie domestique
- 1 installation collective à utilisation domestique.

Pour sa part la GTZ participe à la réalisation d'opérations de développement et d'assainissement en République du Niger. Un volet comportant le test de technologies pouvant permettre de valoriser au mieux les potentialités du milieu a été prévu.

C'est dans ce cadre que Monsieur LIDON, Ingénieur au CIEH, a été amené à effectuer une mission d'évaluation des possibilités d'implantation d'unités Biogaz dans le cadre de quelques uns des projets auxquels participe la GTZ en République du Niger à savoir :

- Agadez (Indoudou) - station de recherche agronomique
- Zinder - projet d'assainissement
- Ouallam - projet d'irrigation
- Projets avicoles.

La visite des différents sites (voir carte ci-joint) a été effectuée au cours d'une mission de 12 jours dont le rapport a été diffusé précédemment.

II. OBJECTIFS DU RAPPORT.

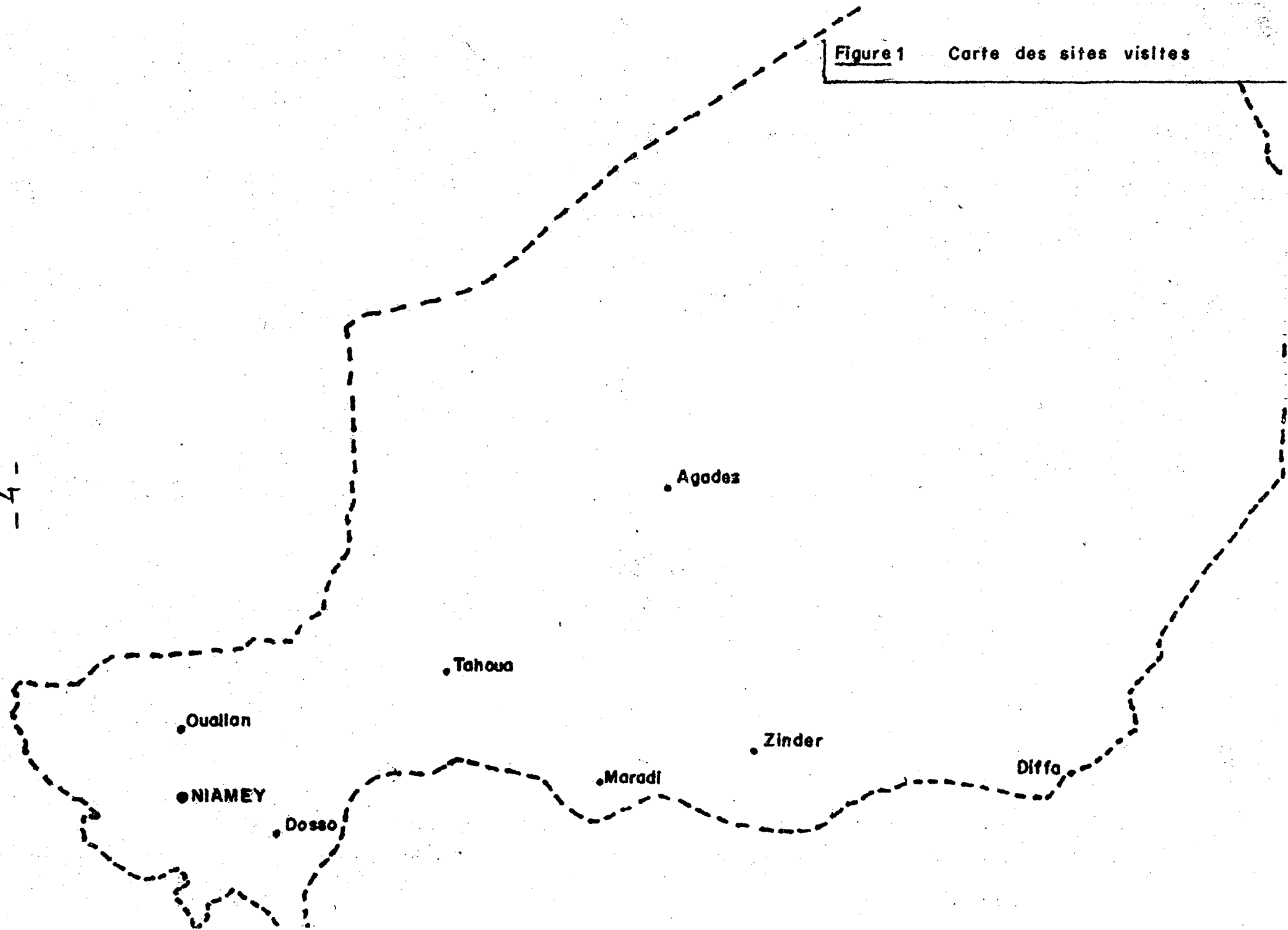
A la suite de la mission effectuée par M. LIDON, le CIEH a jugé utile de prolonger dans deux directions la réflexion ainsi démarrée:

- la comparaison des situations des pays du Sahel d'une part et de la Chine et l'Inde d'autre part pour déterminer les enseignements qui peuvent en être tirés ;
- l'analyse de chaque site enquêté pour dégager pour ces divers cas la méthodologie permettant de chiffrer un projet. Différents cas possibles en pratique, sont ainsi abordés : déchets végétaux et animaux d'une station agronomique ou d'un périmètre irrigué, ordures ménagères, eaux usées d'une ville, d'un abattoir et d'une tannerie, déchets avicoles.

Enfin dans une dernière partie, on indique brièvement les expériences complémentaires nécessaires à la meilleure connaissance des conditions d'insertion de cette nouvelle technologie ainsi qu'un chiffrage grossier du projet ainsi dégagé.

Figure 1 Carte des sites visites

-4-



III. REFLEXION SUR LE DEVELOPPEMENT D'UNE TECHNOLOGIE NOUVELLE TELLE QUE LE BIOGAZ.

3.1.) Domaines d'application du Biogaz.

Parmi les différentes utilisations possibles du Biogaz, on sera amené à distinguer au moins deux domaines d'application distincts :

- un domaine qu'on qualifera d'"industriel" et dont l'objectif est le traitement d'effluents (abattoir, tannerie, gros élevages...).

L'installation de production du Biogaz est alors intégrée à des entreprises dotées d'un niveau technologique souvent assez avancé. Aussi sa gestion ne se posera que dans des termes techniques et économiques.

- un second domaine où il s'agira d'intégrer le Biogaz en milieu rural ou urbain.

Dans ce second type d'installation, ne serait-ce que pour justifier les propositions qui seront faites, une réflexion préalable sur la spécificité de la filière Biogaz semble primordiale.

3.2.) Insertion du Biogaz en milieu rural :

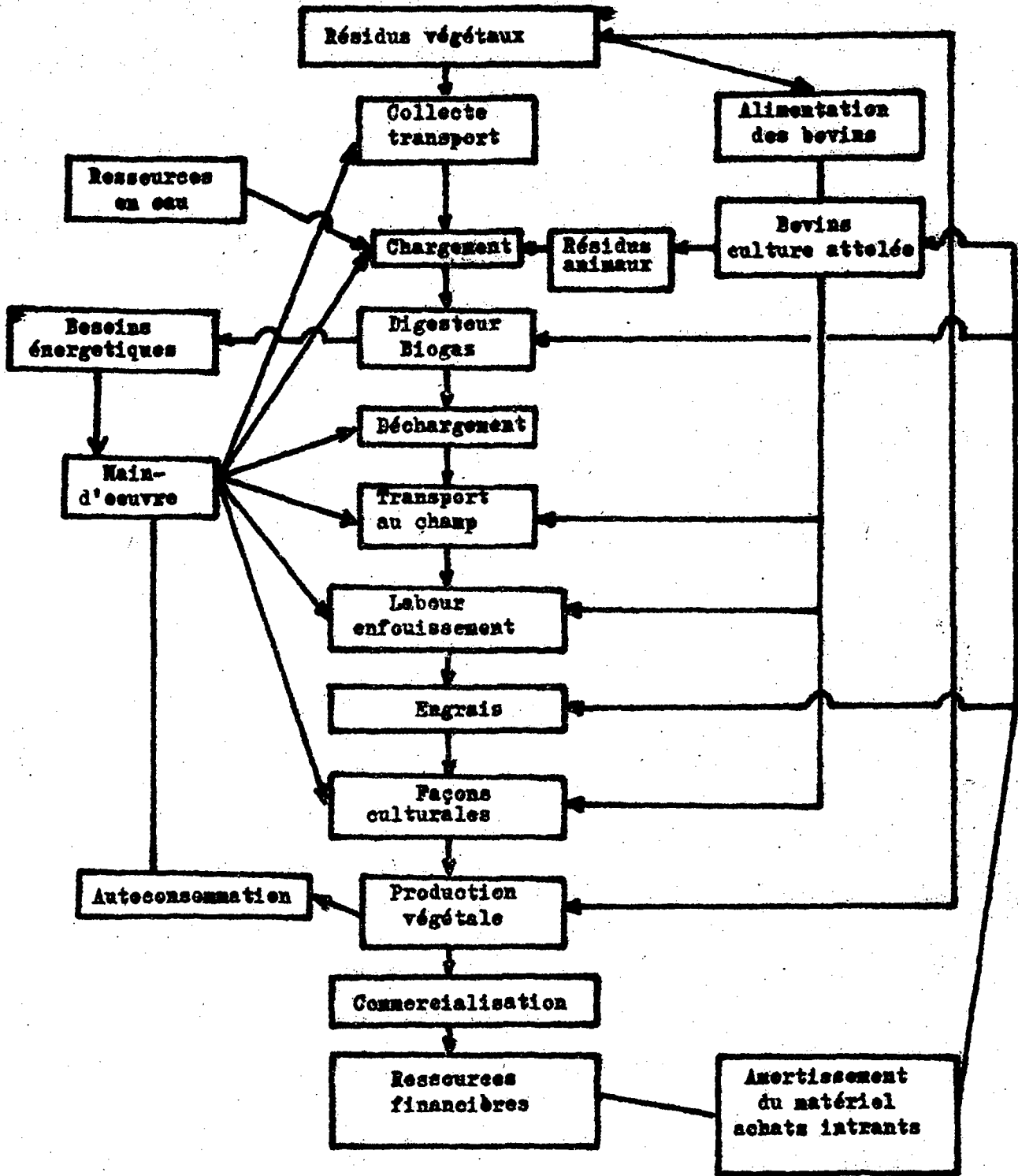
3.2.1/ Les principales contraintes à lever :

La figure II ci-joint illustre que le Biogaz proposé en milieu rural n'est qu'une composante du système de production particulièrement sensible aux contraintes du milieu. Nous citerons entre autre :

- les disponibilités en eau, biomasse, temps de travail pour l'entretien des installations ;
- la capacité à valoriser les déchets de la fermentation (maîtrise de l'utilisation de la matière organique) ;
- l'adaptation à l'utilisation du gaz qui impliquera des changements d'habitude dont on n'est pas du tout sûr qu'ils soient adaptés sans réticences ;
- la résolution de problèmes socioéconomiques (nouvelle gestion des résidus de récolte, appropriation, détermination des agents producteurs d'énergie et utilisateurs) ;
- le financement des installations (prêts, rentabilité).

.../...

**Insertion du Biogas
dans le système de production**



Dans le passé, l'insertion de nouvelles technologies en milieu rural n'a pas toujours eu l'impact escompté. Dans certains cas la réaction des agriculteurs a abouti à des pratiques en contradiction avec les objectifs initiaux (effets pervers induits). Un exemple est celui de la culture attelée ou de la mécanisation conduisant à la pratique de cultures extensives plutôt qu'à une intensification. Comme dans le domaine du Biogaz il n'existe aucun acquis en milieu rural Africain si ce n'est en Haute-Volta l'expérimentation menée par le CIEH qui en est arrivée au seuil de la pré vulgarisation, les seules références sur lesquelles on peut réfléchir quitte à les extrapoler avec prudence sont Indiennes et Chinoises.

3.2.2./ Les expériences Indiennes et Chinoises : difficultés rencontrées.

En Chine à partir de 1972 se sont développées des Installations très rustiques et dans l'ensemble peu performantes. Néanmoins elles sont aujourd'hui de l'ordre de 9.000.000.

En Inde au contraire, la technologie du fermenteur est beaucoup plus élaborée. Pourtant, malgré la mise en place de structures nationales de coordination (exemple Khaba and village), d'incitations financières (prêts, détaxe sur les matériaux de construction) ce ne sont que 100.000 digesteurs qui sont actuellement construits. Cette différence est essentiellement explicable par le contexte socioéconomique et culturel du milieu.

Pourtant techniquement les deux systèmes semblent en effet parfaitement cohérents avec le milieu agroécologique. D'autre part ils tiennent compte des difficultés rencontrées

- déficit en énergie domestique
- entretien de la fertilité des sols
- problèmes d'hygiène .

3.2.2.1./ L'exemple chinois.

En Chine le biogaz s'insère dans le système de production sans pratiquement le modifier. Le compostage des résidus de récolte y est une tradition millénaire. De ce fait l'introduction du Biogaz ne modifie pratiquement pas la gestion des résidus de récolte ni l'affectation de la main d'oeuvre (temps et difficultés du travail pour le compostage ou la maintenance de l'installation comparables).

.../...

La disponibilité de matériaux locaux (chaux et briques cuites produites par la commune), une main d'oeuvre prête à intervenir (organisation communautaire) font que les seuls problèmes posés par la réalisation des installations sont du ressort de l'habileté des réalisateurs (nombreuses installations hors service du fait de fuites).

Par rapport au système de production initial, le biogaz en n'imposant ni changement d'habitude, ni nouvelles contraintes a un impact essentiellement positif puisqu'il permet de produire de l'énergie et d'éliminer la plupart des germes pathogènes dans les déchets animaux et humains.

3.2.2.2./ L'exemple Indien.

En Inde, le problème de l'énergie domestique est résolu dans de nombreuses régions par l'utilisation de bouses de vache séchées comme combustible. Cette solution est bien sûr inconciliable avec toute intensification de l'agriculture à laquelle elle retire sa principale source de matière organique et d'azote. En permettant de concilier production d'énergie et de matière organique le Biogaz apparaît comme la solution. Mais il implique de nombreux changements

- la transformation de la gestion des résidus de récolte et le recours à un affouragement permettant de maintenir les bovins en stabulation et aussi de récolter un maximum de fèces.
- de nouvelles contraintes de main d'oeuvre nécessaires à l'alimentation des bovins en stabulation et aussi de récolter un maximum de fèces.

Dans le contexte économique Indien (économie de marché) cette technologie n'a pu s'adresser qu'à la tranche des agriculteurs les plus riches. Seuls ceux-ci ont été en mesure de résoudre à la fois :

- les problèmes techniques inhérents au biogaz
- le financement de l'installation
- la possession d'assez de bovins (3 à 5) pour alimenter correctement l'installation.

.../...

3.2.3./ Leçon à tirer de ces expériences.

Comme la réflexion sur les interactions liant les facteurs de production et l'installation Biogaz nous l'avait fait suggérer, ces deux exemples illustrent à quel point le succès et l'impact d'une campagne de vulgarisation dépend du niveau de cohérence atteint entre, d'une part les contraintes imposées par le biogaz et d'autre part le milieu.

Or il faut reconnaître qu'en Afrique les conditions requises sont le plus souvent loin d'être réunies.

En particulier au Niger, les systèmes de production sont en voie de dégradation et la proposition du seul biogaz ne résoudrait rien. La plupart des exploitations, compte tenu des faibles rendements ne produisent pas assez de biomasse.

Même si cela était le cas, la biomasse a déjà des utilisations, par exemple dans l'habitat ou pour l'élevage. On arriverait à court terme à des situations de conflit susceptibles d'aggraver le processus de destabilisation du milieu (monétarisation de la biomasse, transfert de fertilité).

D'autre part les problèmes d'énergie et de fertilité sont certes cruciaux mais le sont-ils assez (coût du bois en milieu rural) pour que les paysans, quand bien même ils sont conscients de ces problèmes, acceptent de changer des habitudes ancestrales et investissent dans de nouvelles technologies. D'ailleurs est-ce à eux seuls de le faire dans la mesure où les causes de la dégradation des facteurs de production dépassent le cadre du milieu, (rapports ville-campagne, rapports internationaux).

De ces considérations il ressort que le succès d'une opération de vulgarisation de la technologie biogaz-compost en milieu rural Africain apparaît particulièrement dépendante :

- de la mise au point d'une technologie la plus cohérente possible avec les contraintes agro-socio-écologiques du milieu.
- de la proposition au paysanat d'une dynamique de développement permettant par étapes successives de passer du système actuel à des formes plus intensives compatibles avec le biogaz (aussi bien techniquement qu'économiquement).
- d'une évaluation des problèmes socioéconomiques susceptibles d'être soulevés par l'introduction du biogaz afin d'éviter les effets pervers induits.

.../...

- de la mise en place d'une politique énergétique permettant d'intégrer l'ensemble de l'opération (structures à créer, intérêt macroéconomique de l'opération) dans le cadre des objectifs poursuivis par la collectivité rationnelle.

Cela suppose que parallèlement à une adaptation de la technologie, des opérations de démonstration aient été mises sur pied et aient permis de sensibiliser les autorités nationales aux atouts de la technologie Biogaz.

3.3.) Proposition d'une stratégie de mise au point et de développement de la filière Biogaz.

La figure III. ci-joint schématise les principales étapes qui nous paraissent indispensables à la mise sur pied d'un projet de mise au point et développement de la filière Biogaz-compost.

De l'expérience que le CIEH a menée en Haute Volta il ressort que l'adaptation de cette technologie nécessite une très large gamme de compétences et une connaissance approfondie des réalités tant techniques que socioéconomiques du milieu. Aussi, compte tenu de la spécificité de la technologie Biogaz, il nous semble indispensable qu'un tel programme soit réalisé en étroite collaboration avec les services techniques nationaux compétents.

- organismes de développement et d'équipement qui sont les plus à même de faire une première évaluation de la demande du milieu ;
- organismes de recherches spécialisés dans les problèmes de l'énergie et susceptibles d'apporter une contribution technique à l'adaptation et au développement de la technologie.
- organismes de recherche agronomique susceptibles de faire les enquêtes sur les disponibilités en matière première; les possibilités d'utiliser les résidus de la fermentation comme amendement, l'insertion du biogaz dans les systèmes de production.

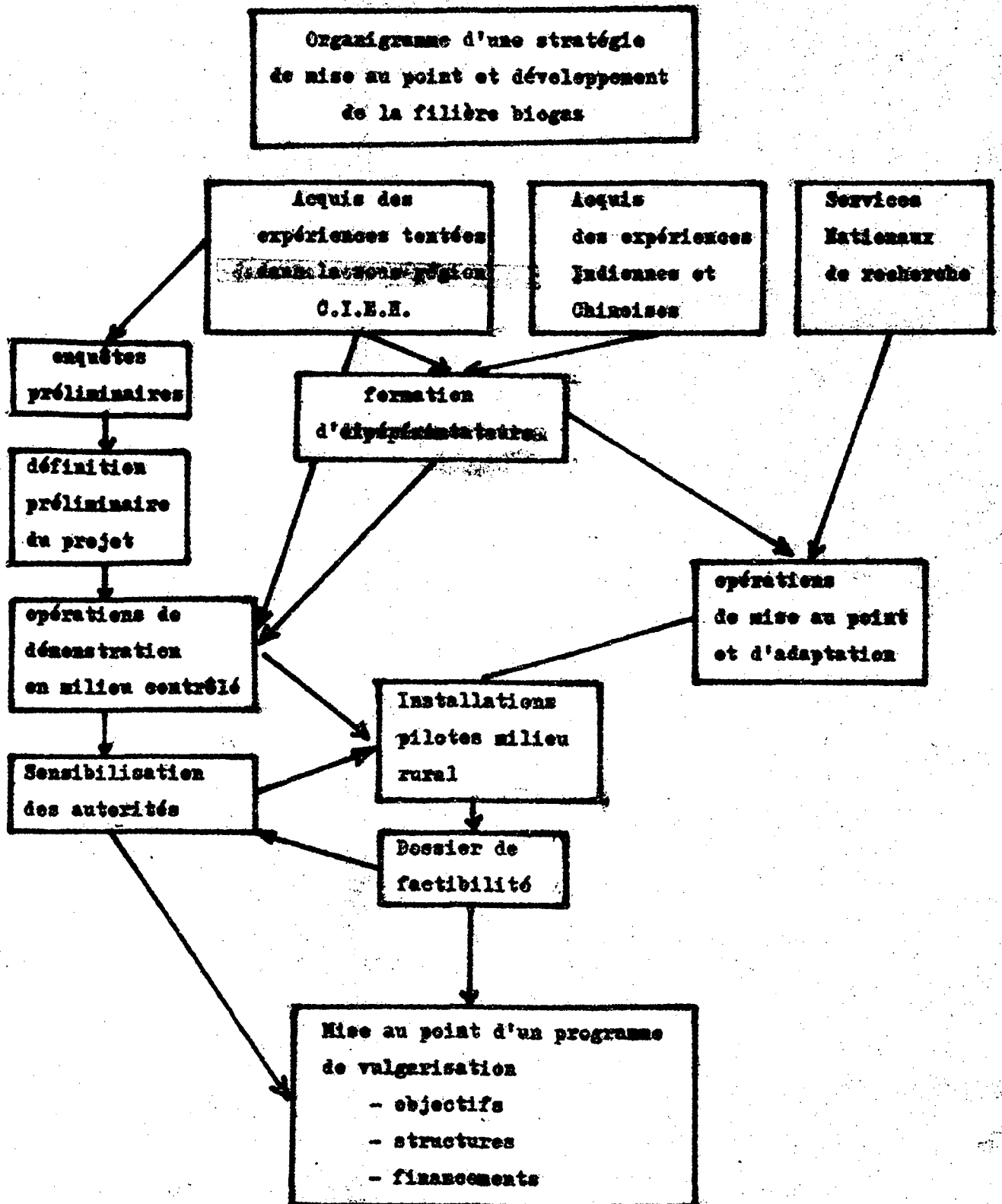
IV. ANALYSE DES DIFFERENTS SITES.

4.1.) Présentation des résultats.

L'objectif de la production de biogaz sera double ou triple suivant les cas :

- produire de l'énergie
- produire un amendement organique
- épurer l'effluent traité des principaux agents pathogènes.

Figure III.



De ce fait l'étude de l'opportunité de développer ce type d'installation comprendra systématiquement une évaluation :

- de la demande en énergie et fertilisant qu'elle soit individuelle ou collective ;
- des ressources disponibles en résidus de récolte, animaux ou organiques d'une façon générale.

4.2.) Analyse du site d'Indoudou (station agronomique.

4.2.1./ Le site d'enquête.

L'enquête a été réalisée à Indoudou dans les environs d'Agadez sur la station agricole du même nom.

La vocation de ce centre est double : sélection variétale et multiplication de semence. Toutes ces cultures sont irriguées. On dispose donc à priori d'un site qui par son environnement scientifique serait particulièrement favorable à l'implantation et au suivi d'une installation de démonstration.

4.2.2/ Evaluation de la demande énergétique dans la région en milieu rural.

- Les problèmes d'énergie domestique.

Le problème du bois se pose dans cette région avec acuité bien que peut-être du fait de la pression démographique relativement faible il semble ressentir moins intensément qu'ailleurs. Il constitue presque exclusivement la seule source d'énergie domestique utilisée.

Les quelques chiffres fournis par le service départemental des eaux et forêts suffisent à illustrer ce problème :

- zone de collecte à 50 à 75 km d'Agadez ;
- coût d'un chargement (camion Berliet 7 t) 30.000 F CFA ;
- frais quotidiens par famille évalués à 500 F CFA.

Du fait même du site proposé pour l'expérimentation, l'installation Biogaz s'adresserait au monde rural. Aussi le problème de l'énergie domestique ne peut se raisonner en termes monétaires mais plutôt en termes d'investissement humain (temps de travaux réservés à la collecte), de qualité de la vie (disposition de lumière) et d'entretien de l'équilibre écologique du milieu. On notera en effet que la déforestation à des fins domestiques est notablement aggravée par l'emploi d'arbustes épineux pour la confection des clôtures.

Ces considérations nous amènent à penser que la mise à la disposition du milieu rural d'une source d'énergie telle que le biogaz, en particulier avec son large spectre d'utilisation et sa souplesse d'installation paraît envisageable pour l'éclairage et la cuisine. Encore faudra-t-il adapter le matériel d'utilisation aux traditions culinaires locales.

- Les problèmes d'énergie mécanique.

Le Biogaz peut-être très facilement utilisé comme carburant par un moteur à explosion classique sans que les modifications à y effectuer soient importantes.

Les observations faites sur les sites visités tendent à montrer que le travail de pompage de l'eau d'irrigation est exécuté de façon très satisfaisante par la traction animale (chadouf à 2 boeufs).

On obtient en effet des débits de l'ordre de 9m³/heure qui suffisent au type d'irrigation par petits bassins qui est pratiquée sur ces sites. Aussi, à court terme, l'utilisation du Biogaz pour la production d'énergie mécanique ne semble pas à envisager en ce qui concerne l'exhaure de l'eau d'irrigation. Elle serait plutôt envisageable pour l'entraînement d'un moulin dans le cadre d'opérations d'équipement communautaire.

4.2.3./ Evaluation des problèmes posés par la fertilisation organique.

Les sources de matière organique sont les suivantes :

- résidus animaux ~~parqués~~ sur les aires de ~~parquage~~. Ce sont essentiellement des chèvres. Une évaluation rapide fait évaluer les résidus disponibles à quelques centaines de kilos par parc ;

- les apports naturels dus aux alluvions apportées par le débordement des coris en période de crues.

Sur les surfaces irrigables, d'après l'agronome de la station d'Indoudou, les jachères sont de longues durées de 6 à 9 ans. D'autre part les surfaces mises en culture (septembre à mars) ne représenteraient qu'entre le tiers et la moitié des surfaces disponibles. Dans ce contexte l'entretien de la fertilité ne devait pas être un problème majeur. Néanmoins, des chiffres beaucoup moins optimistes nous ont été fournis par la suite à Niamey (enquête menée sur ce problème par l'Association Française des Volontaires du Progrès). Aussi si ce problème n'a pas l'air de se poser avec acuité ou nous a semblé quelques fois assimilé au problème de la fertilisation minérale il est indubitable qu'il apparaîtra comme ^{une} conséquence de tout effort de développement entraînant :

- une intensification des cultures (temps de jachère)
- l'introduction de la fertilisation minérale.

Dans ce domaine, par l'intermédiaire de la filière méthanique, produire un surplus de matière organique nous semble particulièrement intéressant.

4.2.4./ Ressources disponibles en résidus organiques susceptibles d'être utilisées pour l'alimentation d'un digesteur.

Sur le périmètre visité, la matière organique composant les résidus agricoles était de deux types :

- résidus animaux
- résidus végétaux.

4.2.4.1./ Résidus animaux.

Comme cela a déjà été mentionné plus haut, les résidus collectables dans le cadre de l'habitat traditionnel sont faibles. Il semblerait néanmoins possible de collecter les bouses des boeufs utilisés pour assurer l'exhaure de l'eau en organisant au minimum leur parquage.

A plus long terme, l'utilisation de la culture attelée devrait permettre une collecte plus conséquente. Encore faudra t-il préalablement que des thèmes tels que l'alimentation soient maîtrisés .

4.2.4.2./ Résidus végétaux.

L'utilisation des résidus végétaux nous est apparue pratiquement complète :

- utilisation pour la construction des maisons.
- utilisation pour l'alimentation animale.

Lors de la mission début Mai on a pu constater :

- absence de traces de pailles de mil
- quelques pailles de blé à Indoudou qui étaient aussitôt utilisées
- quelques pailles de maïs en voie d'utilisation
- des résidus de maraîchage (tomate) aussitôt utilisés par les ânes.

Sur les périmètres maraîchers, le déblocage d'une partie des résidus de récolte (paille de blé ou maïs) ne semble possible. que dans ^{la mesure} où la culture de luzerne qui semble prometteuse aura pu être bien maîtrisée (hypothèse réaliste si on se réfère aux systèmes de culture des oasis nord-sahéliennes).

4.2.5./ Conclusion quant à l'opportunité d'introduction du biogaz.

Les contraintes extrêmes du milieu et les facteurs de production tels qu'ils sont actuellement ne permettent pas d'envisager l'introduction directe du biogaz en milieu rural à court terme.

Par contre, dans l'optique du système de production en cours de définition à Indoudou, en particulier l'introduction de cultures fourragères, l'intensification des cultures, le développement de la culture attelée, le développement d'une filière biogaz-compost adaptée aux conditions du milieu semble être en mesure d'apporter des éléments de solution à des problèmes qui se posent déjà ou se poseront tels que :

- couverture des besoins en énergie en milieu rural
- problèmes de la fertilité des sols.

4.2.6./ Proposition d'une unité de démonstration.

4.2.6.1./ Choix d'une technologie.

Pour tirer au mieux partie des faibles disponibilités en résidus animaux et végétaux une cuve de type chinois nous paraît particulièrement adaptée.

Les difficultés liées à la réalisation d'une installation type et les problèmes techniques posés par l'utilisation du gaz nous amène à proposer une cuve se rapprochant par sa conception du type Indien mais gérée comme une cuve chinoise.

Le schéma 1 ci-joint donne les caractéristiques que pourraient avoir une telle installation

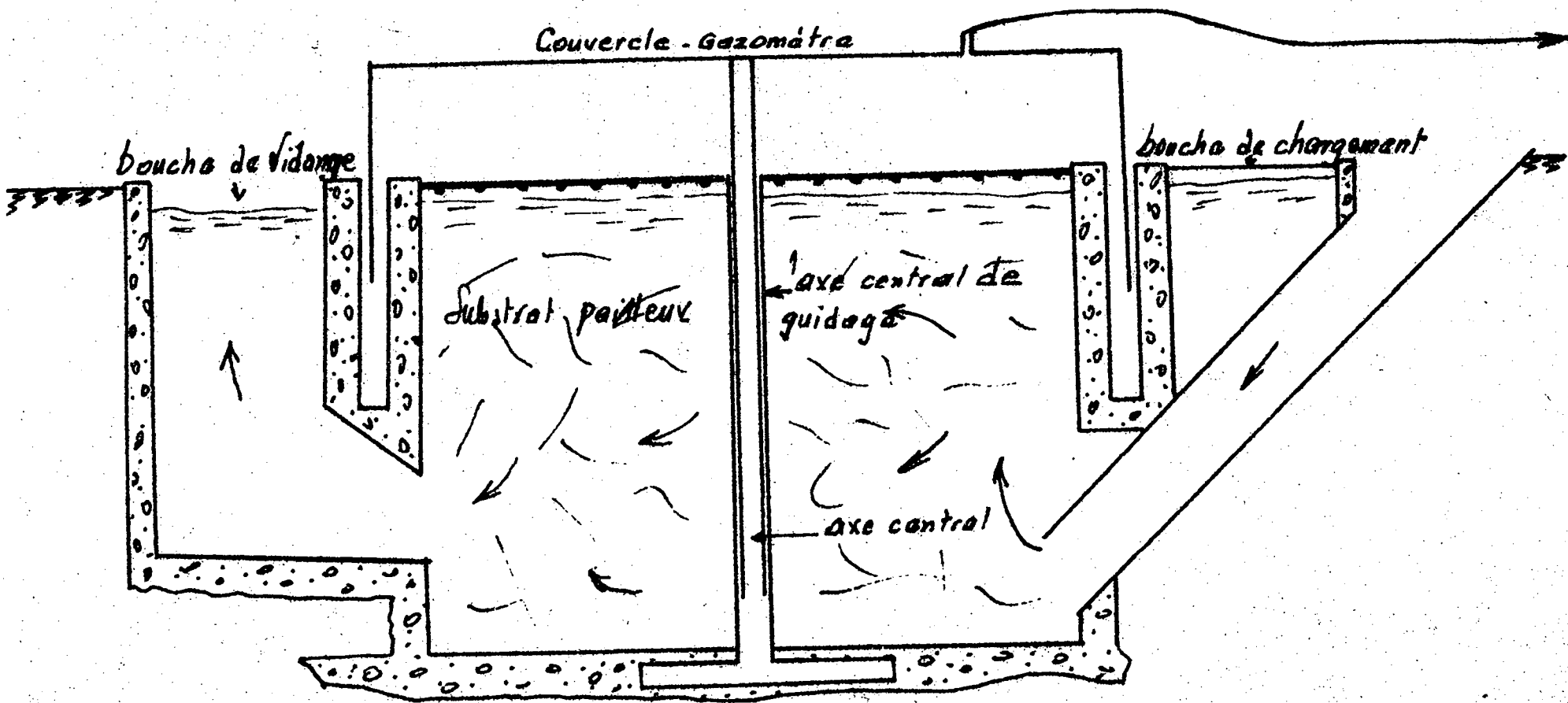
4.2.6.2./ Dimensionnement de l'installation.

On comptera sur le parcage nocturne des boeufs de la station. Prévu au nombre minimum de 4 en 1982, on pourra estimer les disponibilités en fecès dues au parcage nocturne à 6 kg de fecès par jour en matière sèche.

En se référant aux résultats obtenus sur la station de Saria, par le CIEH il devrait être possible d'alimenter une cuve de type chinois de 6m³ de volume utile.

On pourrait ainsi tabler sur un niveau de production quotidien de l'ordre de 1,5 à 2m³ de biogaz par jour.

.../...



Le tableau 1 ci-dessous récapitule les besoins en déchets animaux et végétaux d'un tel digesteur.

Tableau 1 : Besoins en déchets animaux et végétaux nécessaires à la maintenance de l'installation proposée pour le site d'Indoudou.

Type de déchets	Rythme de chargement	Quantité de matière sèche nécessaire pour chaque chargement
Pailles divers	1 fois tous les 6 mois	225 kg
Déchets animaux	1 fois tous les 6 mois	75 kg
bouses de vache	1 fois par jour	6 kg

4.2.6.3./ Réalisation et équipement de l'installation.

On proposera que l'installation soit dans la mesure du possible réalisée avec des matériaux locaux.

Les murs pourraient être réalisés en pierre et revêtus de 2 couches d'enduit pour en assurer l'étanchéité.

En ce qui concerne l'utilisation on pourra prévoir :

- un foyer comprenant 2 brûleurs
- une lampe de type Indien.

4.2.7./ Propositions d'expérimentations d'accompagnement.

Il nous paraîtrait souhaitable que soient effectuées :

- un suivi de la gestion de l'installation
 - x contrôle des quantités chargées
 - x contrôle des quantités de gaz produites
 - x contrôle des quantités d'amendement produites...
- une évaluation des problèmes d'adaptation des traditions culinaires au biogaz ;
- une enquête sur la gestion des résidus de récolte débouchant sur la recherche d'un éventuel système de culture intégrant le biogaz.

...///...

- quelques essais agronomiques au champ permettant d'évaluer la valeur agronomique du compost en fonction du type de sol et des cultures pratiquées ainsi que les problèmes posés par son utilisation.

L'évaluation financière de ce programme est donné dans le sixième chapitre du présent document.

4.3.) Analyse du site urbain de Zinder.

La mission entrant dans le cadre du projet d'assainissement de la ville de Zinder soutenu par la GTZ. Il s'agissait d'évaluer les possibilités apportées par la technologie biogaz quant au traitement :

- des eaux usées domestiques
- des eaux usées industrielles
- des ordures.

4.3.1./ Ordures ménagères et eaux usées domestiques.

- Les ordures.

Le problème de la collecte et du traitement des ordures se pose avec acuité aux autorités de la ville.

D'après une enquête effectuée à Maradi (cf Etude de l'assainissement de la ville de Maradi - évacuation des ordures) les ordures à collecter dans la ville sont de l'ordre de 120 kg par habitant et par an soit en volume d'environ 0,5 m³ par habitant et par an. Les observations faites au cours de l'enquête tendent à montrer que ces ordures ne contiennent qu'un très faible taux de matières organiques (certainement moins de 10%) et beaucoup d'éléments terreux (au moins 60 % du poids).

A cela plusieurs causes :

- le mode de collecte utilisée qui est en l'occurrence de balayage
- le fait que les ordures avant d'être rassemblées ont été mises à profit par les chèvres et les moutons divagants (disparition des balles et pailles s'y trouvant au départ).

Dans la région le niveau de la fertilisation organique a une incidence directe sur le rendement des cultures. Les agriculteurs semblent très sensibilisés à ce problème si l'on se réfère aux soins apportés par certains d'entre eux à la collecte des résidus de parcage et à leur épandage au champ. En ce qui concerne l'utilisation des composts d'ordures, on a constaté que dans les vieilles décharges

très peu de reprises sont effectuées. Ceci peut-être surtout expliqué par l'investissement en moyen de transport et main d'oeuvre à consentir par l'agriculteur pour un amendement très hétérogène.

Ce problème de reprise et épandage passe largement avant la qualité de l'amendement puisqu'on a pu constater l'utilisation directe des ordures dans la périphérie de Niamey malgré tous les problèmes d'hygiène que cette pratique induit (pollution, rongeurs...).

Une utilisation agricole rationnelle de la matière organique contenue dans les ordures nécessiterait :

- d'une part un tri avant utilisation dans le cas d'un compostage classique, avant traitement dans le cas de la méthanisation ;
- d'autre part, compte tenu du climat, des disponibilités en eau pour les humecter et rendre possible la fermentation.

Si ce traitement est facultatif en aérobiose (on compte sur la pluviométrie), il est indispensable en anaérobiose.

Les sources d'eau envisageables sont, compte tenu de sa rareté à Zinder :

- les eaux de ruissellement
- les eaux usées.

L'utilisation des eaux de pluie issues du ruissellement urbain est conditionnée par les possibilités de leur collecte et de leur stockage.

Actuellement une bonne partie d'entre elles vient alimenter les mares qui sont intégrées au tissu urbain de Zinder. Or les nombreux problèmes, en particulier d'hygiène, posés par leur présence font que l'un des objectifs du projet d'assainissement serait d'obtenir leur assèchement en créant des zones d'épandage à l'extérieur de la ville. L'utilisation de ces eaux n'est donc pas envisageable à moyen terme sauf si elle est prévue dans le projet d'assainissement. Mais se poserait toutefois le problème de la discontinuité des apports qui n'est pas forcément compatible avec le fonctionnement en continu d'une cuve biogaz.

.../...

- Les eaux usées.

Les quantités d'eaux usées non fécales dépendent étroitement du type d'alimentation en eau. Le problème de leur évacuation ne se pose pratiquement pas dans les zones ravitaillées en eau par des prises publiques. Par contre dans les quartiers raccordés au réseau Nigelec des enquêtes tendent à montrer que les consommations sont de l'ordre de 1 mètre cube par jour par raccordement soit environ 600 à 700 litres d'eaux usées à évacuer à travers une fosse sceptique à deux compartiments dont une large diffusion est prévue dans le cadre du projet d'assainissement. Cette eau serait potentiellement disponible pour le traitement des ordures. Il serait utile d'en savoir plus sur l'utilisation de cette eau consommée pour l'appréciation de la quantité rejetée.

4.3.2./ Propositions de solutions - type

4.3.2.1./ La solution biogaz.

4.3.2.1.1./ Problèmes posés par le traitement des ordures.

- Concentration du milieu : alimentation en eau.

La production de biogaz n'est d'une façon générale réalisable que pour des milieux dont la concentration pondérale est inférieure à 12% de matière sèche. Aussi le traitement des ordures impliquerait des volumes d'eau importants.

Pour la ville de Zinder, en tablant sur une population de 45.000 habitants et en retenant l'hypothèse que 50% du poids des ordures a été éliminé lors du tri ce sont quelques 50 m³ d'eau dont il faudrait disposer quotidiennement.

La source la plus plausible serait d'utiliser des effluents venant de la tannerie ou de l'abattoir (voir paragraphes suivants).

En effet il est actuellement difficile de compter sur la collecte des eaux usées même si le nombre de fosses sceptiques à relier est relativement faible (de l'ordre de 85).

- Problème de tri des ordures.

Deux éléments contenus dans les ordures poseront des problèmes lors du traitement par la filière biogaz

- les éléments métalliques qui ont, pour certains d'entre eux et à faible dose, un rôle d'inhibiteur dans le développement de la méthanogénèse.

- les éléments terreux qui compte tenu de leur forte teneur ne manqueront pas de boucher rapidement tout digesteur continu non mécanisé.

Le traitement de ces ordures suppose donc :

- un tri préalable des éléments métalliques : tri de type électromagnétique ;
- un tri des éléments terreux, compatible avec le mouillage nécessaire des ordures ;
- matières plastiques

- problème du broyage des ordures :

Les ordures même triées seront très hétérogènes. Aussi est-il presque certain qu'on aura à les broyer pour homogénéiser le substrat et permettre sa circulation rapide à travers le digesteur.

4.3.2.1.2. / Conception du digesteur.

Afin de tenir compte des problèmes évoqués ci-dessus au moins deux solutions doivent être envisagées :

- le traitement au niveau du quartier
- le traitement au niveau de la ville.

- Le traitement au niveau du quartier

Caractéristiques générales.

On pourrait dans ce cas envisager des centres de traitement peu importants où les volumes à traiter permettraient :

- un ramassage sans gros investissement des ordures
- un tri pratiquement artisanal
- des moyens de manutention sans grande mécanisation.

Dans ce cas le broyage n'est pas envisageable et le digesteur devra donc être de type discontinu.

Les quelques chiffres ci-dessous illustrent comment pourrait être définie cette unité pour le traitement des ordures produites par 7.500 habitants (6 unités dans la ville).

- poids d'ordures récolté quotidiennement
 $7.500 \times 0,3 = 2.250 \text{ kg/jour}$
- triage 50 % des ordures à traiter
 $2.250 \times 0,5 = 1.125 \text{ kg}$

- estimation de la matière organique contenue dans ces ordures
 $2.250 \times 0,1 = 225 \text{ Kg.}$
- estimation de l'eau nécessaire au traitement anaérobie
(10 % de matière sèche)
 $\frac{1.125}{0,1} \times 0,9 = 10.000 \text{ kg soit } 10\text{m}^3 \text{ d'eau}$
- volume quotidien de gaz à espérer
 $200 \times 150 = 30.000 \text{ litres soit l'équivalent de la consommation d'un moulin de 6 cv 10 heures par jour}$
- volume de l'installation pour un temps de rétention de 40 jours
 $10 \times 40 = 400 \text{ m}^3.$

- Conception de l'installation.

Il n'est guère envisageable que l'ensemble de l'opération soit réalisée manuellement. Comme nous l'avons remarqué plus haut il faudra avoir recours au procédé discontinu et de ce fait des problèmes de vidanges périodiques auront à se poser.

Il semblerait réaliste de proposer une semi-mécanisation avec l'emploi d'un tracteur équipé d'une fourche frontale et d'une benne. Il pourrait servir :

- aux opérations de collecte
- aux opérations de transport vers une décharge des résidus de triage
- aux opérations de vidange du digesteur.

Le problème des jus reste posé. Lors de chaque vidange de l'installation il sera nécessaire de vidanger les jus. Cela pourrait être fait grâce à une pompe actionnée par le moteur du tracteur (prise de force).

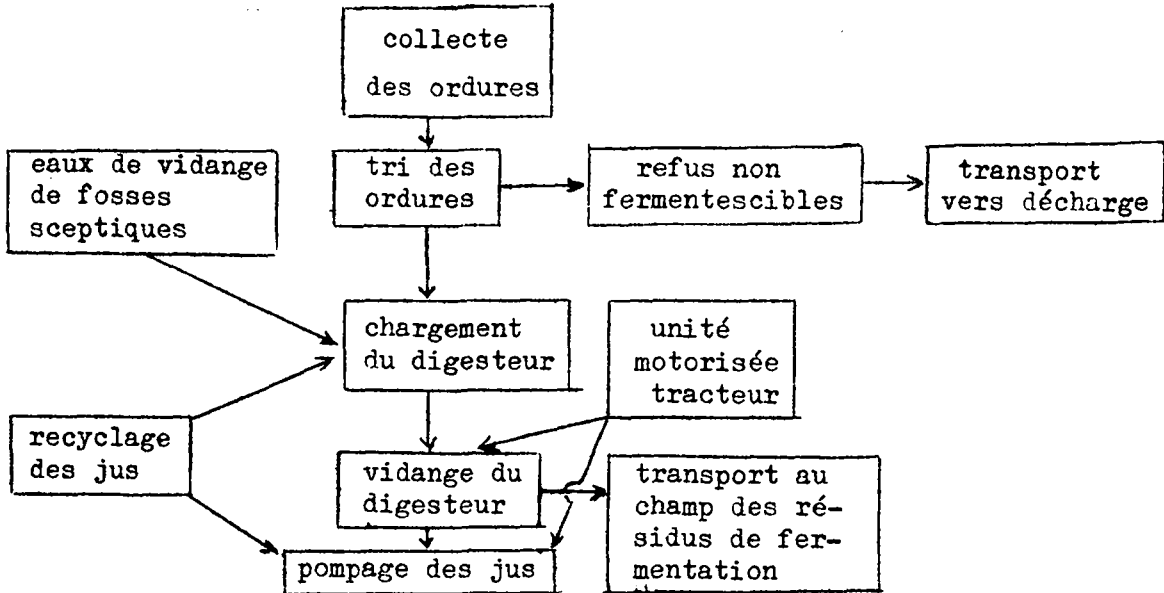
Cela suppose donc la conception d'un réservoir de réception de ces jus qui seront recyclés lors de la fermentation suivante ainsi qu'une source de liquide permettant de couvrir la perte constatée après chaque vidange (environ 1/4 du volume).

Nous proposons pour cela les produits de vidange des fosses septiques qui trouveraient ainsi une utilisation et qui permettraient d'enrichir en matière organique facilement biodégradable les substrats.

Il suffirait quotidiennement de 2,5 m³ d'apport ce qui correspondrait à l'entretien d'environ 400 fosses de 5 m³ vidangées tous les 2 ans : hypothèse concevable.

La figure IV et le schéma II et III ci-joints donnent une idée de ce que pourrait être cette installation.

Figure IV Organigramme du fonctionnement d'une installation de quartier.



Si l'on transpose au Niger le coût de telles installations en prenant comme référence des installations réalisées au USA pour traiter les déchets d'élevage le coût du mètre cube de cuve devrait être de l'ordre de 50.000 F CFA soit pour une installation de quartier 20.000.000 de FCFA.

Il faudra y ajouter une partie l'équipement de l'unité de motorisation qui dans tous les cas sera nécessaire pour le transport des ordures hors de la ville, soit environ 5.000.000 de FCFA.

- Evaluation de la rentabilité de l'opération.

On envisagera un amortissement sur 5 ans et des frais de maintenance (main d'oeuvre et entretien) de l'ordre du 6.000.000 de FCFA par an

- charges

× amortissement de l'installation	5.000.000
× frais	<u>6.000.000</u>
total des charges	11.000.000 FCFA

- recettes

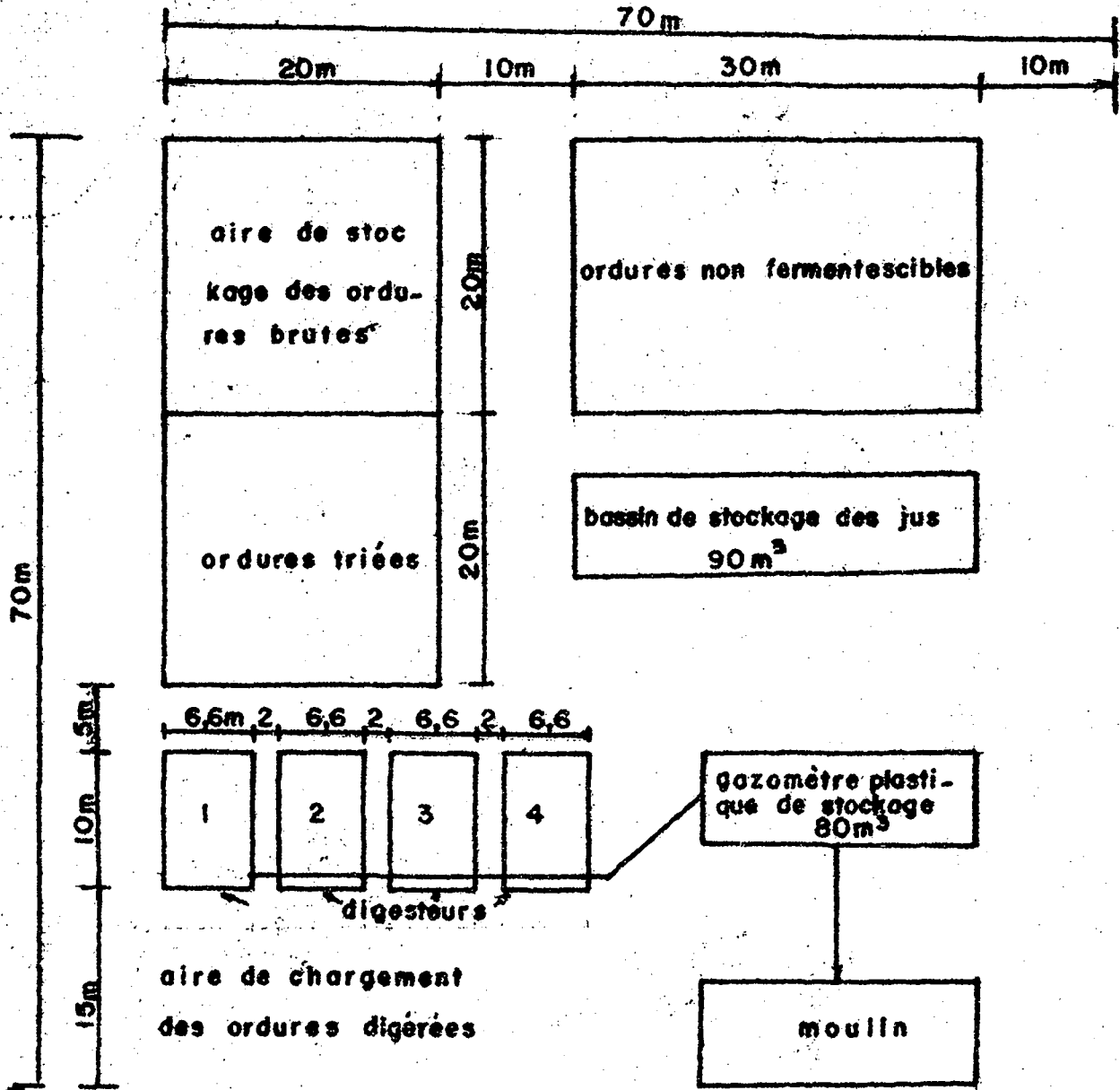
× production d'énergie en prenant 1m ³ de biogaz équivalent à 0,8 litres d'essence à 250 FCFA le litre	
30 × 0,8 × 365 × 250	= 2.200.000 FCFA

.../...

Schema II

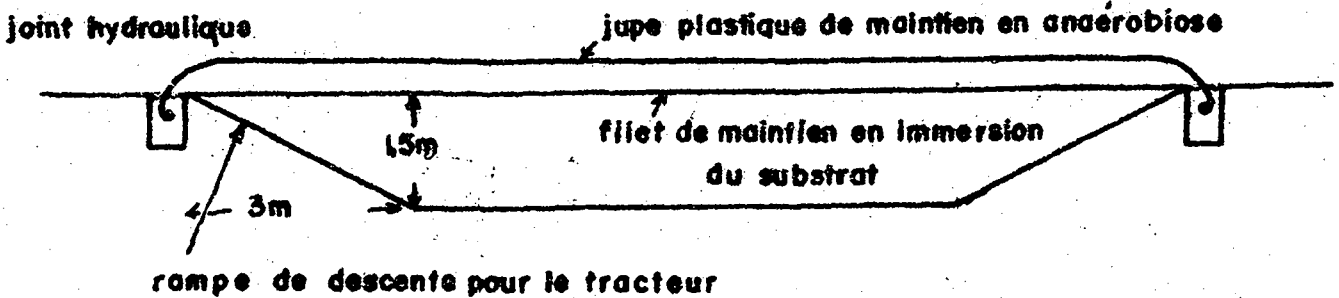
Plan de l'installation

Biogaz de quartier



Schema III

Vue en coupe du digesteur



× production de compost	
en prenant comme hypothèse que les résidus	
permettant de relever de 59 × la production	
par hectare à raison de 7.000 F CFA le quintal	
5 × 20 × 7.000	700.000 FCFA
Coût des ordures traitées par habitant	1.150 FCFA

- Recherches complémentaires à effectuer avant de construire une unité prototype.

Il sera dans un premier temps nécessaire :

- de vérifier la possibilité d'effectuer un tri manuel efficace permettant d'éliminer les éléments susceptibles d'inhiber la fermentation anaérobie ;
- de concevoir une cuve d'une vingtaine de mètre cube afin de tester :
 - × les problèmes de conception (utilisation d'une bâche plastique d'un filet de maintenance entre autre...)
 - × le niveau de production de l'installation.
- d'évaluer les risques de panne liés à la maintenance de l'installation (motorisation, pompage des jus etc...)
- d'évaluer la valeur agronomique des composts obtenus.

4.3.2.1.3./ Le traitement au niveau de la ville.

Dans ce cas le traitement en discontinu semble difficile à concevoir car cela représente quelques 2.400 m³. Si l'on veut passer au système continu il se posera un problème de mécanisation du tri et de broyage. Aussi, compte tenu du contexte une installation biogaz nous paraît difficilement concevable.

L'utilisation des déchets nous semble beaucoup plus intéressante en aérobiose ou pour servir de support aux résidus de fermentation anaérobie des abattoirs (voir chapitre sur ce sujet).

4.3.2.2./ La solution aérobie.

La solution proposée tiendra compte de trois constatations :

- 1) Compte tenu de l'aridité du climat, le compostage des ordures sans intervention est lent. Il implique donc des volumes stockés importants.

..../...

- 2) Les agriculteurs utilisent peu le compostage d'ordures du fait entre autre de sa faible valeur agronomique.
- 3) Les eaux de vidange des fosses sceptiques sont pratiquement inutilisées comme amendement.

Il s'agirait de composter aérobiquement les ordures en se servant entre autre des vidanges des fosses sceptiques.

On estime en général que dans un sol et plus généralement un substrat, une activité microbienne se développe lorsque l'apport d'eau est de l'ordre d'ETP/2 ici donc en moyenne de l'ordre de 5mm par jour.

Avec un tel traitement on pose l'hypothèse à vérifier que le compostage sera complet en 6 mois (en moyenne, à moduler avec la saison des pluies).

Dans la mesure où effectivement le nombre de fosses sceptiques atteindrait 4000, l'évaluation ci-dessous montre que cette solution est envisageable.

× tonnage d'ordures à traiter en 6 mois.

$$50 \text{ kg} \times 45.000 = 2.250.000 \text{ kg.}$$

× volume occupé par ces ordures

$$2.250 \times .5 \approx 11.250 \text{ m}^3$$

× surface occupée par ces ordures (stockage sur 2 mètres)

$$4.250 : 2 \approx 5.625 \text{ m}^2$$

× volume d'eau quotidien à appoter (hors saison des pluies)

$$5.625 \times 5 \cdot 10^{-3} = 28 \text{ m}^3$$

× Nombre de fosses sceptiques à vidanger par jour

$$\frac{28}{5} \approx 6 \text{ fosses}$$

× nombre total de fosses utilisées à raison d'un vidange tous les 2 ans.

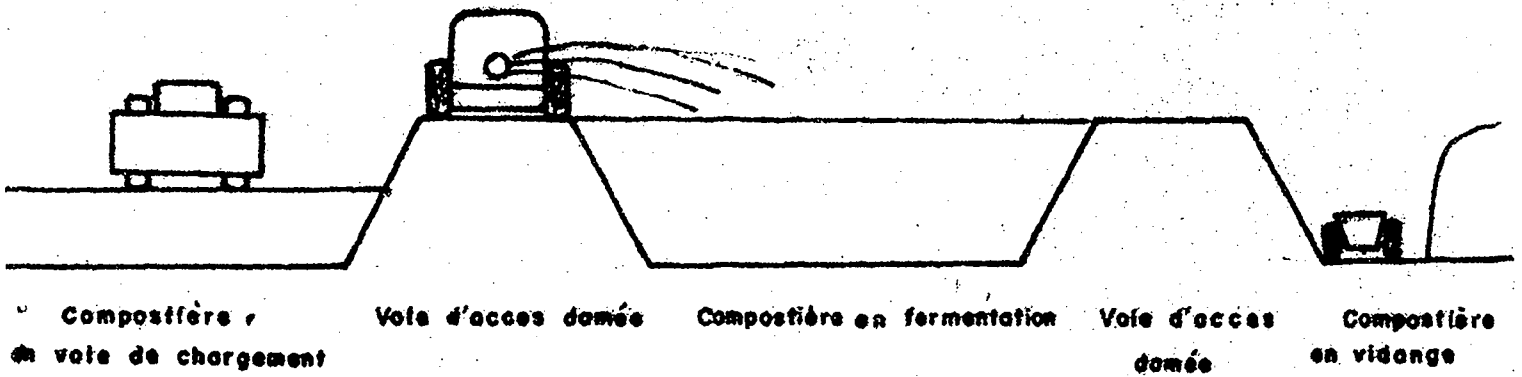
$$6 \times 365 \times 2 \approx 4380.$$

Il suffirait pour cela de diviser la compostière par des digues données sur lesquelles les tones chargées d'eau de vidange pourrait accéder.

L'épandage se ferait grâce au matériel utilisé habituellement en agriculture pour l'épandage du lisier (matériel relativement bien au point).

.../...

Schema IV Compostière aérobie



Le schéma IV ci-dessus illustre quelle pourrait être la vue en coupe d'une telle compostière.

- Recherches à effectuer avant de systématiser cette technique.

Il sera dans un premier temps nécessaire :

- d'évaluer les risques de pollution que présente cette technique en particulier la destruction des germes pathogènes au cours de la fermentation aérobie ;
- d'évaluer la valeur du compost obtenu en tenant compte de son hétérogénéité : tamisage éventuel ;
- de rechercher des sites où les percolations en profondeur en saison des pluies ne font pas craindre des pollutions de nappe.

4.3.3.) Eaux usées industrielles (abattoirs et tanneries).

4.3.2.1. / Les données du problème

Les eaux usées industrielles sont essentiellement constituées.

- par les eaux de l'abattoir.
- par les eaux de la tannerie.

- La situation actuelle.

Les eaux résiduaires des deux installations sont actuellement évacuées dans un fossé ouvert vers une zone un peu plus basse où elle s'évapore. La pollution est flagrante. Pour la tannerie qui est loin de fonctionner à son plein rendement les chiffres de consommation d'eau serait de 5 à 6 m³ d'eau par jour.

En ce qui concerne l'abattoir, le service départemental de l'élevage nous a indiqué que l'abattoir de Zinder traite l'équivalent de 50 gros bovins par jour. Compte tenu des problèmes d'alimentation en eau qu'il connaît ce ne serait pas plus de 30 m³ d'eau qui seraient utilisés par jour.

- La situation future.

Un projet d'abattoir moderne doit prochainement être réalisé avec l'aide de la GTZ. Les objectifs retenus sont de l'ordre de 200 bovins abattus par jour. En prenant une norme moyenne de 6 mètres cubes par bovin ce serait alors 1.200 m³ d'eau qui seraient à traiter.

.../...

On peut prévoir de ce fait une relance consécutive de la tannerie. Les résidus d'abattoir et de tannerie sont facilement exploitables par la filière Biogaz. Riches en matière organique facilement dégradable ils permettent d'obtenir de bons rendements en gaz avec des temps de retention relativement courts.

4.3.2.2./ Choix du niveau technologique de l'installation.

Le choix technologique quant à la conception du digesteur nous semble devoir dépendre :

- des problèmes techniques posés par les effluents à traiter
- de l'environnement technologique

Dans ce cas précis :

- l'environnement technologique est de haut niveau :
abattoir moderne, tannerie
- les volumes d'eau à traiter sont importants. Pour le seul abattoir 1.200 m³ par jour. Ce volume d'eau traité dans un digesteur continu demanderait pour un temps de retention de 25 jours quelques 30.000 m³.

Aussi il nous semble cohérent dans ce cas précis d'envisager l'implantation d'un digesteur d'un niveau technologique assez sophistiqué relevant de la technologie de l'épuration d'eaux usées. La situation actuelle est représentative d'abattoirs susceptibles d'être installés dans de petites localités et pour lesquels la production d'eau chaude serait très intéressante.

On notera que ces deux cas, abattoirs de centres urbains ou de petites localités, sont reproductibles à des dizaines d'exemplaires en Afrique de l'Ouest.

Aussi une étude spécifique et approfondie de ce cas d'application du Biogaz nous semble d'une extrême importance.

4.3.2.1./ Proposition d'un équipement type pour une station "industrielle".

Compte tenu du volume d'eau à traiter, deux options sont envisageables:

- soit ne traiter que les eaux les plus chargées
- soit traiter l'ensemble de l'effluent en ayant recours au recyclage des boues.

Comme le montre les calculs ci-dessous la première hypothèse nous semble la plus avantageuse.

- Option 1 : traitement anaérobique des eaux les plus chargées.

En ne prenant en compte que les eaux de l'abattoir ce serait en moyenne quelques 860 m³ qu'on aura quotidiennement à traiter en supposant que l'abattoir fonctionne 5 jours sur 7 dans les conditions ci-dessus évoquées.

Les quelques calculs ci-dessous permettent d'avoir une idée de ce que pourrait être une telle installation.

x caractéristiques de l'effluent à traiter

- volume de l'effluent à traiter..... 860 m³
- matière sèche contenue dans l'effluent.....1548 kg
- DCO contenu dans l'effluent.....4600 kg

x caractéristiques des boues à traiter par le procédé anaérobie

- volume des boues (~~hypothèse~~ 2% du volume initial)
860 × 0,02..... 17,2 m³
- matière sèche contenue dans les boues 80 % de la quantité initiale
1548 × 0,8..... 1238 kg
- concentration du mélange en kg/m³
 $\frac{1.238}{17,2}$ 72 kg

Cette concentration est tout a fait compatible avec les caractéristiques d'un digesteur continu.

- DCO contenue dans les boues (60 % de la DCO initiale)
4600 × 0,6..... 2760 kg

x Caractéristiques du fermenteur et de son système d'approvisionnement

- temps de rétention du substrat..... 20 jours
- volume du fermenteur
20 × 17,2..... 344 m³
- volume de la lagune de stockage des boues charge d'une journée 17,2 m³
- volume du réservoir de décantation :
charge d'une journée compte tenu que la durée de fonctionnement de l'abattoir ne dépasse pas 8 heures par jour..... 1.200 m³

.../...

x volume de gaz produit

- potentialité du substrat (25% de la DCO)

$$0,25 \times 2760 \dots\dots\dots 690 \text{ kg de CH}_4$$

- méthane effectivement produit (% de dégradation 40 %)

$$690 \times 0,4 \dots\dots\dots 276 \text{ kg}$$

- volume de Biogaz produit à raison de 66 % de méthane
et 33 % de CO₂

$$\frac{276.000}{(16 \times 0,66 + 44 \times 0,33)} \times 22,4 \times 10^{-3} \dots\dots\dots 247 \text{ m}^3$$

soit l'équivalent énergétique de 198 litres d'essence

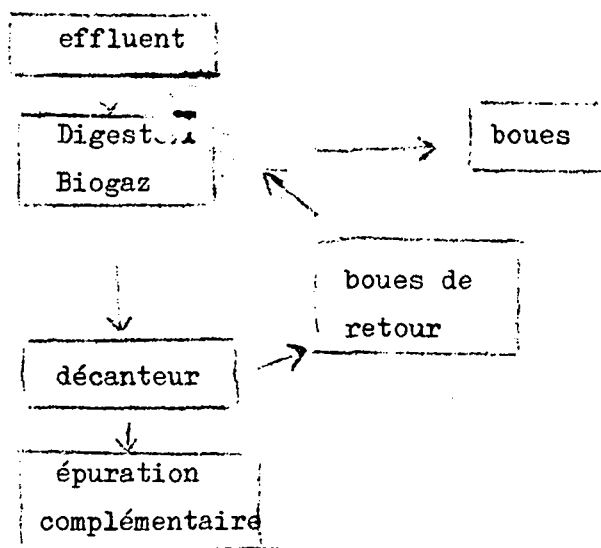
- rendement en m³ de gaz produit par m³ de digesteur

$$\frac{247}{344} \approx 0,71$$

Option n° 2 : traitement anaérobique de l'ensemble des eaux.

L'ensemble de l'effluent est traité mais son temps de rétention est très faible (1 journée). Pour entretenir la flore méthanogène les boues du décanteur situé en aval du digesteur seront recyclées comme le montre la figure V ci-dessous :

Figure V : Fonctionnement du fermenteur.



Les quelques calculs ci-dessous permettent d'avoir une idée de ce que pourrait être ce type d'installation.

x Caractéristique du fermenteur et de son système d'approvisionnement

- durée de rétention du substrat..... 1 jour

- volume du fermenteur

$$1 \times 1200 \dots\dots\dots 896 \text{ m}^3$$

- volume de la fagune de stockage

$$\text{(charge d'une journée)} \dots\dots\dots 896 \text{ m}^3$$

- volume du décanteur (6 heures temps de retention)
 $\frac{1200}{4} \dots\dots\dots 224 \text{ m}^3$

x Volume de gaz produit

- méthane effectivement produit (% de dégradation 60 %)
 $690 \times 0,6 \dots\dots\dots 414 \text{ kg}$

- volume de biogaz produit
 $\frac{414.000}{(16 \times 0,66 + 44 \times 0,33)} \times 22,4 \times 10^{-3} \dots\dots\dots 370 \text{ m}^3$

soit l'équivalent énergétique de 296 litres d'essence

- rendement en m³ de gaz produit par m³ de digesteur
 $\frac{370}{896} = \dots\dots\dots 0,41 \text{ m}^3/\text{m}^3$

- Comparaison des deux options.

Dans les deux cas le gaz produit conviendra très largement de 400 à 600 % les besoins en énergie nécessaires pour finir l'épuration.

Plutôt que les performances c'est donc le coût de l'installation qui sera déterminant.

Le tableau I ci-dessous illustre que l'opération I est rarement la moins onéreuse.

Tableau I : Comparaison des volumes d'installation à mettre en place.

type d'installation	Volumes	
	Option I	Option II
Fermenteur	344 m ³	896 m ³
Lagune de stockage	17,2 m ³	896 m ³
Décanteur	1200 m ³	224 m ³
Volume de l'installation	1561 m ³	2016 m ³
% du volume total représenté par le fermenteur	22 %	44 %

* 16 g poids d'une mole de CH₄ 44 g. poids d'une mole de CO₂.

- Utilisation de l'effluent traité.

Le biogaz devrait permettre l'autosuffisance énergétique de l'abattoir quant à la réfrigération.

Avec les quelques 200 m³ disponible (référence option 1) il serait possible de réfrigérer un local de 8m³ environ.

L'eau disponible (évaluée à 900 m³ par jour) devrait permettre l'irrigation de 9 hectares, très appréciable dans une région comme Zinder.

- Opérations à effectuer pour mettre au point un projet d'installation

Il nous semblerait important :

- de comparer dans les conditions de Zinder le coût
 - × d'une station d'épuration classique
 - × d'une station biogaz
 - × du m³ d'eau obtenu dans les deux cas

- de comparer la valeur agronomique des boues dans le cas
 - × d'une station classique
 - × d'une station biogaz.

Les boues présentent un problème, l'épandage, qui est difficilement envisageable compte tenu du niveau technologique du milieu rural.

Aussi serait-il possible de tenter de composter ces boues avec les ordures pour les rendre plus facilement utilisables par les agriculteurs.

4.3.2.2./ Proposition d'une installation à coupler avec des abattoirs ruraux.

Sorti du domaine industriel peu de données sont disponibles sur le traitement des déchets d'abattoir.

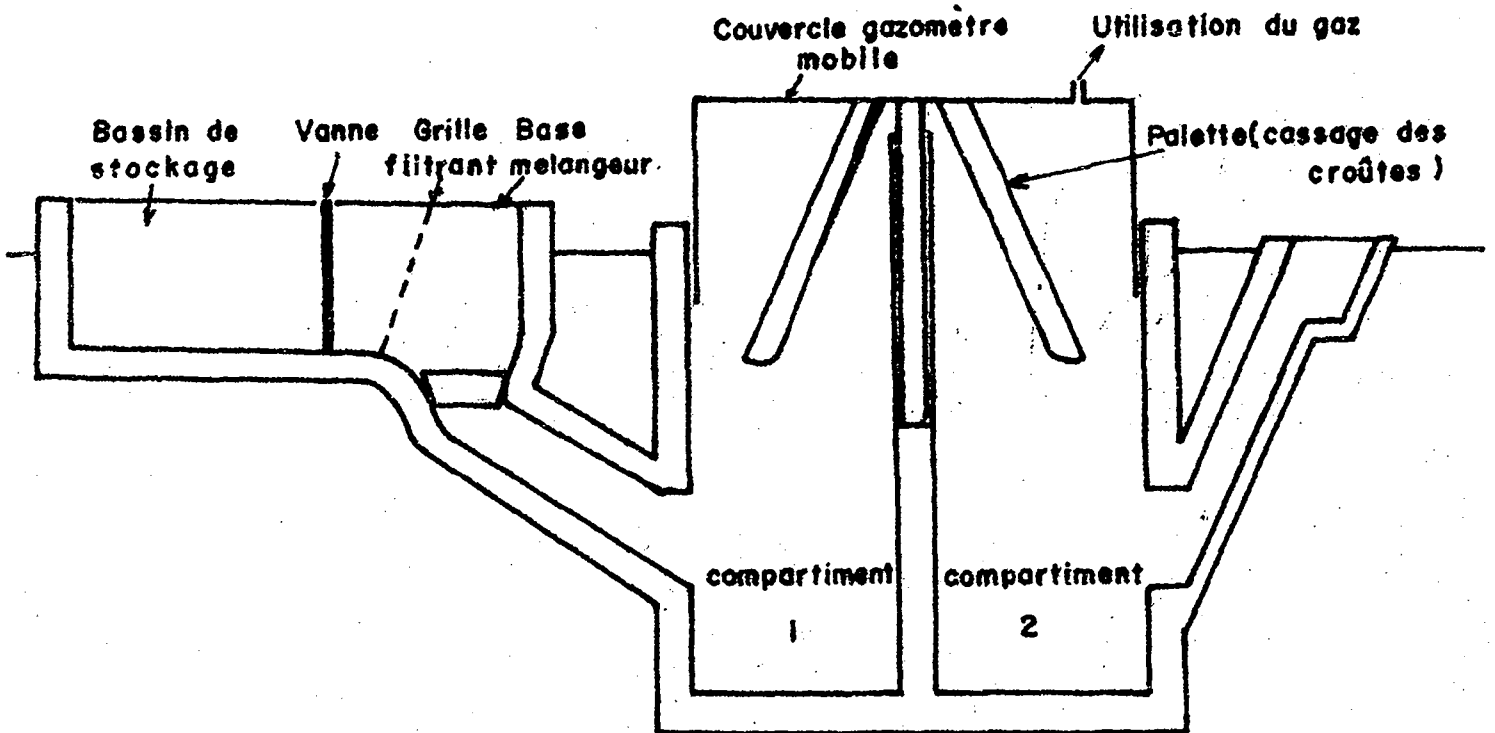
Aussi il nous semblerait intéressant de tester une cuve de type Indien à 2 compartiments munie :

- d'une fosse de stockage permettant de régulariser les chargements en fonction des abattages
- d'un bac mélangeur munie d'une grille filtrant
- d'un système de palettes solidaires du couvercle susceptible de casser les croutes
- d'une aire de séchage des boues.

Le schéma V ci-dessous illustre ce que pourrait être une telle installation.

Figure

Schéma V



.../...

Une telle installation pourrait être testée à proximité d'un abattoir. Mais, compte tenu de l'environnement scientifique de Zinder, cet essai nous semble difficile sur ce site

4.4.) Analyse du site de Ouallam (périmètre irrigué)

Le site retenu pour l'enquête à Ouallam a été celui d'un petit périmètre irrigué de 4 hectares que 20 agriculteurs mettent en valeur. Il est situé au bord d'une retenue mais le puisage de l'eau d'irrigation est prévue à partir de 10 puits creusés à cet effet. Le moyen d'exhaure utilisé sera la traction animale, système du chadouf.

4.4.1./ La demande énergétique sur le site

Le site est éloigné de la ville de 6 km. Aussi ce n'est guère que dans les locaux communautaires que le gaz pourrait-être utilisé :

- énergie domestique
- réfrigération en vue du stockage des légumes produits sur le périmètre.

4.4.2./ La demande en fertilisant organique.

Le problème de la fertilisation organique a été démontré clairement par les résultats obtenus sur le périmètre mis en place il y a quelques années.

4.4.3./ Les ressources organiques disponibles.

Les pailles de mil et sorgho étaient pratiquement toutes utilisées en Mai au cours de l'enquête. L'embouche de bovins au piquet, la faible pluviométrie et la faiblesse des rendements (mil 250 à 300 kg, sorgho 350 à 400 kg) font qu'il semble difficile d'envisager le recyclage des pailles par la filière biogaz.

Sur le site même du périmètre les disponibilités en fèces semblent relativement importantes.

- animaux d'exhaure
- troupeaux de passage.

Mais on a pu constater que les disponibilités étaient aussitôt stockées.

4.4.5./ Proposition concernant le site de Ouallam

Du fait de l'état d'avancement des travaux, des problèmes de matière organique déjà rencontrés, de l'éloignement du site, cet endroit ne nous a pas semblé propice à retenir dans le cadre d'une opération de démonstration bien que l'application du biogaz à la conservation des produits semble une idée à retenir.

4.5.) Utilisation des déchets avicoles.

Dans le cadre du développement de l'élevage avicole au Niger, la rencontre de deux techniciens et la visite d'un poulailler nous ont permis de réfléchir :

- aux problèmes énergétiques rencontrés par ce secteur
- à l'éventuelle utilisation des litières de poulailler dans des digesteurs biogaz.

4.5.1./ La demande énergétique.

La demande énergétique propre à ce type d'élevage est épisodique. Elle se situe en Décembre-Janvier. Durant cette période fraîche, les éleveurs doivent avoir recours aux éléveuses pour chauffer leurs poussins.

Des solutions alternatives ont été déjà testées notamment le solaire. Mais comme pour le solaire on est à même de se demander si la solution biogaz est la plus indiquée dans la mesure où l'investissement n'est utilisé que 3 mois par an.

4.5.2./ Les disponibilités en matière première.

Compte tenu du type d'élevage pratiqué, au sol, le fumier de poulet est :

- plus ou moins pulvéulent, en tout cas très sec
- constitué d'un mélange de copeaux, pailles, balles de riz et fiente de poulets.

La disponibilité serait de l'ordre de :

- 2 à 3 m³ par poule pondeuse et par an
- 0,5 m³ tous les deux mois par poulet de chair.

Cette disponibilité est périodique et coïncide avec le nettoyage des poulaillers dépendant du départ d'une bande et donc du planning d'élevage.

.../...

4.5.3./ Propositions concernant l'élevage du poulet.

A partir d'un tel substrat, la fermentation méthanique semble difficile du fait :

- des grandes quantités d'eau qu'il faudrait pour le diluer
- du système discontinu qu'il faudrait adopter pour tenir compte des déchets végétaux présents dans le fumier et pouvoir s'accomoder de la conduite de l'élevage.

Les installations biogaz fonctionnant à partir de déchets de volaille se servent des lisiers et cela demanderait donc d'adopter des techniques d'élevage type batterie sous entendant une technologie qui n'est guère proposable à un éleveur débutant.

V - PROPOSITION D'AUTRES DOMAINES D'APPLICATION DU BIOGAZ.

Il nous semblerait particulièrement intéressant que dans le cadre d'un projet biogaz au Niger ses applications au développement de la petite irrigation soient envisagées et cela à 2 niveaux :

- le long du fleuve
- pompage à partir de forage dans le continental terminal où les débits sont susceptibles d'être utilisés pour l'irrigation et où du fait de la profondeur le recours à la mécanisation est nécessaire.

Des travaux prometteurs sont d'ailleurs déjà en cours :

- à Lossa au Niger où l'INRAN a mis au point une installation biogaz petite irrigation en se servant de la technologie développée au CIEH.
- à Saria en Haute-Volta où une exploitation est en cours d'installation. Le biogaz doit y assurer à la fois les besoins énergétiques liés à l'irrigation et l'entretien de la fertilité des sols. Elle est en cours d'installation.

Cette capacité de produire à la fois :

- de l'énergie de façon endogene
- de la matière organique permettant d'entretenir l'équilibre du milieu

nous amène à penser que la petite irrigation (légumes, céréales avec irrigation de complément) est un domaine privilégié dans lequel le Biogaz devrait avoir un certain développement à court terme.

VI. PROPOSITION D'UN PROJET D'INTERVENTION.

6.1.) Objectifs du projet.

L'enquête menée au Niger nous a permis de dégager trois axes de développement possibles du biogaz :

- 1) L'exploitation des résidus de récolte et des déchets d'élevage afin de produire de l'énergie et du compost en milieu rural (Agadez-Indoudou).
- 2) La possibilité de traiter des effluents industriels (abattoir, tannerie) à Zinder.
- 3) L'éventualité de l'utilisation des ordures.

Mais elle a aussi permis de montrer les limites actuelles des applications de cette technologie qui pour être proposable à des structures de développement devra prouver sa fiabilité tant technique qu'économique et ses possibilités d'adaptation aux contraintes du milieu.

L'objectif du présent projet est de mener à bien des études dans ce sens.

6.2.) Cadre de réalisation du projet.

Compte tenu de la spécificité de la production du biogaz et plus particulièrement :

- des problèmes de coût et rentabilités devant être évalués dans le cadre d'une politique énergétique nationale ;
- de ses possibilités d'application en milieu rural et urbain ;
- des problèmes que ne manquera pas de poser sa vulgarisation
- des choix de niveau technologique et effectuer suivant les types d'application ;
- des recherches à entreprendre pour en arriver à mettre au point des unités opérationnelles ;

il nous semblerait opportun que cette étude puisse être menée à la fois :

- par des organismes nationaux d'équipement
- par des centres nationaux de recherche (microbiologie, énergie, agronomie)
- avec l'appui de bureaux d'études ou centres de recherches étrangers ou internationaux susceptibles d'apporter leur concours à la réalisation d'un tel programme.

.../...

6.3) Programme d'intervention

Ce programme pourrait avoir deux grands domaines d'intervention:

- l'application du biogaz en milieu rural axée sur le recyclage des déchets agricoles et la production de fertilisants et d'énergie domestique ou mécanique
- l'application du biogaz aux traitements des effluents industriels et urbains pour la production d'énergie et la valorisation des déchets organiques recyclés.

6.3.1./ Intervention I : volet agricole

Dans le cas du volet agricole caractérisé par son faible input technologique le problème commence à être relativement bien cerné et les axes d'études pourraient être :

- démonstration et sensibilisation en milieu rural
- étude des possibilités d'insertion dans le contexte
- adaptation de la technologie aux conditions du milieu (gestion, niveau de production, valorisation agronomique,) enquête sur les disponibilités.)

6.3.2./ Intervention II : volet recyclage d'effluents

Il s'agirait, compte tenu des expériences techniques acquises et d'hypothèses sur la conjoncture internationale, de réaliser une étude prospective chiffrée de ce que seront ces unités ayants trois vocations

- dépollution
- production d'énergie
- production d'amendements organique

Les résultats de ces travaux devraient permettre la définition d'unités prototypes et le cas échéant d'avoir recours à des recherches complémentaires. Le test de ces unités prototypes d'une part et les résultats de l'enquête projective d'autre part devraient aboutir à l'étude du projet d'équipement en vraie grandeur.

6.4.) Evaluation financière du projet.

I. - Volet agricole.

- opération de démonstration d'Indoudou
 - réalisation..... 2.000.000
 - suivi de l'installation (sur 3ans)
 - équipement..... 2.000.000
 - technicien..... 1.200.000

.../...

- recherche agronomique d'accompagnement	
- sur 3 ans.....	2.000.000
- enquête sur la gestion des résidus de récolte et d'élevage et les possibilités de valorisation par la filière biogaz	
- 4 sites.....	6.000.000
- Recherches sur un système de culture intégrant le biogaz	
- sur 3 ans.....	1.000.000
- formation du personnel, appui technique.....	2.800.000
- frais d'équipement divers.....	3.000.000
.TOTAL I.....	18.000.000FCFA

II. Volet recyclage d'effluents.

- étude prospective	
- frais d'enquête.....	1.000.000
- réalisation de l'étude.....	4.000.000
- réalisation des prototypes sur 2 ans.	
- réalisation.....	10.000.000
- équipement pour le suivi.....	15.000.000
- techniciens.....	6.000.000
- expérimentations.....	4.000.000
- réalisation étude d'un projet d'équipement.....	3.000.000
- frais d'équipement divers.....	17.000.000
TOTAL II :.....	60.000.000

Montant total du projet 78.000.000 de F CFA.

A N N E X E I.

CALENDRIER ET PERSONNES RENCONTREES AU COURS DE LA MISSION.

I. CALENDRIER DE LA MISSION.

- 4 Mai arrivée à Niamey
- 5-6-7 Mai enquête sur le site d'Indoudou (Agadez)
- 7 Mai Niamey - Ministère de l'hydraulique
- 8-9-10-11 Mai enquête sur le site de Zinder
- 12 Mai **séance** de travail avec la GTZ
- 13 Mai visite du site de Ouallam
- 14 Mai compte rendu de la mission au Ministère de l'Hydraulique
prise de contact avec les responsables du projet avicole.
- 15 Mai départ sur Ouagadougou.

II. PERSONNES RENCONTREES AU COURS DE LA MISSION.

A Niamey.

- Monsieur GAGARA Secrétaire Général du Ministère de l'Hydraulique
- Monsieur PASCHEN Coordonnateur des Projets Travaux Communautaires
Hydrauliques au Niger GTZ.
- Monsieur PLATZER GTZ Gate Ingénieur spécialiste des technologies
adaptées.
- Monsieur JAUNER AFC/GTZ Projet avicole
- Monsieur SCHARWARTZER GTZ Projet avicole
- Le responsable des volontaires français du progrès au Niger

A Agadez.

- Monsieur SANI Chef du service départemental de la planification
- Monsieur SCHLENCKER GTZ projet travaux communautaires
- Monsieur TIDJANI Oumaria Chef du service départemental des eaux et forêts.
- Monsieur ZABEL GTZ agronome sur le périmètre d'Indoudou.

A Zinder.

- Monsieur le maire de Zinder
- Monsieur MULLER-DELLE GTZ Assainissement de Zinder
- Monsieur AUBERTIN Services techniques de la ville
- Monsieur BAOUA Ali Tannerie de Zinder.

A Ouallam.

- Monsieur le chef du service agricole de l'arrondissement. L
- Le Volontaire français du progrès chargé de la mise en place du périmètre irrigué.