

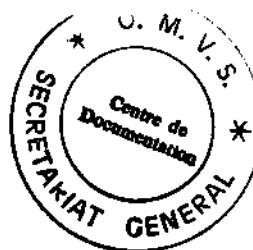
09215

C.I.E.H

ENGREF

COMITE INTERAFRICAIN  
D'ETUDES HYDRAULIQUES  
B. P. 369 OUAGADOUGOU  
BURKINA FASO  
Tél.: 30-71-12/15  
Telex: 5277 BF

ECOLE NATIONALE  
DU GENIE RURAL  
DES EAUX ET DES FORETS  
19 Avenue du Maine  
75732 PARIS Cedex 15  
FRANCE



**Etude de faisabilité technique et socio-économique de  
l'insertion d'unités de POMPAGE PHOTOVOLTAIQUE  
de faible puissance destinées à la petite irrigation  
à partir des eaux de surface au Burkina Faso, Mali,  
Niger et Sénégal. Février - Septembre 1987**

par T. ORUM (C.I.E.H) et F. FRIGGIT (ENGREF)



ETUDE FINANCIÉE PAR :

- L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR LA MAÎTRISE DE L'ENERGIE (AFME)
- L'AGENCE DE DEVELOPPEMENT INTERNATIONAL DANOISE (DANIDA)

## AVANT-PROPOS

Cette étude a été menée par François Friggit, élève-ingénieur de l'ENGREF, dans le cadre de son stage de deuxième année dans cette école, et par Thorkil ORUM, sociologue au CIEH, Ouagadougou.

Elle a été financée par l'AFME (Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie), et par la coopération danoise DANIDA.

L'enquête socio-économique sur le terrain, nécessaire pour cette étude, a débuté le 25 février 1987 et s'est terminée le 18 avril 1987 (Niger, Mali, Sénégal, Burkina Faso). Les résultats de cette enquête sont consignés sous forme de fiches de terrain en annexe I de ce rapport.

## TABLE DES MATIERES

RESUME.....	p.1
INTRODUCTION.....	p.3
I) <u>La situation du petit maraîchage au Burkina Faso, Mali, Niger et Sénégal</u>	
1. Le Burkina Faso	
1) Milieu physique et humain.....	p.7
2) Ressources en eau.....	p.8
3) Etendue du maraîchage.....	p.8
4) Les coopératives.....	p.10
5) Problèmes du maraîchage.....	p.10
6) Les pompes diesel et à essence.....	p.11
2. Le Mali	
1) Milieu physique et humain.....	p.14
2) Ressources en eau et aménagements hydro-agricoles.....	p.15
3) Etendue du maraîchage.....	p.16
4) Problèmes du maraîchage.....	p.19
5) Les pompes diesel et à essence.....	p.21
3. Le Niger	
1) Milieu physique et humain.....	p.23
2) Ressources en eau.....	p.25
3) Etendue du maraîchage.....	p.27
4) Problèmes du maraîchage.....	p.29
5) Les pompes diesel et à essence.....	p.30
4. Le Sénégal	
1) Milieu physique et humain.....	p.33
2) Le maraîchage.....	p.36
3) Les pompes diesel et à essence.....	p.41
5. Synthèse générale	
1) Agronomie maraîchère.....	p.43
2) Organisation des exploitations.....	p.46
3) Aspects économiques du maraîchage.....	p.48
4) Les pompes diesel et à essence.....	p.53
5) Problèmes du maraîchage.....	p.56

<b>12. Le contexte social</b>	
1) Participation des bénéficiaires.....	p.81
2) La commercialisation des produits.....	p.82
3) La dépendance technologique.....	p.83
<b>13. Conclusion.....</b>	<b>p.84</b>
<b>Annexe I : Fiches de terrain.....</b>	<b>p.85</b>
<b>Annexe II : Fiches de pompe.....</b>	<b>p.149</b>
<b>Annexe III : Bibliographie.....</b>	<b>p.156</b>
<b>Annexe IV : Liste des sigles et abréviations.....</b>	<b>p.158</b>

#### L I S T E D E S F I G U R E S

<b>Figure I : Carte de la zone d'étude.....</b>	<b>p.5</b>
<b>Figure II : Carte du Burkina Faso.....</b>	<b>p.6</b>
<b>Figure III : Carte du Mali.....</b>	<b>p.13</b>
<b>Figure IV : Carte du Niger.....</b>	<b>p.22</b>
<b>Figure V : Carte du Sénégal.....</b>	<b>p.32</b>
<b>Figure VI : Le contact de la nappe phréatique avec l'eau marine dans la zone des Niayes.....</b>	<b>p.39</b>
<b>Figure VII : Schéma de l'exploitation de Lamordé.....</b>	<b>p.89</b>
<b>Figure VIII : Schéma de l'exploitation de Khondio.....</b>	<b>p.132</b>
<b>Figure IX : Schéma de l'exploitation de Madarounfa.....</b>	<b>p.139</b>

## RESUME

Dans les pays concernés par cette étude, deux constatations s'imposent. D'une part, les ventes de petites motopompes diesel ou à essence ont crû fortement durant ces dernières années, ce qui exprime un besoin en moyen d'exhaure de petite puissance utilisable pour l'irrigation des cultures de contre-saison souvent à partir d'eaux de surface.

D'autre part l'expérience acquise en matière de pompes solaires sur cette zone a débouché sur l'installation de plusieurs dizaines de pompes photovoltaïques dont la plupart sont destinées à l'hydraulique villageoise sur forage.

Il est donc naturel de réfléchir à l'opportunité de répandre des pompes photovoltaïques de faible puissance destinées à la petite irrigation à partir des eaux de surface.

La petite irrigation, souvent spontanée, sert aux cultures de saison sèche, principalement le mafichage. Les exploitants, hommes ou femmes, dégagent ainsi un revenu financier personnel. Les techniques d'arrosage adoptées limitent le débit admissible du pompage à environ 12 m<sup>3</sup>/h. Cette activité rencontre de gros problèmes de distribution, liés au manque d'organisation de la production, au manque d'infrastructures de transport et à l'absence de maîtrise des techniques de conservation et de transformation.

Notre enquête auprès des fournisseurs de matériel motorisé nous a permis d'évaluer l'importance de la demande en petit moyen d'exhaure, et des prix moyens des pompes.

Sur les périmètres visités, malgré les obstacles de la langue et de la fiabilité aléatoire des réponses fournies par les agriculteurs, on a pu récolter un certain nombre de données sur le statut du périmètre, l'organisation du pompage, de la production et de la commercialisation.

En traitant ensuite ces données on obtient une estimation de divers indicateurs essentiels, notamment le coût du carburant par m<sup>3</sup> pompé, et ce même coût ramené à l'hectare pour un cycle de culture, ainsi qu'un coût moyen annuel de la maintenance.

## INTRODUCTION

Cette étude a pour thème la faisabilité technique et socio-économique de l'insertion d'unités de pompage photovoltaïque de faible puissance destinées à la petite irrigation à partir des eaux de surface, au Burkina Faso, au Mali, au Niger et au Sénégal.

Diverses activités de mise en valeur des ressources en eau de surface se sont développées au Sahel, notamment les cultures de contre-saison ces dernières années, soit à l'initiative des administrations locales, soit spontanément. La diversité des moyens d'exhaure rencontrés laisse supposer qu'aucun n'est vraiment adapté aux besoins des petits irrigants.

D'autre part les systèmes de pompage photovoltaïque ont fait leurs preuves dans la zone soudano-sahélienne. Comme toute nouvelle technologie trop rapidement mise en service, les pompes solaires ont été très controversées pendant plusieurs années. Les prototypes ont tous été critiqués, à plus ou moins juste titre, mais ils ont au moins permis de mettre en lumière certains des inconvénients des pompes solaires et de tester des solutions aux multiples problèmes qui pouvaient se poser.

Aujourd'hui encore le matériel continue d'évoluer en tirant les leçons des échecs passés. Les applications du pompage photovoltaïque sont surtout destinées à l'alimentation en eau potable des populations et des troupeaux. Il paraît donc utile de s'interroger sur l'opportunité de développer un équipement qui réponde aux besoins des petits irrigants.

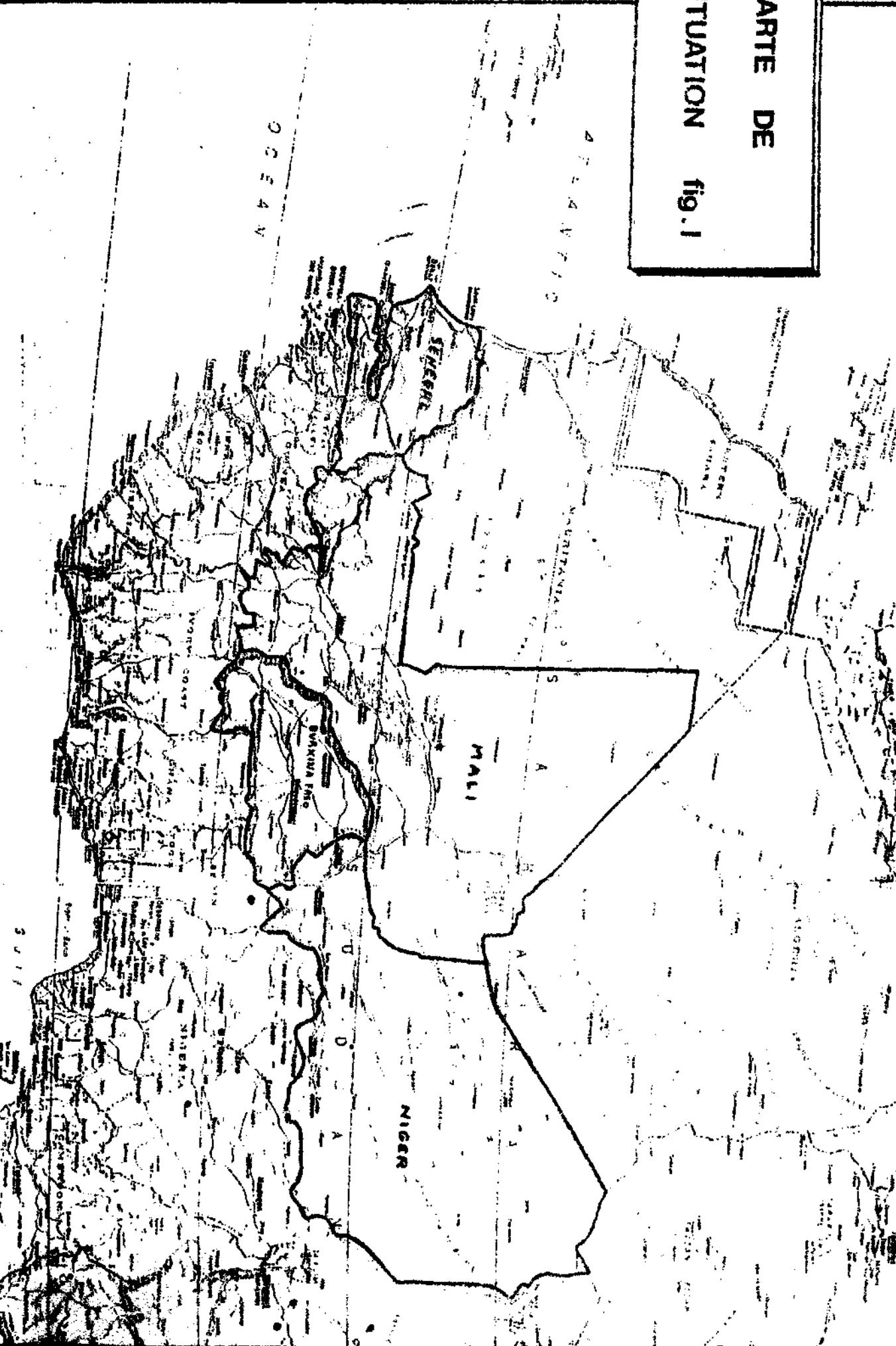
\*  
\*\*\*\*\*

I) LA SITUATION DU PETIT MARAICHAGE  
AU BURKINA FASO, AU MALL, AU NIGER ET AU SENEGAL

\*\*\*\*\*  
\*

Figure I :  
Carte de situation de la zone d'étude

CARTE DE  
SITUATION fig. I



particulièrement en pays Mossi. Le Burkina Faso compte aussi une forte minorité chrétienne dont l'importance politique est considérable en raison du haut niveau d'instruction de bon nombre de ses membres.

Pendant la saison des pluies, on travaille aux champs. La saison sèche est le temps des fêtes, des cérémonies religieuses, des voyages. Tous les agriculteurs pratiquent le petit élevage, mais celui des bovins reste la spécialité des Peuls, qui ont leur propres troupeaux et conduisent ceux des agriculteurs.

Au Nord, on produit du mil, du sorgho et quelques cultures de rente secondaires dont le coton. Au Sud, l'igname sert de nourriture de base.

### 1.2) Les ressources en eau

Les ressources en eau du pays sont plutôt médiocres. Au Moun Hou, s'ajoutent les lacs permanents de Bam (40 millions m<sup>3</sup> d'eau stockée), de Dem (8.4 millions m<sup>3</sup>). Les nappes sont presque partout de faible puissance et sensibles aux sécheresses.

De nombreux barrages, 600 environ, de taille variable, ont été construits afin de compenser le déficit pluviométrique. La concentration la plus forte de ces retenues se trouve sur le plateau Mossi. La taille de ces barrages varie de 10 000 m<sup>3</sup> à plusieurs millions m<sup>3</sup>, en particulier celui de Loumbila atteint 32 millions m<sup>3</sup>. (A. de Saint Foulc; O. Gilard, H. Piaton : Petits Barrages en terre au Burkina Faso, CIEH, Ouagadougou, 1985).

### 1.3) L'étendue du maraîchage

Le maraîchage est pratiqué dans toutes les régions du Burkina Faso, mais dans certaines avec plus d'intensité que dans d'autres. Outre les cours d'eau, les barrages, en plus ou moins bon état, sont utilisés pour l'approvisionnement en eau des populations, l'abreuvement des troupeaux, ou le maraîchage en gravitaire à l'aval de l'ouvrage ou même parfois en amont si l'on dispose de moyens d'exhaure, c'est-à-dire en pratique de motopompes.

Sur les 600 barrages dénombrés, 113 sont utilisés pour l'irrigation, dont 17 pour lesquels la surface aménagée est supérieure à 50 hectares.

Actuellement selon les estimations officielles les superficies irriguées atteignent environ 12 000 hectares. Le complexe sucrier de la SOSUCO à Banfora représente à lui seul plus de 4 000 hectares irrigués. Le reste des surfaces est constitué de réalisations moyennes et consacré à la riziculture ou au maraîchage.

Près de la capitale, plusieurs grands barrages et lacs naturels sont mis en valeur par les cultures de contre-saison. A Loumbila, on cultive surtout la tomate, sur les lacs de Bam et de Dem on produit près de 80% des haricots verts produits dans tout le pays, à Lanfiera on trouve des haricots verts, des pommes de terre, et beaucoup d'autres cultures. Hors de ces grandes zones, les petits aménagements ou retenues naturelles sont utilisés comme ressource en eau pour ce type d'activité. Les cultures sont très diversifiées, comme on peut le voir sur le tableau I.

Ouagadougou, capitale du Burkina Faso, est un marché important pour les produits maraîchers. La forte concentration de fonctionnaires et d'expatriés assure une demande de toutes sortes de légumes, y compris de cultures spécifiques comme les fraises.

Outre les légumes destinés à la consommation locale, on cultive aussi des haricots verts pour l'exportation vers l'Europe. Le revenu tiré du maraîchage est souvent modeste et fort dépendant du marché, mais on trouve quand même des cas positifs (Cf. Annexe I, fiche de terrain n°9).

#### 1.4) Les coopératives

L'organisation des paysans en coopératives est bien répandue au Burkina, et surtout elle s'avère effective sur le terrain. Les membres ne se contentent pas de former des groupements officiels afin de bénéficier d'aides gouvernementales, ils utilisent aussi ces outils structurels pour faciliter leur travail et réduire les coûts de production.

La plupart des unions régionales de coopératives, ainsi que certains groupements autonomes et quelques usagers ont créé une structure commune appelée aujourd'hui l'UCOBAM, qui regroupe notamment l'URCAMO (Ouagadougou), l'URCABO (Bobo Dioulasso), l'URCOMAKO (Koudougou), l'URCOMAYA (Yatenga), des autonomes comme la SCOOBAM (Lac de Bam), la COOMAKO (Kongoussi), la coopérative de Guiédougou, et des usagers comme les 6S (Savoir Se Servir de la Saison Sèche au Sahel) de Kongoussi, de Guiédougou, de Ouahigouya.

Le rôle primordial des coopératives est de fournir aux exploitants des intrants et du matériel, puis de les aider éventuellement à commercialiser leurs produits. Certains groupements et coopératives régionales ont tendance ces dernières années à se détacher de l'UCOBAM, n'ayant plus confiance dans ses capacités à assurer la commercialisation de leur production.

#### 1.5) Problèmes du maraîchage

Une bonne partie des semences, pomme de terre, haricot vert, etc..., et des engrains, est importée, à des coûts sans cesse croissants, augmentant à un rythme de 17% par an. Le même problème se pose pour les emballages.

Pendant la saison des pluies, les légumes sont rares sur les marchés. Par contre, entre Janvier et Avril, tout le monde récolte en même temps et provoque ainsi un afflux massif de produits. Les prix baissent rapidement en raison de la croissance trop rapide de l'offre jusqu'à atteindre un niveau trop faible pour être rémunérateur. En effet, en raison du faible niveau de vie général et des habitudes alimentaires, la demande solvable de légumes reste trop faible pour consommer la masse apportée à cette époque sur le marché. Les techniques de conservation ou de transformation ne sont pas maîtrisées par les agriculteurs, ou s'avèrent trop chères par rapport au prix qu'impose le faible pouvoir d'achat de la clientèle potentielle.

L'auto-consommation des produits par les paysans reste toujours faible. A l'exception de la tomate, les autres produits n'entrent pas dans leur nourriture quotidienne.

A cela s'ajoute le mauvais état du réseau routier qui interdit d'envisager de transporter des récoltes sur de trop longues distances. Une solution possible consisterait à étaler la production dans le temps ou de diversifier les cultures, et de limiter ainsi les excès d'offre. Mais la consommation est relativement faible, et donc bien plus sujette à des variations d'une année à l'autre, ce qui rend caduque toute tentative de prévision en début de saison de la demande en période de récolte. De plus il semble qu'aucune statistique n'existe à ce sujet.

Certaines cultures, principalement le haricot vert, sont destinées à l'exportation. Malheureusement les possibilités de fret aérien à Ouagadougou sont réduites et chaque année l'UCOBAM doit renvoyer une partie de leur récolte à certains de ses adhérents. Lors de notre passage le 12 Mars à Kongoussi, un camion de 30 tonnes de haricots verts venait de rentrer plein de la capitale faute d'avoir pu expédier sa cargaison à temps en Europe. Le kilo de haricot au marché de Kongoussi a alors chuté de 500 à 50 FCFA en quelques jours. Cette année un essai a été tenté avec l'exportation de petits pois, et le succès de cette expérience incite à l'étendre pour les années à venir, mais on peut être sûr qu'à terme on sera bloqué par le même type de problèmes.

#### 1.6) Les pompes diesel et à essence

Le Burkina compte quatre grands fournisseurs de groupes motopompe, chacun représentant une marque japonaise. STRUCTOR commercialise les YANMAR 501D et 801D, CICA les YAMAHA YP20G et YP30G, PEYRISSAC les SUZUKI SP20K et SP30K, et DIAFA les HONDA WBK30. SGCIWA, qui commercialisait les pompes BERNARD jusqu'à l'an dernier, a été rachetée par le groupe FADOUL, et se contente maintenant de vendre les motopompes HONDA pour le compte de la DIAFA, de même que la SOFIBI. Toutes ces pompes fonctionnent à l'essence. Les pompes diesel ne se répandent pas encore beaucoup.

## 2.1) Milieu physique et humain

### a) Géographie physique

Le Mali, qui s'étend sur 1 204 000 km<sup>2</sup> entre le 10<sup>e</sup> et le 25<sup>e</sup> parallèle, est le plus vaste des états de l'Afrique de l'Ouest. Il est constitué de trois zones géographiques très distinctes.

Le Nord du pays, entièrement désertique, appartient au Sahara méridional. Cette région est traversée par les nomades et leurs troupeaux.

La région sahélienne, aux pluies tropicales insuffisantes, est couverte de steppes remplacées progressivement vers le Sud par la savane. La vallée du Niger est cultivée suite à des travaux de mise en valeur, et produit du riz, du coton, de l'arachide, du mil, du sorgho. Le delta intérieur du Niger est une vaste étendue marécageuse.

La région soudanaise est recouverte dans sa partie Nord de savane qui, vers le Sud, devient de plus en plus dense et se transforme progressivement en forêt.

Le relief est peu accentué. Les plaines alluviales, très vastes, sont toutefois dominées par quelques plateaux calcaires et de grès. La partie utile de ce pays privé d'accès à la mer est toute entière située dans les zones sahéliennes et soudanaises, irriguées par le fleuve Niger. Deux fleuves majeurs traversent le Mali : le Sénégal et le Niger. Parmi les nombreux affluents du Niger, le Bani est le plus important.

### b) population et ethnies

La population du Mali était estimée en 1985 à 8.2 millions d'habitants. Sa densité moyenne est faible, 6.6 ha/km<sup>2</sup>, mais peu significative. Sa croissance moyenne entre 1980 et 1985 s'élève à 2.3 % par an. Le taux d'urbanisation est relativement important, puisqu'il dépasse 20 %.

Le Nord désertique et le Sahel sont principalement occupés par des nomades de race blanche, Touaregs et Maures. Ils élèvent bovins, ovins et chameaux, se fixant dans la vallée du Niger durant les saisons sèches. La population noire, de loin la plus nombreuse, habite surtout la savane.

Les structures sociales de la paysannerie sont relativement peu différenciées. Majoritairement, on trouve les Bambara et Malinkés à l'Ouest et Feuls et Songhais au centre et à l'Est. La communauté villageoise constitue la cellule de base.

Au point de vue religieux, la population se répartit entre l'Islam (60 %), l'animisme (35 %) et le christianisme (5 %).

## 2.2) Ressources en eau et aménagements hydro-agricoles

On évalue à 496 238 hectares le potentiel de surface irrigable du Mali ( Study on options and investment priorities in irrigation development, World Bank, UNDP, FAC, Mai 1985).

De ce potentiel, 183 279 hectares sont irrigués, dont un tiers à l'Office du Niger.

Tableau II :

Potentiel de surface irrigable au Mali, en hectares.

REGION	SURFACES IRRIGUEES		SURFACES POTENTIELLES	POTENTIEL TOTAL
	EXISTANT OU EN DEVELOPPEMENT	EXISTANT ET A REHABILITER		
Sénégal-Kolombine	1 350	860	20 265	21 615
Haute vallée du Niger	10 600	8 210	5 200	15 800
Office du Niger	62 000 (*)	34 900 (*)	72 860	134 860
Ségou	34 415	34 250	13 080	47 505
Bani-Mopti	49 190	30 140	97 845	147 045
Mali Sud	10 080	9 730	7 810	17 890
Zone lacustre	12 766	9 216	88 264	101 030
Boucle du Niger	2 878	-	7 625	10 455
Autres	négligeable	-	-	-
Total	183 279	121 006	312 959	496 238

(\*) surfaces hors de la juridiction de l'Office du Niger incluses

Le potentiel des petits projets d'irrigation à l'échelle familiale est reporté dans le tableau III tiré du rapport de la Banque Mondiale cité plus haut.

Les cultures de contre-saison pratiquées entre Bamako et Mopti vont des tomates, des oignons et du tabac (peu développé aujourd'hui) pour les plus anciennes, à des cultures plus récentes comme la pomme de terre, la salade, le chou et la carotte, mais aussi le piment, l'ail, l'aubergine locale, le maïs et la patate douce. Le haricot vert et le chou-fleur sont cultivés en particulier pour les consommateurs expatriés, de même que la fraise et le petit pois, spécialement à Bamako.

Fin Mars marque la fin de la récolte d'un premier cycle de cultures. Certains exploitants, peu nombreux, entament un second cycle de cultures qui se terminera en Juin ou Juillet. Ils plantent alors du maïs, des petites tomates et de l'oignon Dogon, ce dernier récolté en Septembre. Cet "oignon" est en fait une variété d'échalotte.

En Février ou Mars, le maraîchage entre en concurrence avec la récolte et le battage du riz qui se déroule au même moment sur la zone encadrée par l'Office du Niger. Le riz procure une alimentation et un revenu pour la famille alors que le maraîchage crée un revenu individuel. En particulier les femmes tirent de cette activité un peu d'argent dont elle peuvent disposer personnellement sans en référer à qui que ce soit. Cette différence explique en grande partie l'engouement actuel pour les cultures de contre-saison.

a.4) Le pays Dogon présente des conditions naturelles très difficiles pour les cultures de contre-saison : peu de surfaces cultivables et peu de ressources en eau disponibles. Néanmoins on y pratique traditionnellement le maraîchage. Depuis une vingtaine d'années, une soixantaine de barrages ont été construits, par le Génie rural, la Mission Catholique, GTZ et la DNHE, ou quelques ONG, mais beaucoup fuient.

Ce sont surtout ceux construits par la DNHE, une dizaine depuis 1972, qui peuvent être mis en valeur, car ils fuient très peu. Le plus gros, celui de Daga, retient 1,3 million m<sup>3</sup>, le plus petit 40 000 m<sup>3</sup>. Depuis 1986 une action d'animation et d'encadrement du maraîchage est menée par les services nationaux. On estime à 550 hectares les surfaces ainsi mises en valeur.

Les principales cultures sont la tomate, l'aubergine, également la pomme de terre, le piment, la patate douce, le tabac vendu sur les marchés locaux ou à Mopti, mais surtout l'oignon Dogon, vendu jusqu'à Bamako et même hors du Mali. L'oignon couvre 410 hectares dans la zone, qui donnent 10 à 12 000 tonnes d'oignons chaque année en deux récoltes, en Décembre et en Mars-Avril. Le maraîchage est rémunérateur : une parcelle de 500 m<sup>2</sup> exploitée par un paysan qui arrose à la main, lui procure un revenu de 100 000 à 125 000 FCFA par an.

a.5) Dans la région Sud du Mali, autour de Koutiala, Sikasso, Bougouni, on pratique la petite irrigation à partir de puisards, le niveau statique avoisinant souvent 2 à 3 m. Un projet d'utilisation de trente motopompes a été mené par l'AFVP depuis

1983 à Kignan.

### b) Les zones arides

Dans les zones arides, suite à la sécheresse de 1984, beaucoup d'éleveurs ont perdu leur troupeau. De plus, le secteur céréalier (mil, sorgho, riz, maïs), sensible aux variations des facteurs naturels, n'a fourni en 1984 que 148 kg/individu contre un besoin exprimé de 360 kg/individu. Beaucoup d'organismes internationaux, de services nationaux et d'ONG ont donc décidé de lancer des programmes de fixation des populations nomades par le maraîchage dans les zones arides.

Une telle démarche s'expose au risque de départ à terme des éleveurs une fois leur troupeau reconstitué grâce au revenu du maraîchage ainsi capitalisé. De plus, ces opérations destinées à garantir la survie des populations s'attachent peu à des critères de rentabilité. La ressource en eau le plus souvent utilisée dans ces zones arides est un forage, car les eaux de surface y sont quasiment inexistantes.

## 2.4) Problèmes du maraîchage

### a) Les coopératives maraîchères

La petite irrigation est un secteur face auquel les autorités ont adopté une attitude prudente. Etant donné son fort développement ces dernières années et son caractère souvent spontané, il semble opportun d'attendre une stabilisation de cette activité dans les années à venir pour ensuite chercher une solution aux différents problèmes qui se poseront alors de manière plus claire et plus précise. On n'apporte pour l'instant un soutien qu'en cas de difficultés graves.

Des coopératives locales de maraîchers ont été créées, surtout depuis une quinzaine d'années : Kayes, Femine de Kabala, Niono, Ségou, Sikasso, Bougouni, Kati, Kouïtiala, en plus des coopératives plus anciennes de Bamako (1949) et Koulikoro (1964). Elles se sont regroupées dans l'Union Nationale des Coopératives de Maraîchers et Planteurs du Mali (UNCPM) en 1985.

Une bonne partie de la production des fruits et légumes est exportée en direction des pays voisins et vers des marchés encore plus lointains. Ainsi, au cours de ces cinq dernières années, le nombre d'entreprises commerciales s'occupant d'exportation est passé d'une seule en 1981 à une quinzaine en 1986.

Cette première tentative de structuration du secteur, encore récente, rencontre des problèmes importants dans l'organisation générale de la fourniture d'intrants et la commercialisation des produits.

Les approvisionnements en semences sont souvent difficiles, ce qui provoque des retards qui ont des conséquences néfastes sur le déroulement de la campagne. On a constaté des attaques d'insectes, en particulier sur les choux, le gombo et les carottes, mais aussi de rats et de souris. Des produits sont actuellement testés par l'UNCPM.

## 2.5) Les pompes diesel et à essence

Les fournisseurs de groupes motopompes situés à Bamako rencontrent le même problème que leurs homologues du Niger mais de façon moins aigüe. On trouve aussi au Mali des GMP importés du Nigéria sans acquitter de droits de douane ou de taxes, mais la distance les rend plus rares et plus chers qu'au Niger. Bien que certains fournisseurs aient refusé de nous communiquer leurs chiffres de vente, on peut estimer à une cinquantaine le nombre maximum de groupes vendus chaque année à Bamako, en notant toutefois que nous n'avons pu rencontrer le concessionnaire YAMAHA.

En plus du trafic de contrebande il faut compter les pompes ramenées dans leur village natal par d'anciens travailleurs émigrés au Nigéria qui investissent ainsi les sommes gagnées au cours de leur expatriation pour pouvoir travailler la terre familiale à leur retour.

L'importance du réseau informel de distribution pose les mêmes problèmes qu'au Niger pour assurer correctement la maintenance et la fourniture de pièces détachées, en particulier dans des régions éloignées comme celles de Kayes, Tombouctou, Gao.

### 3.1) Milieu physique et humain

#### a) Le climat

Le Niger est un pays où les contraintes physiques, surtout climatiques, pèsent sur le développement économique et social. Il est situé dans une des régions les plus chaudes du globe. Son territoire, d'une superficie totale de 1 267 000 km<sup>2</sup>, est occupé aux 4/5e par le Sahara. Comme dans tous les pays de l'Afrique occidentale, le climat est déterminé par le mouvement du front intertropical au cours de l'année. Cependant le trait marquant du climat nigérien est la sécheresse.

Depuis l'extrême Sud du pays où les précipitations dépassent 800 mm/an, la pluviométrie décroît très rapidement selon un axe Sud-Ouest / Nord-Est, jusqu'à moins de 100 mm/an au Nord et à l'Est du pays.

De plus, comme dans tout le Sahel, la pluviométrie est caractérisée par de très fortes variations interannuelles. Permettant de justesse les cultures pluviales, les années à pluviométrie déficitaire ont des conséquences souvent catastrophiques sur l'économie nationale.

L'année climatique peut se diviser en trois saisons principales :

- une saison sèche froide, de mi-Novembre à mi-Mars, pendant laquelle la moyenne des minima de température descend jusqu'à 10 ou 12°C, facteur limitant pour le développement de certaines cultures (riz) et indispensable pour d'autres (blé), et où la température varie fortement dans une amplitude dépassant 20°C. L'humidité relative est faible.

- une saison sèche chaude, de mi-Mars à fin Mai, saison des alizés d'Est, pendant laquelle la moyenne des maxima de température dépasse 40°C et la moyenne des minima est inférieure à 20°C. L'humidité relative est très faible. C'est la saison des alizés. Sous l'influence des vents très chauds, les cultures risquent facilement l'échaudage.

- une saison humide, ou saison des pluies (vent de Sud-Ouest, Mousson), de Juin à Octobre, pendant laquelle les amplitudes thermiques sont relativement faibles, la moyenne des maxima de température de l'ordre de 35°C et celle des minima d'environ 24°C.

La saison humide et la saison sèche chaude sont climatiquement les plus favorables à la riziculture, et la saison sèche froide aux cultures maraîchères .

Les autres ethnies importantes sont les Kanouri dans la partie Est, les Touaregs dans le Nord et les minorités de Toubou et de Gourmantché.

L'Islam constitue un facteur d'unité très important du pays. Plus de 90% des Nigériens sont des musulmans sunnites.

En général le Niger se caractérise par 3 régions très différentes du point de vue de la culture et de l'environnement physique. Il n'y a pas d'éthnie dominante comme les Mossi au Burkina Faso ou les Bambara au Mali.

Resté longtemps à l'écart de la vie économique moderne, le Niger est un pays dont les activités agro-pastorales occupent au moins 90 % de la population, dont plus de 15 % sont de purs éleveurs. Les productions vivrières, tels le mil et le sorgho, s'étendent très largement dans la partie agricole, tandis que le riz n'est cultivé que dans la vallée du fleuve.

Le développement est caractérisé par l'introduction de cultures commercialisables, l'arachide de Dosso à Zinder, le coton de Tahoua à Maradi, dans les régions peuplées de Haoussas, où le concept de puissance est lié à celui de travail plus qu'à celui de propriété foncière, laquelle est relativement égalitaire. Par contre, les domaines importants, facteurs d'inertie économique, sont nombreux chez les Songhaïs et les Peuls du fleuve.

Alors que les besoins alimentaires essentiels sont satisfaits, sauf en cas de sécheresse exceptionnelle, les grands problèmes du Niger sont ceux de l'eau pour l'agriculture et l'élevage, et des voies de communication.

### 3.2) Ressources en eau

#### a) Le fleuve Niger

Le fleuve Niger représente la ressource en eau la plus importante. L'hydrologie du fleuve est relativement bien connue. Le régime à Niamey est caractérisé par un décalage entre la crue du fleuve (plus hautes eaux en Février) et la saison des pluies.

D'Avril à Juillet, les débits du fleuve tombent à moins de 1/10e du débit moyen annuel. La période durant laquelle l'étiage est le plus sévère couvre Juin et début Juillet.

#### b) Eaux de surface hors fleuve

En dehors du fleuve Niger, l'étendue des eaux de surface utilisables pour la petite irrigation est assez limitée. Un recensement des mares naturelles importantes a été réalisé au niveau national à partir de relevés effectués par des responsables dans chaque arrondissement. L'interprétation par les correspondants locaux du terme de mares est très vague, variant

### 3.3) Etendue du maraîchage

#### a) Le maraîchage traditionnel le long du fleuve Niger

Le long du fleuve, les grands aménagements rizicoles occupent une grande partie des terres mises en valeur par irrigation. On trouve aussi beaucoup de petits périmètres maraîchers familiaux ou coopératifs.

Malgré de très faibles débits d'étiage ces dernières années, le fleuve assure un approvisionnement en eau jusqu'à une époque avancée dans la saison, en Mars sur les bras les plus petits et encore plus tard ailleurs. Les parcelles y sont exploitées depuis des décennies parfois, et ce type de cultures s'est beaucoup développé ces dernières années.

C'est bien sûr autour de Niamey que le maraîchage est florissant. Traditionnellement, les paysans vivant dans les villages situés sur les deux rives du fleuve Niger et sur quelques îles pratiquent des cultures maraîchères irriguées en saison sèche froide (Novembre à début Avril) dans des "jardins" implantés sur les berges non submergées par la crue du fleuve. La proximité de Niamey assure un débouché certain pour les récoltes. Même en amont de Tillabéri on expédie une partie de la production vers la capitale.

Aux abords de certains villages comme Sakoira et Gotheyé entre autres, ce sont les femmes qui pratiquent ces cultures sur leurs propres périmètres, les hommes occupant d'autres zones ou exerçant d'autres activités (cultures sèches, grands périmètres irrigués, etc....). Elles disposent alors du revenu individuel tiré de la vente de leur production.

Les groupements traditionnels de production se composent le plus souvent de 20 à 30 exploitants qui cultivent chacun une superficie de l'ordre de 10 ares, soit au total 2 à 3 hectares.

Les principales cultures pratiquées sur ces sols sablo-limoneux à sablo-limono-argileux sont divers légumes, mais surtout des oignons et des cultures vivrières, manioc, patate douce.

Pour amener l'eau sur les zones cultivées, les exploitants, isolés ou organisés en groupements traditionnels, creusent un chenal ou un réseau de chenaux à une profondeur telle qu'ils soient noyés par les eaux de la crue durant tout le cycle de culture. A l'extrémité de ces chenaux les paysans élèvent l'eau à la calebasse sur une hauteur de 1 à 2 m, soit pour alimenter leur réseau d'irrigation via un petit bassin, soit pour alimenter un chenal à une cote supérieure. Ainsi l'arrosage des jardins demande fréquemment plusieurs reprises de l'eau.

L'aménagement traditionnel des jardins irrigués comprend un réseau souvent très tortueux de petits canaux en terre non revêtus qui amènent l'eau dans des bassins irréguliers de 4 à 30

Or la HMT moyenne au bord des mares ou du fleuve n'excède pas 6 m. A de telles hauteurs la petite YAMAHA YP30 peut fournir sans forcer 45 m<sup>3</sup>/h. Les pompes sont donc utilisées en sous-régime.

Les usagers eux-mêmes en sont conscients. Ils disent consommer ainsi moins de carburant qu'en régime normal. Les consommations horaires de carburant calculées à partir des indications parfois confuses qu'ils ont pu nous fournir sont de l'ordre de 0.4 à 0.7 l/h d'essence ou de 0.5 l/h de gazole, ce qui est faible en effet.

De plus, le débit nominal des pompes, de 5 à 10 l/s pour les plus petites, est trop fort pour que les irrigants, qui guident l'eau en créant des brèches ou des obstacles en terre sur des rigoles d'aménée d'eau, puissent contrôler convenablement leur arrosage.

Les pompes, même les plus petites, s'avèrent donc trop puissantes pour l'usage qu'ils en font. Le rythme d'un arrosage tous les trois jours indique que le matériel est aussi sous-exploité. Les propriétaires de motopompes compensent cette inadéquation en prêtant leur GMP à des parents ou des amis qui ne paient alors que le carburant.

### c) Les mares

Sur les mares exploitées pour les cultures de contre-saison, on utilise les moyens d'exhaure traditionnels (shadouf) pour tirer l'eau directement de la mare ou à partir de puits peu profonds creusés à proximité. Le site de Guidimouni (Zinder) constitue un cas particulier, car il ne tire pas son eau d'une mare à proprement parler, mais d'une résurgence de nappe qui ne nécessite même pas de moyens d'exhaure.

Sur certaines mares le maraîchage est pratiqué depuis des décennies, mais sur les mares de Tabalak (Tahoua) ou Akadanay (Agadez) par exemple, on a tenté d'installer des nomades dont les troupeaux ont été décimés lors de la sécheresse de 84. On sait que cette démarche pose des problèmes de pérennité de l'activité agricole, les nomades ayant tendance, après quelques bonnes années, à reconstituer leurs troupeaux et à ne garder leurs parcelles que pour les cultures de décrue.

### 3.4) Problèmes du maraîchage

Suite à la campagne agropastorale catastrophique de 1984, un vaste programme de cultures de contre-saison a été lancé au Niger. Son succès fut remarquable sans toutefois que les problèmes fondamentaux du maraîchage aient disparu. Beaucoup de Nigériens se sont lancés dans l'activité maraîchère afin de diversifier les sources de nourriture et de revenu. Ils assurent ainsi un peu mieux leur survie en cas de nouvelle sécheresse.

A partir de ces indications, on peut estimer à 500 le nombre de petites pompes débitant moins de 18 l/s le long du fleuve au Niger. Ces pompes sont de marques très diverses: HONDA, YAMAHA, TOMOS COPER, BERNARD, LOMBARDINI, GUINARD, SUZUKI, ROBIN, YANMAR, TOVARNA, TOMOS GHANA. Mais trois types de pompes sont très répandus : la HONDA GX140, la YAMAHA YP30, la TOMOS COPER.

Or il n'y a pas de concessionnaires officiels de ces marques dans le pays. Cette situation apparemment incongrue s'explique simplement. L'immense majorité des pompes sont importées du Nigéria sans acquitter de droits de douane. On peut trouver près de la frontière, entre Maradi et Diffa, des motopompes HONDA ou YAMAHA à 70 000 ou 80 000 FCFA, alors que les plus petits groupes vendus à Niamey par les fournisseurs coûtent 118 000 FCFA TTC. La distribution est donc assurée de fait par un réseau informel, certainement efficace mais difficile à analyser. Par ailleurs le carburant est également importé illégalement.

Ce flux incontrôlé de matériel pose un grave problème de maintenance. Les stocks de pièces détachées sont insuffisants, étant donné la forte demande de pièces de marques non commercialisées officiellement au Niger. Les propriétaires de pompes YAMAHA ou HONDA viennent même se fournir en cas de panne auprès de concessionnaires SUZUKI, par exemple. Ceci montre que le réseau parallèle de distribution est inopérant dans le secteur des pièces détachées. Or les pannes ne sont pas rares (2 à 3 par saison). Ainsi, même une panne bénigne peut immobiliser une pompe plusieurs jours ou plusieurs semaines peut-être.

La maintenance est assurée par des mécaniciens individuels la plupart du temps, et il est difficile d'évaluer la fiabilité et l'efficacité de ce type d'activité informelle. Il est certain que ces difficultés de maintenance, qui vont croître dans les années à venir avec l'âge des pompes, risquent de déconsidérer le matériel auprès des usagers.

#### 4.1) Milieu physique et humain

##### a) Le climat

Le Sénégal couvre une superficie de quelques 196 200 km<sup>2</sup>, à l'extrémité occidentale de la ceinture Sahélienne. Quatre fleuves traversent le pays d'Est en Ouest : au Nord le Sénégal, qui marque la frontière avec la Mauritanie et est navigable sur 800 km suivant la saison, au centre le Saloum qui donne accès au port de Kaolack, et la Gambie, enfin au Sud la Casamance, elle aussi accessible au transport fluvial, et qui débouche sur le port de Ziguinchor.

Le relief du Sénégal est extrêmement plat. Seules les régions orientales, le long de la frontière avec la Guinée et le Mali s'élevent à plus de 100 m au-dessus du niveau de la mer. Son point culminant, à une altitude de 494 m, est situé aux environs de Kédaugou.

La forêt sub-tropicale s'étend au Sud du pays. Le centre est caractérisé par la forêt claire qui laisse progressivement place aux seuls herbages dans le Nord. Les sols sont en général plutôt pauvres.

Un climat relativement sec et chaud règne sur la plus grande partie du pays. Cependant il existe deux saisons assez distinctes, une saison sèche durant laquelle souffle l'harmattan, vent chaud de l'Est, et une saison des pluies, ou hivernage, où souffle l'alizé, vent frais et humide de la côte.

Du Sud au Nord les moyennes annuelles de précipitation décroissent fortement, tandis que la durée de la saison sèche croît de 7 à 9 mois. L'extrême Nord reçoit moins de 400 mm/an, alors que l'extrême Sud est 4 fois plus arrosé.

Le régime climatique restreint sévèrement le potentiel agricole du Nord et du centre du pays. Le mil, avec quelques légumes d'appoint cultivés autour des cases, reste la culture vivrière traditionnelle de base. Pendant la période pré-coloniale on a introduit la culture de l'arachide bien adaptée aux sols légers qui prédominent et qui se contente de précipitations annuelles moyennes.

En contrepartie de la précarité des ressources agricoles, le Sénégal jouit de côtes très poissonneuses grâce à un milieu marin très favorable créé par la rencontre de courants chauds et froids.

##### b) population, ethnies et islam

Le Sénégal compte environ 8.5 millions d'habitants, dont plus de 42 % vit dans les villes. La densité moyenne est de 33 ha/km<sup>2</sup>. Le secteur rural occupe 75 % de la population active. Le taux d'accroissement moyen annuel de la population est de 2.9 % entre 1980 et 1985.

Deux ordres principalement, le Tidjaniya et le Muridiya, participaient à la production agricole. Dans les années 1970, leurs activités s'étendaient également aux transports, aux coopératives et autres formes d'entreprises.

L'évolution de l'ordre Muridiya est typique. Il fut fondé par Amadou Bamba, prêtre mystique actif surtout dans le dernier quart du XIXe siècle. Son mysticisme profond et sincère attira de nombreux Wolofs, jusqu'alors encore peu touchés par l'Islam. Parmi ses premiers disciples on trouvait aussi bien des esclaves que des notables.

L'adhésion à l'ordre impliquait une nouvelle manière de vivre. Elle constituait aussi une manifestation d'une résistance passive contre les Français. Suite à la première guerre mondiale, des changements intervinrent dans la politique coloniale comme dans l'attitude de Bamba envers les Français, ce qui accrut considérablement le nombre de ses disciples.

Les caractéristiques principales de l'ordre Muridiya sont la dépendance totale des disciples, ou talibés, envers leur marabout, l'organisation fortement hiérarchisée et l'intégration du travail agricole à la dévotion religieuse. L'ordre est gouverné par le calife général, qui réside à Touba, la cité sacrée des Murides. Sous le calife général viennent les grands serignes, ou marabouts majeurs, tous descendants des amis ou de la famille de Bamba. Théoriquement basés à Touba, ils passent le plus clair de leur temps dans leur propre aire d'influence. Plus bas dans la hiérarchie viennent les centaines de serigne qui constituent la structure fondamentale de l'ordre au niveau du village. Ils sont beaucoup plus nombreux que dans les autres ordres. La base de la pyramide est la masse de talibés.

L'ordre souligne que le travail fait partie intégrante de la religion. Amadou Bamba avait compris que le temps des guerres sacrées et des états théocratiques était fini et s'occupait du progrès économique. Le calife général personnifie à la fois le chef spirituel traditionnel et l'entrepreneur moderne. Bamba et ses successeurs ont ainsi fondé des villages où les talibés travaillent sous la supervision du serigne qui dispose ainsi d'un pouvoir considérable en tant qu'entrepreneur agricole. Il peut gérer à sa guise son revenu, en redistribuer une partie à ses talibés, investir dans d'autres affaires ou acheter des biens personnels, voitures, maisons, femmes.

Le serigne ne participe pas aux travaux manuels, mais il s'occupe très souvent de la commercialisation des cultures, en tant que commerçant ou comme président de la coopérative locale. Vers la fin des années 1960, les deux tiers des producteurs d'arachides étaient des serignes Murides qui contrôlaient des superficies énormes sur lesquelles travaillaient des talibés.

a.1) Dans la région du fleuve, on trouve plusieurs types d'exploitations. Les petites exploitations familiales utilisent des petites motopompes de faible puissance, de 3 à 5 cv, pour irriguer des parcelles maraîchères de moins de un hectare et mobilisent en général deux ou trois membres de la famille et éventuellement un ouvrier agricole.

Les cultures principales y sont le chou, l'oignon, la tomate, la salade, la patate douce, le piment, la carotte, l'aubergine locale. Les produits sont vendus sur les marchés locaux et à Dakar.

a.2) On trouve aussi des exploitations privées plus grandes, de 3 à 20 hectares, appartenant à des fonctionnaires ou des marabouts. Les pompes sont alors plus puissantes, de 7 à 20 cv, et souvent agées d'au moins 5 ans, achetées d'occasion, récupérées sur d'anciens projets abandonnés, etc....

La main d'œuvre sur ces périmètres est constituée soit de salariés, soit d'élèves coraniques. Les cultures pratiquées sont les plus faciles à commercialiser : riz, pomme de terre, oignon, maïs, pastèque, gombo. Bien qu'on ne dispose pas de chiffres précis, il est certain que les revenus tirés sont considérables.

a.3) Les exploitations collectives ont des surfaces variables, de quelques hectares souvent, divisés en petites parcelles individuelles de quelques dizaines de mètres carrés entre des centaines de membres. La pompe commune est la plupart du temps fournie par un organisme international ou une ONG, et le groupement en paie parfois un tiers ou l'obtient souvent sous forme de don. Il est fréquent de découvrir ces pompes dans une remise sous un épaisse couche de poussière, n'ayant servi qu'une saison ou parfois jamais utilisées! Elles ne correspondent pas à un véritable besoin, ce qui explique ce gâchis.

De plus, ce genre d'exploitation comptant trop de membres présente de gros défauts. Si elle a l'avantage de diminuer l'effort financier de chacun, elle s'avère difficile à gérer à cause des diverses rivalités personnelles ou politiques qui ne manquent pas d'en perturber le fonctionnement. Rarement un consensus général se dégage, et si certains éléments dynamiques essaient malgré tout de canaliser les énergies et d'aboutir à des décisions, l'inertie du groupe, miné par des querelles internes, nuit rapidement à l'activité collective.

#### b) La zone littorale

C'est la région des Niayes qui produit l'essentiel du ravitaillement en légumes verts de Dakar et des grandes villes de l'Ouest du Sénégal. Les niayes sont des dépressions interdunaires plus ou moins inondées qui s'étendent en chapelets derrière le cordon de dunes littorales entre Dakar et Saint-Louis. (cf P.Michel : "Rapport préliminaire sur la géologie, la morphologie, l'hydrologie et la pédologie de la région des

piments. Enfin on essaie souvent d'obtenir une troisième récolte, du maïs ou des oignons avant les pluies. En hiverage les parcelles sont souvent inaccessibles ou laissées en jachère aux animaux.

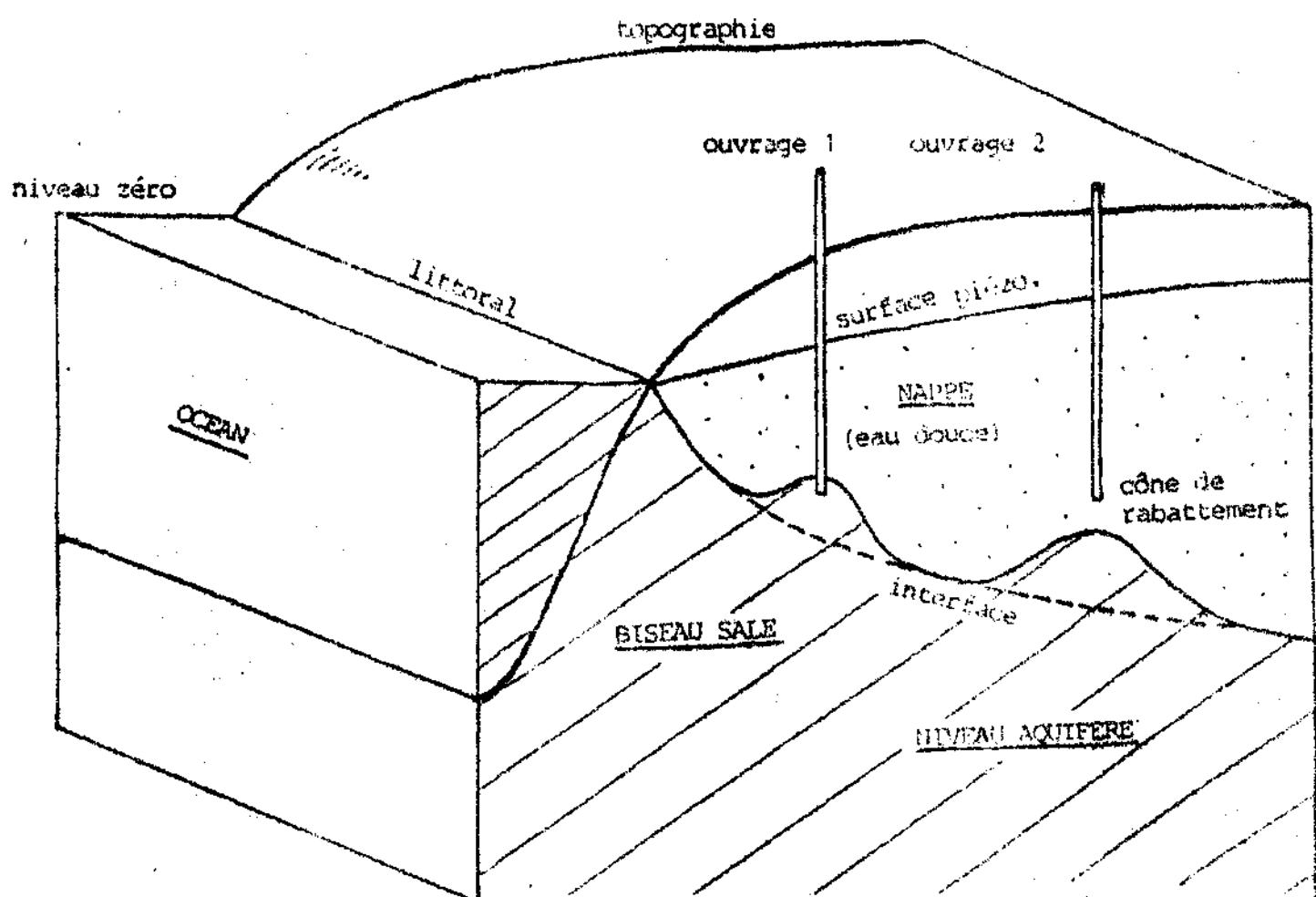


Figure VI :  
Le contact de la nappe phréatique avec l'océan marin dans la zone des Moxos.  
D'après D.K. Todd, Ground Water Hydrology, New York, 1960.

#### 4.3) Les pompes diesel et à essence

##### a) Les ventes de pompes

Dix concessionnaires ont été contactés à Dakar, représentant quatorze marques de matériel de pompage, électrique, diesel ou à essence (LISTER, HATZ, HONDA, LOMBARDINI, GUINARD, GENELEC, CAMPEON, ROBIN, YAMAHA, YANMAR, GRUNDFOS, FIAT, DEUTZ, BERNARD).

Les fournisseurs sont pour la plupart centralisés à Dakar sans correspondants le long du fleuve. Leurs clients, pour les groupes motopompes de puissance inférieure à 6 CV, sont principalement des exploitants privés, beaucoup travaillant dans la zone des Niayes ou le long du fleuve Sénégal.

Tous fournisseurs confondus, on arrive à un niveau de vente de 390 unités par an dans cette gamme de puissance, sur l'ensemble du pays. Les marques japonaises dominent largement le marché : YAMAHA (280 pompes vendues par an), HONDA (60/an), YANMAR (35/an).

On trouve également des pompes achetées à l'étranger par d'anciens émigrés qui les ramènent dans leur village natal pour y cultiver une parcelle.

##### b) La maintenance

Sur la zone des niayes, beaucoup de particuliers achètent eux-mêmes des GMP à Dakar, surtout des YAMAHA YP20G. La maintenance est relativement facile à effectuer en raison de la proximité de Dakar où sont concentrés les sièges des fournisseurs de pompes. On profite du carburant subventionné destiné aux pêcheurs.

Le long du fleuve, tous les exploitants rencontrent les mêmes difficultés en cas de panne. Les mécaniciens les plus proches sont à plusieurs dizaines de kilomètres parfois, et surtout les pièces détachées sont rarement disponibles sur place. Il faut aller les chercher à Dakar et parfois attendre qu'elles viennent du Japon ou d'Europe, ce qui peut prendre des mois.

La solution adoptée par certains groupements et gros exploitants est de se faire prêter par la SAED une pompe de secours pour la durée de la saison de maraîchage. Ils sauvent ainsi leur récolte et ont le temps de faire réparer leur propre pompe même si ces pompes de secours sont bien trop grandes pour leurs besoins, débitant au minimum 200 m<sup>3</sup>/h.

On arrive alors à des situations saugrenues. Dans un village, nous avons dénombré six pompes, dont une seule avait été achetée, la plus petite, quatre autres étant des dons et la dernière étant prêtée par la SAED suite à une panne. Deux des pompes étaient en panne, deux autres fonctionnaient correctement, et les deux dernières étaient gardées en stock dans une maison. Les villageois ne connaissaient même plus le nom de certains des

## **5. SYNTHESE GENERALE**

Au-delà des disparités nationales ou régionales, nous pouvons élaborer déjà un aperçu général de la petite irrigation sur la zone étudiée, de ses problèmes, et du marché des petites motopompes.

### **5.1) agronomie maraîchère**

#### **a) Besoins en eau**

Si les grands pérимètres aménagés servent surtout à la production de céréales ou de cultures d'exportation, la petite irrigation est presque entièrement destinée au maraîchage.

D'une manière générale, les cultures maraîchères présentent de faibles productions en hivernage : le haricot vert souffre de flétrissements et de pertes de plants à la levée, la tomate de nombreuses maladies favorisées par la pluie, les carottes et les oignons ont du mal à lever sous de fortes précipitations, la laitue subit des dégâts, etc....

Par contre la culture maraîchère, phénomène qui date de longtemps, est maintenant pratiquée de manière courante durant la saison sèche froide dans toute la zone d'étude. D'un pays à l'autre, la saison du maraîchage commence grossièrement en Novembre, et dure de 4 à 7 mois suivant les cultures et les régions.

Les cultures légumières sont très exigeantes vis-à-vis des caractères chimiques et physiques des sols, qui doivent être riches en matières organiques et bien drainés. Néanmoins elles réagissent de manière spécifique aux conditions locales de température et d'insolation.

Dans ces conditions, les légumes nécessitent bien sûr une irrigation soutenue et soignée. Les besoins en eau sont délicats à estimer. L'ETP journalière varie beaucoup selon les régions et les mois. Le tableau V donne l'ETP mensuelle moyenne dans différentes régions.

Souvent on pratique deux cycles de culture durant la saison. Dans certains sites très particuliers, comme celui de Guidimouni au Niger, on récolte des légumes toute l'année.

Nous avons essayé de déterminer les besoins en eau et les durées de cycles pour quelques cultures importantes à partir de valeurs données dans "Memento de l'Agronome", MRE, 1984, dans "Modélisation des systèmes de cultures irriguées en zone centre-nord Sénégal", DGRST, 1984, Annexe II, dans "Aménagements hydro-agricoles en zone soudano-sahélienne : leurs coûts, leurs résultats", CIEH, CEMAGREF, 1986, Annexes (études de cas).

Nous avons choisi de négliger les variations régionales devant l'imprécision des valeurs obtenues sur le terrain. On a ainsi obtenu des valeurs de volumes d'eau nécessaires par hectares de parcelle et de durée moyenne de cycle pour plusieurs cultures très répandues. Les résultats sont condensés dans le tableau VI.

### b) techniques d'irrigation

Les ressources en eau utilisées pour la petite irrigation sont surtout les fleuves et les retenues. On tire aussi l'eau de puits peu profonds. La hauteur géométrique varie de 1 m à une dizaine de mètres, suivant les cas. Si on excepte le cas de la région du fleuve Sénégal, elle excède même rarement 5 m.

Pour calculer les pertes de charges dans les tuyaux utilisés pour amener l'eau à la parcelle, on prend une valeur majorée de K de 0.1 mm ("Memento technique de l'eau", De Grémont, 1978). Pour cette valeur les tables de Lechapt et Salmon donnent les pertes de charge linéaires en fonction du débit et du diamètre de la conduite, que nous avons regroupées dans le tableau VII.

Tableau VII :

Pertes de charge linéaires dans les conduites d'eau,  
pour  $k=0.1$  mm, en mm/m

$Q$ (l/s)	60	80	100
3	24.809	5.870	1.919
3.5	33.200	7.856	2.569
4	42.732	10.111	3.306

Prenons à titre d'exemple représentatif un tuyau de 50 m de long, 90 mm de diamètre et dans lequel circule un débit moyen de 3.5 l/s. La perte de charge linéaire correspondante vaut 5.2 mm/m ce qui conduit à une perte de charge totale de 0.26 m dans le tuyau. On peut négliger dans la pratique des pertes de charge aussi faibles ou plus généralement assimiler la hauteur géométrique estimée sur le terrain à la HMT.

La pérennité de la ressource en eau est assurée durant la période d'arrosage, même si quelques problèmes se posent à ce sujet au Niger le long du fleuve ou au bord de petites retenues au Burkina Faso.

L'arrosage se pratique de deux manières différentes suivant le moyen d'exhaure utilisé. Dans le cas d'une exhaure au seau ou à la calebasse, la parcelle est divisée en petites cuvettes grossièrement carrées, de 0.5 à 1 m<sup>2</sup>, dans lesquelles l'eau est

L'organisation collective du travail implique un emploi intensif de la pompe durant toute la saison. Généralement on irrigue chaque jour durant 9 à 12 heures, avec une pause d'une heure à midi. Si possible, on essaie de ne pas utiliser la pompe un jour par semaine, mais il est rare qu'on y parvienne.

En supposant que le volume d'eau fourni correspond au besoin, ce qui est grossièrement le cas, on obtient un besoin de 100 m<sup>3</sup>/hectare et par jour. L'hypothèse envisagée est corrélée par les rendements obtenus qui montrent que les cultures manquent rarement d'eau à condition que les exploitants aient une certaine expérience du maraîchage.

Sur un périmètre de 3 hectares, si la pompe fonctionne pendant 12 heures dans la journée, elle doit fournir un débit de 25 m<sup>3</sup>/h à une HMT inférieure à 10 m. Sur un périmètre de 1.5 hectare, en utilisant la pompe seulement 9 heures quotidiennement, on a besoin d'un débit ne dépassant pas 17 m<sup>3</sup>/h.

Dans la plupart des cas, les groupements utilisent des pompes d'une puissance d'au moins 5 CV, qui fournissent théoriquement plus de 50 m<sup>3</sup>/h aux HMT envisagées. Même usagées elles sont capables de fournir environ 30 m<sup>3</sup>/h en régime normal.

Les pompes sont ainsi pour la plupart utilisées en léger sous-régime. Les usagers choisissent le type de leur pompe davantage en fonction des occasions qui se présentent ou de leurs disponibilités financières.

#### b) Les exploitations privées

On rencontre de nombreuses exploitations privées dans toute la zone d'étude. Si généralement elles concernent des parcelles de faible superficie, de 2 000 à 4 000 m<sup>2</sup>, dans certaines régions on note une plus forte proportion de parcelles de plus grande superficie.

Au Sénégal surtout, les exploitations de marabouts, de fonctionnaires ou de riches propriétaires en général s'étendent sur plusieurs hectares, voire plusieurs dizaines d'hectares. Dans ces cas-là, les pompes utilisées sont de grosses pompes, souvent diesel, et fonctionnent chaque jour pendant toute la journée si possible. Les débits nécessaires sont de l'ordre de 60 m<sup>3</sup>/h.

Dans la zone des Niayes, les exploitations familiales varient de 5 000 à 10 000 m<sup>2</sup>. Le régime des Niayes impose des pompages courts et répétés, à des débits relativement faibles, de 5 à 8 m<sup>3</sup>/h. Les paysans semblent assez satisfaits de leurs petites pompes de faible puissance.

Ailleurs dominent donc les jardins de quelques milliers de m<sup>2</sup>. Lorsque le moyen d'exhaure reste traditionnel, comme souvent le long du fleuve Niger au Mali ou dans des zones reculées du Mali, du Niger ou du Burkina, les superficies des parcelles

Le prix du carburant permet de déduire le coût par hectare et le coût par m<sup>3</sup> du carburant de pompage, pour un cycle de culture. Dans de nombreux cas on pratique deux cycles de culture par an, et parfois trois. Les valeurs obtenues doivent donc souvent être doublées.

Dans 19 cas on a pu calculer ces deux valeurs. Ces cas correspondent aux fiches de terrain n°3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 22, 25, 26, 27, 29, 31, 32. Les résultats sont regroupés dans le tableau VIII.

A priori la nécessité de trois données accumule les risques d'erreurs dues à de mauvaises estimations par l'agriculteur. Par conséquent il n'est pas question de prendre les résultats obtenus tels quels. Par contre, dans leur ensemble, ils donnent une idée grossière des moyennes.

De plus, les erreurs d'estimation sur le terrain sont sensiblement du même ordre de grandeur que les variations des conditions d'une région à l'autre et d'une parcelle à l'autre.

De ces résultats il est délicat de déduire des variations suivant les types d'exploitation à cause du faible nombre d'éléments de l'échantillon. De façon générale, en raison des erreurs probables dans l'estimation de ces valeurs, on ne peut distinguer qu'un phénomène, le coût plus faible du pompage avec moteur diesel par rapport aux moteurs à essence et autres carburants.

Le coût apparemment plus faible du pompage dans les exploitations moyennes doit être modéré : ces exploitations sont situées en partie dans la zone des Niayes au Sénégal, où les conditions particulières facilitent le maraîchage.

Par contre on doit noter les coûts à peu près équivalents au Burkina Faso et au Sénégal, malgré des différences de niveau de vie et toutes les disparités entre les deux pays.

Aux HMT observées, c'est-à-dire presque toujours inférieures à 5 m, les courbes caractéristiques des pompes diesel ou à essence indiquent des débits à peu près indépendants de la HMT. En effet cela correspond à des conditions particulières d'utilisation de ces pompes conçues pour être optimales à des HMT de l'ordre de 20 à 40 m.

Le coût du pompage ou du m<sup>3</sup> pompé tel que nous l'avons calculé pour ces pompes est indépendant de la HMT lorsque celle-ci reste faible.

Au coût du carburant il est normal d'ajouter le coût du lubrifiant. Malheureusement les agriculteurs pouvaient rarement donner des chiffres précis à ce sujet. Tout juste pouvons-nous supposer qu'il équivaut à environ 10% du coût du carburant. Ce chiffre correspond par exemple au Burkina Faso à une consommation de 15 l d'huile par cycle sur une parcelle de 6 000 m<sup>2</sup>, ce qui est réaliste.

#### b) Coût d'entretien des motopompes

Un autre point important est le coût d'entretien d'une motopompe. Les indications données par les fournisseurs de matériel au Burkina Faso permettent d'estimer la fréquence des pannes graves subies par les pompes, toutes marques confondues. Pour 2 000 pompes, on dénombre 600 grosses pannes par an, revenant en moyenne à 25 000 FCFA, soit 7 500 FCFA/an par pompe. A ces grosses pannes s'ajoutent les petites, qu'on estimera grossièrement à une par an coûtant environ 6 à 7 000 FCFA.

Le coût moyen annuel estimé des réparations de petites pompes est donc de :

$$C = 7\ 500 + 6\ 500 \text{ FCFA} = 14\ 000 \text{ FCFA} \quad \text{par pompe}$$

#### c) Revenu annuel

Enfin quelques indications nous permettent d'estimer les dépenses et surtout les revenus annuels par hectare des exploitants maraîchers. Une dizaine d'exploitants ont finalement accepté de donner une valeur moyenne de ce dernier chiffre.

Nous entendons par revenu la différence entre les recettes réalisées à la vente de la production et les charges de production. Ces charges comprennent les coûts de carburant et lubrifiant, l'amortissement de la pompe, le coût des semences, produits sanitaires et engrais, ainsi que divers frais dont le transport éventuel de la récolte.

Dans cinq cas même nous avons pu calculer, grâce aux indications fournies par les exploitants, le montant des charges et la valeur de la production (Cf. fiche de terrain N°9, 14, 16, 27, 31). En particulier on en a déduit le rapport du coût du pompage (y compris l'amortissement de la pompe) sur le montant des charges (P), et le rapport du revenu sur le montant des charges (R). Les résultats sont regroupés dans le tableau IX.

Tableau X :  
Cultivateurs estimant eux-mêmes leur propre revenu.

REVENU ANNUEL (FCFA/ha)	BF	MALI	NIGER	SENEGAL
Pertes	1	-	-	-
101 000-250 000	1	-	-	-
251 000-500 000	1	-	1	1
501 000-1 000 000	4	-	-	2
plus de 1 001 000	-	2	-	4

Excluant le Mali et le Niger par manque d'informations. Il apparaît que les moyennes oscillent entre 500 000 et un million FCFA au Burkina Faso, les moyennes au Sénégal étant nettement plus élevées, confirmant donc les informations données au tableau IX.

Ces valeurs moyennes assez élevées ne doivent pas faire oublier que ce revenu est extrêmement fluctuant d'une saison à l'autre (Cf 5.5.a). Un exemple caractéristique en est donné dans la fiche de terrain n°15.

#### 5.4) Les pompes diesel et à essence

##### a) La vente des pompes

Les fournisseurs de pompe proposent en général dans la même marque deux petites pompes de catégories différentes, l'une (A) à débit maximum de l'ordre de 30 m<sup>3</sup>/h, l'autre (B) à débit maximum entre 45 et 60 m<sup>3</sup>/h. Nous avons conservé cette distinction car elle semble correspondre au marché. Le tableau XI donne les chiffres de ventes annuelles communiqués par les fournisseurs.

Plusieurs résultats importants sautent aux yeux au vu de ce tableau. D'abord, les chiffres donnés pour le Mali et le Niger sont très faibles comparés à ceux des autres pays. C'est dû simplement au trafic en provenance du Nigéria, difficile à estimer, et qui ne rentre pas en ligne de compte dans ce tableau. On peut donc limiter notre commentaire au Burkina Faso et au Sénégal.

Le deuxième résultat frappant est la suprématie impressionnante des marques japonaises, et plus précisément de HONDA, YAMAHA et YANMAR. A elles trois, ces marques couvrent la quasi-totalité du marché.

Tableau XII :  
Prix moyen des motopompes et amortissement annuel (FCFA)

	POMPES A ESSENCE	POMPES DIESEL
	A	B
<b>BURKINA FASO</b>		
prix	153 300	197 300
durée de vie (ans)	5	5
amortissement	31 060	39 460
<b>SENEGAL</b>		
prix	276 300	382 400
durée de vie (ans)	5	5
amortissement	55 260	76 480

Au Niger comme au Mali il est plus délicat de calculer des prix moyens de pompes, les prix et les niveaux de vente sur les marchés parallèles étant difficiles à obtenir.

Les fournisseurs s'accordent à décrire leurs clients comme des exploitants privés venant parfois de villages lointains pour acquérir un moyen d'exhaure avant tout économique. Ils insistent tous sur l'importance du mimétisme dans le développement de leurs ventes. Un paysan achètera plutôt une pompe identique à celle de son voisin si celui-ci en est satisfait, parfois sans même beaucoup se renseigner sur les caractéristiques techniques de ce matériel ou de celui des concurrents.

### c) La maintenance

Par contre, les enquêtes sur les périmètres ont fait ressortir un grave problème de maintenance, en particulier des pompes à essence. Il arrive souvent que les opérations élémentaires d'entretien ne soient pas correctement effectuées. En particulier les vidanges sont trop espacées dans un souci d'économie immédiate d'huile.

En conséquence, les pannes les plus fréquentes concernent les pistons et les segments. Pour les pompes diesel, les pompes à injection, très chères et souvent trop fragiles pour les conditions d'utilisation en Afrique, subissent aussi des pannes.

producteurs nigériens. Il est probable que si aucun évènement majeur ne survient le nombre des maraîchers va décroître dans les années à venir. Seuls resteront les plus expérimentés, les "cultivateurs experts". Mais la situation déséquilibrée du marché restera globalement la même.

### b) Les secteurs à améliorer

Trois facteurs principalement sont à l'origine du déséquilibre actuel.

\* D'abord la production n'est pas assez organisée. Les exploitants, privés ou groupements, décident seuls de leurs dates de semis, des espèces et des quantités cultivées, sans coordination avec leur collègues.

Au Burkina Faso, l'UCOBAM essaie d'imposer un étalement des dates de semis et donc de récoltes des haricots verts, et y parvient tant bien que mal. Mais c'est le seul exemple à notre connaissance d'organisation à grande échelle d'un étalement des récoltes. Sa portée est bien trop faible, car les autres légumes ne sont pas concernés par cette opération.

Au delà des périodes de récoltes, il serait aussi souhaitable de diversifier les productions. Dans les conditions actuelles, une très bonne récolte est une catastrophe pour les producteurs, car le marché sera immédiatement saturé et la majeure partie de la récolte pourrira, invendue.

De plus, si une année une espèce, l'oignon par exemple, procure de bons revenus aux paysans, ils augmenteront l'année suivante leur surface consacrée aux oignons et leurs voisins les copieront. Les prix chuteront alors fortement à la récolte.

Les producteurs rencontrent aussi des difficultés à se procurer des semences. Des efforts sont fournis dans ce domaine par les autorités, mais il reste encore beaucoup à faire.

\* Le deuxième point, les problèmes de transport, est également crucial. Les disparités régionales incitent à augmenter les échanges commerciaux à l'intérieur même de chaque pays. On peut ainsi espérer harmoniser les conditions de commercialisation des produits maraîchers.

Dans les villages, où la conjoncture peut réduire la consommation locale de légumes, la capitale ou la grande ville proche, où logent fonctionnaires et expatriés, seraient le débouché idéal. Mais bien souvent le mauvais état des routes ou des moyens de transport sont un obstacle insurmontable et la récolte pourrit sur place tandis que la demande reste importante dans les villes.

## **II) LES POMPES PHOTOVOLTAIQUES**

### **6. LE MATERIEL**

#### **6.1) principe de fonctionnement**

##### **a) Les cellules**

Le soleil nous envoie de l'énergie sous forme de rayonnement, dont une partie est absorbée par l'atmosphère terrestre. L'énergie solaire, et l'énergie lumineuse en général, sont classiquement appréhendées sous forme de flux de particules infinitésimales appelées photons.

Lorsque deux semi-conducteurs très proches reçoivent un photon, cette arrivée d'énergie peut provoquer le saut d'un électron d'un semi-conducteur à l'autre. A partir de ce phénomène, on peut monter des dispositifs produisant un courant électrique sous l'influence d'un rayonnement lumineux. Les cellules photovoltaïques constituent une des applications de ce principe.

Les cellules photovoltaïques industrielles sont principalement fabriquées avec du Silicium. Les premières cellules ont utilisé du Silicium monocristallin, dont le rendement énergétique varie entre 8 et 13 %, puis elles ont été construites avec du Silicium polycristallin, aux rendements moins bons (7 à 11 %) mais aux coûts de fabrication nettement moins élevés.

Aujourd'hui, ces deux types de matériels représentent 90 % de la production mondiale de cellules. En 1976 on a découvert qu'on pouvait doper le Silicium amorphe comme le Silicium classique et réaliser des photopiles. Depuis ces dernières années le Silicium amorphe, jusqu'alors réservé aux très petites puissances (montres, calculettes ...), est utilisé par certains constructeurs pour des applications plus classiques. Les rendements obtenus sont encore moins bons mais les coûts encore moins élevés.

##### **b) Les panneaux**

Pour les applications industrielles comme les télécommunications ou le pompage par exemple, les cellules sont associées sur des panneaux ou modules, en série et en parallèle, et reliées à une boîte de connexion pour fournir les puissances et tensions nécessaires.

Toute surface reçoit une quantité d'énergie proportionnelle à la superficie qu'elle présente au soleil. Ainsi, une plaque mobile plate qui se déplacerait continûment au cours de la journée de manière à se trouver toujours face au soleil recevrait une énergie maximale par rapport à sa surface.

construction est techniquement à la portée des populations locales. Le coût élevé des batteries et leur maintenance délicate écarte cette solution pour le pompage de surface.

Intervient alors un deuxième choix, entre les pompes aspirantes et les pompes flottantes. Les premières introduisent le risque de désamorçage. La configuration des ressources en eau, fleuves, retenues, lacs, ne pose pas de problèmes d'accès. Dans ces conditions la pompe flottante est préférable.

Enfin la question s'est historiquement posée du choix entre courants continu et alternatif pour l'alimentation des pompes, car la plupart des pompes installées depuis une dizaine d'années l'ont été sur des forages. Dans ce cas, la technologie particulière des moteurs à courant continu rendait plus pratique la pose du moteur en surface et de la pompe immergée dans le forage, avec un arbre de transmission (pompe ALTA X de GUINARD). Mais les difficultés dues aux torsions de l'arbre dans le forage dont la rectitude est rarement parfaite ont amené à abandonner cette solution après quelques années.

Pour le pompage de surface, le problème ne se pose pas dans les mêmes termes. Aucune contrainte d'accès à la pompe n'empêche l'emploi d'un moteur à courant continu sur une pompe immergée. Les premiers groupes de ce style sont apparus en 1984, avec un accouplement magnétique et un moteur immergé dans l'huile.

### 6.3) Dimensionnement d'un système de pompage

Les équipements solaires restent chers. Le générateur solaire représente de 50 à 80 % du prix d'un système de pompage. Or le prix du générateur est proportionnel à la puissance installée. Par conséquent tout surdimensionnement accroît fortement le coût d'un système. Il est nécessaire de bien estimer les besoins en eau pour dimensionner correctement un équipement de pompage photovoltaïque.

Une fois définis les besoins en eau, on peut calculer l'énergie hydraulique  $W$  nécessaire dans une journée.

$Q$  : débit journalier nécessaire en  $m^3/j$

$h$  : HMT en m

$$W = 2.72 * Q * h \quad \text{en Wh/j}$$

Un système de pompage solaire fournit une énergie hydraulique  $W'$  qu'on peut calculer en fonction des caractéristiques de l'ensemble et de l'ensoleillement.

$E$  : rayonnement journalier en  $kWh/m^2*j$

$PC$  : puissance-crête en  $W_c$

$r$  : rendement de l'ensemble, produit des rendements du générateur, du moteur et de la pompe

$$W' = r * E * PC$$

Or souvent le projet est isolé. Une ONG ou une ville d'Europe par exemple fait installer une pompe dans un village, des représentants officiels viennent inaugurer l'installation. On prend quelques photographies pour le bulletin municipal, et la pompe est abandonnée à son sort. Cette pratique a surtout eu cours pendant la première génération des projets solaires, et tend maintenant à disparaître.

Bien souvent la technique solaire a été choisie à cause de l'enclavement du site. Or, si le générateur solaire peut ne pas nécessiter d'intervention, la pompe et son moteur ont besoin d'une certaine maintenance. Fréquemment une panne survient dans la première ou la deuxième année, et comme le site est éloigné des grands centres, personne ne vient avant longtemps essayer de réparer la panne.

Les paysans alentour, très curieux au début en raison de la nouveauté du procédé technique et de l'importance que la pompe a soudainement conférée aux bénéficiaires au point d'occasionner des visites officielles nombreuses, sont vite désabusés lorsque la pompe reste des mois ou des années sans fonctionner. Dans ces cas-là, il est difficile de les convaincre de tenter une nouvelle expérience solaire.

Concernant le développement du pompage photovoltaïque, les autorités nigériennes ont adopté une position intéressante, qui s'appuie sur les expériences de diffusion à grande échelle sur tout le pays de pompes à main et de téléviseurs communautaires à énergie solaire.

Les milliers de pompes à main installées au Niger présentent deux contraintes de maintenance. La première est la grande diversité des types de pompes, qui exige des mécaniciens une formation approfondie. La deuxième est la difficulté d'approvisionnement en pièces détachées. Par exemple les pompes indiennes ne peuvent être réparées par manque de pièces. Sur les pompes VERGNET le coût de la baudruche est prohibitif. Actuellement on estime à la moitié seulement le nombre des pompes qui fonctionnent encore.

Des téléviseurs communautaires à énergie solaire ont été répandus au Niger à partir de 1980 à travers tout le pays. La SNT, chargée de leur maintenance, semble avoir des difficultés à assurer son rôle. Les sites, choisis à dessein dans les zones les plus reculées, sont trop dispersés.

Tirant les leçons de ces expériences, les autorités nigériennes insistent maintenant beaucoup sur "l'après-projet". Il est absolument essentiel pour tout projet de pompage photovoltaïque à grande échelle, d'assurer la constitution d'une structure locale de maintenance autonome et efficace. Cette condition est considérée comme nécessaire pour obtenir un soutien officiel.

### 8.2) Participation financière des villages

En 1977, les matériels photovoltaïques sortaient à peine du stade des expérimentations et des prototypes. Dans ces conditions, les premières installations furent des dons, à titre de démonstration. Lorsque le matériel a apporté la preuve de sa fiabilité, on a commencé à le répandre.

A partir de 1983 on a demandé aux populations de verser une contribution qui variait de 1 à 2 millions FCFA à l'installation suivant les capacités financières des villages. Le principe est d'impliquer profondément les populations dans l'opération afin qu'elles aient à cœur d'en assurer le succès. Devant l'importance de l'investissement, les villages sont amenés à gérer assez rationnellement l'utilisation de l'eau.

Le FAC et la CCCE ont envisagé, pour la troisième tranche de financement de MAV, pour le volet solaire, un système de crédit bonifié sans intérêt pour permettre le remboursement total de la pompe.

Pour une installation de 10 millions FCFA, en amortissant la partie génie civil, générateur, transport et installation, d'une valeur de 9 millions FCFA, sur 10 ans, et la partie électromécanique et électronique sur 5 ans, les annuités s'élèvent à 1 100 000 FCFA.

Les ressources financières des villages proviennent de la vente de l'eau. Il semble que les villages intéressés par une pompe solaire trouvent cette somme trop forte, surtout lorsqu'ils comparent cette proposition aux conditions concédées aux premiers villages où les pompes étaient fournies gratuitement il y a 5 ans à peine.

La BNDA et la DNHE ont donné leur accord de principe pour servir de relais financier et technique de l'opération, mais le passage d'une faible participation des villages (10 à 20 %) à la prise en charge financière totale de l'installation ne peut se faire brusquement, et nécessite une phase de transition progressive.

### 8.3) L'entretien

Depuis 1979 une équipe s'est constituée qui assure la maintenance des équipements solaires de Mali Aqua Viva. Auparavant dirigée par un "VSN", elle est constituée depuis Décembre 1985 d'un ingénieur diplômé de l'ENI de Bamako, d'un ouvrier spécialisé et de 2 manoeuvres. Comme tout le volet solaire de MAV, l'équipe dépend encore du Père Verspieren, fondateur de MAV, mais il est prévu qu'à terme l'ensemble du projet soit réuni sous la responsabilité de la DNHE.

Au niveau mondial, ARCSOLAR est le premier producteur de cellules, avec une production correspondant à une puissance-crête totale de 4 MégaWatts. Ces dernières années SOLAREX occupait la deuxième place, mais aujourd'hui PHOTOWATT l'a quasiment rejoint avec une production annuelle de 1.2 MW et surtout des capacités de production de 2 MW. Les autres pays européens comptent aussi des producteurs, BPSOLAR au Royaume-Uni, AEG en République Fédérale d'Allemagne, PRAGMA en Italie. Au Japon un constructeur se détache aussi, KYOCERA, qui pratique des prix relativement bas mais est accusé de dumping par ses concurrents.

### 9.2) Les prix

Les prix pratiqués par les différents constructeurs ne sont pas clairement arrêtés. Le client potentiel doit commencer par exposer ses besoins, le nombre de pompes qu'il pense commander, ensuite seulement le fournisseur donne son prix. Lorsque la concurrence pratique des prix meilleurs, on s'aligne, mais en situation de monopole de fait, on essaie de réaliser la plus forte marge acceptable. C'est le cas des projets de développement sur financements officiels, pour lesquels la nationalité de la société fournissant le matériel a la plus haute importance.

Ainsi, la chute continue des prix, attendue au début des années 1980, a nettement fléchi. Les coûts de la recherche à l'échelle mondiale se chiffrent en milliards de Francs depuis les premiers essais, et il est aussi normal que les sociétés qui se sont lancées dans le domaine cherchent à réaliser quelques bénéfices. Il est toutefois possible que les prix soient encore juste au-dessus du niveau auquel le solaire serait vraiment compétitif dans de nombreux domaines par rapport aux énergies fossiles.

Approximativement le coût à la sortie d'usine du Wc varie entre 45 et 60 FF/Wc suivant les constructeurs et les marchés. Le Silicium amorphe de CHRONAR devrait encore faire chuter ces prix lorsqu'il aura fait ses preuves en matière de fiabilité. Depuis Mars 1987 des panneaux de ce type sont à l'essai au CERER à Dakar.

### 9.3) La maintenance

Le développement des cellules photovoltaïques fut surtout déterminé par la recherche du secteur aérospatial pour lequel le problème s'avérait essentiel. Il s'agissait de mettre au point un système fiable d'approvisionnement en énergie des engins spatiaux mis en orbite pour de longues durées.

Les applications sur terre sont apparues plus tard. Au début, on a donc tout naturellement repris le principe de placer les systèmes photovoltaïques dans des sites isolés et désertiques. Leur extrême fiabilité rendait inutile toute intervention. C'était oublier qu'outre les panneaux, le système comprend également un équipement utilisant l'énergie produite,

Ces précautions sont normalement efficaces, mais le point fondamental du solaire comme de beaucoup d'autres installations est qu'il doit être perçu par les bénéficiaires comme leur propriété et donc protégé par eux.

solaire fonctionnant au fil du soleil ne dépassent pas 6 000 m<sup>2</sup>. Dans la pratique cela correspond aux petites exploitations privées dont la superficie varie souvent entre 2 000 et 4 000 m<sup>2</sup>.

### b) pompage avec stockage de l'eau

Si réellement on veut répandre des pompes photovoltaïques capables de fournir un débit plus fort, il sera nécessaire de construire un bassin de stockage intermédiaire avec une sortie calibrée pour limiter le débit instantané fourni au périmètre à 12 m<sup>3</sup>/h même si la pompe débite davantage, le bassin servant de volume tampon.

Au maximum, en arrosant pendant 13 h/jour, on peut fournir un volume journalier de 156 m<sup>3</sup>/j à la parcelle. En comptant en besoin moyen de 10 mm/j, cela signifie que la taille maximale de la parcelle ne dépasse pas 1.6 hectares. Pour toutes les parcelles plus étendues, il faut prévoir une deuxième pompe solaire.

Il faut bien noter que l'utilisation d'un réservoir de stockage va nécessiter une augmentation de la HMT de plusieurs mètres pour pouvoir arroser la même parcelle sans utiliser d'arrosoir, donc une augmentation de la puissance-crête à installer, et donc une augmentation du coût total du système.

### 10.3) Calcul du prix des pompes (à HMT = 5 m)

#### a) Pompage au fil du soleil

Prenons à titre d'exemple une parcelle de 2 000 m<sup>2</sup>. le volume journalier nécessaire est de 20 m<sup>3</sup>/j. A la HMT maximale de 5 m, pour un ensoleillement classiquement choisi de 6 kWh/m<sup>2</sup> par jour sur zone soudano-sahélienne, on obtient la puissance-crête par la formule :  $r*(PC)*E = 2.72*Q*h$

La valeur du rendement est la plus délicate à évaluer. En recoupant des valeurs obtenues sur le terrain et des informations données par des fournisseurs de pompes, notamment TED, on peut raisonnablement prendre  $r = 0.3$

Le calcul donne donc, pour :

$$Q = 20 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$h = 5 \text{ m}$$

$$E = 6 \text{ kWh/j}$$

$$\text{alors } PC = 150 \text{ Wc}$$

### b) Pompage avec stockage de l'eau

En extrapolant les chiffres précédents, on peut obtenir un coût des pompes à l'installation correspondant à une surface S (en ares) plus grande, de l'ordre de l'hectare ou plus.

Pour une surface S, soit une puissance de  $(7.5 * S)$  Wc :

Prix : (600 * S) FF	Annuité : (43 * S) FF
soit (30 000 * S) FCFA	(2 175 * S) FCFA
Par Wc : 4 000 FCFA/Wc	290 FCFA/Wc

A ce prix de revient de la pompe s'ajoute le prix du réservoir de stockage à prévoir. Ce réservoir peut être dimensionné pour contenir l'eau nécessaire à un jour d'arrosage, soit 1 m<sup>3</sup>/are. Prenons pour base minimale, afin d'obtenir l'amortissement du réservoir, le chiffre de 4 000 FCFA/m<sup>3</sup>. En amortissant l'ouvrage sur 10 ans, on obtient une annuité s'élevant à :

annuité pour le réservoir : (400 \* S) FCFA

Cette valeur est assurément sous-estimée.

Même si le matériel est fiable, il faut prévoir des immobilisations possibles dues à des pannes, ou des fonctionnements provisoirement altérés par une suite de journées de vent de sable ou de nuages pendant lesquelles le débit est souvent diminué de moitié au moins. Il faut donc prévoir une motopompe à essence, la moins chère possible, qui serve d'appoint dans ces cas délicats.

#### 10.4) Comparaison économique avec les pompes diesel ou à essence

Comparons maintenant les coûts annuels de revient entre cette pompe et une pompe à essence sur la parcelle de 2 000 m<sup>2</sup>. Pour une telle surface, la pompe à essence correspondante se situe dans la classe A définie en 5.4.a. Nous disposons de chiffres suffisants pour différencier les cas du Burkina Faso et du Sénégal, mais pour le Niger et le Mali, encore une fois, les renseignements précis manquent.

Pour 2 000 m<sup>2</sup>, le coût du carburant est choisi comme 1/5e du coût par hectare. Le coût du lubrifiant est estimé à 10 % du coût du carburant. On compte 2 cycles de culture, ce qui double le coût défini au chapitre 5.3.b. Par contre, pour la pompe solaire, ces deux cycles ne conduisent à aucun frais supplémentaire..

Pour la maintenance solaire, on doit ajouter à la valeur établie en 9.3, le coût annuel moyen des pièces détachées, qu'on a estimé à 20 000 FCFA/an. Ce chiffre correspond au 1/5e du prix d'une pompe et d'un moteur, ce qui est vraisemblablement surévalué.

Parcelle de 6 000 m<sup>2</sup>

Comparaison des coûts annuels de pompage, en FCFA, à HMT = 5 m

	SOLAIRE	ESSENCE	
	BURKINA FASO	SENEGAL	
amortissement	131 900	39 460	76 480
maintenance	92 000	14 000	14 000
carburant et lubrifiant	0	204 336	161 304
<hr/>			
total	223 900	257 796	251 784

Plus la surface croît, plus la solution photovoltaïque s'avère intéressante. Ces chiffres ne sont bien sûr qu'indicatifs, mais ce sont les seuls sur lesquels on puisse se baser qui soient issus de l'observation sur le terrain.

Passons maintenant aux cas qui nécessitent la construction d'un réservoir de stockage. Pour une parcelle de surface S, exprimée en ares, de l'ordre de 100 à 150 ares, on peut même envisager de comparer avec une pompe diesel.

Parcelle de surface S (en ares) :

comparaison des coûts annuels de pompage, en FCFA, à HMT = 5 m

	SOLAIRE	ESSENCE	ESSENCE	DIESEL
	BURKINA FASO	SENEGAL		
amortissement	(2 575 * S)	39 460	76 480	56 430
maintenance	92 000	14 000	14 000	14 000
carburant et lubrifiant	0	(3 096 * S)	(2 444 * S)	(2 174 * S)
<hr/>				
total	92 000	53 460	90 480	70 430
+ (2 575 * S)	(3 096 * S)	(2 444 * S)	(2 174 * S)	

Il apparaît immédiatement que la solution diesel est plus économique que le solaire photovoltaïque.

L'installation est surdimensionnée pour son utilisation actuelle. La démarche du don n'a pas mobilisé les agriculteurs. En fait ils pratiquent le maraîchage comme activité d'appoint et travaillent dans les champs de décrue les autres jours. L'importance de l'investissement induit par le pompage photovoltaïque nécessite une utilisation très rationnelle de l'eau et une implication complète des bénéficiaires.

## **11. LA DIFFUSION DES POMPES PHOTOVOLTAIQUES**

### **11.1) Comment les diffuser?**

Nous venons de définir les conditions dans lesquelles le pompage photovoltaïque est économiquement intéressant. Néanmoins, le calcul ci-dessus ne correspond pas nécessairement à la mentalité d'un exploitant africain. Il prend rarement en compte une projection au-delà d'une saison. Il faut donc réaliser concrètement ce calcul, c'est-à-dire ramener toutes les échéances à la saison de maraîchage.

#### **a) vendre à crédit ou louer?**

L'investissement de départ nécessaire pour une pompe solaire est hors de portée d'un agriculteur. Par contre, si on imagine un système de crédit induisant des annuités, le montant obtenu est tout à fait raisonnable. On peut donc envisager de vendre les pompes à crédit.

Une telle solution présente un risque grave. En raison des instabilités climatiques, sociales et même politiques, un paysan n'est jamais sûr d'exercer son métier pendant 20 ans. Vendre des dizaines de pompes à crédit sur une aussi longue période, c'est presque assurément se retrouver avec une bonne partie des pompes sur les bras après 10 ans. Les uns seront partis chercher du travail à l'étranger, d'autres auront abandonné le maraîchage à cause d'une mauvaise récolte due à une sécheresse ou une mévente due à une guerre,...

Une solution plus adaptée serait de louer ces pompes à l'année, avec bien entendu des possibilités de renouvellement. Ainsi l'organisme fournisseur comme le bénéficiaire ont la possibilité de remettre en question leur association sans rompre d'engagement. Ce moyen plus souple dans la conception correspond au même calcul économique en prenant comme loyer la valeur de l'annuité calculée. En adoptant cette démarche, on laisse délibérément de côté toute considération de taux d'intérêts ou d'inflation. En effet, notre propos n'est pas de définir précisément les conditions de mise en route et de fonctionnement d'une telle opération, mais d'étudier sa faisabilité globale.

En somme il faudrait un organisme sans but lucratif, peut-être une O.N.G., organisé comme une entreprise privée, et dont les gros capitaux seraient obligatoirement publics.

### 11.2) A qui les louer?

Un des points les plus importants pour qu'une telle opération fonctionne correctement est la solvabilité des usagers. En fait, il ne suffit pas de trouver des sites techniquevalables, encore faut-il que l'exploitant bénéficiaire dégage un revenu suffisant pour payer le loyer de la pompe. Et le choix des exploitants solvables est un vrai problème pour lequel on n'a pas de solution miracle. Même des animateurs ruraux se trompent encore après des années de travail dans la même région. Tout au plus peut-on se raccrocher à quelques quasi-évidences.

Mieux vaut choisir un maraîcher expérimenté plutôt que débutant, il maîtrisera bien mieux les aspects agronomiques de cette activité spécifique. Mieux vaut choisir un paysan sûr de son débouché, ce qui restreint alors les zones les plus favorables aux alentours des grandes villes. Dans ces zones l'action de l'équipe de maintenance est favorisée par l'existence d'infrastructures de transport et les conditions d'approvisionnement en pièces détachées meilleures qu'ailleurs.

De plus, encourager encore aujourd'hui des agriculteurs à se lancer dans les cultures de contre-saison, c'est les pousser à prendre de gros risques, vues les difficultés croissantes pour écouler la production.

La mécanisation du pompage provoque de nombreux changements techniques et sociaux : adoption des structures de parcelles en planches et rigoles, création d'un important coût financier de pompage, plus grande étendue des cultures donc augmentation considérable du budget. L'implantation d'une pompe solaire, grand changement en soi, est de loin préférable dans une exploitation où le passage à un pompage motorisé a déjà été effectué. On évite ainsi de désorganiser trop brutalement l'exploitation.

On peut donc dresser succinctement le portrait du paysan idéal pour louer une petite pompe solaire. C'est un maraîcher de longue date, dont la parcelle est proche d'une grande ville (moins de 100 km), et qui a déjà possédé une motopompe.

Si le bénéficiaire de la pompe remplit déjà ces conditions, les changements provoqués par l'implantation d'une pompe photovoltaïque sont assez mineurs. Principalement, il force l'exploitant à irriguer aux moments les plus chauds de la journée et si possible sans s'arrêter durant 7 heures environ. La meilleure alternative à cet inconvénient est la construction d'un bassin de stockage qui permettrait même l'installation d'une pompe de puissance supérieure à 500 Wc.

raisonnable dans un premier temps, pour une période d'essai. Ensuite, en fonction du succès du ou des premiers projets pilotes, on ajustera ce chiffre aux résultats observés. Le danger est bien sûr de monter rapidement un parc trop important de pompes qu'on n'arrivera peut-être plus à louer après 5 ou 10 ans.

Par ailleurs, si on prend l'exemple du Burkina Faso, où 400 pompes sont vendues par an, ce nombre de 20 pompes supplémentaires placées par an est réalisable, celui de 40 pompes par an pour l'ensemble des deux sites est peut-être plus juste. Pour une société d'installation cela permet de monter un parc complet de 100 pompes en 5 ans. La puissance des pompes varie de 150 à 450 Wc. Prenons comme valeur moyenne des pompes, le prix d'une pompe de 300 Wc, l'accroissement annuel de capital atteint environ 21 500 000 FCFA, soit 430 000 FF.

Les installations de pompage solaire ont provoqué toutes sortes de réactions allant de l'enthousiasme irréfléchi au scepticisme attentiste voire à l'hostilité franche. Ceci est dû en partie au caractère ponctuel de la plupart des réalisations jusqu'à ce jour. Les seules vraies réussites sont des projets de dizaines de pompes, concentrés dans l'espace et surtout intégrant une structure de maintenance spécialisée, dont Mali Aqua Viva est devenu le modèle.

La petite irrigation est un domaine où il est possible de réaliser des opérations avec un investissement financier bien moindre pour le même nombre de pompes, qui peut aussi permettre d'autofinancer l'ensemble d'un projet. C'est une chance de tester l'intérêt du photovoltaïque en zone soudano-sahélienne. Tout le monde semble favorable à une tentative du genre de celle proposée ci-dessus, autorités locales, bailleurs de fonds, constructeurs et....agriculteurs. Il faut maintenant que l'un de ces groupes d'intervenants se décide à entamer un processus de réalisation complète.

## 12. Le contexte social

Nous avons montré que la diffusion des petites pompes photovoltaïques d'irrigation à partir des eaux de surface est techniquement possible dans la zone soudano-sahélienne, et nous avons proposé un schéma de projet pour favoriser cette diffusion. Mais la faisabilité technique n'est pas une condition suffisante pour un projet de diffusion de matériel solaire. Le contexte social au sens large doit également être pris en considération.

### 12.1 Participation des bénéficiaires

Aujourd'hui il est généralement reconnu que tout projet de développement demandera la participation des bénéficiaires. Le succès d'un projet et sa pérennité dépendent largement de l'implication réelle des bénéficiaires dans les buts de ce projet.

locales que les pompes diesel ou à essence.

### 12.3 La dépendance technologique

La technologie n'est pas une entité neutre. Tout choix de technologie est lié à un contexte social, à des formes spécifiques de production et de dominance. Par conséquent il n'existe pas de solutions purement techniques aux problèmes de développement, bien qu'une étude de faisabilité technique et économique soit souvent jugée condition suffisante pour évaluer l'intérêt d'un projet.

Dans notre cas il ne faut pas négliger les aspects sociaux et culturels dans un projet tel que nous l'avons décrit précédemment.

L'introduction du photovoltaïque dans les pays concernés par notre étude est un transfert de technologie des pays industrialisés vers les PVD. En général ce type d'opération crée de nouvelles formes de dépendance technologique et accentue les différences entre ces deux groupes de pays.

S'il n'est pas bien maîtrisé, le transfert de technologie peut avoir pour conséquence la déformation ou la destruction des capacités locales d'innovation et d'adaptation.

Eviter l'usage de carburants fossiles limite la dépendance vis-à-vis des approvisionnement provenant de l'étranger, mais répandre une technologie de pointe comme le solaire au Sahel n'est pas fait pour diminuer cette dépendance. On substitue à un système de pompage conçu et fabriqué en Europe, aux Etats-Unis ou au Japon un autre système venant des mêmes pays.

Il faut financer localement de telles installations, ce qui augmente le besoin d'insertion du pays receveur dans le marché mondial pour financer ses importations de technologie. De plus très peu de gens sur place maîtrisent correctement le photovoltaïque, ce qui accroît la dépendance technologique vis-à-vis des partenaires traditionnels dans ce domaine. Cette situation à souvent eu pour effet d'étouffer les velléités locales d'innovation technique et d'initiatives de développement.

Cette démarche rentre dans la logique de division internationale du travail. Si on voulait éviter ces conséquences, il faudrait inclure au projet la formation sur place d'unités de production de cellules entièrement contrôlées par les bénéficiaires. Mais cette solution est très loin d'être réalisable, en raison du manque de maîtrise de la technologie que nous avons déjà souligné plus haut.

D'autre part, l'usage d'un moyen d'exhaure motorisé est le reflet d'une approche productiviste de l'agriculture encore peu répandue dans les pays qui nous intéressent.

On peut présenter la diffusion de pompes photovoltaïques comme un accroissement du capital agricole, investissement

**ANNEXE I :**

**FICHES DE TERRAIN**

# FICHE DE TERRAIN N°1

## PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Madarounfa (Maradi, Niger) Visite le 2 Mars 1987

Exploitation familiale. Le chef de famille est propriétaire de sa terre d'une superficie approximative de 700 m<sup>2</sup> et la cultive depuis plus de 20 ans. Il gère le revenu, la production étant destinée à la vente.

## POMPAGE

pompe : HONDA GX110 (1986)  
achetée à Kano (Nigéria) en Décembre 1986  
prix : 70 000 FCFA

Les services locaux de l'Agriculture ont voulu regrouper les paysans en coopérative l'année précédente afin qu'ils acquièrent du matériel commun. Ils devaient commencer par cotiser 10 000 FCFA chacun pour des motopompes, ce qu'il a fait. Mais l'opération a trop tardé à son goût, il a retiré son argent, vendu quelques boeufs et a réuni une somme suffisante pour acquérir seul cette motopompe.

Ainsi il se fatigue moins et peut cultiver une surface plus grande qu'auparavant et plus éloignée du lac (100 m). Sa décision fut fortement influencée par la vue du bon état des terres toutes proches du sous-préfet qui a acquis une motopompe en 1985.

ressource en eau : lac de Madarounfa (permanent)

HMT : < 1 m

fréquence des arrosages : tous les 7 jours

durée d'un arrosage : 1 j

durée journalière du pompage : 6 h

débit estimé : 10 m<sup>3</sup>/h

dose : 12 mm/j

consommation journalière du pompage : 2 l

prix du carburant : difficile à établir car importé illégalement

Il est parfois occupé par des obligations envers des amis ou la communauté, et doit alors attendre une dizaine de jours entre chaque arrosage sans que ses cultures n'en souffrent outre mesure. En Décembre il est même resté 17 jours consécutifs sans irriguer car il fut mobilisé pour repousser vers le Sud des éléphants venus s'installer autour du village. Cette fois-ci, ses cultures ont souffert du manque d'eau.

Les jours où il n'utilise pas la pompe, il la prête à des amis ou des parents.

## FICHE DE TERRAIN N°2

### PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Maradi (Niger) Visite le 2 Mars 1987

Le propriétaire est un gros marchand à Maradi, qui a acheté ces 2 hectares de terre pour les exploiter en fruitiers. Il a acheté 10 pompes au Nigéria en 1983, en a installé 5 sur ses terres en guise de démonstration et a vendu les 5 autres. Ce sont des HONDA, moteur G 200 et pompe WA 30, qu'il déclare vendre à perte 140 000 FCFA pour ouvrir le marché.

### POMPAGE

On tire l'eau d'un puits à faible profondeur, appelé "puisard" sur place. L'eau se situe à un niveau statique de 5 m et un niveau dynamique de 7 m à 10 m<sup>3</sup>/h environ. La pompe est consciemment utilisée en sous-régime.

← 3m → 3m → 3m → 3m → 6m → 3m

JACHERE	JACHERE			JACHERE
AUBERGINES	OIGNONS	OIGNONS	POIVRONS	
OIGNONS	JACHERE	JACHERE		POIVRONS
OIGNONS	JACHERE	CHOUX	POIVRONS	
OIGNONS	JACHERE	CHOUX	POIVRONS	

Figure VII :

Schéma de l'exploitation de Jaroncé, même, mars 1967.

## FICHE DE TERRAIN N°4

### PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Sakoira (Tillabéri, Niger) Visite le 6 Mars 1987

Exploitation familiale dirigée par le président de la coopérative locale. 5 membres de la famille travaillent sur cette parcelle de 3 700 m<sup>2</sup>, mais aux périodes de pointe on emploie aussi des journaliers éventuellement. Les femmes viennent aussi aider en cas de besoin sur cette parcelle, elles assurent la vente de la récolte, mais elles travaillent sur une parcelle voisine qui leur est réservée et dont elles gèrent seules le revenu.

Ce sont les hommes qui s'occupent de la pompe. Si les femmes veulent l'utiliser pour leur parcelle, elles amènent le carburant et demandent à un homme, même un adolescent, de démarrer la pompe pour elles.

### POMPAGE

pompe : ROBIN SCR680R (1986)  
achetée à crédit à la coopérative de Tillabéri en 1986  
prix : 10 000 FCFA + 4 \* 60 000 FCFA  
carburant : essence

HMT : < 3.2 m

fréquence des arrosages :

saison sèche froide : tous les 4 jours

saison sèche chaude : tous les 3 jours

durée d'un arrosage : 1 j

durée journalière de pompage : 6 h/j

consommation journalière de carburant : 8 l/semaine

consommation totale de carburant : 160 l

prix du carburant : 300 FCFA/l

coût du carburant : 48 000 FCFA

coût du carburant à l'hectare : 129 700 FCFA

coût du m<sup>3</sup> pompé : 12.2 FCFA/m<sup>3</sup>

L'essence est achetée à Tillabéri, par bidons de 2 à 10 litres, sans être stockée au village, ce qui suppose de nombreux voyages.

La motopompe est placée à un point haut de la parcelle, on refoule donc directement à l'air libre. Le moteur tourne en sous-régime, afin de "ne pas trop consommer". A notre passage, on n'utilisait plus les pompes depuis deux semaines et on commençait à peine à récolter.

La vidange doit théoriquement se faire toutes les 50 heures d'utilisation, ce qu'ils respectent à peu près en l'effectuant tous les 15 ou 20 jours. En cas de panne, ils apporteront la pompe à un mécanicien de Tillabéri (10 km).

## FICHE DE TERRAIN N°5

### PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Tangaye (Kongoussi, Burkina Faso) Visite le 12 Mars 1987

Exploitation familiale. L'exploitant, assez agé, a installé sa motopompe au bord du bassin de prise d'eau de la pompe d'un gros périmètre collectif, comprenant de nombreux aménagements, siphons, canaux d'aménée d'eau en terre, conduites de gros diamètre, etc... Sa parcelle se situe entre le lac de Bam et le gros périmètre, et couvre 2 200 m<sup>2</sup> environ, organisés en 9 "planches" de 250 m<sup>2</sup> environ. Il en est propriétaire.

Son vrai métier est tisserand, mais lorsqu'il a récupéré une pompe, il s'est mis au maraîchage, plus lucratif à son avis.

### POMPAGE

pompe : YAMAHA YP20G (1985)  
achetée à un instituteur en 1985, elle n'avait pas servi.  
prix : 200 000 FCFA  
carburant : mélange

Son frère avait acheté en 1981 une pompe Bernard avec son aide financière, qu'il avait utilisée 4 années durant. En 1985 ce frère est parti travailler en Côte d'Ivoire et lui a donc laissé la pompe pour 50 000 FCFA. Mais dès la première campagne elle a subi une panne due à l'usure d'une bielle. Il a acheté une bielle neuve à Kongoussi mais la pompe ne fonctionnait toujours pas.

Il a alors décidé d'acheter l'actuelle, qui effectue sa deuxième campagne sans panne. L'eau est acheminée gravitairement à l'aide de tuyaux souples longs de 20 à 70 m suivant les parcelles à arroser.

HMT : 1.6 m  
fréquence des arrosages : tous les 2 jours  
durée d'un arrosage : 1 j  
durée journalière du pompage : 3 h/j  
consommation journalière de carburant : 2.5 l/j  
consommation totale de carburant : 100 l  
prix du carburant : 310 FCFA/l  
coût du carburant : 31 000 FCFA  
coût du carburant par hectare : 140 900 FCFA  
coût du m<sup>3</sup> pompé : 14.1 FCFA/m<sup>3</sup>

Sa terre est inondée en saison des pluies, cette année pendant une période particulièrement longue, ce qui a retardé d'autant le début de son activité, jusqu'en Décembre. Il pompe pendant 3 à 4 mois.

## FICHE DE TERRAIN N°6

### PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Kongoussi (Burkina Faso) visite le 12 Mars 1987

Exploitation familiale. Le chef de famille, assez âgé, travaillait déjà sur cette terre avec son père. Il est maintenant aidé par deux de ses petits-fils. A notre passage la surface cultivée était de 2 500 m<sup>2</sup>, mais en début de saison les haricots verts et les pommes de terre couvrent 4 000 m<sup>2</sup>.

### POMPAGE

pompe : YANMAR 501D (1985)  
achetée à Ouagadougou en 1985  
prix : 80 000 FCFA  
carburant : essence

L'exploitant possède depuis 7 ans deux groupes motopompes BERNARD 18A, actuellement chez lui, tous deux en panne. Ne trouvant plus de pièces détachées même à Ouagadougou, il a décidé d'acheter la pompe actuelle. Son ~~prix très bas par rapport au~~ prix actuel de 130 000 FCFA est dû selon lui au mode d'acheminement adopté à cette époque, le bateau. La pompe ~~est~~ alors dans sa deuxième campagne, et ~~aucune panne n'est à déplorer.~~

Par contre, avec ses deux BERNARD, de nombreuses pannes sont survenues, lui coûtant 22 000 FCFA pour une bielle et 11 000 FCFA pour changer piston et coussinets de bielle, sommes auxquelles il faut ajouter de 500 à 2 000 FCFA suivant les cas pour la main d'œuvre.

ressource en eau : lac de Bam  
HMT : < 2.6 m

haricots verts, pommes de terre :

fréquence des arrosages : tous les 2 jours  
durée d'un arrosage : 1 j  
durée journalière du pompage : 8 h/j  
consommation journalière de carburant : 7 l/j

oignons, tomates, ail :

fréquence des arrosages : tous les 5 jours  
durée d'un arrosage : 3 j  
durée journalière du pompage : 3 h  
consommation journalière de carburant : 1.5 l

Pour un cycle d'oignons :

consommation de carburant : 125 l  
prix du carburant : 300 FCFA/l  
coût du carburant : 37 500 FCFA  
coût du carburant par hectare : 150 000 FCFA

Un phénomène relativement récent perturbe la région : la recherche de l'or. Depuis qu'on a trouvé de l'or dans les collines avoisinantes de plus en plus de gens s'adonnent à la prospection et abandonnent leur activité traditionnelle. Il est probable que dans quelques années cet engouement va baisser en raison du maigre profit tiré en moyenne et des abominables conditions de vie régnant dans les collines, mais pour l'instant beaucoup d'agriculteurs délaisse leurs petits périmètres et le maraîchage qui donne l'image d'une activité aussi aléatoire que la recherche d'or mais beaucoup moins lucrative en cas de succès.

substitution (NPK, urée).

La culture du haricot vert est relativement délicate et demande du soin dans le dosage de l'arrosage. S'il est mal irrigué et manque d'eau, il blanchit et des fils apparaissent. De plus, la semence est chère (3 000 FCFA/kg).

#### COMMERCIALISATION

Devant les difficultés rencontrées par l'UCOBAM pour écouler leur production, les membres de cette coopérative ont décidé l'an dernier de se retirer et de monter leur propre société de commercialisation. La politique qu'ils adoptent maintenant est de diversifier non seulement leurs productions mais même leurs activités.

Ils ont commencé par restreindre la surface cultivée en haricots verts à 40 hectares, ce qui laisse envisager une récolte d'environ 200 tonnes, quantité au-dessus de laquelle il devient dangereux à leurs yeux de spéculer sur l'exportation.

A terme ils pensent revenir à une surface cultivée de 80 à 100 hectares, toujours en limitant le haricot vert à 40 hectares, et en cultivant sur le reste des produits "haut de gamme", comme les poireaux, les asperges, ou même les tomates.

De plus, ils envisagent de coupler leur activité agricole à l'élevage, à l'agriculture et même au tourisme. Ils réduiraient ainsi les maraîchers à 800 ou 1 000 personnes déjà largement suffisantes pour les 80 à 100 hectares cultivés, et garderaient les autres membres sur place pour les autres activités, et pour aider à la récolte, période où on a besoin de main-d'œuvre.

Toutes ces idées restent pour l'instant à l'état de projet, manque de financement.

Lorsqu'ils ont fourni à l'UCOBAM la quantité de haricots verts qu'ils s'étaient engagés à produire, les exploitants passent individuellement à d'autres types de cultures sur leur parcelle, oignons, choux, piments, aubergines locales.

#### COMMERCIALISATION

La production de haricots verts est prise en charge par l'UCOBAM qui est chargée d'en assurer l'écoulement. Toutefois presque chaque année une partie de la récolte est refusée car les possibilités de fret aérien sont trop limitées pour pouvoir l'exporter en totalité.

Les membres du groupement assurent eux-même le transport de leurs cartons de haricots vers le siège de l'UCOBAM aux abords de l'aéroport de Ouagadougou. Ils chargent chacun leurs quelques cartons sur leur bicyclette et se rendent ainsi dans la capitale. S'ils réussissent à rassembler à plusieurs au moins 200 cartons, l'UCOBAM envoie un camion prendre en charge la cargaison. Mais lors de la guerre contre le Mali, la désorganisation qu'a provoquée la réquisition par l'armée de moyens de transports a empêché ce genre de services de s'effectuer, si bien qu'une bonne partie de la récolte a pourri sur place.

La production de chaque membre est pesée et enregistrée. Une comptabilité est tenue afin de calculer en fin de saison le revenu de chacun, intégrant les crédits sur intrants, les avances en cours de saison et la valeur de la production.

Chacun des trois propriétaires de la terre se fait verser par le groupement 60 000 FCFA à titre de loyer annuel.

#### DIVERS

Les terres sont normalement inondées en saison des pluies, mais la pompe peut servir d'appoint si besoin est.

## COMMERCIALISATION

Elle est assurée par l'UCOBAM à condition de lui fournir les quantités prévues aux dates prévues, ceci pour tenter de mettre au point une programmation de la production pour limiter les effets sur les prix de vente de l'arrivée massive de produits sur le marché sur une période très courte.

## DIVERS

Les coûts de revient des intrants sont les suivants :

semences haricots verts	1 200 FCFA/kg
semences haricots verts fins	1 500 FCFA/kg
urée	125 FCFA/kg
engrais coton	115 FCFA/kg
essence (transport compris)	272 FCFA/l

Les haricots verts sont payés au maximum 200 FCFA/kg par l'UCOBAM. Ce prix est déterminé par la date de récolte, .

Les comptes du groupement se détaillent comme suit pour la saison 84/85, où 47 membres cultivaient 1.47 hectares :

### Dépenses par cotisation supplémentaire

labour	54 000 FCFA
essence, huile, ciment pour canal	41 370 FCFA
total	95 370 FCFA

### Dépenses sur crédit UCOBAM

semences, engrains, essence	427 300 FCFA
amortissement motopompe	11 583 FCFA
location véhicule	10 500 FCFA
essence déplacement	29 500 FCFA
total	478 883 FCFA

L'UCOBAM a également consenti des avances d'argent liquide aux exploitants au cours de la saison, l'ensemble s'élevant à 270 000 FCFA. Le total des crédits de l'UCOBAM au groupement atteint donc 748 883 FCFA.

Les exploitants ont obtenu une récolte de haricots verts d'une valeur de 1 158 300 FCFA.

## FICHE DE TERRAIN N°10

### PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Vallée du Kou (Bobo Dioulasso, Burkina Faso)  
Visite le 28 Avril 1987

Exploitation familiale de 5 000 m<sup>2</sup>, sur laquelle travaillent deux frères et un manœuvre payé 10 000 FCFA/mois. C'est la première année qu'ils pratiquent le maraîchage, suite à la décision du chef de famille d'acheter une motopompe.

### POMPAGE

pompe : SUZUKI SP30K  
achetée à Bobo Dioulasso en 1986  
prix : 200 000 FCFA  
carburant : kérosène, essence au démarrage

HMT : 1.3 m  
fréquence des arrosages : tous les jours  
durée journalière de pompage : 8h/j  
consommation journalière de carburant : 4 l/j  
consommation totale de carburant : 480 l  
prix du carburant : 170 FCFA/l  
coût du carburant : 81 600 FCFA  
coût du carburant par hectare : 163 200 FCFA  
coût du m<sup>3</sup> pompé : 13.1 FCFA/m<sup>3</sup>

L'eau est tirée d'un canal principal de grand périmètre aménagé, puis est acheminée gravitairement jusqu'à la parcelle dans 35 m de tuyau souple et répartie dans la parcelle à surface libre dans des rigoles en terre.

### PRODUCTION

Décembre-Février Mars : tomate  
Février-pluies : gombo, papaye  
Hivernage : Maïs

### COMMERCIALISATION

La SAVANA achète toute la production de tomate. Les femmes vendent papaye et gombo au marché local.

## FICHE DE TERRAIN N°12

### PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Mogtédo (Ouagadougou, burkina Faso)  
visite le 7 Mai 1987

Exploitation privée sur une terre prêtée par un ami hors saison des pluies. La superficie avoisine les 3 500 m<sup>2</sup>.

### POMPAGE

pompe : SUZUKI SP20  
achetée à Ouagadougou en 1983  
prix : 103 000 FCFA  
carburant : essence

En 4 ans d'activité, la pompe a subi 4 pannes . Elles ont concerné un piston, une bielle, et deux fois les segments. Ces pannes ont une durée variable, mais l'une d'elles a immobilisé la pompe durant un mois. Le coût des réparations varie en moyenne autour de 5 000 à 7 000 FCFA, ce prix incluant le "petit cadeau" versé à ses frères qui les effectuent eux-mêmes.

L'agriculteur utilise le moteur de sa pompe en sous-régime, car ainsi il ne chauffe pas et le débit est assez faible pour permettre un contrôle correct des arrosages.

fréquence des arrosages : tous les jours  
durée journalière du pompage : 9 h/j (?)  
consommation journalière de carburant : 2 l/j  
consommation totale de carburant : 260 l  
prix du carburant : 300 FCFA/l  
coût du carburant : 78 000 FCFA  
coût par hectare du carburant : 222 900 FCFA  
coût du m<sup>3</sup> pompé : 19.4 FCFA/m<sup>3</sup>

### PRODUCTION

Novembre-Mars : tomates, oignons, aubergines locales, carottes.  
Mars-Mai : gombo, piment.  
Hivernage : riz (propriétaire)

A titre d'exemple, la récolte d'oignon cette année a dépassé les 2 tonnes. L'exploitant estime son bénéfice annuel moyen à environ 50 000 FCFA.

### DIVERS

Cette année l'agriculteur a acheté une deuxième motopompe à essence, de marque YANMAR.

## FICHE DE TERRAIN N° 14

### PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Mogtédo (Ouagadougou, Burkina Faso)  
visite le 7 Mai 1987

Exploitation dirigée par un prêtre musulman. Ses élèves coraniques cultivent cette parcelle de 2 000 m<sup>2</sup> qui lui est prêtée toute l'année depuis 4 ans. Lui-même a 10 ans d'expérience dans le maraîchage.

### POMPAGE

pompe : BERNARD MOTEURS  
achetée à la coopérative en 1982.  
prix : 310 000 FCFA remboursés en 2 ans  
carburant : essence

Dès le premier jour d'utilisation, la motopompe est tombée en panne et durant 4 ans elle n'a jamais atteint sa puissance normale. Cette année seulement, suite à l'achat d'un piston d'occasion, elle fonctionne correctement.

fréquence des arrosages : tous les 3 jours  
durée d'un arrosage : 1 j  
durée journalière de pompage : 7 h/j ( 7h-12h / 15h-17h )  
consommation journalière de carburant : 2 l/j  
consommation totale de carburant : 95 l  
prix du carburant : 300 FCFA/l  
coût du carburant : 28 000 FCFA  
coût par hectare du carburant : 140 000 FCFA  
coût du carburant au m<sup>3</sup> pompé : 13.2 FCFA/m<sup>3</sup>

A ce chiffre il faut ajouter le coût d'une consommation étonnamment forte d'huile :  
consommation journalière d'huile : 0.5 l/j  
prix de l'huile : 700 FCFA/l  
coût de l'huile : 16 300 FCFA  
coût par hectare de l'huile : 81 700 FCFA  
coût total par hectare du pompage : 221 700 FCFA  
coût du m<sup>3</sup> pompé : 20.9 FCFA/m<sup>3</sup>

L'eau est pompée dans le drain de colature de l'aménagement total. Le moteur est utilisé en sous-régime sinon le débit est trop fort pour contrôler correctement l'arrosage.

### PRODUCTION

Novembre-Avril : oignon  
Hivernage : maïs, mil

Cette année la récolte d'oignons a dépassé 4 tonnes.

## FICHE DE TERRAIN N°15

### PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Doungui (Koudougou, Burkina Faso)  
visite le 13 Mai 1987

Un groupement, créé en 1980, exploite cette parcelle de 1.5 hectares. Il compte actuellement 12 membres.

### POMPAGE

pompes : BERNARD MOTEURS (2)  
achetées à Ouagadougou en 1983  
prix : 215 000 FCFA chacune  
carburant : essence

En plus de ces deux pompes achetées en 1983, le groupement possède une motopompe chinoise, reçue au titre de lauréat du 1er Prix d'agriculture de la Foire de Koudougou de 1984.

fréquence du pompage : 6 jours par semaine  
durée journalière du pompage : 9 h/j  
consommation journalière de carburant : 10 l/j  
consommation totale de carburant : 1 020 l  
prix du carburant : 278 FCFA/l par récipient de 50 l  
coût du carburant : 283 600 FCFA  
coût par hectare du carburant : 189 000 FCFA  
coût du m<sup>3</sup> pompé : 16.6 FCFA/m<sup>3</sup>

L'eau est tirée de 3 puits profonds de 6 m répartis dans la parcelle. En Octobre, l'eau affleure presque à la surface. Les puits se réalimentent alors très vite, et jusqu'en Janvier ils ne se vident jamais malgré les pompages. A partir de Février, on vide un puits en 3 heures de pompage. A notre passage, le niveau statique se situait entre 2.5 et 3 m.

Chaque pompe est utilisée deux fois par semaine. Elles sont bien entretenues et n'ont jamais subi aucune panne en 4 ans d'activité.

### PRODUCTION

15 Octobre-Janvier : pommes de terre  
Janvier-Avril : choux, tomates, oignons  
Hivernage : mil, maïs

Les semences de pommes de terre sont fournies par l'UCOBAM, les autres par CERAGRI à Ouagadougou, l'engrais par l'ORD de Koudougou. On utilise le même engrais que pour les cultures pluviales, l'urée et l'engrais coton. Le groupement est affilié à l'URCAMAKO (Koudougou), membre de l'UCOBAM.

## FICHE DE TERRAIN N°16

### PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Pibaore (Kaya, Burkina Faso) visite le 11 Mai 1987

Un groupement de 60 membres exploite un périmètre de 2.5 hectares au bord de la retenue proche du village. La cotisation annuelle s'élève à 6 000 FCFA pour une parcelle, soit environ 400 m<sup>2</sup>. Les agriculteurs pratiquaient le maraîchage depuis 1980 mais n'ont créé le groupement qu'en 1982.

### POMPAGE

pompes : BERNARD MOTEURS 471/015  
achetées à l'ORD en 1982  
prix : les 4 pour 500 000 FCFA  
carburant : essence

En 1982, devant les facilités proposées par l'ORD, les maraîchers ont décidé de former un groupement et on ainsi pu acheter les 4 pompes, alors qu'avant ils tiraient l'eau à la main.

Deux pompes seulement sont utilisées, les deux autres pouvant venir en secours si nécessaire. Aucune panne n'a été à déplorer avant la 4e année d'activité, mais depuis, pistons, segments et bielles ont dû être changés. L'ensemble des pannes a coûté 130 000 FCFA. Par contre, les immobilisations des motopompes n'ont jamais duré plus de 2 jours, pendant lesquels on utilisait celles de secours.

A notre passage, deux pompes étaient en panne. Les pièces détachées sont de plus en plus difficiles à trouver à Ouagadougou pour les pompes BERNARD.

fréquence des arrosages : toutes les semaines  
durée d'un arrosage : 7j  
durée journalière de pompage : 9 h/j ( 6h-12h / 15h-18h )  
consommation journalière de carburant : 8.5 l/j  
consommation totale de carburant : 1 100 l  
prix du carburant : 325 FCFA/l  
coût du carburant : 357 500 FCFA  
coût par hectare du carburant : 143 000 FCFA  
coût du m<sup>3</sup> pompé : 12.4 FCFA/m<sup>3</sup>

Le coût annuel du carburant assez élevé est dû en partie au prix du carburant, dans ce village un peu enclavé où les commerçants ambulants sont les seuls fournisseurs, et à la longueur de la saison. Il arrive parfois que l'essence vienne à manquer, et les agriculteurs sont obligés de se déplacer à Kaya, à 42 km, pour en obtenir.

## FICHE DE TERRAIN N°17

### PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Keur Momar Sarr (Saint-louis, Sénégal)  
visite le 9 Avril 1987

Une exploitation privée sur une parcelle de 35 m de large, et qui s'allonge au fur et à mesure que le Lac de Guiers se retire au cours de la saison. La superficie varie donc de 2 100 à 3 800 m<sup>2</sup>.

### POMPAGE

pompe : éolienne placée sur la parcelle à titre expérimental depuis deux ans. Couplée à une pompe à main, elle tire l'eau d'un puits situé au bord du lac, dans la parcelle. La HMT ne dépasse pas 3.5 m. L'envergure du mouvement alternatif imprimé par l'éolienne est trop faible par rapport à celle nécessaire au fonctionnement correct de la pompe manuelle. L'exploitant utilise donc aussi une motopompe appartenant à un groupement de jeunes.

pompe : PEGSON 409CD, moteur LISTER 18.9 CV  
récupérée en 1982

L'eau est stockée dans un petit bassin en béton de 16 m<sup>3</sup>, puis on irrigue à l'arrosoir.

### PRODUCTION

Oignon, tomate, patate douce, salade, poivron.

### DIVERS

La parcelle est clôturée avec un grillage métallique.

FICHE DE TERRAIN N°19

PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Dagana (Sénégal) visite le 10 Avril 1987

Exploitation privée de 7 hectares où 6 personnes travaillent.

POMPAGE

pompe : CAPRARI moteur HATZ HD23

achetée en 1981

prix : 3 millions FCFA

carburant : gazole

ressource en eau : fleuve

HMT : 2.8 m

fréquence des arrosages : tous les jours

durée journalière d'un arrosage : 11 h/j

consommation journalière de carburant : 6 l/j (??)

PRODUCTION

Riz, oignon, maïs, tomate.

COMMERCIALISATION

La SNTI achète la récolte de tomates.

## FICHE DE TERRAIN N°21

### PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Méri (Podor, Sénégal) visite le 11 Avril 1987

Un groupement de plus de 370 membres cultive un périmètre de 1 hectare depuis 1981.

#### POMPAGE

pompe : JEUMONT SCHNEIDER, moteur DEUTZ MAG MEN40/200 achetée en 1984

carburant : gazole

prix : 950 000 FCFA. Le groupement en a payé 350 000 FCFA en vendant une petite pompe à moteur BERNARD que leur avait laissée un américain, l'AFVP 400 000 FCFA et la CIMADE 200 000 FCFA.

La pompe n'a été utilisée que pendant la première campagne, et depuis elle est gardée dans une remise. A cause de la poussière et du manque d'entretien, il n'est même pas sûr qu'elle puisse encore servir. Deux raisons invoquées : d'une part les tuyaux fuient, la clôture et le bassin sont en mauvais état, et l'argent nécessaire n'est pas disponible, d'autre part le travail nécessaire sur les champs de décrues ne leur laisse pas le temps de s'occuper correctement de leur parcelle maraîchère.

fréquence des arrosages : tous les jours

durée journalière de pompage : 7 h/j

prix du carburant : 220 FCFA/l

Une panne a nécessité le changement d'une manivelle. Un forgeron installé à 30 km leur en a fourni une d'occasion. La pompe n'a été immobilisée qu'une journée.

#### PRODUCTION

Chou surtout, carotte, oignon.

#### COMMERCIALISATION

La récolte est vendue dans les villages alentours, jusqu'à 30 km et même jusqu'à 100 km. Le transport coûte cher, et les prix varient beaucoup. Ainsi un chou peut valoir de 150 FCFA à moins de 30 FCFA. Ils considèrent que le maraîchage n'est pas aussi rémunérateur que le riz pour lequel ils obtiennent des rendements de 5 tonnes à l'hectare. Leurs champs de riz couvrent 74 hectares au total.

Toutefois, en raison du caractère un peu risqué et aléatoire des cultures de décrue, les jardins ne sont pas abandonnés même si on ne les cultive pas pour l'instant.

FICHE DE TERRAIN N° 23

PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Tikite (Podor, Sénégal) visite le 11 Avril 1987

Un groupement maraîcher villageois, créé en 1986, exploite cette parcelle de 2 800 m<sup>2</sup>.

POMPAGE

pompe : NOVATTI S1P65A moteur LISTER LT1A023

Don de l'UNICEF en 1986

HMT : 9.5 m

L'eau est pompée du fleuve à un bassin de 1.4 m<sup>3</sup>.

PRODUCTION

Chou, oignon

DIVERS

De gros problèmes politiques internes entravent le fonctionnement normal du groupement, ce qui se traduit concrètement par une tenue médiocre du périmètre.

## FICHE DE TERRAIN N°25

### PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Matam (Sénégal) visite le 12 Avril 1987

Exploitation privée. Le chef de famille, ancien travailleur émigré en France, a ramené à son retour en Avril 1986 une motopompe. Il cultive depuis un jardin de 1 500 m<sup>2</sup> situé à plusieurs kilomètres de la ville.

### POMPAGE

pompe : KUBOTA KGP30

achetée en France en 1986

prix : 350 000 FCFA

carburant : essence

HMT : < 10 m

fréquence des arrosages : un par semaine

durée d'un arrosage : 2 h

consommation hebdomadaire de carburant : 4 l/arrosage

consommation de carburant : 80 l

prix du carburant : 350 FCFA/l

coût du carburant : 28 000 FCFA

coût par hectare du carburant : 187 000 FCFA

coût du m<sup>3</sup> pompé : 17.6 FCFA/m<sup>3</sup>

L'essence est achetée à Matam par bidons de 10 l.

### PRODUCTION

Oignon, piment, manioc, salade.

## FICHE DE TERRAIN N°27

### PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Thiédème (Pout, Sénégal) visite le 14 Avril 1987

Exploitation privée.

### POMPAGE

pompe : MINARELLI GM50  
achetée en 1987 à CECI à crédit  
carburant : mélange 3 %  
prix : 185 400 FCFA HT dont :  
pompe 145 200 FCFA  
crépine 15 800 FCFA  
embouts 40 à 50 7 500 FCFA  
manchons 1 600 FCFA  
colliers et téflons 1 300 FCFA  
tuyau bergaspir 14 000 FCFA

Pour un hectare :

fréquence des arrosages : tous les jours  
durée journalière de pompage : 3 à 4 h/j  
consommation journalière de carburant : 8 l/j  
consommation totale de carburant : 640 l  
prix du carburant : 160 FCFA/l (!!!!!)  
coût du pompage : 102 400 FCFA  
coût du m<sup>3</sup> pompé : 15.3 FCFA/m<sup>3</sup>

Le prix exceptionnellement bas du carburant est dû à la proximité des ports de pêche. Les pêcheurs obtiennent le mélange à un prix subventionné, ce dont profite également toute la population alentour.

Cette pompe a été achetée à crédit à l'ONG Canadienne CECI dans le cadre d'un petit projet régional de développement. Dans les villages concernés, l'animateur de CECI regroupe des interlocuteurs, souvent des notables en une sorte de conseil informel. Ce conseil désigne 3 agriculteurs qui recevront chacun une motopompe à crédit. Ils rembourseront en 3 ou 4 versements selon un calendrier précis s'étalant sur 6 mois.

Après 4 mois, pour chaque motopompe correctement remboursée, une autre est vendue à un agriculteur à nouveau désigné par le conseil, dans les mêmes conditions de crédit. Ainsi le groupe fait pression sur le bénéficiaire pour qu'il paie à temps les versements intermédiaires afin que d'autres puissent bénéficier des mêmes avantages.

Pour les 21 motopompes fournies au début de la saison, chacun des deux premiers versements a été effectué correctement. Le faible poids de cette pompe permet aux usagers de la ramener chaque soir chez eux.

## FICHE DE TERRAIN N° 28

### PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Thiédème (Pout, Sénégal) visite le 14 Avril 1987

Exploitation privée.

### POMPAGE

pompe : YAMAHA YP20G  
achetée à Dakar en 1982  
prix : 235 000 FCFA  
carburant : essence

En 4 ans d'activité, une grosse panne et trois petites sont survenues. Chaque panne n'a immobilisé la pompe que pendant 2 jours, car Peyrissac a toujours pu fournir la pièce de rechange. Les réparations ont été effectuées par un mécanicien de Kayar. La grosse panne a nécessité de changer le carburateur. Neuf, il valait 31 000 FCFA, mais le mécanicien en a trouvé un d'occasion pour 13 500 FCFA.

fréquence des arrosages : tous les jours  
durée journalière d'un arrosage : 9 h dont des interruptions  
consommation journalière de carburant : 4.5 l/j  
consommation totale de carburant : 360 l  
prix du carburant : 350 FCFA/l  
coût du carburant : 126 000 FCFA

## COMMERCIALISATION

Une partie de la production est vendue sur le marché de Kayar, où les prix sont souvent intéressants. A titre d'exemple, la CNCAS achète la pomme de terre à 135 FCFA/kg, alors qu'au marché on peut la vendre entre 150 et 175 FCFA/kg.

Le bénéfice annuel qu'on peut espérer sur une telle parcelle, ramené à l'hectare, varie entre 600 000 et 1 000 000 FCFA. L'an dernier le bénéfice net atteint 900 000 FCFA, soit, à l'hectare, 1 800 000 FCFA.

---

## FICHE DE TERRAIN N°30

### PRESENTATION DU SITE

Lieu M'Boro (Sénégal) visite le 15 Avril 1987

Exploitation familiale.

### PUITS

Construit avec 12 buses de 50 cm de large.

Diamètre : 1.6 m

profondeur : 6 m

niveau statique : 3 m

coût : 200 000 FCFA dont 65 000 FCFA en main d'oeuvre

Dans chaque buse, une vingtaine de trous de 1 cm de diamètre ont été percés afin de permettre un bonne réalimentation du puits. Celle-ci s'effectue à la vitesse de 6 m<sup>3</sup> en 20 mn, soit....18 m<sup>3</sup>/h!

## FICHE DE TERRAIN N° 32

### PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : Khondio (M'Boro, Sénégal) visite le 15 Avril 1987

Exploitation familiale de 7 000 m<sup>2</sup> sur laquelle travaillent 6 personnes. Sur la parcelle, un puits profond de 6 m, coûtant environ 100 000 FCFA, et 3 bassins de 1.2 m<sup>3</sup> chacun.

### POMPAGE

pompe : MINARELLI GM50  
achetée à crédit en 1987 à CECI  
prix : 185 400 FCFA  
carburant : mélange 3 %

débit d'usage : 6 à 8 m<sup>3</sup>/h  
HMT : < 7 m  
fréquence des arrosages : tous les jours  
consommation journalière de carburant : 2 l/j  
consommation totale de carburant : 220 l  
prix du carburant : 355 FCFA/l  
coût du carburant : 78 100 FCFA  
coût par hectare du carburant : 111 600 FCFA  
coût du m<sup>3</sup> pompé : 12.8 FCFA/m<sup>3</sup>

### PRODUCTION

Novembre-Janvier : chou, carotte  
Février-Avril : oignon, pomme de terre  
Mai-pluies : tomate, piment

### COMMERCIALISATION

Le prix des oignons varie de 10 à 150 FCFA/kg en quelques semaines. La récolte de carottes a atteint 25 tonnes, soit une valeur de 59 500 FCFA.

Pour la dernière campagne, le bénéfice final s'est élevé à 350 000 FCFA, soit 500 000 FCFA par hectare.

FICHE DE TERRAIN N°33

PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Lieu : M'Boro (Sénégal) visite le 15 Avril 1987

Exploitation privée de plus de 6 hectares, avec réseau enterré

POMPAGE

pompe : JEUMONT SCHNEIDER 50F1L

achetée à Dakar en 1985

prix : 75 000 FCFA

alimenté sur secteur

Ce prix très bas de la pompe est dû au peu d'engouement des clients pour ce type de matériel. Très satisfait de son investissement, l'exploitant en a racheté une autre.

pompe : GUINARD GMI6T

achetée d'occasion en Janvier 1987

prix : 150 000 FCFA

alimentée sur secteur

En début de saison, on utilise la pompe 24h/24, puis environ 18 à 20 h/j. La consommation électrique des deux pompes coûte, pour 6 mois, 120 000 FCFA.

Le tabac est une vieille culture locale, destinée à la consommation autochtone, la chique. L'oignon et la tomate sont aussi cultivés depuis des décennies.

D'une façon générale, la production souffre d'un manque d'organisation de la fourniture de semences et les conditions somme toute peu favorables impliquent des rendements assez faibles. Cas extrême, les pommes de terre prégermées sont importées chaque année de France et de Hollande. Par contre on atteint parfois des rendements excellents de l'ordre de 80 tonnes à l'hectare.

La récolte maraîchère de Mars entre en concurrence avec le battage et la récolte du riz effectués à la même période sur les périmètres aménagés par l'Office du Niger.

#### COMMERCIALISATION

La production est vendue sur les marchés de Ségou (100 000 habitants) ou de Niono (40 000 habitants), ou sur les petits marchés locaux. Mais la trop forte activité maraîchère de la région rend de plus en plus difficile l'écoulement des produits. Conséquence habituelle, les prix chutent fortement au moment de la récolte. Ainsi l'échalotte se vend couramment à 70 FCFA/kg, et la tomate à 200 FCFA les 15 kg.

En fait les commerçants en gros fixent les prix d'achat au producteur et s'assurent une marge bénéficiaire confortable. En particulier ils achètent à bas prix l'oignon Dogon à Ségou et le transportent à Bamako ou en Côte d'Ivoire par camions de 30 tonnes, de même que, dans une moindre mesure, la tomate, l'oignon et le piment.

#### DIVERS

La divagation des animaux provoque des pertes importantes. La prise de conscience de ce problème commence à déboucher sur l'installation de clôtures.

Les exploitants achètent peu d'engrais. Ils font leur compost eux-mêmes avec du mil, des excréments et de l'eau. Ils apportent beaucoup de matière organique à leur terre.

#### COMMERCIALISATION

C'est le problème primordial du maraîchage dans la région. Les agriculteurs ont tendance à vendre surtout sur le marché local et en partie à Mopti. Seul l'oignon Dogon est vendu en dehors de la région et même du Mali. Son prix en Mars ne dépasse pas 75 FCFA/kg. Tout le monde récolte au même moment, ce qui provoque des variations de prix très fortes. En Septembre, sèché, il peut atteindre localement 500 FCFA/kg, et jusqu'à 1 500 FCFA/kg à Bamako. Mais les techniques de conservation sont encore peu répandues parmi les exploitants. En Mai ou Juin on ne trouve rien sur le marché local.

Les bas prix d'achat au producteur pratiqués sont imposés par les négociants en gros. Ceux-ci viennent se fournir sur place pour revendre les produits ailleurs au Mali ou parfois à l'étranger. Très solidaires entre eux, ils peuvent tous refuser d'acheter au-delà d'un prix limite qu'ils fixent eux-mêmes.

La meilleure solution pour les paysans est de se regrouper pour organiser eux-mêmes leur propre système de commercialisation hors de la région, mais un obstacle majeur s'y oppose : ils ne sont pas introduits à Bamako, et les négociants pourraient faire pression sur leurs partenaires éventuels.

La solution actuellement à l'étude est l'affiliation à l'Union des Coopératives des Planteurs et Maraîchers de Bamako. L'affiliation coûte 150 000 FCFA, ce qui incite à réfléchir, mais l'écoulement de la production serait alors assuré, au moins en théorie, et on pourrait envisager des échanges de produits avec d'autres coopératives.

Les services locaux chargés de l'animation de secteur maraîcher estiment le revenu à 100 à 125 000 FCFA pour un exploitant sur une parcelle de 500 m<sup>2</sup>.

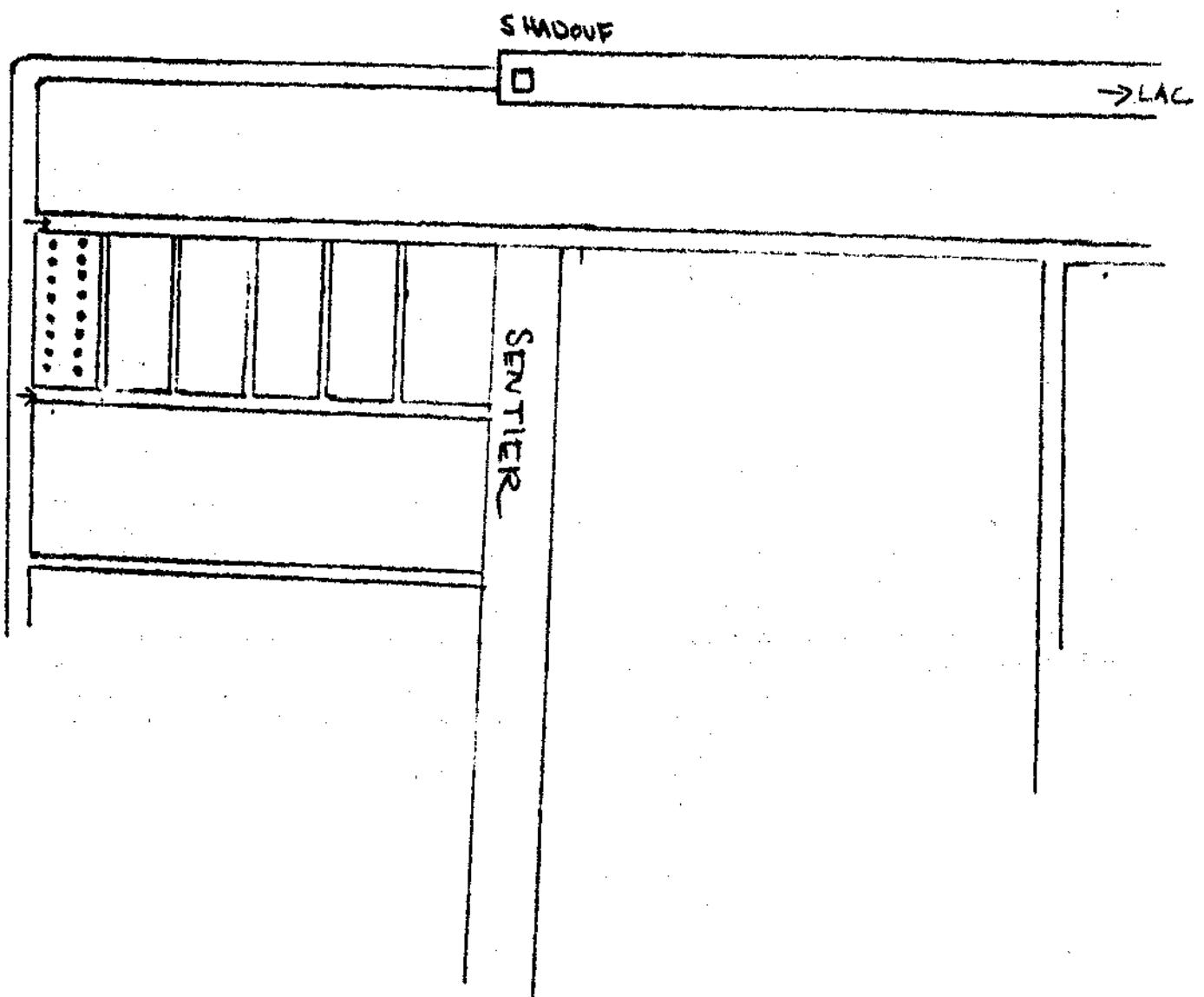


Figure IX :  
Schéma de la parcelle de Ndioumoufia, Sénég., 1977.

## FICHE DE TERRAIN N° 37

### PRESENTATION DU SITE

Lieu : Guidimouni (Zinder, Niger) visite le 3 Mars 1987

1000 familles exploitent les 200 hectares irrigués, chacune disposant de 10 à 30 parcelles de 100 m<sup>2</sup> environ. Lors de la dernière sécheresse, 6 000 personnes supplémentaires sont venues provisoirement cultiver des terres sur la zone, surtout des Touaregs de Tanout ou Agadez, et sont reparties après une saison. La gestion du périmètre est traditionnellement assurée par les anciens du village.

### IRRIGATION

La ressource en eau est une résurgence de nappe qui permet de pratiquer le maraîchage depuis des décennies. Même aux pires moments de sécheresse, la source débitait l'eau suffisante à la culture et à l'approvisionnement des populations. Les périmètres s'étendent sur 4 km de long et 400 à 600 m de large suivant les endroits, l'eau y étant acheminée par canaux creusés à la main au fur et à mesure que les terres ainsi cultivées s'étendaient. Deux sources alimentent l'ensemble des parcelles, l'une tout à fait à l'amont, l'autre au milieu de cette bande que constitue le périmètre.

Pour l'instant aucun moyen d'exhaure n'est nécessaire, mais les habitants du village commencent à penser à s'en procurer un pour pouvoir exploiter les terres en amont de la source la plus haute ou sur les coteaux proches. Les cultures pluviales sont pratiquées sur d'autres terres, car la pérennité de la source permet de pratiquer les cultures de contre-saison toute l'année.

### PRODUCTION

Chou, oseille, carotte, salade, aubergine locale, tomate, patate douce, courge, oignon, pomme de terre, maïs, canne à sucre, manioc, blé, manguiers, bananier, goyavier, citronnier, oranger,..

### COMMERCIALISATION

Sans doute en raison de l'incroyable abondance que leur procure les conditions naturelles, les habitants du village continuent de commercialiser leur production toujours comme leurs parents : ce sont les femmes qui vendent sur les marchés des villages voisins. Si quelques commerçants en gros viennent leur acheter une partie de leur récolte pour la revendre à Zinder à 50 km de là, eux-mêmes ne prennent pas l'initiative d'acheter ou louer un camion pour aller écouler leurs produits sur le marché de la préfecture, bien plus rémunératrice, sans doute à cause de querelles politiques internes au village. Une partie de la récolte, invendue à cause des faiblesses des méthodes de distribution, pourrit sur place.

## FICHE DE TERRAIN N°39

### PRESENTATION DU SITE

Lieu : Bourzanga (Kongoussi, Burkina Faso)  
visite le 12 Mars 1987

Une pompe photovoltaïque de surface a été installée au bord du lac de Bourzanga, sur financement FAC/AFME, prévue pour irriguer 8 hectares cultivés en haricot vert. La station de prise d'eau est située au bout d'un chenal d'accès à la partie basse du barrage.

pompe : KSB 65/125GM

moteur : LEROY-SOMER CF1600L7

cellules BPX47C. 8 200 Wc

Initialement, lors de la mise en route de la station le 21 Mars 1984, on avait installé un moteur BROT à refroidissement par eau, qui n'a pas tenu un mois, car les eaux du lac sont très chargées. On l'a alors remplacé par la pompe actuelle à refroidissement par air.

Actuellement, l'installation ne fonctionne toujours pas. Le coût de l'ensemble est ventilé comme suit :

pompe & générateur	65 310 000 FCFA
génie civil	2 000 000 FCFA
réseau d'irrigation	2 775 000 FCFA
<hr/>	
total	70 085 000 FCFA

L'installation, ne fonctionnant toujours pas, est bien connue dans la région, jusqu'à Kongoussi où elle provoque et alimente une grande méfiance à l'égard du pompage solaire.

Par ailleurs l'ensablement du lac a provoqué des inondations prolongées qui ont entraîné des difficultés pour les cultures, retardant voire empêchant leur démarrage.

## FICHE DE RENSEIGNEMENT N°41

### PRESENTATION DU SITE

Lieu : Pete (Podor, Sénégal) visite le 11 Avril 1987

Hydraulique villageoise

### POMPAGE

pompe : GRUNDFOS

installée en 1986

cadeau de l'AICF

pompe photovoltaïque 2.4 kWc, 35 panneaux PHOTOWATT

prix : 17 millions en 1982

La première pompe installée fut une pompe expérimentale de PHOTOWATT. Son fonctionnement défectueux a amené l'AICF à la faire remplacer par une pompe GRUNDFOS après deux ans. Quelques cellules s'abîment. On n'avait pas installé des biverres, mais juste une couche plastique, ce qui a permis la formation de poches d'air.

L'installation compte deux onduleurs et deux moteurs, l'un permanent, l'autre ne fonctionnant que lorsque le premier atteint un seuil limite. Le débit théorique de chaque pompe est de 40 m<sup>3</sup>/j, soit 80 m<sup>3</sup>/j au total, mais on atteint rarement 75 m<sup>3</sup>/j dans la réalité. De même, le débit instantané maximum enregistré est de 11 m<sup>3</sup>/h.

Le niveau dynamique est à 18 m de profondeur, et la pompe à 20 m. La HMT, comprenant le refoulement dans le château d'eau, avoisine 25 m. Le débit nominal du forage est de 14 m<sup>3</sup>/h, mesuré en 1972. Avant 1982, une pompe diesel assurait l'alimentation en eau mais la trop grande fréquence de pannes subies n'était pas satisfaisante.

Maintenant, lorsque la pompe est arrêtée en fin de journée, les femmes tirent en plus de l'eau à la main. Le château d'eau, de 50 m<sup>3</sup>, a été offert par Caritas, son coût élevé, proche de 2 millions FCFA, étant hors de portée du village.

### UTILISATION

L'eau ainsi pompée a trois destinations, l'alimentation en eau de la population, l'abreuvement du bétail, et l'irrigation de petits périmètres maraîchers d'une surface totale de 2 600 m<sup>2</sup> où on cultive des choux, des oignons et du piment, et de quelques arbres fruitiers.

FICHE DE TERRAIN N°42

Lieu : Saguia (Niamey, Niger) visite le 28 Février 1987

Installation solaire de pompage pour l'hydraulique villageoise et un peu pour le maraîchage, offerte par l'UGAN, Union des Groupes d'Assurance du Niger.

pompe : GRUNDFOS SP (1985)

panneaux PHOTOWATT. 1 400 Wc

installée par STRUCTOR et BRGM en 1985

prix : 12 000 000 FCFA

HMT : 18 m

débit journalier : 60 m<sup>3</sup>/j

L'utilisation principale est l'approvisionnement des populations en eau potable, mais une partie sert aussi à irriguer environ 1 500 m<sup>2</sup> de terre cultivés en choux, tomates, oignons.

Un des 35 panneaux a été brisé par un choc, vraisemblablement un jet de pierre par un enfant. Les panneaux sont nettoyés par le gardien à l'aide d'un chiffon mouillé au bout d'un manche en bois.

**ANNEXE II :**

**FICHES DE POMPE**

### FICHE DE POMPE N°1

type : HONDA WB20X  
 carburant : essence  
 P max : 3.5 cv à 3 600 tr/mn  
 poids : 20 kg

HMT max : 32 m  
 H aspiration max : 8 m  
 Q max : 30 m<sup>3</sup>/h  
 Q à HMT=10 m : 27 m<sup>3</sup>/h

#### SENEGAL

fournisseur : SENAUTO  
 prix : 185 000 FCFA HT  
 vendue depuis : 2 ans  
 ventes/an : 35 (estim.)  
 stock : 22

### FICHE DE POMPE N°2

type : HONDA WB30X  
 carburant : essence  
 P max : 5 cv à 3 600 tr/mn  
 poids : 24 kg

HMT max : 28 m  
 H aspiration max : 8 m  
 Q max : 30 m<sup>3</sup>/h  
 Q à HMT=10 m : 47 m<sup>3</sup>/h

	SENEGAL	MALI	NIGER	BURKINA FASO
fournisseur	SENAUTO	Ets AZAR	Nigéria	DIAFA
prix (FCFA)	210 000 HT	242 000 TTC	180 000	213 000 TTC
vendue depuis	3 ans	6 mois		18 mois
ventes/an	25 (estim.)	7		100
stock	15	3		30

### FICHE DE POMPE N°3

type : YAMAHA YP20GN  
 carburant : essence  
 poids : 23 kg

HMT max : 28 m  
 H aspiration max : 7 m  
 Q max : 33 m<sup>3</sup>/h  
 Q à HMT=10 m : 27 m<sup>3</sup>/h

	SENEGAL	NIGER	BURKINA FASO
fournisseur	PEYRISSAC	Nigéria	CICA
prix (FCFA)	283 500 TTC	85 000	195 000 TTC
vendue depuis	2 ans		5 ans
vente/an	180 à 200		30
stock	54		

FICHE DE POMPE N° 7

type : BERNARD 417/203  
 carburant : essence  
 poids : 39 kg

HMT max : 33 m  
 Q max : 34 m<sup>3</sup>/h  
 Q à HMT=10 m : 30 m<sup>3</sup>/h

SENEGAL

fournisseur SIEMI  
 prix (FCFA) 437 500 HT / 625 000 TTC  
 vendue depuis 5 ans  
 ventes/an < 5

FICHE DE POMPE N° 8

type : YANMAR 501D  
 carburant : essence  
 Q max : 31 m<sup>3</sup>/h

HMT max : 32 m  
 H aspiration max : 8.5 m

	SENEGAL	NIGER	BURKINA FASO
fournisseur	STRUCTOR	STRUCTOR	STRUCTOR
prix (FCFA)	225 000 TTC	117 857 TTC	110 000 TTC 130 000 (Mai 87)
vendue depuis	3 mois	1 an	5 ans
vente/an	20	4	50
stock	5	26	15

FICHE DE POMPE N° 9

type : YANMAR 801D  
 carburant : essence  
 Q max : 60 m<sup>3</sup>/h

HMT max : 38 m  
 H aspiration max : 8.5 m

BURKINA FASO

fournisseur	STRUCTOR
prix (FCFA)	132 500 TTC (depuis Mai 87 : 160 000 TTC)
vendue depuis	5 ans
ventes/an	120
stock	55

FICHE DE POMPE N°13

type : HATZ HJ30-180	HMT max : 57 m
carburant : gazole	Q max : 25 m <sup>3</sup> /h
P max : 4.5 cv à 3 000 tr/mn	Q à HMT=10 m : 24 m <sup>3</sup> /h

MALI

fournisseur	DUPE
prix (FCFA)	775 000

FICHE DE POMPE N°14

type : LOMBARDINI "QUIÈTE"	HMT max : 32 m
carburant : gazole	
P max : 6 cv à 3 600 tr/mn	Q max : 43 m <sup>3</sup> /h
poids : 58 kg	Q à HMT=10 m : 38 m <sup>3</sup> /h

SENEGAL

MALI

fournisseur	SOSELF	SOMAFREC
prix (FCFA)	910 000 TTC	503 145
vendu depuis		7 ans
ventes/an		5 (estim.)

FICHE DE POMPE N°15

type : LOMBARDINI "ALICE"	HMT max : 25 m
carburant : mélange	Q max : 8 m <sup>3</sup> /h
poids : 8 kg	Q à HMT=10 m : 7.2 m <sup>3</sup> /h

SENEGAL

RECHERCHÉ PAR LE GOUVERNEMENT

fournisseur	SOSELF	"ALICE" LOMBARDINI
prix (FCFA)	180 000	m <sup>3</sup> /h

FICHE DE POMPE N°19

type : FIAT (FLYGT) TH 6-48

SENEGAL

fournisseur SENEMATEL  
prix (FCFA) 325 000  
vendue depuis 2 ans  
ventes/an 7  
stock 2

---

**ANNEXE III :**

**BIBLIOGRAPHIE**

1. F.Auer : "Le pompage de l'eau par éolienne", Neue Energie Systeme, 1983.
2. J.P.Béjot : "Energies renouvelables et politiques énergétiques", Marchés Tropicaux (20/02/87), p.421/426.
3. P.Berthomé, M.Goueffon, H.Piaton : "Aménagements hydro-agricoles en zone soudano-sahélienne : leurs coûts, leurs résultats", CIEH, CEMAGREF, 1986.
4. J.Billerey : "L'entretien des pompes solaires photovoltaïques, un exemple : Mali Aqua Viva", Ministère du Développement Industriel et du Tourisme, République du Mali, 1986.
5. B.Chabot : "Le pompage photovoltaïque", AFME, 1986.
6. G.Comes : "Evaluation et amélioration de l'irrigation pratiquée au périmètre de Lossa (Niger)", ENGREF, GERDAT, 1984.
7. W.Dankoff : "Pumping water", Solar Age (February 1984), P.29/35.
8. A.Derrick, P.L.Fraenkel, B.McNelis, M.R.Starr, "Small scale solar water pumps - The state of the art", in Solar technology in the eighties. Solar world forum. International solar energy. Society congress 1981-08-23/Brighton, GBR/USA/FRA, 1982.
9. L.Desselas, T.M.Luc : "Modélisation des systèmes de cultures irriguées en zone Centre-Nord Sénégal", DGRST, GERDAT, ISRA, IRAT, 1984.
10. G.Ducarne : "L'irrigation par pompage solaire", CEMAGREF, BI n°297, 1982, p.67/89.
11. T.Fogelman : "Systèmes photovoltaïques pour les pays en développement", AFME, AMI, 1982.
12. O.Gilard : "Petits barrages en terre au Burkina Faso", CIEH, ENGREF, 1985.
13. J.P.Jacquin : "Les pompes solaires photovoltaïques", pompes Guinard.
14. Y.Lambert : "Pompage et énergie solaire", Revue Internationale d'Héliotechnique, 2e Semestre 1982, p.55/62.
15. P.D.Lessieur : "Considerazioni sulle pompe solari e loro applicazioni in regioni semi-desertiche", Condizionamento dell'Aria - Riscaldamento - Refrigerazione (6/80), p.456/464.
16. D.Lovejoy : "Technical note on comparative costs of solar, wind and diesel pumping at village sites in Nigeria and Somalia", Natural Resources Forum, 1985, p.77/80.

- AFME : Agence Française pour la maîtrise de l'Energie.
- AFVP : Association Française des Volontaires du Progrès.
- BNDA : Banque Nationale du Développement Agricole (Mali).
- CEMAGREF : Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (France).
- CCCE : Caisse Centrale de Coopération Economique.
- CERER : Centre d'Etudes et de Recherches en Energies Renouvelables (Dakar).
- CIEH : Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (Ouagadougou).
- CNCAS : Caisse Nationale du Crédit Agricole du Sénégal.
- DNHE : Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie.
- EIER : Ecole Inter-états des ingénieurs de l'équipement Rural (Ouagadougou).
- ENGREF : Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (France).
- ENI : Ecole Nationale d'Ingénieurs (Mali).
- ETP : Evapotranspiration Potentielle.
- FAC : Fonds d'Aide et de Coopération.
- FAO : Food and Agricultural Organization.
- FED : Fonds Européen pour le Développement.
- GMP : Groupe Motopompe.
- GTZ : Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (coopération allemande).
- HMT : Hauteur Manométrique Totale.
- MAV : Mali Aqua Viva.
- OFEDES : Office d'Exploitation des eaux du Sous-sol (Niger).
- ONAHA : Office National des Aménagements Hydro-Agricoles (Niger).
- ONG : Organisation Non Gouvernementale.
- ORD : Organisme Régional de Développement. Burkina Faso.
- PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement (sigle anglo-saxon : UNDP).
- PPNS : Programme de protection Nutrition et Santé.
- SAED : Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du fleuve Sénégal et des vallées des fleuves Sénégal et Falénié.
- UCOBAM : Union des Coopératives Burkinabé d'Agriculture et de Maraîchage.
- UNCPM : Union Nationale des Coopératives de Maraîchers et de Planteurs du Mali.
- USAID : United States Agency for International Development.
- VSN : Volontaire du Service National.

**ANNEXE IV :**

**LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS**