

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

INSTITUT DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES  
DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE

MEMOIRE DE MAITRISE

THEME : HYDRAULIQUE VILLAGEOISE ET PASTORALE  
DANS LE SAHEL BURKINABE

*Présenté et soutenu par : DIALLO Abdramane*

ANNEE : 1991

Sous la direction  
de Mr NEBIE Ousmane  
Maître Assistant

Université de Ouagadougou

AVANT PROPOS

Au terme de la rédaction de ce mémoire consacré au Sahel burkinabè, nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères à Mr ZUNINO Christian et à Mr NEBIE Ousmane pour leurs précieux conseils, leur sollicitude et leur esprit de coopération.

A tous ceux qui d'une façon ou d'une autre, nous ont apporté leur concours pour la réalisation de ce mémoire, nous exprimons notre profonde gratitude.

Enfin nous remercions LEGER Christophe, KY Jean Christophe ZOUNGRANA Luc et TOE Pierre et tout le personnel du B.R.G.M..

SOMMAIRE

	Pages
Avant propos.....	1
Sommaire.....	2
Liste des figures.....	6
Liste des tableaux.....	8
Liste des planches.....	9
<u>INTRODUCTION</u> .....	10
Ière Partie : <u>LES CONDITIONS PHYSIQUES ET HUMAINES</u> .....	12
Chapitre I : LES ASPECTS PHYSIQUES.....	13
A / Les conditions climatiques .....	13
1 - Les températures.....	13
2 - Le régime pluviométrique.....	15
3 - Le bilan hydrique.....	20
B / Les conditions hydrogéologiques .....	22
1 - Le modelé.....	22
a - Les dépressions.....	22
b - Les éminences.....	22
2 - Les sols.....	23
a - La pédogénèse.....	23
b - Les types de sols.....	23
3 - La structure géologique.....	27
a - La description et la répartition des formations géologiques.....	27
b - Les formations aquifères.....	30

C / Les ressources hydriques.....	31
1 - Les eaux de surface.....	31
a - Les rivières.....	31
b - Les mares.....	35
2 - Les eaux souterraines.....	37
a - L'alimentation des nappes souterraines.....	37
b - Les nappes d'eau souterraines.....	37
Chapitre II : LES ASPECTS SOCIO-ECONOMIQUES.....	41
A / Le milieu humain.....	41
B / L'eau et le développement socio-économique.....	49
2ème Partie : <u>LES PROGRAMMES D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE</u> <u>ET PASTORALE AU SAHEL BURKINABE</u> .....	52
Chapitre III : LES OBJECTIFS.....	53
A / L'amélioration des conditions de vie des populations rurales.....	53
B / La disponibilité et l'organisations des populations rurales.....	54
C / Les aspects socio-économiques.....	55
1 - Les conditions préalables à la réalisation d'un ouvrage hydraulique.....	55
a - La sensibilisation.....	55
b - La mobilisation des bénéficiaires des points d'eau.....	56
c - L'organisation des populations.....	56
2 - Le niveau de participation des populations.....	56
a - L'apport des populations.....	57
b - Les travaux spécifiques.....	57
3 - La gestion des points d'eau par les populations rurales.....	58
a - Les comités de gestion des points d'eau.....	58
b - Les attributions des comités de gestion des points d'eau.....	58

c - La maintenance des ouvrages hydrauliques.....	59
Chapitre IV : <b>LES METHODES DE RECONNAISSANCE ET DE CHOIX DES SITES.....</b>	60
A / Les méthodes de reconnaissance.....	60
1 - L'inventaire des points d'eau.....	60
2 - La télédétection.....	60
3 - La géophysique.....	62
4 - La prospection au radon.....	62
B / Les critères retenus pour le choix des sites.....	62
1 - Les critères socio-économiques.....	62
2 - La disponibilité de pâturages.....	63
3 - Les aspects techniques.....	64
a - Le puits.....	64
b - Le forage.....	67
c - Le forage-puits.....	73
d - La retenue d'eau.....	73
IIIème Partie : <b><u>LES RESULTATS ACQUIS, LES PROBLEMES ET LES PERSPECTIVES.....</u></b>	74
Chapitre V : <b>LES REALISATIONS .....</b>	75
A / L'inventaire des ouvrages hydrauliques.....	75
B / Le coût des ouvrages.....	80
C / La maintenance et l'entretien des moyens d'exhaure.....	81
1 - Les comités de gestion.....	81
2 - Les fonds de roulement.....	82
3 - L'état de la pompe et de la superstructure.....	82
4 - Les réparateurs de pompes.....	85

D / Les besoins en eau selon les populations et le cheptel.....	86
1 - Le taux de couverture des besoins humains.....	86
a - Les bases de calcul.....	86
b - Les résultats.....	88
c - Les prévisions pour 1990.....	91
2 - La couverture des besoins du bétail.....	93
a - Les bases de calcul.....	93
b - Les résultats.....	95
E / Les problèmes liés à l'hydraulique villageoise et pastorale.....	98
1 - Les difficultés sociologiques.....	98
2 - Les difficultés techniques et administratives...	100
Chapitre VI : LES PERSPECTIVES EN HYDRAULIQUE VILLAGEOISE ET PASTORALE DANS LE SAHEL BURKINABE.....	102
A / La fracturation hydraulique.....	102
B / La valorisation des excédents d'eau des forages.....	103
1 - L'alimentation en eau des gros villages.....	103
2 - Les petits périmètres irrigués et les stations pastorales simplifiées.....	106
a - Description.....	106
b - L'exploitation.....	106
C / L'hydraulique villageoise et pastorale à l'horizon 1990.....	109
<u>CONCLUSION GENERALE.....</u>	115
Liste des annexes.....	117
Les références bibliographiques.....	141

### Table des figures

Numéro	Titres	Pages
1.	La localisation de la zone d'étude.....	14
2.	Les températures et les précipitations de de Dori.....	15
3.	La comparaison des pluviosités de 1959-1978 à la moyenne de 1979-1988.....	17
4.	Pluviométrie de Dori : moyennes mensuelles de 1959-1988.....	19
5.	Diagramme ombro-thermique de la station de Dori : moyennes mensuelles de 1960-1987.....	19
6.	Station de Dori : bilan hydrique moyen 1958-1988.....	21
7.	La répartition des sols.....	24
8.	Esquisse hydrogéologique du Sahel burkinabè.....	28
9.	Le réseau hydrographique du Sahel burkinabè.....	32
10.	La production et les besoins céréaliers au Sahel burkinabè.....	42
11.	La proportion du Sahel au Burkina Faso.....	44
12.	Le couvert végétal du Sahel burkinabè.....	47
13.	Les gîtes aquifères dans les zones altérées et fracturées de granite.....	61
14.	Les gîtes aquifères dans trois situations typiques de grès quartzites.....	61
15.	Les gîtes aquifères dans deux situations typiques de Schistes cristallins.....	61
16.	La mobilisation de l'eau.....	65
17.	Le puits moderne à cuvelage en ciment armé.....	66
18.	Caractéristiques moyennes des forages.....	68
19.	Schéma d'une pompe "Abi".....	70
20.	Schéma d'une pompe "Vergnet".....	71
21.	Schéma d'une pompe "India mark II".....	72

22. La répartition des forages et des puits au Sahel burkinabè.....	77
23. La répartition par province des puits et forages du Sahel burkinabè.....	78
24. La maintenance des pompes "Abi".....	84
25. La couverture des besoins en points d'eau.....	90
26. Projection en hydraulique villageoise : horizon 1990.....	92
27. Le nombre de points d'eau à prévoir pour 1990.....	94
28. La localisation des postes d'eau autonomes et des points d'eau pastoraux au Sahel.....	111
29. Coupe schématique d'un forage avec contre-puits.....	120
30. Poste d'eau autonome.....	134
31. Schéma structural du périmètre de Katchari.....	135
32. Schéma de disposition de la tête du réseau de Katchari.....	136
33. Schéma du bassin de mise en charge de 30 m3 de Katchari.....	137



### Liste des tableaux

Numéro	Titres	Pages
I.	Les moyennes mensuelles de températures de 1960-1987.....	13
II.	Les moyennes de précipitations du Sahel de 1959-1988.....	15
III.	Les moyennes mensuelles de précipitations de Dori : 1959_1988.....	18
IV.	Les moyennes mensuelles de précipitations et de températures de Dori : 1960-1987.....	18
V.	Le bilan hydrique moyen de la station de Dori.....	20
VI.	La recharge théorique.....	39
VII.	Les résultats des campagnes agricoles et les bilans céréaliers de 1984 à 1989.....	43
VIII.	Les estimations du cheptel bovin et des petits ruminants.....	46
IX.	Eléments de comparaison des pompes "Abi", "Vergnet" et "India" ....	69
X.	Les puits et les forages en zone rurale sahélienne.....	76
XI.	La maintenance des pompes "Abi".....	83
XII.	Les besoins en points d'eau modernes selon les populations.....	87
XIII.	La couverture des besoins en nombre de points d'eau modernes.....	89
XIV.	Les points d'eau pastoraux.....	95
XV.	Les besoins en eau selon le cheptel en 1989 et 1990.....	96
XVI.	Les ressources et les besoins des villages enquêtés pour l'installation de postes d'eau autonomes.....	105
XVII.	Le nombre de villages à équiper en priorité d'un forage.....	110
XVIII.	Le bilan besoins-ressources après la première intervention.....	113
XIX.	(annexe I) Les résultats des campagnes agricoles et les bilans céréaliers 1976-1989 en tonnes.....	118
XX.	Eléments de comparaison entre Puits cimentés, forages et forages avec contre-puits.....	119
XXI.	(annexe V) Les points d'eau possibles pour abreuver le bétail.....	128
XXII.	(Annexe VI) Les forages soumis à la fracturation hydraulique.....	129

### Table des planches

Numéro	Titres	Pages
I-II	: Dunes vives.....	26
III	: Dunes couvertes.....	33
IV	: Le Béli (cours d'eau).....	33
V-VI	: Les mares d'Oursi et de Soum.....	36
VII-VIII	: Bétail en quête de fourrages et d'eau.....	45
IX	: Petits ruminants en quête de fourrages.....	48
X	: Couvert végétal asséché.....	48
XI-XII	: Paysages de ligneux et de plantes herbacées.....	50
XIII-XIV	: Exhaure de l'eau d'un puits traditionnel et d'un puits moderne.....	99
XV	: Préparation du périmètre irrigué de Katchari ( Dori ).....	107
XVI	: Mise en culture des parcelles du périmètre de Katchari.....	107
XVII	: Arrosage du périmètre de Katchari.....	108
XVIII	: Schéma du bassin de mise en charge de Katchari...	137

## INTRODUCTION

La grande sécheresse de 1973 a d'une façon générale, attiré l'attention de l'opinion internationale sur les problèmes des populations sahéliennes. Depuis lors, des programmes d'aide ont été élaborés pour contrecarrer les effets de la sécheresse, sauver les vies humaines et le cheptel menacés de famine. C'est dans ce cadre que les organisations intergouvernementales privées et les gouvernements ont accru leurs contributions pour le développement de l'hydraulique rurale. Cette période marque le véritable point de départ des programmes d'hydraulique villageoise dans le Sahel burkinabè. Cette partie du pays se caractérise en raison de sa situation septentrionale, par une pluviométrie très variable et souvent faible. Ainsi le problème de l'approvisionnement en eau se pose avec beaucoup d'acuité pour les populations rurales. Ce problème se complique davantage pendant la longue saison sèche qui dure 7 à 8 mois, d'octobre à mai. les populations sont alors obligées de parcourir de grandes distances à la recherche d'une eau vitale pour elles et leur bétail.

Des points d'eau avaient été créés bien avant l'indépendance pour faire face à cette situation. Cette tendance se poursuit de nos jours. Cependant avec la poussée démographique, le problème de l'approvisionnement en eau semble loin d'être résolu. C'est pourquoi, il est important de faire un état des réalisations afin de connaître le degré de satisfaction des besoins en eau.

Pour cela, nous avons fait une recherche bibliographique d'une part et des enquêtes de terrain d'autre part.

En ce qui concerne le premier point, nous avons visité les bibliothèques et les services techniques du B.R.G.M, du C.I.E.H., du C.I.L.S.S., des Ministères de l'Eau, de l'Agriculture et de l'Elevage et de la Question paysanne. Ces investigations nous ont permis de faire un premier état des points d'eau modernes du Sahel burkinabè et d'obtenir des renseignements sur le milieu physique et humain et les éléments qui conditionnent les ressources en eau.

Pour les enquêtes de terrain, nous avons retenu trois volets :

- la réhabilitation des points d'eau modernes,
- la maintenance des ouvrages hydrauliques,
- la création de postes d'eau autonomes.

Les deux premiers volets nous ont permis d'actualiser les données bibliographiques et de faire un état exact des points d'eau pour l'année 1989. Par ailleurs le second volet nous a donné une idée de la gestion des ouvrages hydrauliques par les populations bénéficiaires.

Le dernier volet qui concerne la valorisation des excédents d'eau des forages a porté sur une dizaine de villages de plus de 3 000 habitants pour ce qui est de l'alimentation en eau d'une part et un village moins peuplé pour l'aménagement agro-pastoral d'autre part.

Au terme de nos investigations, nous avons choisi de présenter le travail en trois parties :

- les conditions générales du milieu,
- les programmes d'hydraulique villageoise et pastorale au Sahel burkinabè,
- les résultats acquis, les problèmes et les perspectives.

PREMIERE PARTIE

**LES CONDITIONS PHYSIQUES  
ET HUMAINES**

Le Sahel burkinabè s'étend sur une superficie de 36 850 Km<sup>2</sup>, soit 13,5 % du territoire national. Il est situé entre les latitudes 13° nord et 15° nord (le méridien 0 passe par Dori), limité par le Mali au nord et à l'ouest et par le Niger à l'est. Il comprend trois provinces ; le Séno (13 450 Km<sup>2</sup>), le Soum (13 350 Km<sup>2</sup>) et l'Oudalan (10 050 Km<sup>2</sup>). Les chefs-lieux de ces provinces sont respectivement Dori, Djibo et Gorom-Gorom (figure 1).

## CHAPITRE I : LES ASPECTS PHYSIQUES

### A / Les conditions climatiques

Les conditions climatiques dépendent des variations de température, de précipitations et de l'évaporation. Le Sahel subit beaucoup plus les influences continentales que maritimes, en raison de sa situation géographique. Il est situé à plus de 1000 Km de la côte.

#### 1 - Les températures

Nous étudierons la station météorologique de Dori qui est la seule station synoptique du Sahel burkinabè, situé à 14°02 nord de latitude et 0°02 ouest de longitude, et dont les données couvrent une assez longue période : 1960 à 1987.

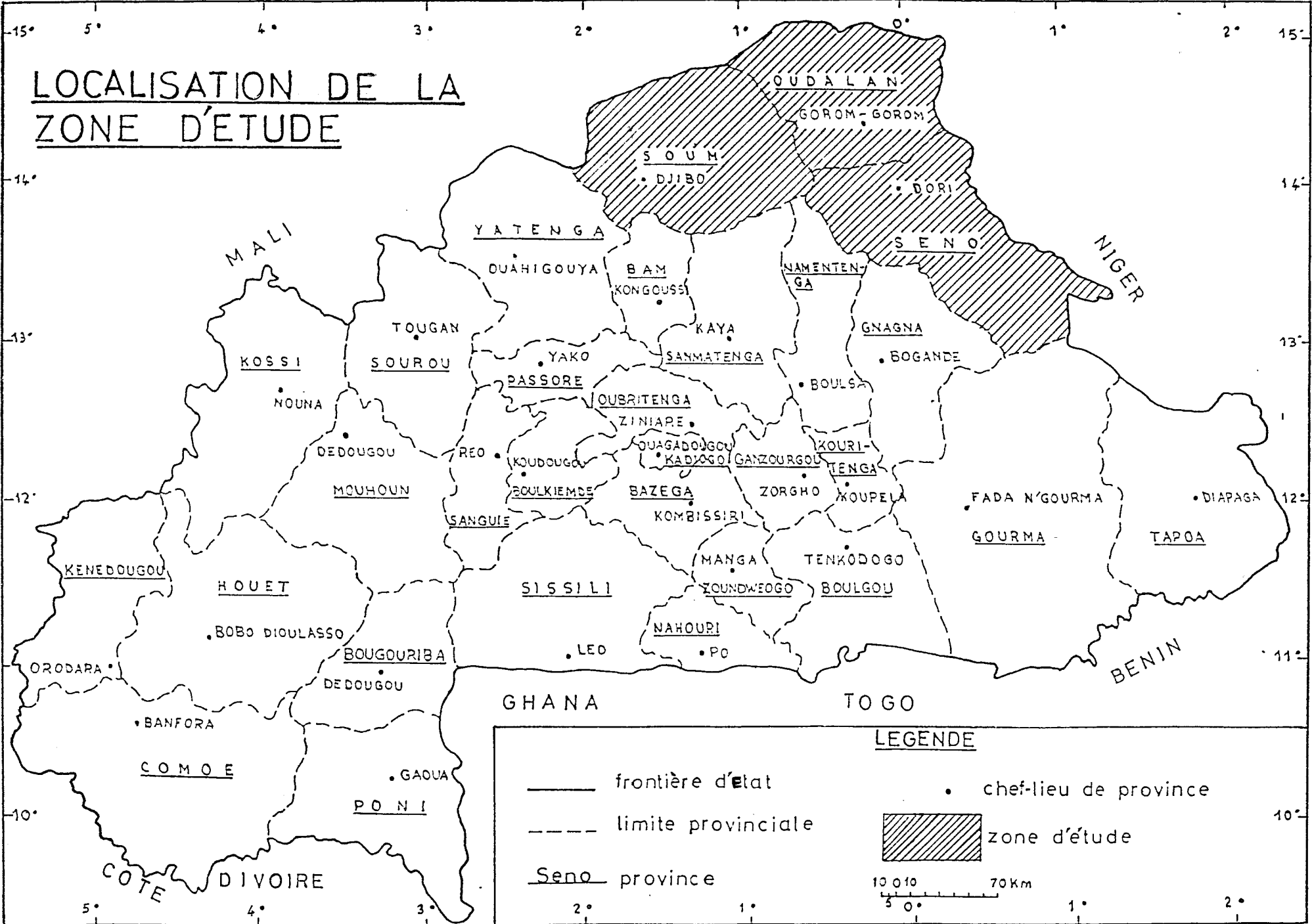
Tableau 1 - Les moyennes mensuelles de températures : 1960-87

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy
1960_87	23°4	26°4	30°	33°1	34°6	32°4	>28°7	27°7	29°8	29°9	>25°6	>23°1	>28°7
1961	23°2	24°	27°5	32°6	34°5	31°5	28°3	26°8	29°	30°1	25°7	22°4	27°9
1987	24°7	27°5	31°1	32°3	35°9	33°7	32°1	30°7	31°8	32°1	28°1	24°4	30°4

Source : Direction de la météorologie

Durant cette période, la moyenne annuelle la plus élevée des températures a été obtenue en 1987, tandis que la plus basse a été observée en 1961. En ce qui concerne la température journalière, la plus haute a été enregistrée en mai 1984 (47°2 C) et la plus basse en janvier 1962 (11°1 C).

# LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE



Les variations de température diurne et nocturne sont importantes ; elles peuvent être de l'ordre de 40 %. Sur la figure 2, les courbes de températures montrent deux maxima et deux minima. Le premier minimum de décembre à janvier, correspond à la période fraîche, de même que le second du mois d'août. Les deux maxima d'avril à juin et de septembre à octobre, sont les périodes les plus chaudes de l'année.

## 2 - Le régime pluviométrique

Les précipitations résultent de la remontée du Front Inter Tropicale (FIT). Les pluies sont de ce fait variables dans le temps et l'espace. Elles se concentrent au plus sur 3 à 4 mois correspondant à la période de passage de la mousson au Sahel.

Tableau 2 - Les moyennes de précipitations du Sahel de 1959 à 1988.

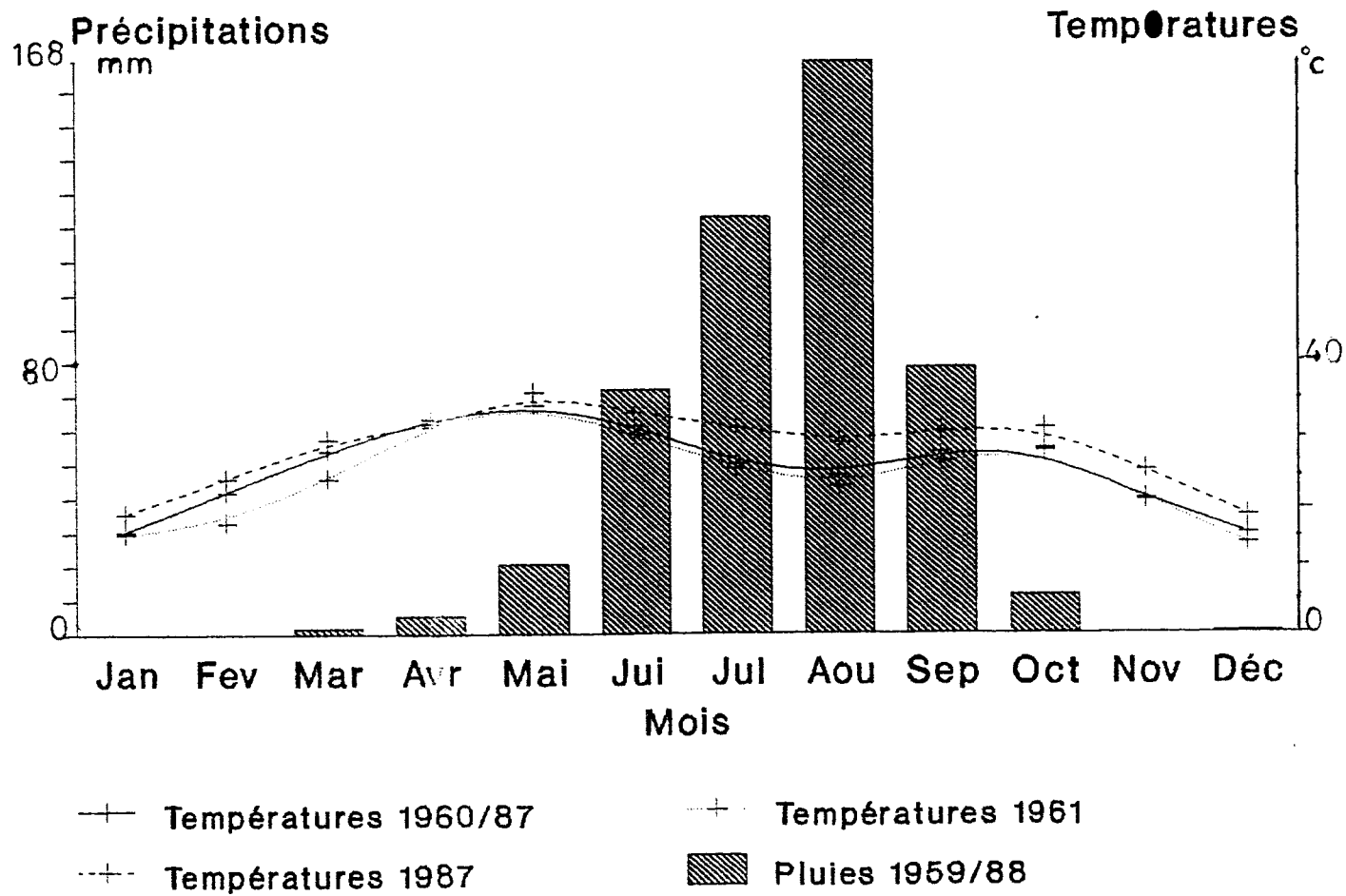
Pluies en mm	Aribinda	Djibo	Dori	Gorom-G.	Sebba
1959_1968	563,8	569,5	572,7	512,2	724,4
1969_1978	418,9	420,6	469,9	386,8	531,6
1979_1988	354,1	>305,1	405	292,6	463,1
1959_1988	445,4	442,3	482,6	397,2	572,9
1979	380,7	357	421	431,1	460
1980	293,4	-----	409	243,2	595,6
1981	411,7	457,5	408,5	269,6	421,6
1982	412,7	308,8	471,2	365,6	588,7
1983	280,3	322	356,4	220,2	299,1
1984	353,8	226,3	323,6	336	405,9
1985	375,8	174,7	471,6	274,8	567,6
1986	272,2	297,9	329,7	309,8	380,5
1987	279,1	296,7	259,1	149,4	270
1988	481	-----	599,4	326,2	637,1
1979_1988	354,1	>305,1	405	292,6	463,1

----- Données manquantes.

Source : Direction de la météorologie.

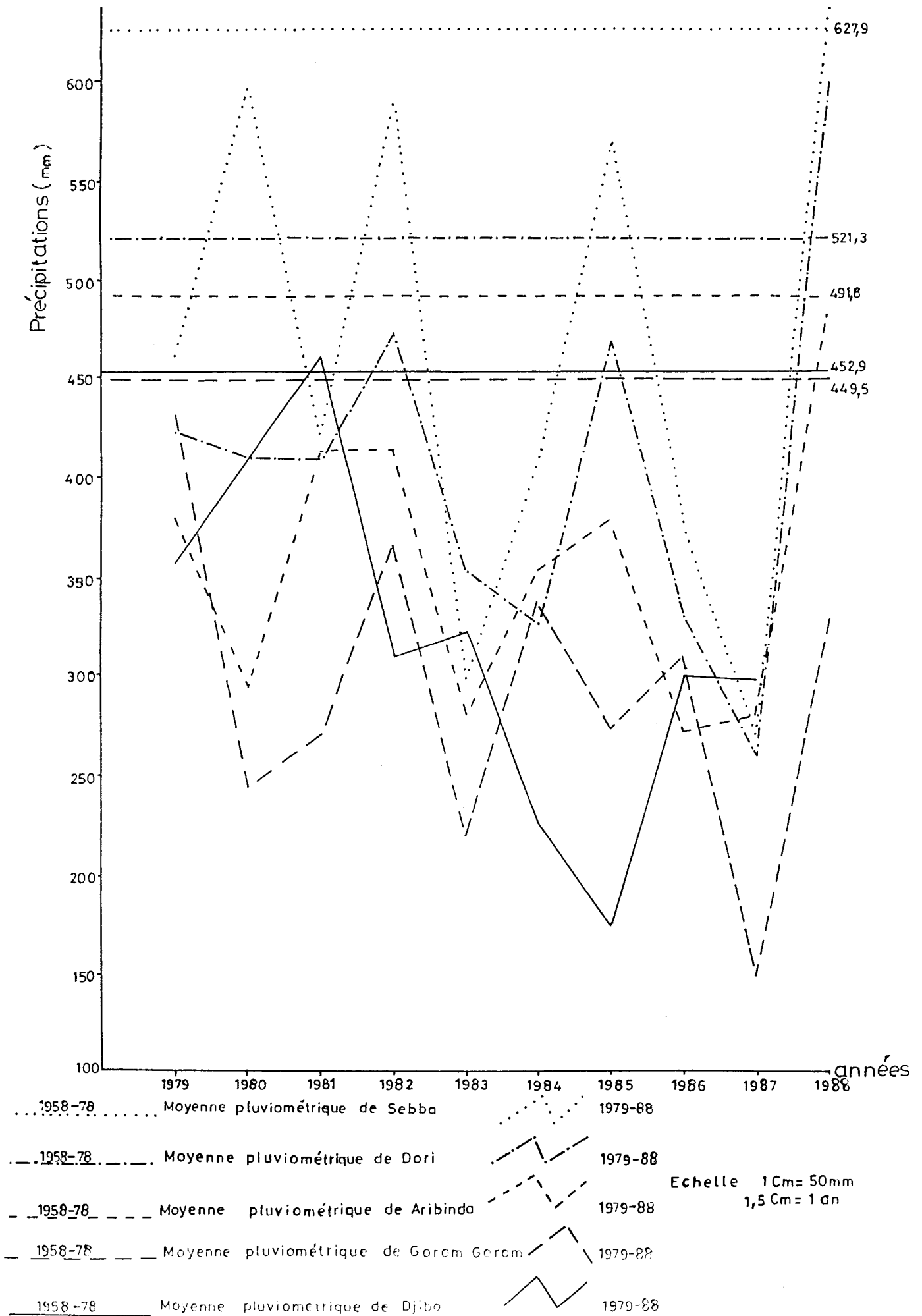


## FIG.2- TEMPERATURES ET PRECIPITATIONS DE DORI



Echelle 1 cm = 10 c  
1 cm = 20 mm

FIG 3 - COMPARAISON DES PLUVIOSITES DE 1959-1978 A LA MOYENNE 1979-1988



Dans cette zone, les précipitations sont irrégulières. Elles sont variables du sud (Sebba) vers le nord (Gorom-Gorom). Le poste pluviométrique de Sebba obtient les précipitations les plus importantes, 572 mm en moyenne sur 30 ans, alors que celui de Gorom-Gorom enregistre les moyennes les plus faibles, 397,2 mm pour la même période (figure 3).

Tableau 3 - Les moyennes mensuelles de précipitations de Dori : 1959-88

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
P. en mm	0	,1	1,8	5	21,8	71,3	120,2	165,2	79,2	13,2	,5	,6	478,9
Nb jours de pluie	1	1	1	2	4	8	12	14	9	2	1	1	56

P. : précipitations                      Nb : nombre

Source : Direction de la météorologie

De l'observation des moyennes mensuelles pluviométriques de la station de Dori, il ressort que les pluies s'étalent sur 4 mois. Elles débutent véritablement en juin et cessent pratiquement en septembre, avec un maximum au mois d'août. Elles tombent en moyenne pendant 56 jours sur 365 jours/an. Les mois humides (juin, juillet, août et septembre) cumulent 43 jours de pluie, soit la quasi totalité des jours pluvieux.

Tableau 4 - Les moyennes mensuelles des précipitations et des Températures de Dori : 1960-87

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
P. en mm	0	,1	1,8	5	21,8	71,3	120,2	165,2	79,2	13,2	,5	,6	478,9
T. en°C	23,	26,	30	33,	34,6	32,4	29,8	28,7	29,7	31	26,2	24	29,1

P. : Précipitations                      T. : Températures

Source : Direction de la météorologie

FIG.4 - PLUVIOMETRIE DE DORI:  
Moyennes mensuelles de 1959-88

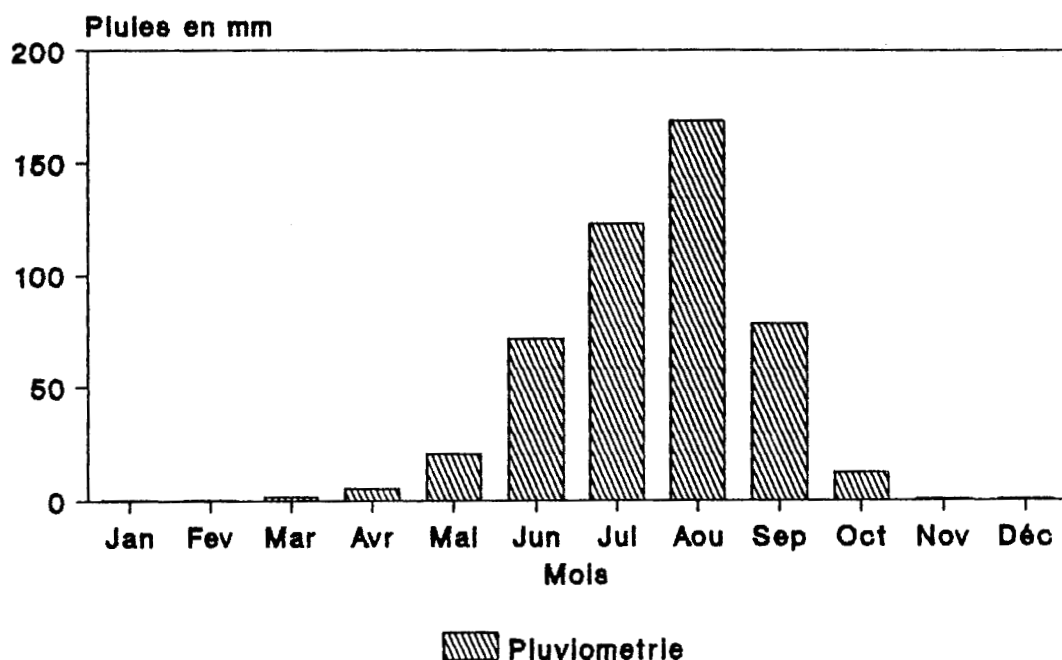
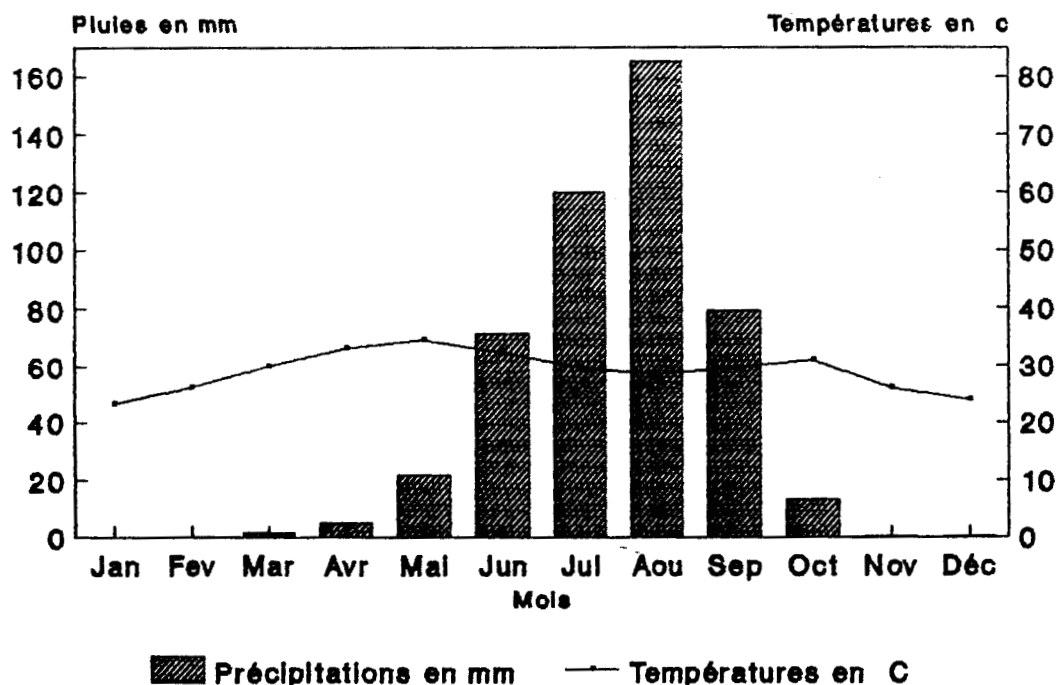


FIG. 5- DIAGRAMME OMBRO-THERMIQUE DE DORI  
MOYENNES MENSUELLES DE 1960-87



Source: Direction de la météorologie

Les précipitations enregistrées pendant les 10 dernières années dans les postes pluviométriques de Gorom-Gorom et Aribinda sont déficitaires par rapport à la moyenne de 1959 à 1978. Dori et Sebba par contre obtiennent un excédent seulement en 1988. Les pluies de la dernière décennie sont inférieures à celles des deux décennies antérieures. Le déficit pluviométrique est de 22,3% à Dori, 26,4 % à Sebba, 28% à Aribinda et 34,9% à Gorom-Gorom entre 1979-88, comparativement à la période 1959-78.

Pour ces quatre postes pluviométriques, le déficit atteint 575,7 mm, soit 27,5% de la pluviométrie moyenne de 1958-78. La baisse de la pluviométrie à laquelle nous assistons est un signe évident de l'assèchement du climat au Sahel.

### 3 - Le bilan hydrique

Le bilan hydrique est le solde entre la quantité de pluies enregistrée et l'Evapo Transpiration Potentielle (ETP). Utilisons les données mensuelles de l'ETP de Penman de la direction générale de la météorologie, calculées sur une trentaine d'années. Comparons ces moyennes mensuelles à celles des précipitations durant la même période.

Tableau 5 - Le bilan hydrique moyen de la station de Dori

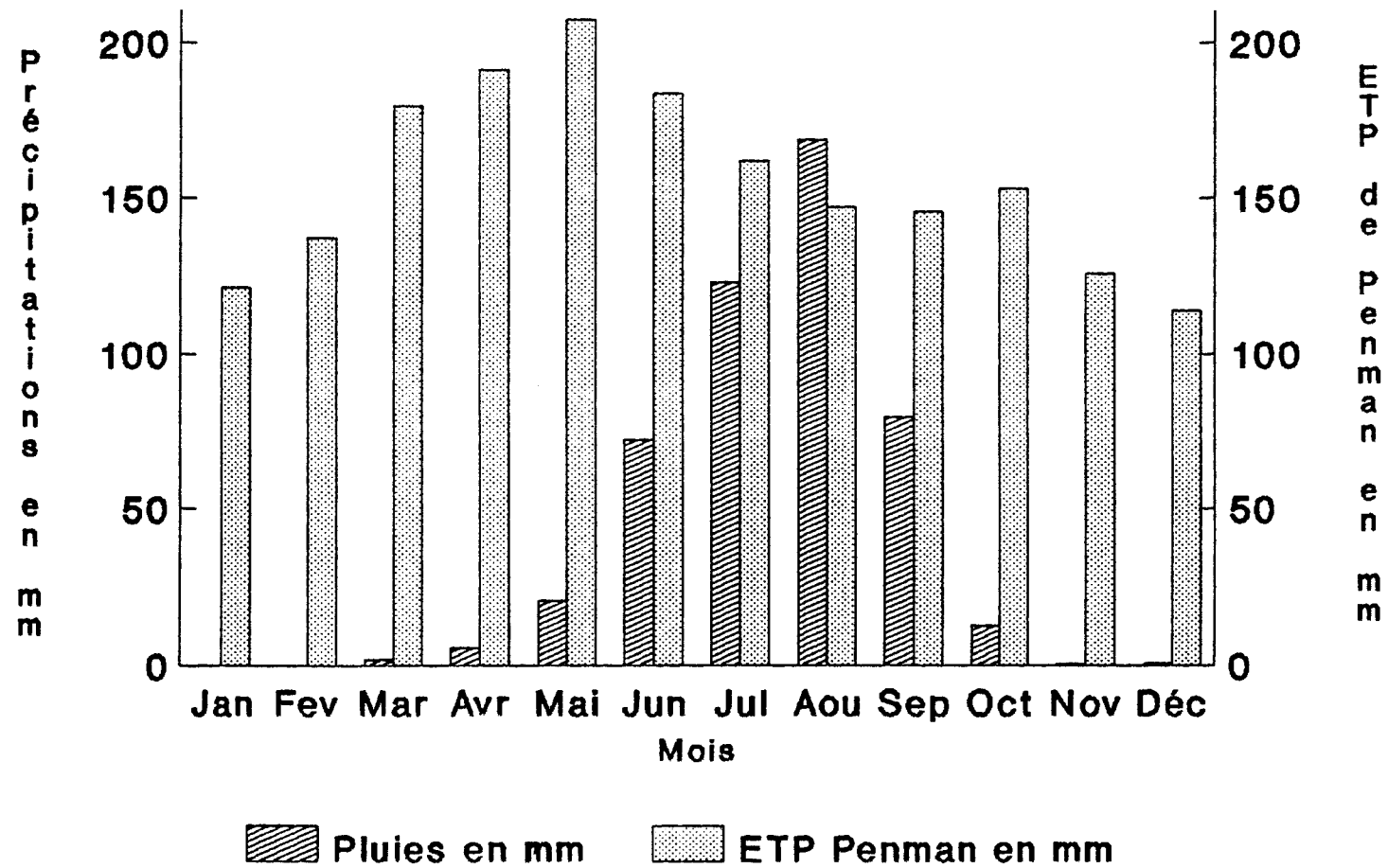
Mois	Jan	Fev	Mar	Rvr	Mai	Juin
P. en mm	,1	,1	1,9	5,5	20,6	72
ETP en mm	121,2	136,9	179,3	191	207,4	183,5
Bilan H.	-121,1	-136,8	-177,4	-185,5	-186,8	-155,5

Mois	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
P. en mm	122,8	168,8	79,5	12,5	,5	,6	483,9
ETP en mm	161,9	147	146,	152,9	126,	113,7	1865,8
Bilan H.	-39,1	21,8	-67	-140,4	-125	-113,1	-1381,9

P. : Précipitation      ETP : Evapotranspiration Potentielle de Penman

Source : Direction de la météorologie

FIG 6 - STATION DE DORI: BILAN HYDRIQUE  
MOYEN DE 1958-88



Source: Direction de la météorologie

Le déficit du bilan hydrique est d'environ 74 %. Seul le <sup>mois</sup> d'août le plus arrosé, enregistre un excédent de 21,8 mm, soit 14,8 %. Le déficit le plus important se situe au mois de mai, avec 186,8 mm (90,1 %), soit environ 13,5 % du déficit total. Cette situation constitue un handicap pour les activités d'élevage et de cultures.

## B / Les conditions hydrogéologiques

Le modelé, la pédogénèse et la structure influent sur les conditions hydrogéologiques.

### 1 - Le modelé

Le Sahel est une vaste pénéplaine de 250 à 300 m d'altitude avec des dépressions et des éminences.

#### a - Les dépressions

Les dépressions sont représentées par les bas fonds et les vallées à peine prononcées, abritant des mares (mare d'Oursi). les bas fonds situés en zone d'altération, dues aux failles, sont des lieux de prédilection de la recherche d'eau souterraine. Les points les plus bas se situent à 238 m à Tin Akoff sur le Béli dans la province de l'Oudalan et à 235 m sur le Yali au sud est de Sebba dans la province du Séno. Au Soum, le point le plus bas se situe à 250 m (mare temporaire de Fétó Maraboulé).

#### b - Les éminences

Les éminences sont des formes molles, des dômes qui correspondent à des affleurements de roches cristallines, nues et arides. Dans la province du Soum, le plus haut sommet se situe à Aribinda : Wandé Takaba, 516 m. Il est suivi par la colline de Maraboulé, qui atteint 411 m. Dans l'Oudalan, les altitudes sont moins importantes : Tin Edia, 495 m, Kolél, 442 m. Elles le sont encore davantage dans la province du Séno : Dori Yagha, 393 m aux environs de Sebba. Ici, les collines de schiste, accidentées et entaillées, sont souvent recouvertes de tables latéritiques. Les plateaux sont parsemés d'inselbergs et d'altérites épaisses au nord et à l'ouest de Dori.

Il existe des éminences d'origine plus récentes et de dimensions variables, les dunes. Au nord du 14ème parallèle par exemple, la pénéplaine est traversée par des cordons dunaires, orientés est-ouest, qui ont 2 à 8 km de large, 10 à 500 km de long et 15 à 35 m de haut. Les planches de la page 26, présentent des dunes de la province de l'Oudalan. Les espaces interdunaires forment des regs monotones, dans lesquelles les lits des marigots sont parallèles à ces unités.

## 2 - Les sols

### a - La pédogénèse

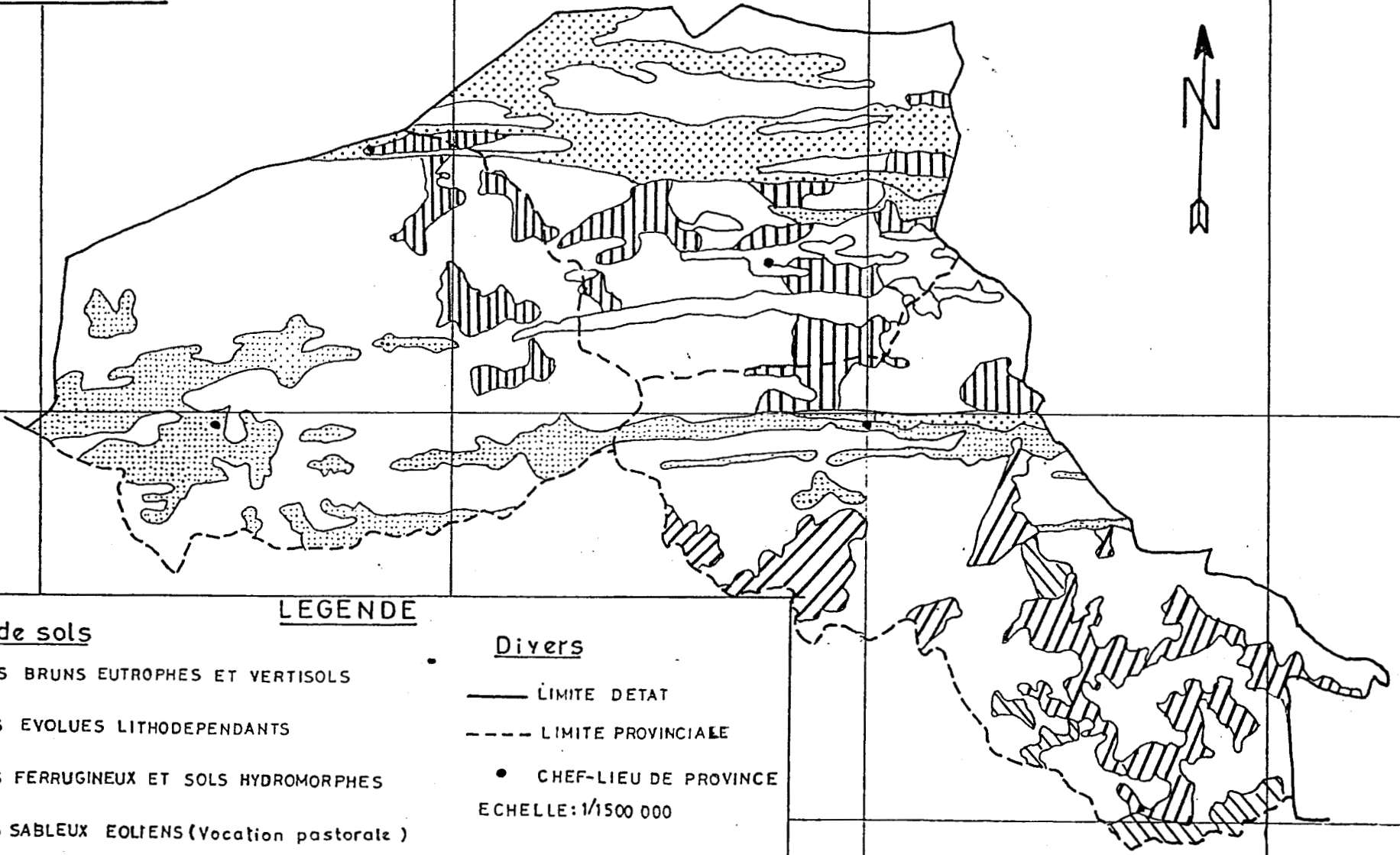
Le sol est le résultat de l'action des agents de la pédogénèse et de l'érosion de la roche-mère. Ainsi il y'a une relation étroite entre le sol actuel et le substratum géologique. Cependant le substratum peut affleurer en cas d'exhumation ou être recouvert par la latérite, les sables éoliens ou les alluvions, lors des transports et des dépôts. Le socle est en grande partie, constitué de roches granitiques. De ce fait, les produits de l'altération sont surtout de texture sableuse. La région de Soum-Djibo-Aribinda présente des affleurements de collines schisteuses datant du Birrimien. Dans le nord du Sahel, de l'Oudalan nord au Djelgodji nord, on a un bassin sédimentaire en partie recouvert de latérite et de sable dunaire. Les formations latéritiques anciennes s'étendent du sud de Djibo à la ligne Bani-Yalogo. Par contre les ensablements dunaires occupent les alentours de Aribinda, Djibo, Gorom-Gorom et Markoye (planche 1, 2, et 3).

### b - Les types de sols (figure 7)

Les facteurs déterminants la constitution des sols sont le climat, la grande diversité géologique et l'héritage des climats anciens. R. Boulet (1976), in notice des cartes de ressources en sols de la Haute Volta, distingue quatre principaux types de sols.

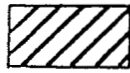

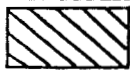
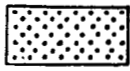
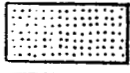
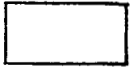


# REPARTITION DES SOLS






## LEGENDE

### Les types de sols

-  SOLS BRUNS EUTROPHES ET VERTISOLS
-  SOLS EVOLUES LITHODEPENDANTS
-  SOLS FERRUGINEUX ET SOLS HYDROMORPHES
-  SOLS SABLEUX EOLIENS (Vocation pastorale)
-  SOLS SABLEUX EOLIENS (Vocation agricole)
-  SOLS DE VALEUR AGRICOLE TRES FAIBLE OU NULLE

### Divers

-  LIMITE DETAT
  -  LIMITE PROVINCIALE
  -  CHEF-LIEU DE PROVINCE
- ECHELLE: 1/1500 000

source: R. BOULET (1976)

\* - Les lithosols et les sols peu évolués sur matériaux ferrugineux

Les lithosols sont associés aux cuirasses. Les sols sont minces, peu évolués et dénudés le plus souvent. Ils se caractérisent par une très faible épaisseur de matériaux meubles. Sur les cuirasses, le ruissellement est intense .

\* - Les sols évolués sur matériaux d'altération kaolinique anciens

Ils sont situés dans les régions granitiques. Ce sont des sols ferrugineux tropicaux lessivés. Ils se développent sur des matériaux kaoliniques remaniés et issus d'une altération ancienne.

\* - Les sols évolués lithodépendants

Les roches basiques et les roches cristallines altérées donnent un matériau riche en argile gonflante, en fonction de la composition de la roche-mère. On obtient ainsi, les sols halomorphes suivants :

- les vertisols et para-vertisols topomorphes qui se rencontrent dans les plaines alluviales des cours d'eau temporaires dont les bassins sont constitués de roches basiques birrimiennes. Ils ont une texture argileuse gonflante et une fertilité chimique élevée.

- les sols à gley sur dépôts de colmatage sablo-argileux. Ce sont les sols des zones de contact entre les cordons dunaires ( Dori, Kouyéra, Darkoye, Markoye, Oursi...) et les mares et rivières. La nappe sous dunaire est alimentée et peut humidifier la base, en bordure de l'abrupt. C'est le cas à Bidi-Ménégon et Diomga.

- les sols bruns, sub-arides vertiques ou halomorphes forment des dépôts de décantation à texture argilo-sableuse après érosion des bassins versants et offrent des possibilités agricoles importantes.



Planche n°1  
Dune vive au premier plan ,à TAMBAO, département de MARKOYE  
( OUDALAN ).  
( Décembre 1988 )

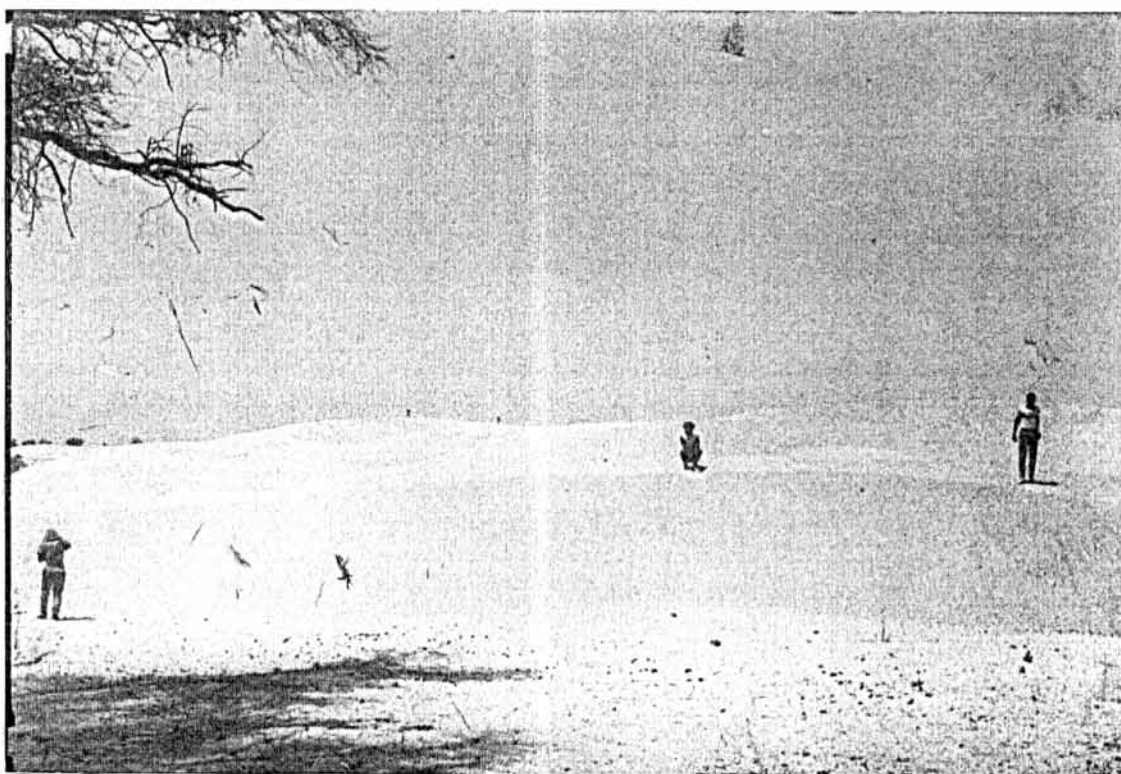


Planche n°2  
Dunes vives à OURSI département de DEOU ( OUDALAN )  
( Mai 1989 ).

\* - Les sols sur matériaux éoliens

Ils appartiennent aux sols lessivés et aux sols sub-arides brun-rouges.

- Les sols ferrugineux tropicaux

Ils sont riches en sesquioxides et hydrates métalliques individualisés pendant la période humide, en présence d'humus. Ils sont pauvres en argile et limon. Leur fertilité chimique est faible.

- Les sols bruns

Ils sont associés aux formations sableuses éoliennes. Ils présentent de faibles potentialités agricoles mais peuvent être des terrains de parcours pour le bétail.

Dans l'ensemble, la fertilité chimique des sols est faible. Elle est caractérisée par des taux infimes de matière organique et par l'imperméabilité des horizons superficiels qui favorisent le ruissellement au détriment de l'infiltration.

3 - La structure géologique (figure 8)

Le Sahel burkinabè est constitué en majorité de formations cristallines du Précambrien inférieur (Anté-birrimien) et du Précambrien moyen (Birrimien). Elles datent d'au moins 3 300-3 000 millions d'années à 1 500-1400 millions d'années. Elles sont recouvertes en discordance au nord, par les sédiments du Précambrien supérieur (1 000 millions d'années), dans le bassin de Taoudéni. A l'est, la couverture sédimentaire est du métasédimentaire terminal, qui marque la fin du cycle birrimien.

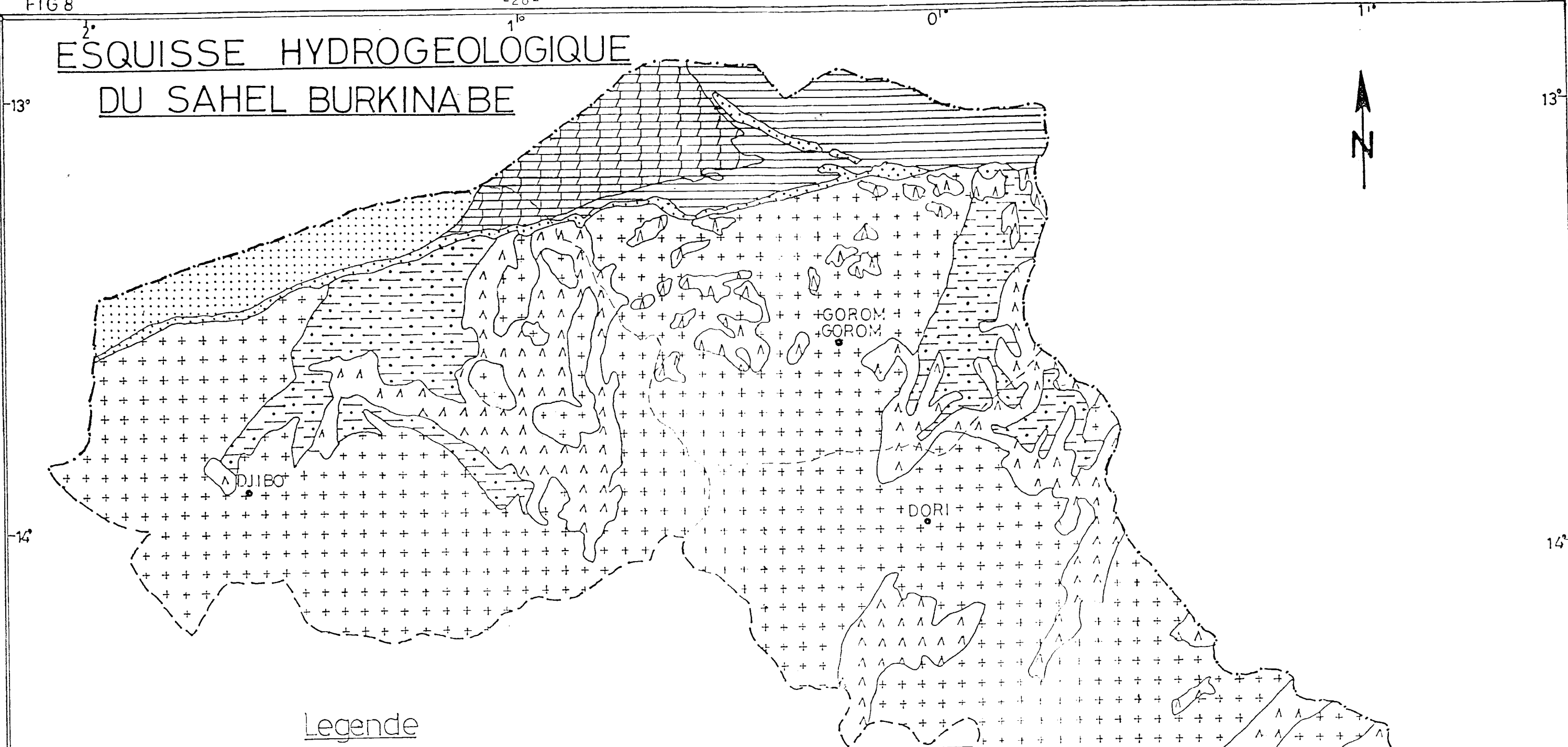
a - La description et la répartition des formations géologiques

\* - Le Précambrien inférieur : Anté-birrimien

- Les formations gneissiques

Elles sont très diversifiées et ont une dimension de 20-50 km<sup>2</sup>. Elles se rencontrent dans les régions de l'Oudalan et de Sebba où elles regroupent d'une part, des quartz, des skarns, des schistes et des micaschistes (formations de Gouba) et d'autre part des gneiss, des amphibolites à intercallation de quartz, et de sillimanites.

# ESQUISSE HYDROGEOLOGIQUE DU SAHEL BURKINABE



## Legende

ETAGE	NATURE DES FORMATIONS	TYPE DE L'AQUIFERE		FIGURES	DIVERS
		favorable	peu favorable		
continental terminal	FORMATIONS ARGILO-SABLEUSES	porosité et fracturation		[Pattern: grid of dots]	--- LIMITE D ETAT
Precambrien A cambro-ordovicien	DOLOMITES ET CALCAIRE	fracturation karstification		[Pattern: horizontal lines]	--- LIMITE SUD DU SAHEL
	SCHISTES	fracturation fissuration schistosité		[Pattern: horizontal lines]	--- LIMITE DES PROVINCES
	GRÈS DE BASE (SILICIFIÉS)	fracturation		[Pattern: grid of dots]	• DEPARTEMENT
Precambrien C (birrimien)	GRANITE, GRANODIORTES ET MASSIFS CIRCONSCRITS		fracturation	[Pattern: grid of crosses]	ECHELLE: 1/1000 000
	GROUPE TERMINAL, METAÉOIMENTS (schistes si) FACIES TARKWAÏEN (grès)	fracturation fissuration schistosité		[Pattern: grid of dots]	0 20 30 40 50km
	GROUPE BASALTES, METAVOLCANITES ET VOLCANO-SEDIMENTAIRES (roches vertes)	fracturation fissuration		[Pattern: triangles]	
Precambrien D antebirrimien	MIGMATITES, GNEISS ET GRANITES	fracturation		[Pattern: grid of crosses]	
	PYROXENITES, METAGABBROS NORITTIQUES (roches vertes)	fracturation		[Pattern: triangles]	

SOURCE : B.R.G.M.

- Les formations basiques

Elles sont représentées par les formations de Sikiday au nord ouest de Gorom-Gorom. Elles regroupent les péridotites, les pyroxénolites, les diorites, les quartz, les ortho-amphibolites, les leptinites, les gneiss alcalins.

- Les granites calco-alcalins

Ils font partie du socle anté-birrimien et se présentent sous forme de cratons anciens et rigides, ou de massifs. Ils affleurent de façon inégale et s'altèrent facilement. On les trouve dans les régions de Aribinda, Dori, Gorom-Gorom, Déou, Oursi...

\* - Le Précambrien moyen : Birrimien

Les séries du Birrimien sont représentées par les parties non érodées du remplissage de sillons intracratoniques. Le remplissage est d'origine volcanique, pyroclastique et sédimentaire.

- Le groupe métavolcanique et volcano-sédimentaire

Il comprend des laves, des pyroclastites, des méta-sédiments. Il est constitué de schistes, de tufs, de grauwacks, de quartzites, de rhyolites. On le rencontre dans l'Oudalan.

- Le groupe métasédimentaire terminal

Il est considéré comme une molasse datant du Tarkwaïen. Il se localise à Tin Tarouban et est constitué de roches éruptives contemporaines aux dépôts tarkwaïens (basaltes, dolérites, gabbros) et de conglomérats, de schistes conglomératiques, de schistes et de quartzites.

- Les roches plutoniques

Elles comprennent les roches tardi-tectoniques et post-tectoniques. Les premières regroupent les granites calco-alcalins et granites alcalins. Les secondes, en massifs circonscrits se composent de gabbros, granites indifférenciés, granodiorites et diorites.

\* - Le Précambrien supérieur : Infracambrien

Ces formations sont représentées par le Continental terminal au nord ouest dans la plaine du Gondo. Elles correspondent à un dépôt fluvio-lacustre, constitué de grès grossiers, de cuirasses latéritiques telles que l'oxydation du gîte de Tambao (manganèse oxydé).

Au Quaternaire, d'importants dépôts éoliens se sont mis en place avec un régime de vents du sud, sous forme de cordons dunaires, orientés est-ouest. Temoins d'un dépôt en milieu continental, ils sont développés dans le nord de Djibo et Aribinda, où ils masquent le substratum. Les dunes occupent environ 30 % de la superficie de l'Oudalan, évaluée à 10 050 km<sup>2</sup> soit environ 3 300 km<sup>2</sup>.

La mise en place des formations géologiques et leur évolution permettent-elles la constitution de nappes d'eau souterraines?

**b - Les formations aquifères**

Les phénomènes de fracturation et d'altération sont essentiels pour la constitution de nappes d'eau. Mais pour la recherche d'aquifère potentiel, les fractures ouvertes sont surtout intéressantes.

\* - Le socle précambrien

- les roches saines

Les roches cristallines et cristallophyliennes saines ne contiendraient pas d'aquifère continu. Cependant, il peut exister des ressources en eau dans des réseaux de fractures et de fissures. Ils peuvent se développer à la faveur d'accidents tectoniques dus aux phases orogéniques. Ainsi, les vieux granito-gneiss, les formations volcano-sédimentaires métamorphisées peuvent renfermer des aquifères discontinus.

- Le socle altéré

L'altération des roches cristallines et cristallophyliennes, sous l'influence d'agents climatiques donnés, conduit à des produits de décompositions variées, en fonction de la nature de la roche mère. Par altération physico-chimique, les roches granitiques anciennes se décomposent en argile et en sable (arène).

Elles deviennent perméables et sont susceptibles de renfermer des poches d'eau au dessus de celles contenues dans les fissures et les fractures sous-jacentes.

Les schistes et les roches vertes altérées donnent des argiles imperméables. C'est au niveau de la roche saine et dans la zone de décompression des schistes que l'on aura ainsi les ressources en eau.

Les dépôts superficiels, les alluvions le long des oueds et sable limoneux, dans les cuvettes morphologiques peuvent donner des aquifères. Ils sont alors peu épais et retenus par des altérations argileuses ou par la roche mère compacte à faible profondeur.

#### \* - Le Continental Terminal

Les grès à ciment argileux peuvent contenir une nappe continue. Les dolomies présentent parfois les mêmes caractéristiques. Ces formations se rencontrent dans la plaine du Gondo et d'Irma. Elles couvrent environ 500 km<sup>2</sup>.

#### \* - L'Infracambrien

Les formations d'Ydouban forment un complexe sédimentaire de 7 à 800 m d'épaisseur. Les grès quartzites, les calcaires et les dolomies qui le constituent sont parfois bien fracturés et karstifiés, et présentent des ressources non négligeables. Elles s'étendent sur à peu près 4 500 km<sup>2</sup>.

### C : Les ressources hydriques

Les ressources hydriques dépendent en grande partie des conditions climatiques et hydrogéologiques. Elles sont variables dans le temps et l'espace.

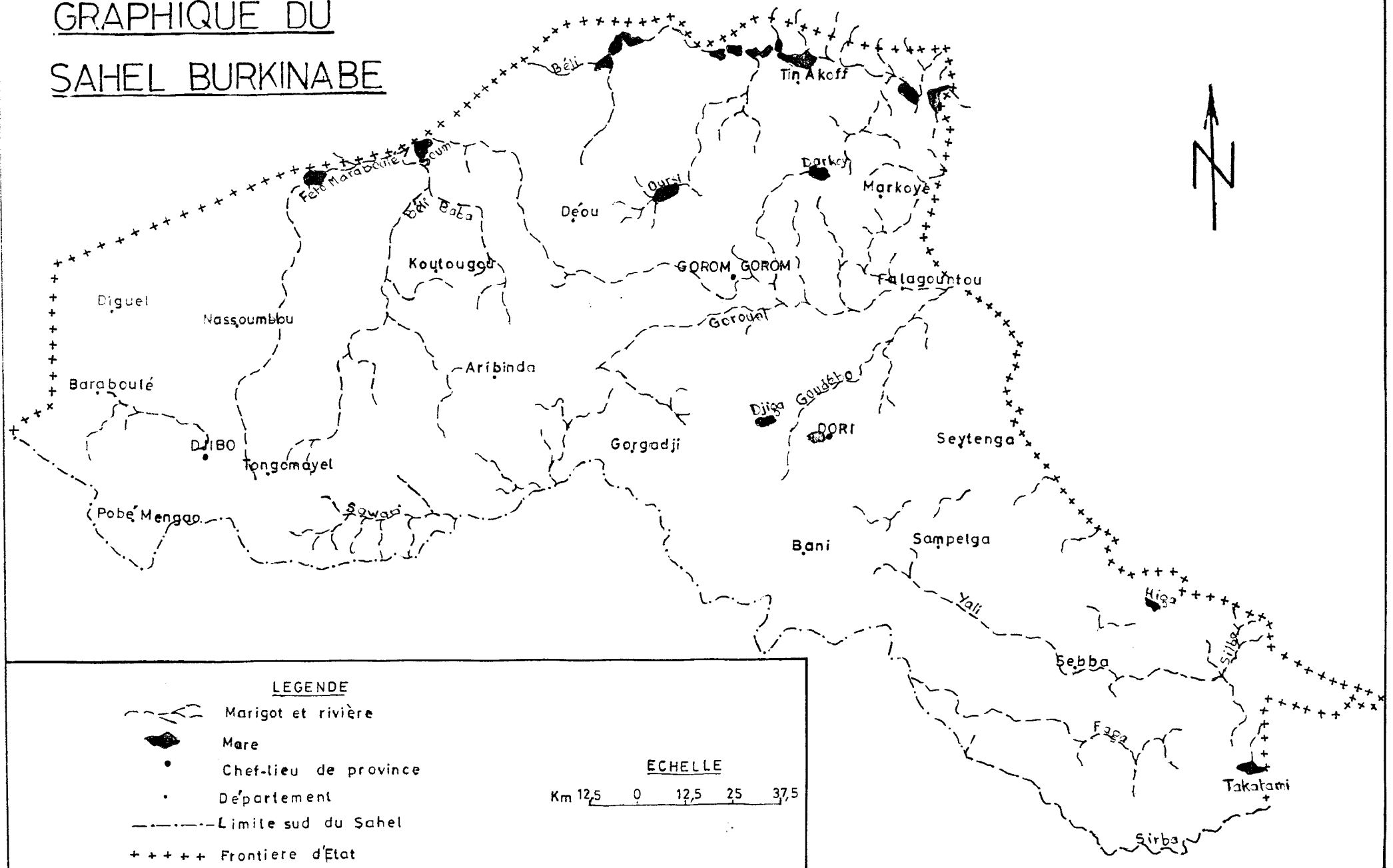
#### 1 - Les eaux de surface (figure 9)

##### a - les rivières

Toutes les rivières et tous les marigots du Sahel ont un écoulement temporaire. Ils sont drainés par le fleuve Niger. Ce bassin comporte trois systèmes hydrographiques distincts.



# LE RESEAU HYDRO- GRAPHIQUE DU SAHEL BURKINABE



SOURCE THESE DE DOCTORAT TAMBOURA H.H. (1983)



Planche n°3  
Dunes couvertes de végétation après les pluies. Au milieu apparaît une piste laissée par le passage des hommes et des animaux. DEMBAM département de MARKOYE ( OUDALAN ).  
( Décembre 1988 ).

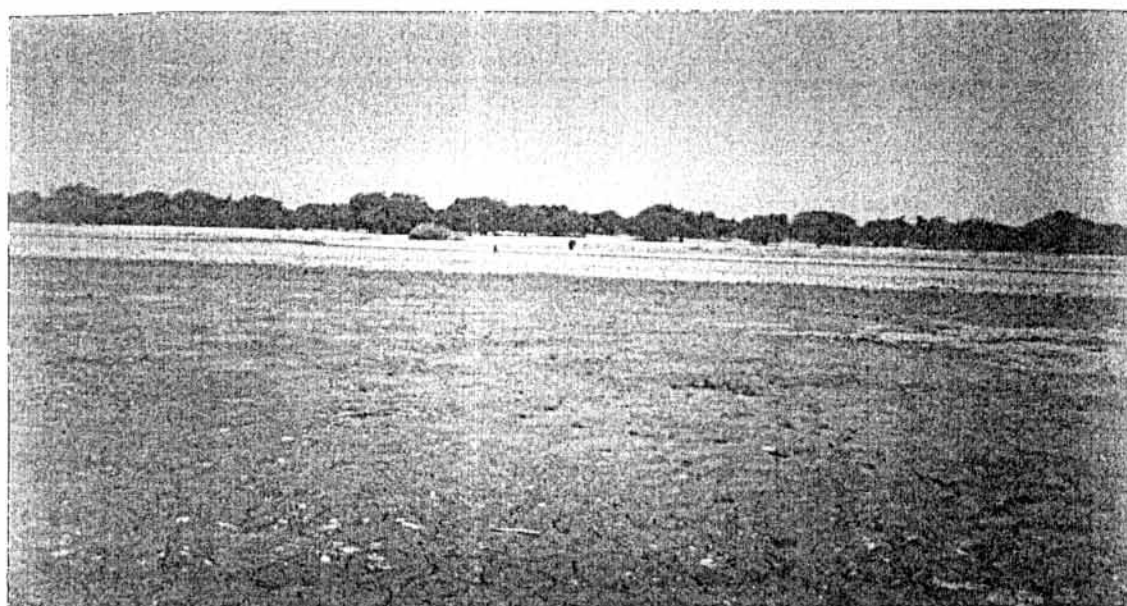


Planche n°4  
Le cours d'eau (Béli) en étiage , c'est l'occasion pour les populations de semer le niébé (haricot local).  
QUELDI\_ARWASKOY département de DEOU ( OUDALAN ).  
( Décembre 1988 ).

\* - Le système de la Faga, du Yali et de la Sirba

Ce système draine le sud du Sahel. Il est orienté suivant une direction nord ouest - sud est. La Sirba prend sa source à Ouagadougou. Elle est longue de 460 km et subit de ce fait le climat soudanien et sahélien. Elle comporte des affluents comme le Koulouoko et la Faga. Son bassin inférieur est marqué par la présence de dunes, qui influent sur son écoulement. Elle fait environ 91 km de long dans le Sahel.

A Liptougou, plus précisément à 13°10' nord de latitude et 00°16' est de longitude, la Faga dont le bassin versant s'étend sur 15 700 km<sup>2</sup>, à un débit moyen annuel de 11,7 m<sup>3</sup>/s et un débit maximum de 256 m<sup>3</sup>/s. Le débit est nul en général jusqu'au début du mois de juin et après la mi-novembre.

\* - Le système du Gorouol et du Goudébo

Ce système est orienté est - ouest et situé au nord de Dori.

Le Gorouol prend sa source dans les collines Dombogadji, à 25 km au sud ouest de la mare d'Oursi. ses affluents sont le Banzoumon, le Béli et l'Ouanégori. Cette rivière longue de 144 km a un bassin versant de près de 2 500 km<sup>2</sup>. Elle a un écoulement moyen annuel de 2 m<sup>3</sup>/s à Koriziéna (14°22 nord de latitude et 00°02 ouest de longitude). En 1982, l'on a obtenu un débit de 64,1 m<sup>3</sup>/s pour une hauteur d'eau de 6,27 m. le débit est nul en général jusqu'en début juillet et après la mi-septembre.

Le Goudébo, long de 76 km, se jette dans le Gorouol, au niveau de Falagountou à Gomo. Il a un bassin versant qui couvre 1 640 km<sup>2</sup>. A Yakouta, à 14°05' nord de latitude et 00°05' de longitude, le débit maximum annuel est de 134 m<sup>3</sup>/s. Son débit est nul jusqu'en début juin et après la première décade de septembre.

\* - Le système du Béli (planche 4)

Il draine la province du Soum, du sud vers le nord. Il prend ensuite une direction ouest - est au nord de l'Oudalan. Le Béli a une longueur de 136 km. Son écoulement est faible, même en année pluviométrique excédentaire.

Cela s'explique par sa position septentrionale et son endoréisme. Le bassin versant du Béli s'étend sur 2 360 km<sup>2</sup>. En 1982 à Tin Akoff, à la latitude 14°58' nord et la longitude 00°10' ouest, la hauteur d'eau maximum a été enregistrée le 2 juillet (plus de 4 m) et la hauteur minimum le 30 juin (0,69 m). Le lit du Béli comme ses affluents se réduisent le plus souvent à un chapelet de mares isolées ou réunies par des chenaux.

#### b - Les mares (planches 4, 5 et 6)

En plus des rivières, il existe des mares sans écoulement, temporaires pour la plupart. Elles occupent les bas-fonds et les espaces interdunaires.

L'absence de pente est mise en évidence par le cours du Béli. Il est composé de chapelets de grandes mares après les crues. Ce sont les mares de Eraf N'aman, Fadar fadar, Tin Akoff, In Tangoun et Kabia.

Les mares de barrages dunaires sont à la fois plus nombreuses et plus importantes, au nord qu'au sud du 14°30' nord de latitude. Dans l'Oudalan, la plupart des mares font partie du bassin du Béli : Oursi, Soum, Darkoy, Yomboli, Kirsi, Kounsi et Markoye.

Les autres mares sont liées au système dunaire : Higa, Dori, Falagountou, Djiga, Takoy, Boukouma, Soum, Djibo, Maraboulé...Elles sont temporaires à l'exception de la mare de Tin Akoff sur le Béli, de celle de Higa sur la Sirba et de Takatami sur la Faga.

Les rivières qui drainent le Sahel appartiennent au bassin du Niger. Elles sont peu nombreuses et sont toutes temporaires. Elles sont alimentées pendant les mois humides (juillet, août, et septembre), par le ruissellement en surface des eaux de pluies.

cependant, seul le mois d'août présente un bilan hydrique excédentaire. Cela fait que l'eau est perdue très tôt par évaporation et infiltration.

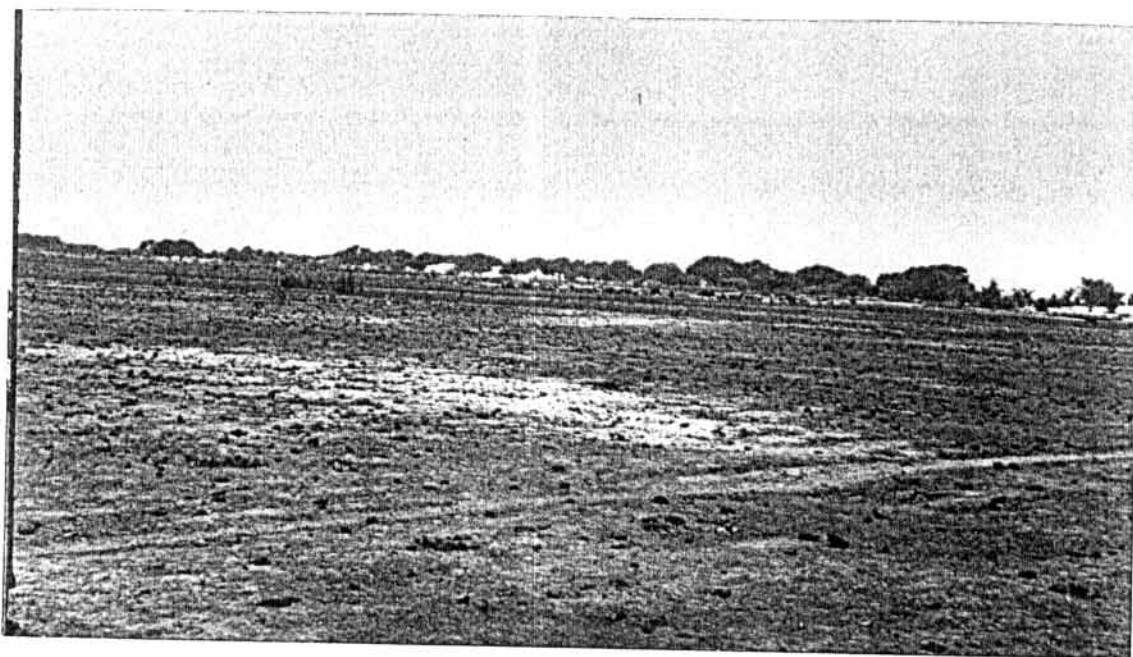


Planche n°5

La mare d'Oursi pratiquement sèche, le bétail pâture l'herbe fraîche devenue rare et s'abreuve dans les flaques d'eau boueuses restantes . A l'horizon se dessinent les dunes vives d'Oursi.

OURSIS département de DEOU ( OUDALAN ).  
( Mai 1989 ).



Planche n°6

La mare de Soum, liée au système du fleuve Béli.  
KOUTOUGOU ( SOUM ).  
( Décembre 1988 ).

## 2 - Les eaux souterraines

La présence d'eau dans les formations géologiques dépend de trois paramètres : la composition pétrographique de la roche mère, la fracturation du substratum rocheux et la puissance des altérations.

### **a - L'alimentation des nappes d'eau souterraines**

Les ressources en eaux souterraines du Sahel résultent de l'alimentation de ses nappes. Elles sont faibles pour les raisons suivantes :

- la faible pluviosité et le bilan hydrique qui est déficitaire ;
- la pauvreté du couvert végétal favorise le ruissellement ;
- le recouvrement épais d'altérites argileuses en grande partie ;

ce qui a pour conséquence, la faiblesse de la perméabilité et de la porosité utile.

Dans ces conditions, l'infiltration de l'eau dans le sol ne peut se faire que de deux façons, d'une part le long des inselbergs de granite ou par la saturation des altérites des marigots (ce type de nappe est souvent éphémère) ; d'autre part, par les anciennes fractures dans les argiles et les arènes. Mais les produits de l'érosion peuvent colmater ces fissures.

En somme, la baisse de la pluviosité a actuellement pour conséquence, la faible alimentation des nappes dans les zones fracturées et tectonisées des marigots.

### **b - Les nappes d'eau souterraines**

Les conditions de recharge des nappes diffèrent d'une région à l'autre. Aussi étudierons nous les régions les unes après les autres.

\*- La région de l'Oudalan

Les 2/3 de l'Oudalan sont recouvertes par le vieux socle, avec une majorité de formations granitiques. Mais les eaux souterraines sont liées à des structures pièges alluviales. Elles renferment d'importantes nappes pérennes qui ne semblent pas avoir subi les influences de la sécheresse. Cela s'explique par le fait que les cordons dunaires, longés par les marigots sont constitués de matériaux très perméables pour stocker l'eau. Il en est ainsi pour les mares de Oursi, Yomboli, konsi, darkoy, Ménégou, Bidi, qui buttent contre les cordons dunaires .

En outre, les nappes rechargées par infiltration directe, sont celles qui subissent les fluctuations consécutives aux variations de la hauteur des pluies.

\* - La région de Djibo

La répartition des nappes alluviales diffèrent selon les conditions hydrogéologiques et la nature du recouvrement.

Au nord, l'eau souterraine est captée dans les bassins d'altération correspondant aux sous-sols de marigots et de mares, car les conditions pluviométriques ne permettent pas la recharge par infiltration directe. Dans cette zone, on a des puits de plus de 40 m de profondeur ; c'est le cas de Ouendou M'balou (50 m).

Au sud, c'est le domaine des nappes alimentées par infiltration directe.

A l'ouest par contre, dans la région de Baraboulé, le réseau hydrographique a été enterré par du sable dunaire.

\* - La région de Dori

Au nord et au sud, les conditions de stockage et de recharge favorables sont celles des alluvions. Les nappes alluviales riches se trouvent dans la vallée du Yali, en aval de Sebba, à Sitenga et Sampelga où les marigots s'élargissent.

Dans les environs de Bani, zone montagneuse constituée de roches basiques, il y'a de nombreuses nappes alluviales. Les conditions de recharge sont dues au ruissellement qui s'explique par le relief mouvementé. A l'ouest de cette zone, au sud du 14ème parallèle de latitude, il existe des réserves d'eau importantes.

Au nord de Dori, les deux cordons dunaires qui conditionnent l'écoulement du Goudébo, renferment des nappes alluviales importantes jusqu'à Dani.

En somme le socle cristallin et cristallophylien du Sahel présente des aquifères discontinus. On y trouve des nappes occasionnelles liées à la fracturation.

Selon une étude du Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (C.I.E.H.), l'excédent pluviométrique au Sahel est de 17 mm avec un maximum de 500 mm. Ce qui représente environ 16 700 m<sup>3</sup> d'eau par km<sup>2</sup>. Sur cette base, il est possible de calculer la recharge annuelle.

Une étude expérimentale du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M.) au Burkina Faso, nous en donne une idée assez précise.

Tableau 6 - Recharge théorique

Zone	Station	Nature de l'altération	Recharge calculée			Volume minimum exploitable à l'hectare ( m <sup>3</sup> /ha/an )
			Période 1954_86		Année 1985	
Sahel	Aribinda	Amphibolites Schistes altérés			111	555
	Katchari	Tonalites altérées	136	99	125	495
Centre	Barogo	Argiles	221	130	134	650
Sud	Sidéradougou	Argiles	226	160	267	800

Source : B.R.G.M. / Aquater 1986



Dans les régions où l'eau n'atteint pas les altérites comme le site de Gorom-Gorom, on est en présence de milieux totalement discontinus. 47 % des forages dans cette zone captent l'eau des fractures et micro-fractures du socle. La ressource renouvelable y est de 470 m<sup>3</sup> à l'hectare.

## CHAPITRE 2 : LES ASPECTS SOCIO-ECONOMIQUES

### A / Le milieu humain

Le Sahel burkinabè comptait en 1975, 354 079 habitants. Au dernier recensement de 1985, il a atteint 521 191 habitants résidents. Cela représente une densité moyenne de 14,5 habitants par km<sup>2</sup>, l'une des plus faibles du pays (le plateau central compte plus de 50 habitants par km<sup>2</sup>). Cependant, comparativement aux ressources hydriques et agro-pastorales, ce chiffre est très important. En réalité, les populations se concentrent surtout sur les rares terres fertiles couvertes de pâturages et disposant de points d'eau. Ces terres deviennent des aires pastorales très sollicitées. De ce fait, il y'a un grave déséquilibre entre les besoins et les ressources. Le taux de croissance démographique, 2,77 % par an, entraînerait un doublement de la population en 25 ans seulement, s'il reste constant. Or ce chiffre risque d'augmenter, ce qui fera doubler la population en un temps plus court. Face à cette situation, l'on peut se demander si les superficies cultivables, les aires pastorales et les productions agro-pastorales suivront cette tendance, et si les infrastructures socio-collectives et les ressources hydriques pourraient suffir à une population déjà relativement nombreuse.

Cette population est composée surtout de Peulh, Rimaïbè, Touareg, Bella, Gourmantché, Dogon et Mossi. Les ethnies nomades (Peul, Touareg et Bella), représentent plus de 30 % des habitants.

L'activité économique est basée sur l'élevage et l'agriculture ( figures 10 et 11 ).

L'agriculture vivrière traditionnelle de mil, sorgho et maïs est totalement dépendante de la pluviométrie. Elle constitue en moyenne 4,6 % de la production nationale.

L'arachide, le niébé et le sésame, sont pratiquement les seules cultures de rente. Elles sont peu développées et représentent 0,5 % de la production nationale.

Les produits du maraîchage, limité aux pourtours des retenues d'eau et des abords de rivières sont entièrement consommés sur place.

FIG 10 LA PRODUCTION ET LES BESOINS CEREALIERS

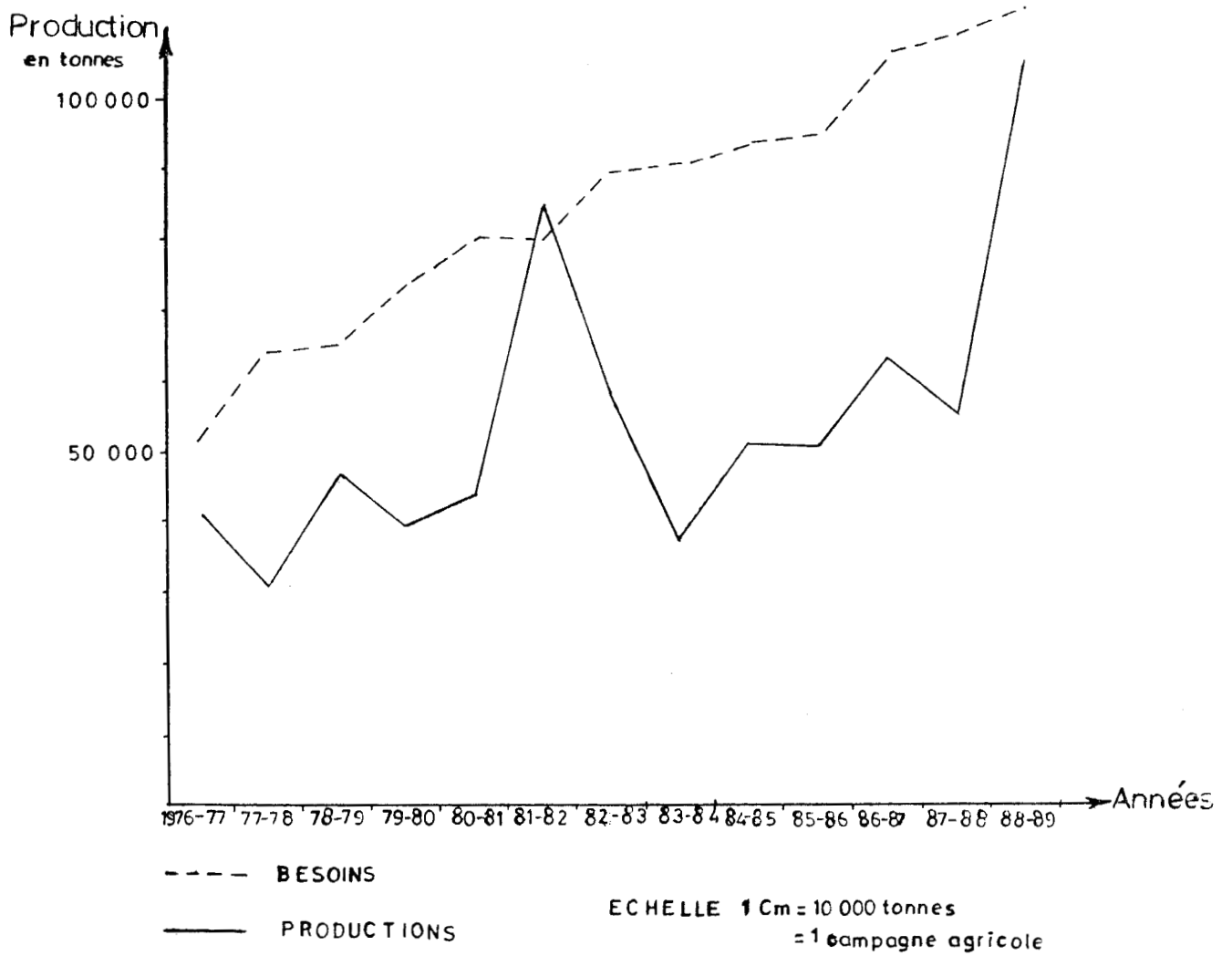


Tableau 7 - Résultats des campagnes agricoles et bilans  
céréaliers : 1984-89 (en tonnes)

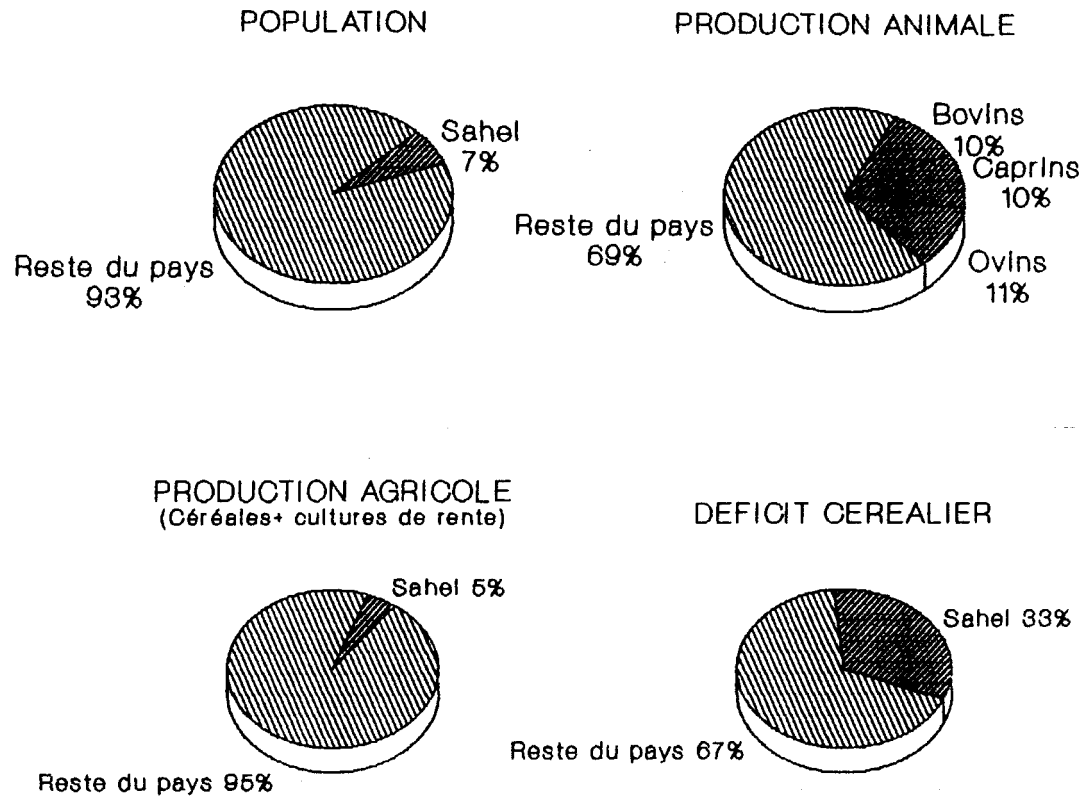
Campagnes	1984_85	1985_86	1986_87	1987_88	1988_89	Moyenne
Prod. brute Vivrière						
<b>Sahel</b>	59911	59831	73580	64804	123541	76333
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Total Burkina	1126582	1503352	1925366	1637101	2100563	1662053
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Part Sahel (%)	5,3	4	3,8	4	5,9	4,6
Prod. rente						
Sahel	1636	1636	2322	1880	(---)	1869
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Total Burkina	(---)	174633	458557	497862	(---)	379817
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Part Sahel (%)	(---)	,9	,5	,4	(---)	,5
Bilan céréaliier						
Sahel	-32722	-34722	-43028	-53401	-6655	-34107
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Total Burkina	-361774	-39765	21195	-250702	107403	-104729
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Part Sahel (%)	9	87,32	-203	21,3	-6,2	32,8

Prod. : Production (---) : Données manquantes.

Source : Direction générale de l'agriculture.

L'insuffisance et la mauvaise répartition des pluies a aussi une incidence sur les activités pastorales. Les pluies conditionnent le développement du couvert végétal, des pâturages et donc l'alimentation du bétail. Par ailleurs en partant du fait que, l'eau représente environ 65 à 70 % du poids de l'animal, un approvisionnement insuffisant entraîne une production instable et des déperditions importantes. Entre 1978 et 1988, la production animale a dû être très instable. En 1985, elle se présentait comme suit : bovins et petits ruminants respectivement 10,5 % et 13,8 % de la production nationale (3 045 000 bovins et 5 384 000 petits ruminants). En 1986, le Sahel totalisait 9,1 % de bovins et 7,9 % de caprins et d'ovins sur les 3 153 000 bovins et 7 989 000 de caprins et d'ovins de l'ensemble du pays ( figure 11 ).

### FIG.11-LA PROPORTION DU SAHEL AU BURKINA FASO



Direction générale de l'agriculture

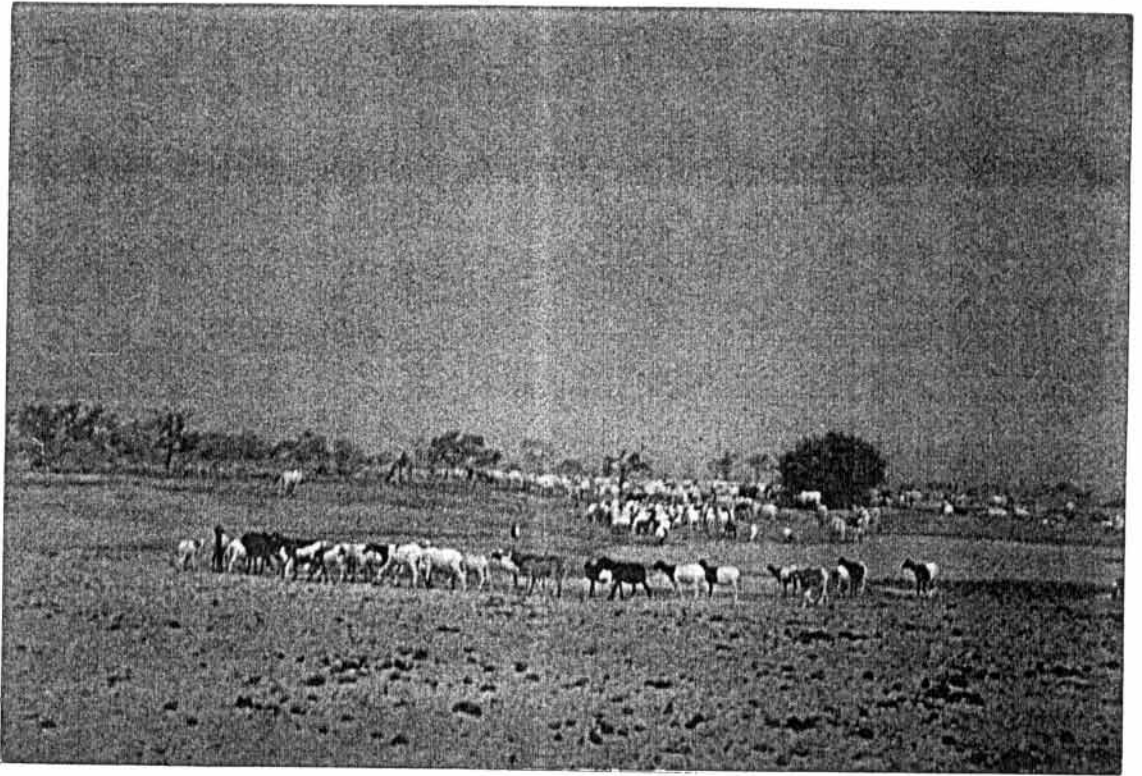


Planche n°7  
Bétail composé de dromadaires, de bovins, de caprins et  
d'ovins venu s'abreuver à GOUNA, département de TONGOMAYEL  
( SOUM ) Décembre 1988 .



Planche n°8  
Bétail en quête de fourrage et d'eau dans la mare d'Oursi en  
assèchement. OURSI, département de DEOU ( OUDALAN ).  
Mai 1989 .

Tableau 8 - Estimations du cheptel bovin et des peits ruminants au Sahel burkinabè.

Provinces	1985			1986		
	Bovins	Ovins	Caprins	Bovins	Ovins	Caprins
Séno	130000	94000	102000	85000	110000	140000
Soum	150000	200000	250000	132000	140000	160000
Oudalan	40000	30000	50000	70000	30000	45000
<b>total sahel</b>	<b>320000</b>	<b>324000</b>	<b>402000</b>	<b>287000</b>	<b>280000</b>	<b>345000</b>
Total Burkina	3045000	2148000	3236000	3153000	3594000	4395000
% Sahel	10,5	15,1	12,4	9,1	7,8	7,9

Source : Direction de l'élevage

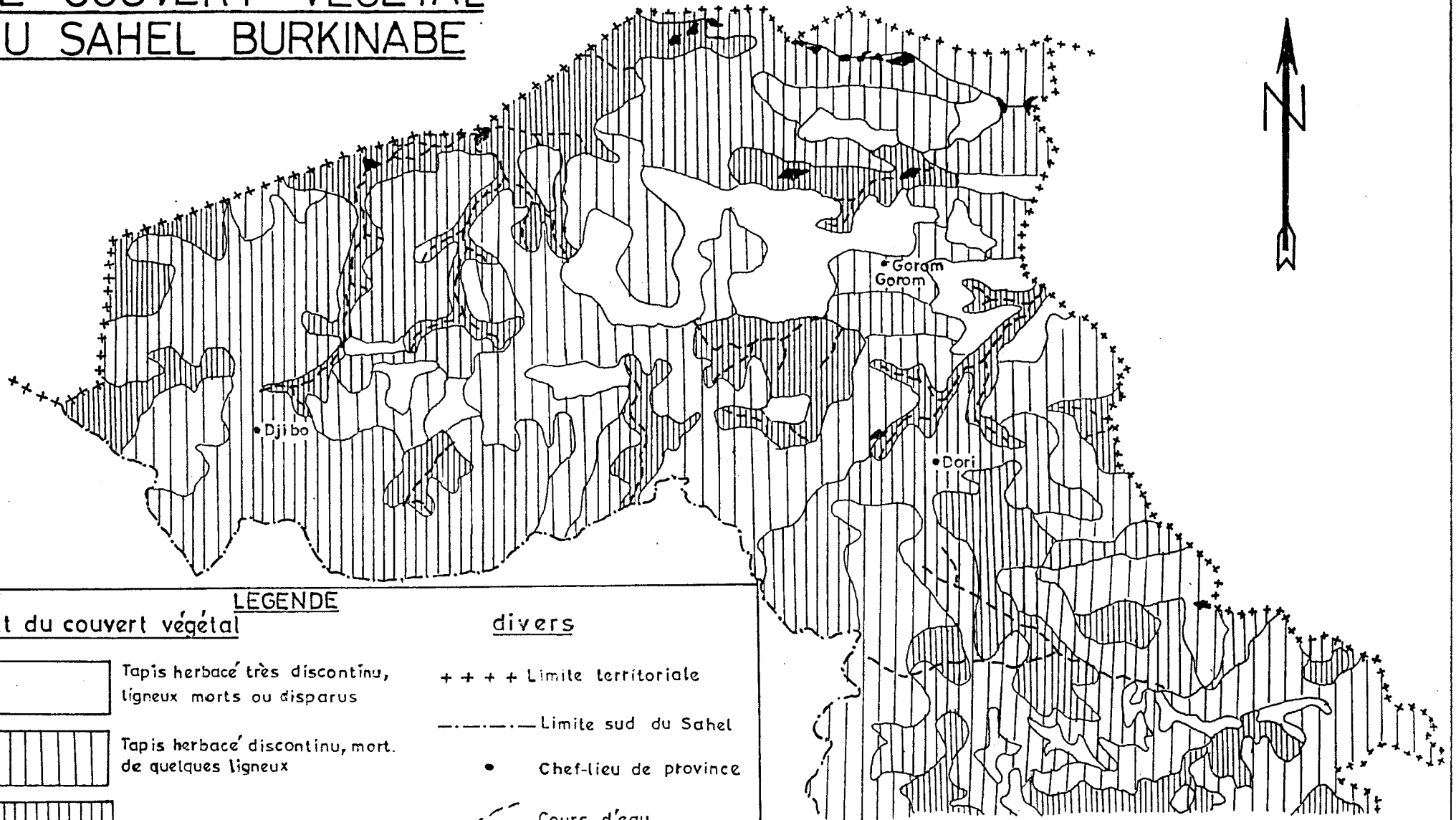
Pour pallier ces difficultés, les populations et le bétail migrent vers les points d'eau encore alimentés et les rares pâturages (planches 7 à 9). La forte concentration humaine et animale dans ces lieux accélère le surpâturage et la destruction de la végétation <sup>de</sup> façon irréversible. Cela a des incidences sur les sols. La dégradation de la végétation au Sahel s'explique donc par la pression humaine, animale et les aléas climatiques surtout. La diminution de la pluviométrie et la succession de périodes sèches ont entraîné l'assèchement des plantes herbacées et des ligneux.

Le tapis herbacé, très discontinu (figure 12), disparaît dès le mois de décembre. Seuls les baobabs et les épineux résistent à la sécheresse. Les petits arbustes perdent leurs branches par ébranchages au profit du bétail.

Ainsi, il apparaît de vastes terrains nus dans la partie septentrionale du Sahel, au delà du 14ème parallèle nord (planches 10 à 12). Les sols y sont fragiles et vulnérables à l'érosion.





L'absence d'eau entraîne le dessèchement du sol, avec une concentration de sels minéraux. Son abondance peut provoquer la saturation ou le ruissellement, le transport des matériaux fins, ainsi que la transformation du sol, par décapage des horizons superficiels, s'il n'est pas couvert de végétation.

# LE COUVERT VEGETAL DU SAHEL BURKINABE




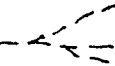



## LEGENDE

### L'état du couvert végétal

	Tapis herbacé très discontinu, ligneux morts ou disparus
	Tapis herbacé discontinu, mort. de quelques ligneux
	Eclaircissement du tapis herbacé
	Couvert végétal d'assez bon état

### divers

	++++ Limite territoriale
	----- Limite sud du Sahel
	• Chef-lieu de province
	Cours d'eau
	Mare

ECHELLE 1/400.000

SOURCE THESE DE DOCTORAT TAMBOURA H.H. 1983



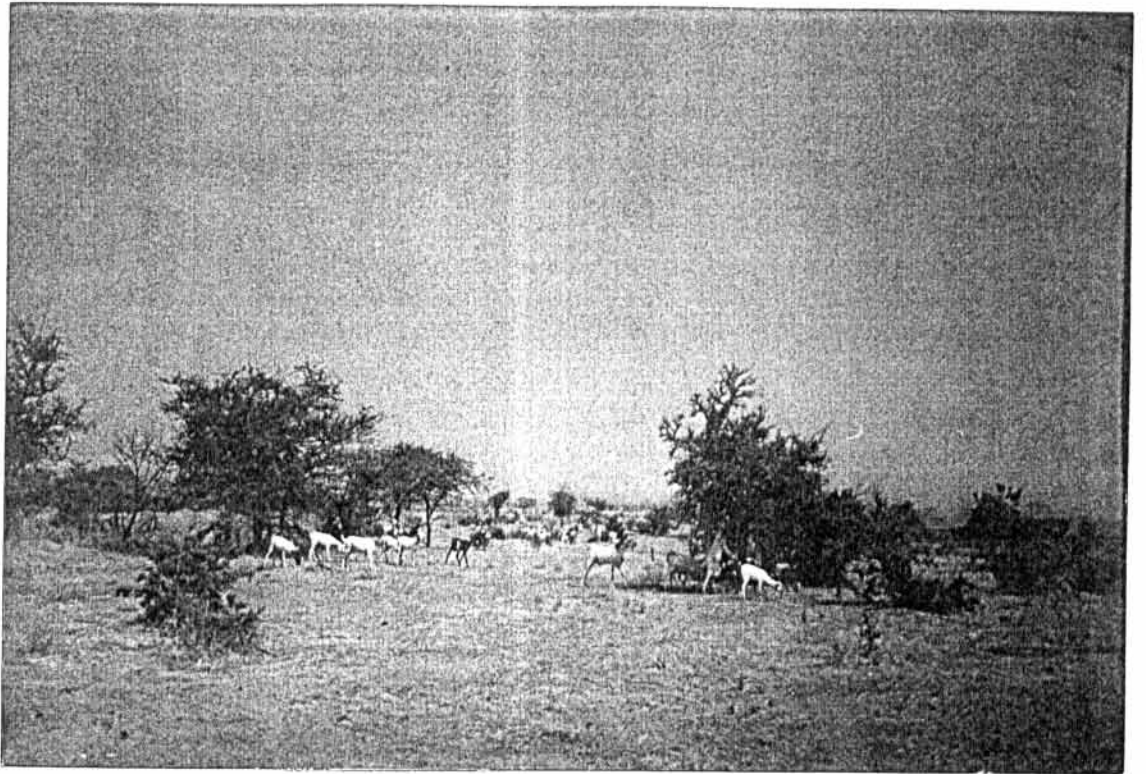


Planche n°9

Troupeau de petits ruminants à la recherche de pâturage devenu rare; BOURO département de NASSOUMBOU ( SOUM ) . Décembre 1988.

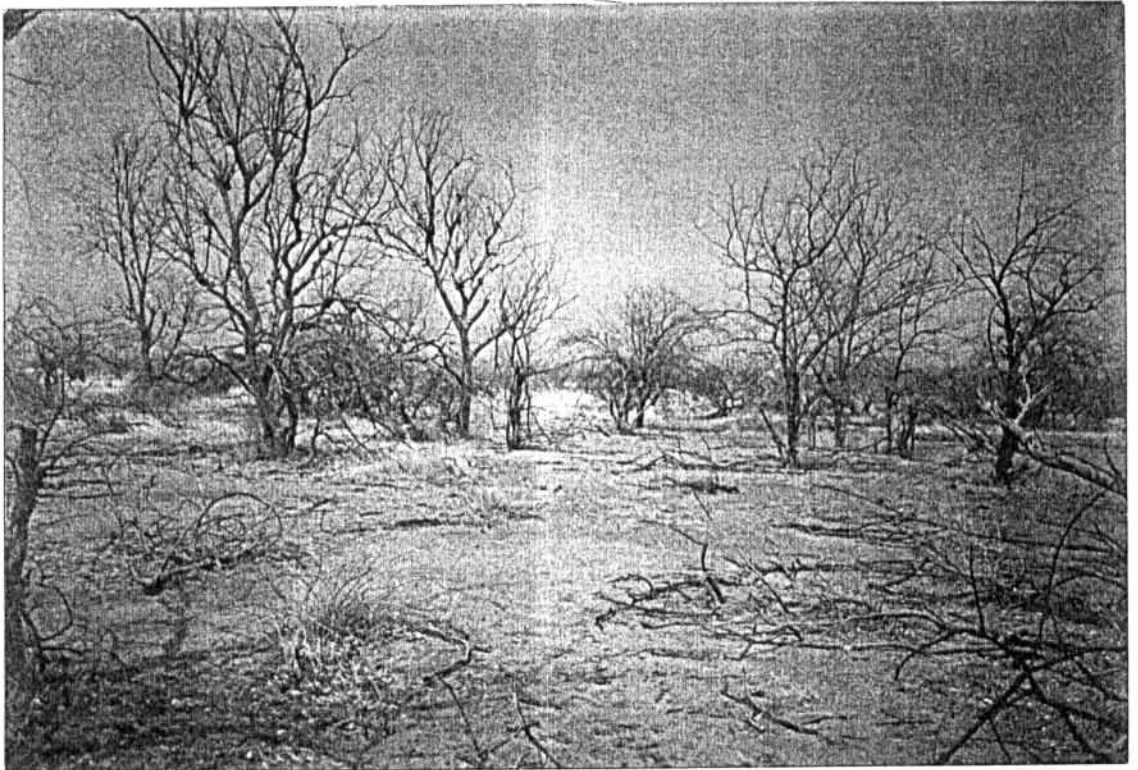


Planche n°10

Paysage de ligneux secs avec un taux de recouvrement des plantes herbacées pratiquement nul.  
ARIEL, département de NASSOUMBOU ( SOUM ) .  
( Décembre 1988 )

Quant à l'élevage, il constitue l'activité dominante dans les provinces du Sahel. Le cheptel dont le nombre de têtes est encore mal connu comprendrait 300 000 bovins et 600 000 petits ruminants, ovins et caprins essentiellement.

## B / L'eau et le développement socio-économique

L'utilisation sociale de l'eau n'a pas fait l'objet d'étude particulière. Cependant on utilise l'eau pour la consommation et l'hygiène. Dans le ménage, elle sert à faire la cuisine, à laver la vaisselle et les vêtements et à se baigner. Un approvisionnement permanent en eau potable améliore la santé.

Selon l'organisation mondiale de la santé (O.M.S.), plus de 50 % des maladies sont d'origine hydrique et l'usage de l'eau de surface en est la cause principale.

L'amélioration de la santé permet un accroissement du potentiel humain. La disponibilité de l'eau à portée de main permet de gagner du temps pour développer les activités économiques : élevage, agriculture, artisanat...

Malheureusement, le Sahel est une zone défavorisée par les eaux superficielles. Les rivières constituant le réseau hydrographique tarissent chaque année, ce qui limite son utilisation.

Les précipitations sont irrégulières d'une année à l'autre. Depuis 1968, on note une persistance de la sécheresse, une diminution de la pluviosité et du nombre de jours de pluies par an. La station synoptique de Dori a enregistré, comparativement à la moyenne, 517 mm de pluies de 1958 à 1988, des excédents seulement en 1974, 1976, 1978 et 1988. Le minimum se situe dans ce laps de temps ; 259 mm en 1987, avec 33 jours de pluie.

Sur le plan agricole, on cultive des plantes à cycle végétatif court. La faiblesse des pluies entraîne de mauvais semis, une perte de semences et des récoltes insuffisantes. De 1984 à 1989, la part de la production vivrière du Sahel a été de 4,6%. cette production céréalière a évolué en dents de scie, en suivant la pluviosité. La baisse de production de 1977-78, 1983-84 et la hausse de 1981-82 et 1988-89 (figure 10) en témoignent (annexe 1).

Le déficit du bilan céréalier, 34 107 tonnes correspond à 32,8 % du déficit du bilan céréalier du Pays (tableau 7).

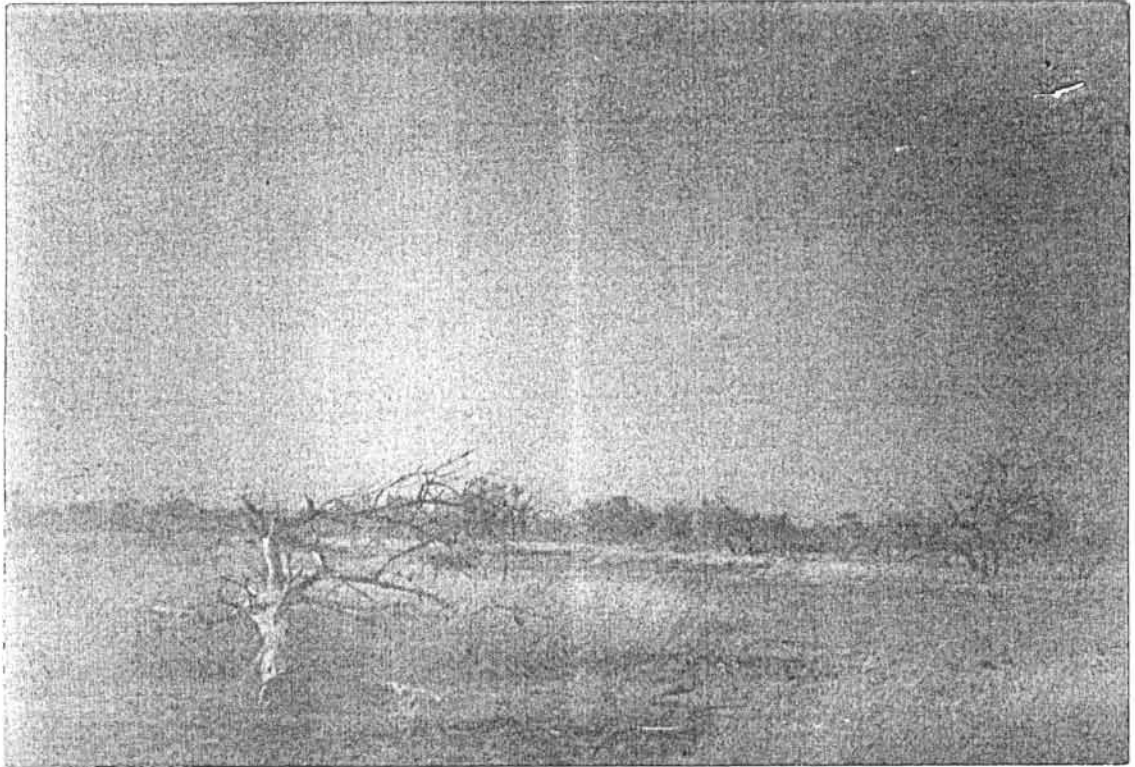


Planche n°11  
Le couvert végétal dans la zone de TONDIATA, département de  
NASSOUMBOU (SOUM). Décembre 1988.

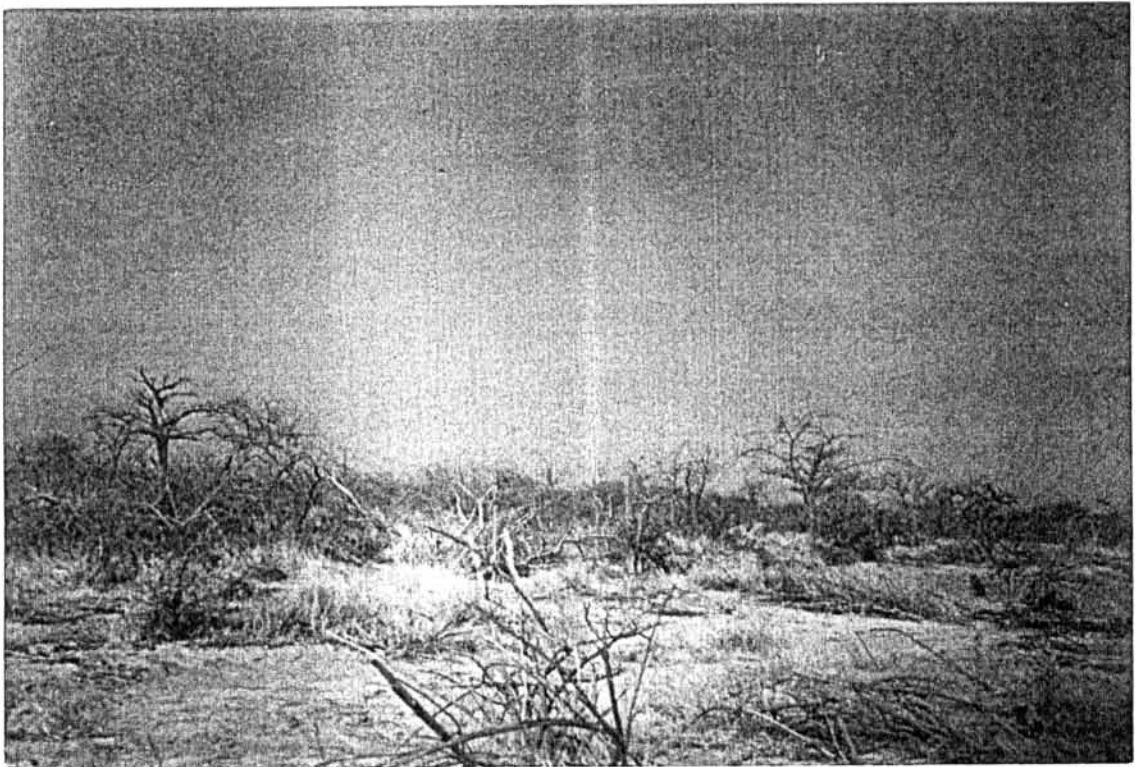


Planche n°12  
Assèchement de la végétation aux environs de  
TOURONATA, département de TONGOMAYEL ( SOUM ).  
( Décembre 1988 )

En général, on assiste à un processus d'érosion car le ruissellement atteint 45 % sur les versants et 25 % sur les faibles pentes aux sols nus, selon Birot et Galabert (1971), in ("Hydraulique villageoise dans le département du Sahel" Didier Föhlen, 1981).

En définitive, le Sahel est confronté à un problème de ressources, car les pressions humaines et animales sont fortes.

Les terres destinées aux cultures pluviales et irriguées sont assez limitées. Les pâturages deviennent rares, pendant une bonne partie de l'année. Ainsi cette région n'arrive pas à dégager un excédent céréalier pour la consommation et la sécurité alimentaire de ses 573 301 habitants.

L'eau source de vie devient un problème crucial qui nécessite le recours aux programmes d'hydraulique villageoise et pastorale. Cette denrée existerait à peu près partout, mais, il faut aller la chercher. Ce qui explique l'importance de l'aménagement des retenues d'eau, des puits et des forages. La préoccupation actuelle est de fournir de l'eau potable à raison de 20 l/j/hbt(1), à l'horizon 1990. Il faut également de l'eau pour les activités économiques et garantir la survie des populations en recherchant l'auto-suffisance alimentaire.

(1) litre par jour par habitant.

DEUXIEME PARTIE

**LES PROGRAMMES D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE  
ET PASTORALES AU SAHEL BURKINABE**

Plus de la moitié de la population mondiale ne dispose pas d'eau potable pour son alimentation. Le monde rural des pays en voie de développement, est le plus affecté. Pour pallier cette situation, les pouvoirs publics, par le truchement de l'aide et de l'assistance internationale, ont lancé des programmes d'alimentation en eau saine humaine et animale. Ils sont connus sous le nom de programmes d'hydraulique villageoise et pastorale. L'objectif est de fournir de l'eau assainie en quantité suffisante, à des populations dispersées et à leur bétail à partir du captage de l'eau souterraine et de surface.

### CHAPITRE III : LES OBJECTIFS

En général, les objectifs sont de caractères sociaux en hydraulique villageoise et économique en hydraulique pastorale.

#### A / L'amélioration des conditions de vie des populations rurales.

Les populations villageoises s'approvisionnent le plus souvent aux points d'eau qui sont le plus facilement accessibles ; l'eau de surface. En saison sèche, la solution adoptée avec le tarissement des cours d'eau, est le recours à l'eau des puisards et des puits. Or cette eau, dans la plupart des cas, est de qualité douteuse, car elle est soumise à la pollution extérieure par les germes pathogènes.

L'objectif premier en hydraulique villageoise est de fournir de l'eau potable en permanence, à des populations dispersées. Les installations améliorées, les puits modernes et les forages avec pompes manuelles sont moins exposés à cette pollution. L'eau y est souvent disponible pour les villageois. Cela contribue à faire régresser les maladies d'origine hydrique et diminuer les longues corvées d'eau en saison sèche pour les femmes et les enfants. Chaque village devrait être en principe doté dans l'avenir d'un forage.

Le gain de temps par la réduction de la corvée d'eau pourrait être consacré à des activités plus ou moins rémunératrices, telles que l'artisanat, l'agriculture, le petit élevage de case dont les produits seraient autoconsommés ou écoulés sur les marchés locaux. Toutes choses qui contribuent au bien être des populations. Cependant l'hydraulique villageoise en tant que telle ne peut amorcer un développement rural, à l'instar de l'hydraulique agricole ou pastorale.

En hydraulique pastorale, il s'agit de fournir de l'eau propre à des centaines, voire des milliers de bêtes par jour, en tenant compte des mouvements pastoraux et de la charge potentielle des pâturages. Lever la contrainte que constitue la pénurie d'eau en saison sèche pour l'exploitation des ressources fourragères du Sahel devient un impératif économique. Assurer une eau de boisson suffisante aux animaux peut permettre l'accroissement des effectifs et du poids de l'animal. C'est de cette façon que l'on peut prévenir le surpâturage et la dégradation écologique.

#### B / La disponibilité et l'organisation des populations

Les programmes d'hydraulique exigent de la part des bénéficiaires des ouvrages à réaliser, un minimum de disponibilité et d'organisation. Jadis, l'on pensait qu'il fallait nécessairement créer une entité régionale chargée de la gestion des ouvrages, de leur fonctionnement et de leur entretien.

De plus en plus, la tendance est à l'association des populations à la gestion et à l'entretien des ouvrages. On associe les villageois aux projets, en insistant sur ce qu'on attend d'eux. Le but visé est de responsabiliser les usagers afin qu'ils considèrent les ouvrages réalisés comme les leurs et qu'ils les prennent en charge. Puisqu'il s'agit de la satisfaction d'un besoin vital, on obtient facilement des populations une certaine organisation. Elles sont disposées à recevoir les consignes, car elles comprennent l'importance que représente le point d'eau et les services qu'il leur procure de façon directe ou indirecte. L'on peut à titre d'exemple citer l'abreuvement du bétail de trait, du petit troupeau laitier de case et accessoirement le maraîchage, en plus de l'alimentation en eau potable.

## C / Les aspects socio-économiques

### 1 - Les conditions préalables à la réalisation d'un ouvrage hydraulique

Avant de créer un point d'eau, il est important d'informer les futurs bénéficiaires de ses avantages. Les populations rurales ne savent pratiquement pas à priori que l'eau des puits busés et des forages est nettement meilleure à celle qu'elles buvaient auparavant aux mares, aux rivières ou aux puisards. Aussi est-il important de leur faire savoir afin qu'elles sentent la nécessité de s'alimenter aux points d'eau modernes. Ce qui suppose une concertation préalable avec les paysans.

#### a - La sensibilisation

La sensibilisation est nécessaire avant la réalisation d'un point d'eau. Il faut apporter des explications dans le domaine sanitaire, sur les maladies hydriques. Les populations rurales ignorent la théorie des microbes. Selon la tradition, les maladies d'origine hydrique telles que le Choléra, la typhoïde, la bilharziose, le vers de guinée sont le fait de la magie noire, de la sorcellerie ou sont liées aux tabous sexuels.

Ces systèmes de croyance constituent des obstacles qu'il faut arriver à lever par une éducation en hygiène, en expliquant les avantages des points d'eau modernes ; les puits cimentés et les forages. C'est la perception qu'ont les paysans de l'eau que l'on doit faire changer. La plupart d'entre eux boivent l'eau des mares, des rivières, des puisards et des puits ordinaires, car ils considèrent que toute eau est bonne à boire.

Dans ces conditions, l'objectif final est d'amener les collectivités rurales à accroître l'utilisation d'eau saine pour tous leurs besoins. Mais la sensibilisation à elle seule ne saurait suffire. Il y'a lieu de recourir à la mobilisation des bénéficiaires des ouvrages hydrauliques.



## **b - La mobilisation des bénéficiaires des points d'eau**

Cette étape exige que l'on rencontre les dirigeants locaux, dans le but de se faire une idée de la réaction des populations de chaque village face à l'approvisionnement en eau et les inciter à participer au projet. Il s'agit des personnes les plus importantes, les plus influentes : les chefs coutumiers, les responsables des comités révolutionnaires et les instituteurs. Ils convoquent des assemblées pour que l'assistant, l'animateur présente l'objectif et la portée du projet pour la population. Ainsi, celui-ci donne des informations aux villageois et se prête à leurs questions. Si en général ce sont les hommes qui sont présents, il faut encourager la présence et la participation des femmes. Elles sont les premières responsables de la corvée d'eau.

L'animateur doit convaincre les populations que le point d'eau aura des effets bénéfiques sur la santé et qu'il permettra d'alléger les difficultés liées à l'approvisionnement en eau. Ce n'est que par conviction que les populations se mobiliseront pour le projet. Après cette étape suit le problème de l'organisation.

## **c - l'organisation des populations**

Les informations apportées aux populations en matière d'organisation doivent être complètes, impartiales et présentées sous une forme accessible. En ce qui concerne la participation des collectivités rurales, il faut prévoir un groupement dont les membres, choisis par la communauté seront chargés de la gestion du point d'eau. Ils seront considérés comme les interlocuteurs entre l'administration et le village dans la phase de préparation du projet, sa réalisation et également à la fin du projet pour le suivi.

## **2 - Le niveau de participation des populations rurales**

Avant 1983, les populations n'étaient pas associées aux programmes d'hydraulique villageoise. Depuis cette date, un volet animation rurale qui a pour objet la sensibilisation et l'incitation des populations à participer aux projets, s'est considérablement développé. Aujourd'hui, elles contribuent à la réalisation des points d'eau par l'apport de matériaux et leur force de travail.

#### a - L'apport des populations rurales

L'analphabétisme et le manque de connaissance technique, limitent la participation des paysans aux travaux. Cependant, ils interviennent par la fourniture de certains matériaux de construction tels que le gravier, le sable et le ciment nécessaires pour la construction de la dalle de propreté ou anti-bourbier, des marches, du canal, de l'abreuvoir. Les populations contribuent pour environ 10 sacs de ciment. Il arrive souvent que les habitants, de concert, fassent des dons en nature tels que les produits alimentaires, ou s'occupent entièrement de la cuisine, tandis que l'équipe de forage se consacre entièrement aux travaux de forage qui peuvent durer 6 heures à 3 jours. La durée est fonction du type d'atelier qui fore, de l'organisation et des terrains à creuser. Les villageois fournissent la force de travail nécessaire pour le fonçage du puits (cas d'investissement humain). Ils mettent ainsi 5 à 6 personnes par jour à la disposition du chef de chantier afin qu'ils l'aident pendant la durée des travaux. Ils assurent le logement du personnel du chantier et peuvent même participer à l'achat de certains matériaux tel que le fer pour le cuvelage du puits.

En général, un contrat précise les contributions des populations vis à vis de l'administration. Par exemple, le village constituera un fonds de roulement ou réalisera un anti-bourbier avant la pose de la pompe... Cependant la participation des villageois touche bien d'autres domaines.

#### b - Les travaux spécifiques

Les populations rurales sont tenues de frayer un chemin jusqu'au site retenu pour réaliser le point d'eau afin de faciliter le passage de l'atelier de foration. Les femmes, sont surtout chargées du transport du sable, du gravier, des cailloux. Les villageois prennent part à la construction de la dalle anti-bourbier. Ils construisent les rigoles, les canalisations pour assurer l'évacuation correcte de l'eau, ainsi que la fosse où l'eau perdue s'accumule.

Ils construisent des marches pour la margelle et assurent le remblayage, le terrassement des abords de celle-ci. En zone pastorale, ils sont tenus de construire des abreuvoirs et souvent une clôture de protection du point d'eau. Cette clôture peut-être un mur ou une haie d'arbustes.

### 3 - La gestion des points d'eau par les populations rurales

Il est d'abord nécessaire de penser à la maintenance des points d'eau. Sans ce préalable, les moyens d'exhaure se détériorent et tombent en panne. L'objectif du système de gestion est de garantir la pérennité des ressources en eau d'une part et d'optimiser les investissements que représentent les forages d'autre part. Le système prévoit la création d'un comité de gestion avec des attributions spécifiques.

#### **a - Les comités de gestion des points d'eau**

Le comité de gestion est une structure mise en place pendant la réalisation de l'ouvrage hydraulique. Le but est d'amener les populations rurales à pouvoir assurer la maintenance de leurs ouvrages. Les membres du comité sont élus par la communauté villageoise. Leur formation est assurée par les équipes d'animation. La composition du bureau se présente comme suit : un président, un secrétaire, un trésorier, un ou plusieurs responsable (s) de l'hygiène et de la pompe. Dans la plupart des cas, les responsables de l'hygiène sont les femmes. La mise en place définitive se fait suivant les moyens, les priorités, le type de pompes et les insuffisances constatées. Le nombre moyen des membres est de 7 à 9.

#### **b - Les attributions des comités de gestion des points d'eau**

Le comité est tenu d'assurer la gestion et l'entretien du point d'eau. Il doit collecter les sommes nécessaires pour le fonds de roulement, estimé à 50 000 f.cfa par an. Il désigne en général deux responsables, les trésoriers pour récupérer l'argent de la vente de l'eau ou le produit des cõtisations.

Ces recettes seront utilisées pour prévenir les pannes, les réparations et éventuellement pour l'achat de pièces détachées et la rémunération de l'artisan réparateur.

Le premier entretien consiste à maintenir les abords du point d'eau et la margelle, propres. Le responsable de l'hygiène doit prodiguer des conseils sur l'utilisation de l'eau, son transport, sa conservation. L'artisan villageois doit faire respecter les principes d'utilisation de la pompe. Il assure le nettoyage et le graissage de la chaîne, ou de l'axe et des rotules. Il vérifie le serrage des contre-écrous de la tringlerie. Cet entretien courant est préventif et permet de diminuer les interventions de dépannage.

Le comité de gestion est l'intermédiaire et l'interlocuteur entre l'administration et le projet auprès des villageois. De ce fait, il peut signaler le niveau de satisfaction des populations, les difficultés et les succès du projet.

### **c - La maintenance des ouvrages hydrauliques**

La maintenance représente l'ensemble des opérations nécessaires au fonctionnement, à l'entretien et au renouvellement des ouvrages.

Après la réalisation des ouvrages on doit assurer la maintenance qui occasionne des frais. Ces dépenses comprennent les frais de fonctionnement des moyens d'exhaure, l'entretien des ouvrages hydrauliques et le renouvellement des installations ayant une durée de vie technique limitée. Les capitaux investis pour la création des puits et des forages sont énormes. C'est pourquoi il est très important de maintenir les ouvrages en état de fonctionnement. A défaut d'une maintenance correcte, l'on aboutit à des pertes non négligeables. Selon une communication de l'office national des puits et forages (O.N.P.F.), de février 1988, les pertes enregistrées au niveau des seuls forages représentent 15 à 20 % des investissements en hydraulique villageoise.

En outre la création du point d'eau étant guidée par le souci d'amélioration des conditions de vie des masses rurales, celui-ci est considéré comme moteur de développement. Aussi est-il important de veiller à l'entretien et à la maintenance des ouvrages hydrauliques.

## CHAPITRE IV : LES METHODES DE RECONNAISSANCE ET DE CHOIX DES SITES

La méthodologie en hydraulique villageoise et pastorale est basée sur l'exploitation des eaux souterraines et de surface. Cependant cette exploitation n'est possible qu'après une certaine évaluation technique et financière, qui détermine les implantations et les types d'ouvrages selon les critères hydrogéologiques et socio-économiques.

### A / Les méthodes de reconnaissance (figure 13 à 15)

Elles consistent à localiser avec une certaine précision les zones aquifères. Plusieurs techniques, plus ou moins complémentaires sont utilisées : l'inventaire des points d'eau existants, la télédétection, la géophysique et la prospection au radon.

#### 1 - L'inventaire des points d'eau

Il permet d'obtenir des informations sur la nature des aquifères et leur extension. Selon que l'on a des puits ou des forages pérennes ou temporaires, on aura des aquifères continus ou discontinus. On peut ainsi connaître la profondeur de la roche saine. La répartition des ouvrages déterminerait la superficie théorique de l'aquifère.

#### 2 - La télédétection

Elle est basée sur l'exploitation des images satellites et des photographies aériennes. Ramenées à une grande échelle, elles mettent en relief certains éléments du terrain et en facilitent l'identification. Pendant les phases de télédétection, on observe les alignements morpho-structuraux qui peuvent correspondre à une végétation révélatrice d'eau à faible profondeur, ou se traduire par des linéaments, traces de fractures profondes pouvant contenir de l'eau. Si la végétation indique de l'eau à faible profondeur, les accidents tectoniques, les linéaments par contre, pourraient renfermer de l'eau en profondeur.

Fig.13 Gites aquifères dans les zones altérées et fracturées de granite et de gneiss

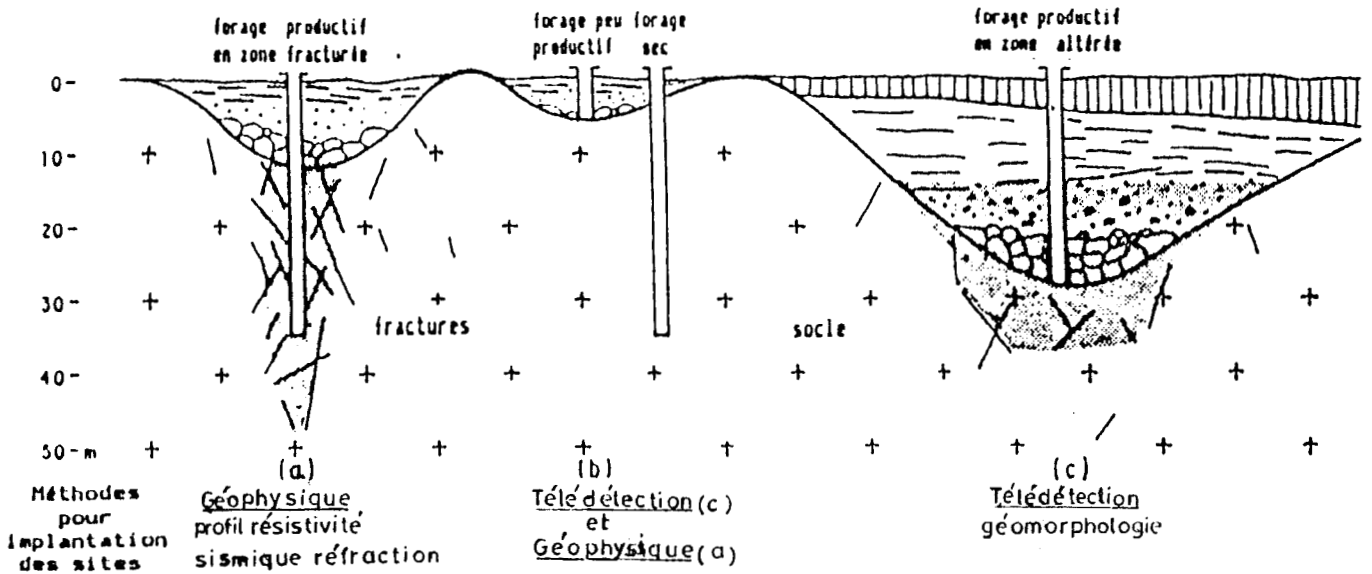


Fig.14 Gites aquifères dans trois situations typiques de grès quartzitiques

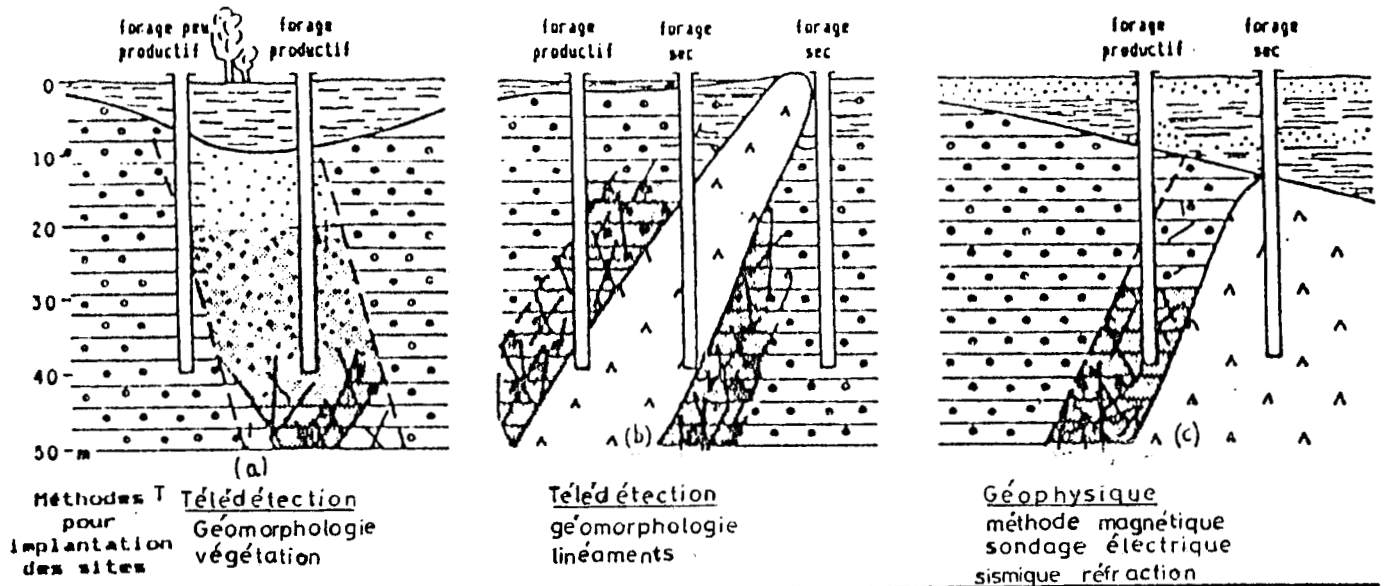
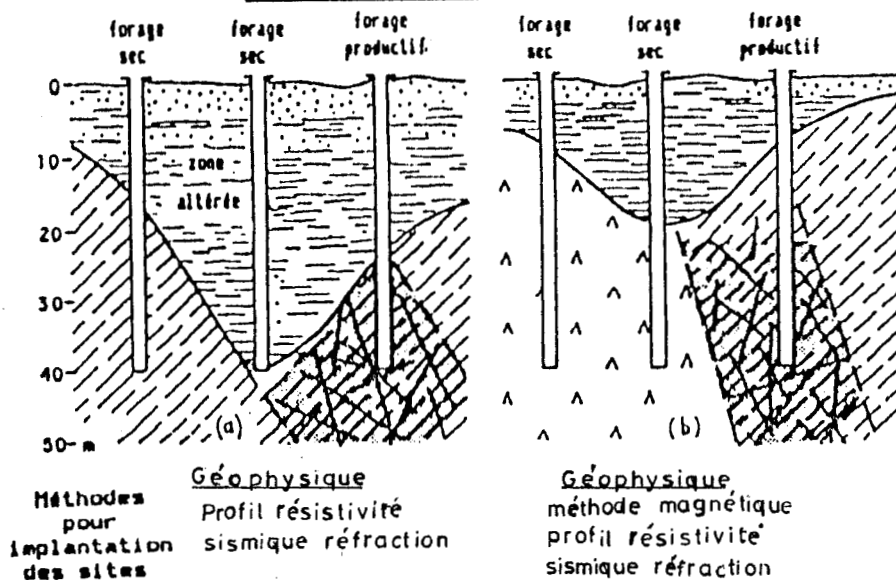


Fig.15 Gites aquifères dans deux situations typiques de schistes cristallins



**LEGENDE**

**SOCLE ET INTRUSION**

- Granite et gneiss
- Grès quartzitique
- Schiste cristallin
- Roche intrusive (dolerite)

**ROCHES D'ALTERATION ET COUVERTURE SEDIMENTAIRE**

- Argile
- Sable
- Gravier et blocs

- Fractures et limites de la zone fracturée :

- Aquifère

### 3 - La géophysique

La géophysique est nécessaire quand la structure du socle est recouverte par des dépôts récents et que par la télédétection, les zones altérées ou fracturées ne sont pas identifiables. Cette méthode est utilisée notamment lorsque l'eau souterraine se trouve dans le socle sain. Ces principales méthodes reposent sur le profil de résistivité, le sondage électrique, la sismique réfraction et la méthode magnétique.

### 4 - La prospection au radon

Cette méthode s'applique aux zones de socle subaffleurant. On détermine la distribution des concentrations du gaz radon, élevée dans les fractures ouvertes. La détection des teneurs en gaz radon dans le sol se fait par une campagne de prélèvements géochimiques au sol. Celles-ci fournissent des débits importants. Le taux de succès de cette méthode est de 30 % pour l'obtention d'un débit supérieur à 5 m<sup>3</sup>/h, selon le B.R.G.M. au Burkina Faso.

## B / Les critères retenus pour le choix des sites

Ces critères reposent sur des données socio-économiques, la disponibilité de pâturages et les aspects techniques.

### 1 - Les critères socio-économiques

Le choix des priorités se fait de façon concertée entre l'Etat et les bureaux d'études. Les critères doivent permettre de prévoir la demande en eau. Le plus souvent, c'est le rapport entre la satisfaction et le besoin qui est retenu. Ainsi est-il important de connaître le chiffre de population actualisé et sa répartition spatiale. Il faut circonscrire les villages dans leurs limites administratives.

La démarche consiste à prendre en compte tous les villages administratifs ; ensuite, sur la base du critère défini, tel que le seuil minimum de population, classer les villages en fonction des besoins. On peut être amené à écarter les villages dont les besoins sont déjà satisfaits.

Le projet auquel nous avons été associés a retenu comme critère, un point d'eau moderne pour 500 habitants. Nous avons ainsi sélectionné les villages comme suit : d'abord les villages d'au moins 500 habitants sans eau potable, puis les villages dont les besoins restent insatisfaits par rapport au seuil fixé.

Pour ce qui est du bétail, nous avons évalué le cheptel stationnant en saison sèche. Puis sur la base de la consommation théorique par espèce, un seuil a été retenu. Des zones de pâturages ont été délimitées pour servir de sites, qui seront équipées en ouvrages hydrauliques. A titre d'exemple, les villages de Sé dans le département de Tongomayel (Soum) et Douman dans le département de Gorom-Gorom (Oudalan) ont été retenus, car nous avons tenu compte surtout de structures capables de prendre en charge la maintenance des équipements ; l'Union des Groupements Villageois de l'Oudalan qui est très dynamique. Dans le Soum, l'organisation de groupements d'éleveurs par un projet "F.A.C.-C.C.C.E." de développement de l'élevage sera d'un apport important pour la gestion de ces ouvrages.

## 2 - La disponibilité des pâturages

Le Sahel burkinabè dispose de pâturages qui sont inégalement répartis dans le temps et l'espace. Pendant la courte saison pluvieuse, le paysage reverdit et il n'y a pratiquement plus de contrainte pour l'élevage. Mais le reste de l'année, le problème des ressources fourragères se pose de façon cruciale, d'autant plus que l'eau vient à manquer.

En hydraulique pastorale, il s'agit de lever la contrainte du manque d'eau en zone de pâturages. La création des points d'eau et leur répartition se fait en fonction de la biomasse. Pour les zones fourragères les plus importantes, il faut créer des points d'eau pérennes. Dans les zones de pâturages peu abondants, ceux-ci doivent être plus ou moins permanents de façon à pouvoir réglementer la fréquentation, selon qu'il y'a suffisamment de plantes herbacées ou non. En fait, il s'agit d'optimiser l'exploitation des ressources fourragères tout en assurant la régénération du couvert végétal. La répartition des points d'eau doit être fonction des caractéristiques des pâturages et aussi de la taille des troupeaux.



Le type d'exhaure sera choisi selon la capacité d'entretien et le désir des pasteurs qui l'utiliseront. Toutes choses qui entraînent la diminution du gaspillage de la biomasse herbacée du Sahel. Le bétail, le pâturage, l'eau et l'homme sont en fait les éléments d'un même système.

### 3 - Les aspects techniques ( figure 16 et annexe II )

Le concept d'ouvrage hydraulique se compose de trois éléments distincts :

- l'ouvrage de mobilisation de l'eau qui est le puits, le forage, le forage-puits ou la retenue d'eau ;
- l'installation des moyens d'exhaure : la pompe, le récipient ou cuffat actionné par l'énergie humaine ou solaire ;
- les installations de surface qui comprennent la superstructure, les réservoirs, les abreuvoirs et les dalles anti-bourbiers.

#### a - Le puits ( figure 17 )

Le puits a été le premier ouvrage hydraulique dans le Sahel burkinabè. Un puits est un trou vertical cylindrique permettant d'atteindre à partir du sol, la nappe d'eau souterraine la moins profonde. Il se compose de trois parties qui sont le cuvelage, le captage et les équipements de surface.

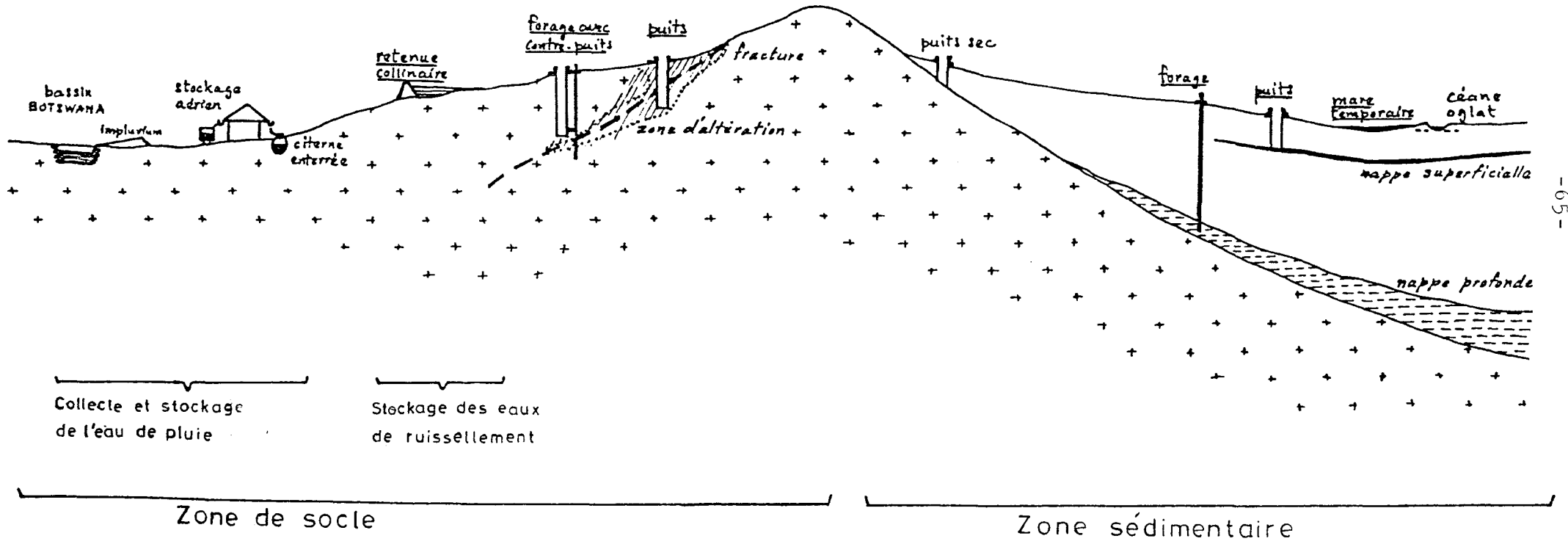
Le cuvelage :

les terrains secs traversés sont stabilisés par un cuvelage, généralement en béton coulé sur place à l'aide de moules. Il est descendu par tranches successives de 1,10 m. Le diamètre du cuvelage (environ 1,80 m) est plus grand que celui du captage.

Le captage :

il est réalisé à la base du puits, sous le niveau de la nappe. Il doit permettre l'arrivée de l'eau dans l'ouvrage, sans sable ni argile. Quand la formation aquifère est meuble, il faut mettre en place un filtre de gravier entre le captage et le terrain meuble. La colonne de captage est généralement constituée de buses perforées.

# MOBILISATION DE L'EAU

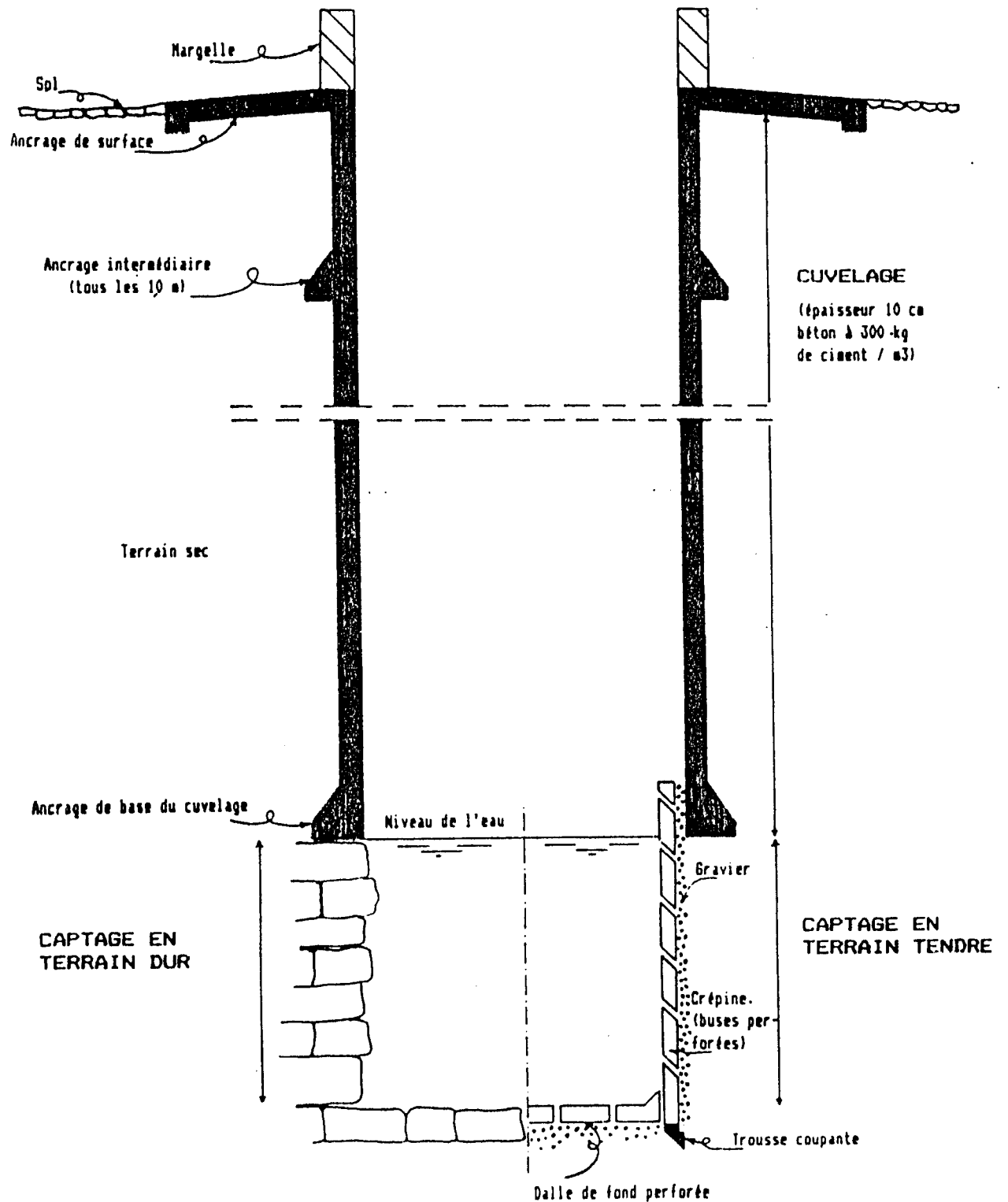


-65-

— Type de mobilisation existant au Sahel burkinabè

Source: CIEH "Elaboration d'un dossier type d'hydraulique villageoise (1984)"

FIG 17 PUITS MODERNE A CUVELAGE EN CIMENT ARME



Source : hydraulique pastorate (1986) Rome EAO.

#### L'équipement de surface :

il comprend la margelle et l'abreuvoir qui peuvent varier d'un puits à l'autre selon le constructeur et l'usage auquel ils sont destinés. Toutefois, la margelle, haute de 0,80 à 1,00 m repose sur une dalle inclinée vers l'extérieur pour faciliter l'écoulement des eaux perdues. La puisette et la corde sont les parties les plus vulnérables. Cependant, le puisage à la main ne nécessite presque pas d'entretien et il permet d'extraire une quantité d'eau suffisante.

Selon une étude de P. Pallas sur l'hydraulique pastorale, l'exhaure manuelle de 5 à 6 adultes permet de disposer de 20 m<sup>3</sup>/j en eau ; ce qui correspond à l'abreuvement d'environ 700 bovins. En outre les puits ont une durée de vie longue de plus de 30 ans.

#### b - Le forage ( figure 18 )

Le forage reste une technique difficile, qui nécessite une grande expérience. Nous n'avons pas la prétention de fournir toutes les informations relatives à ses caractéristiques techniques.

En général, les techniques sont combinées selon les terrains rencontrés et les difficultés qu'ils présentent à la foration. On distingue trois parties dans la mise en place d'un forage : le tubage, la pose des crépines et la superstructure.

Le but du tubage est d'empêcher la paroi du trou de s'ébouler et de protéger le forage des venues d'eau de mauvaise qualité. Les tubes utilisés sont en PVC ( 112\_125 mm ) (2) ; ils résistent à la corrosion et sont faciles à manipuler. Le tubage est cimenté sur 3 m au niveau supérieur, dépassant le sol de 0,6 m de haut pour le stabiliser et éviter l'infiltration des eaux perdues.

Les crépines servent à consolider la formation aquifère (sable, arènes, gravier...). Elles permettent la pénétration de l'eau dans le forage, par des ouvertures de 0,8 mm.

(2) PVC ( 112-115 mm ) : matière plastique, polychlorure de vinyle.

# CARACTERISTIQUES MOYENNES DES FORAGES

Fig.18

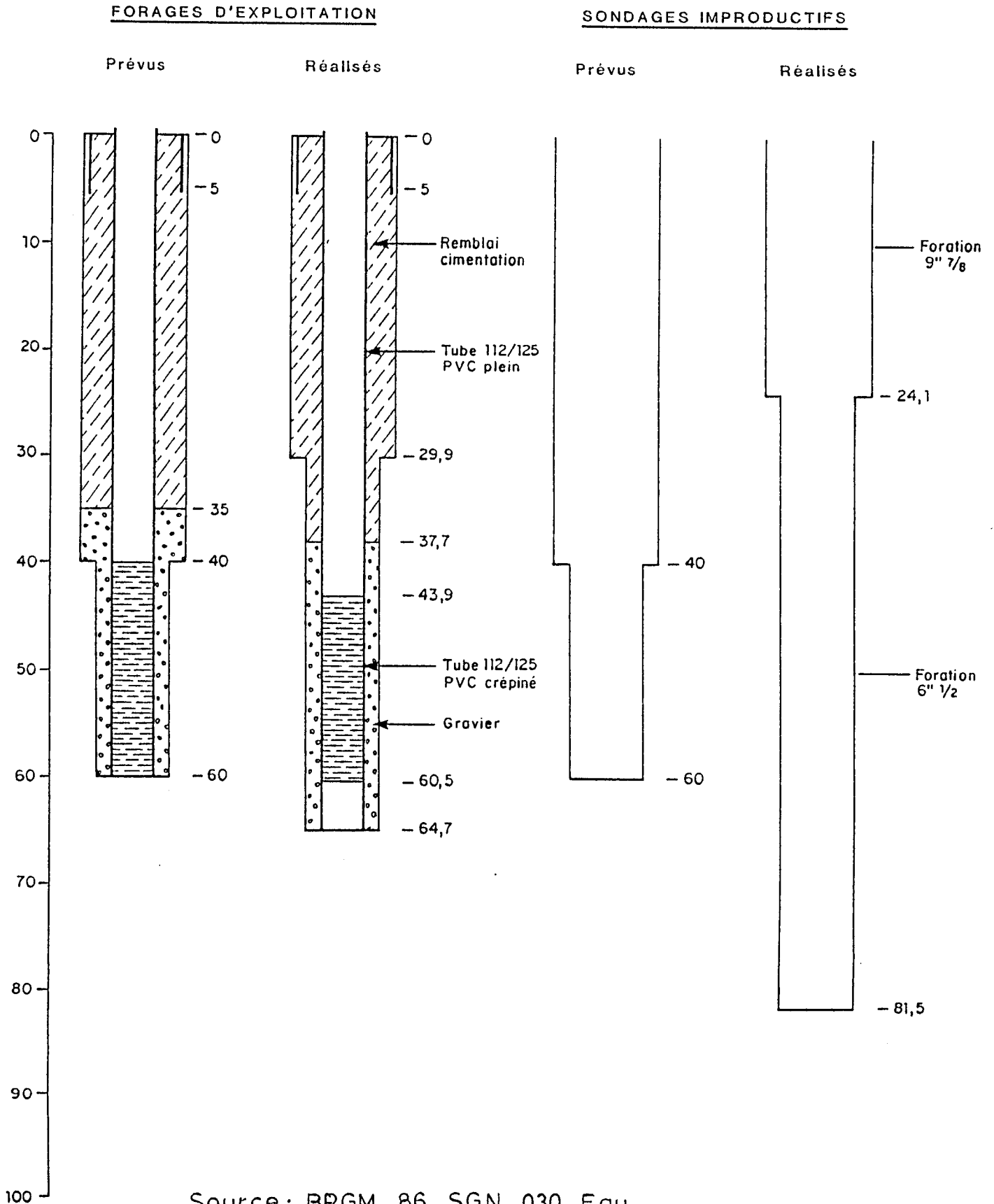
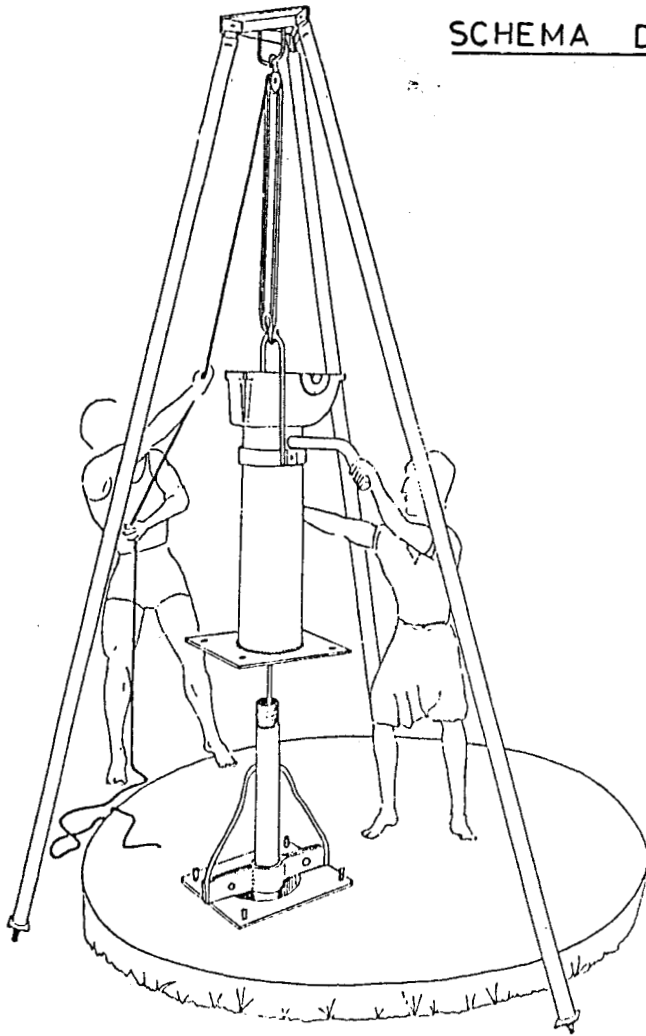


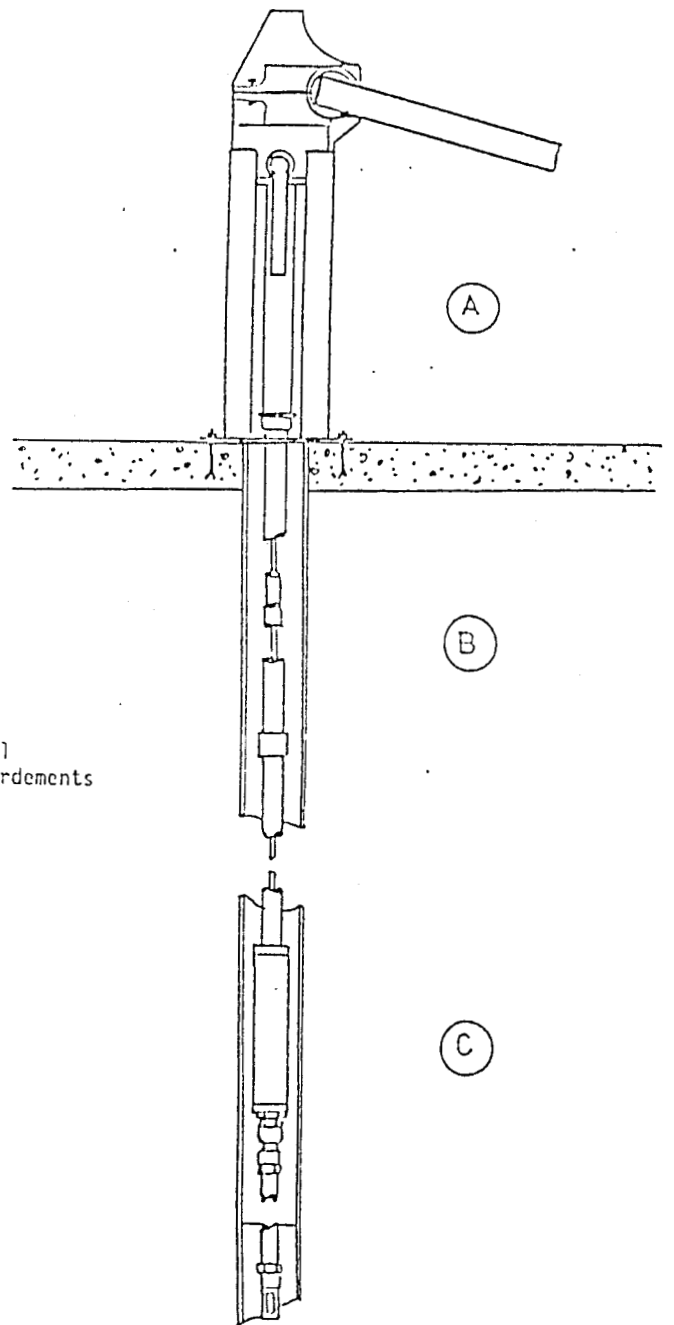
Tableau 9 - Eléments de comparaison des pompes "Abi", "Vergnet" et "India".

Type de pompe	les avantages	Les inconvénients
ABI (figure 19)	Le pompage se fait à 60_ 80 m de profondeur. La pompe nécessite une intervention légère. Le piston est protégé. La pompe est robuste et fournit un débit moyen de 1,2 m <sup>3</sup> /h.	La tête de la pompe est fragile. Elle est lourde (71 Kg) et nécessite un matériel lourd de levage et d'installation. Les tiges et les tringleries ont un diamètre insuffisant, elles s'usent et se cassent, de même que l'axe.
VERGNET (figure 20)	Le pompage se fait à grande profondeur : 70 m. Le montage de la pompe est facile car le corps est léger et flexible. L'entretien reste facile car les pièces sont facilement remplaçables. Il est possible d'installer plusieurs pompes sur un même forage. Le débit moyen est de 1,3 m <sup>3</sup> /h.	Les pièces en mouvements subissent une importante usure. En outre, le piston est mal protégé. Les segments s'usent facilement et l'on assiste à des pannes de réamorçage et à l'éclatement des boudruches.
INDIA (figure 21)	Le pompage se fait à grande profondeur : 55_75 m. Le piston et le cylindre sont non oxydable. L'étanchéité est parfaite. Le débit moyen est de 1,2 à 1,5 m <sup>3</sup> /h.	L' eau corrosive attaque les annaux en caoutchouc ou en cuir et les tiges. Le manche de la fontaine s'use de même que la chaîne liant l'axe à la tringlerie. Il existe plusieurs modèles.

SCHEMA DE LA POMPE ABI



Montage de la fontaine



- A - Mécanisme hors sol
- B - Eléments de raccords
- C - Mécanisme immergé

FIG 20 SCHEMA DE LA POMPE VERGNET

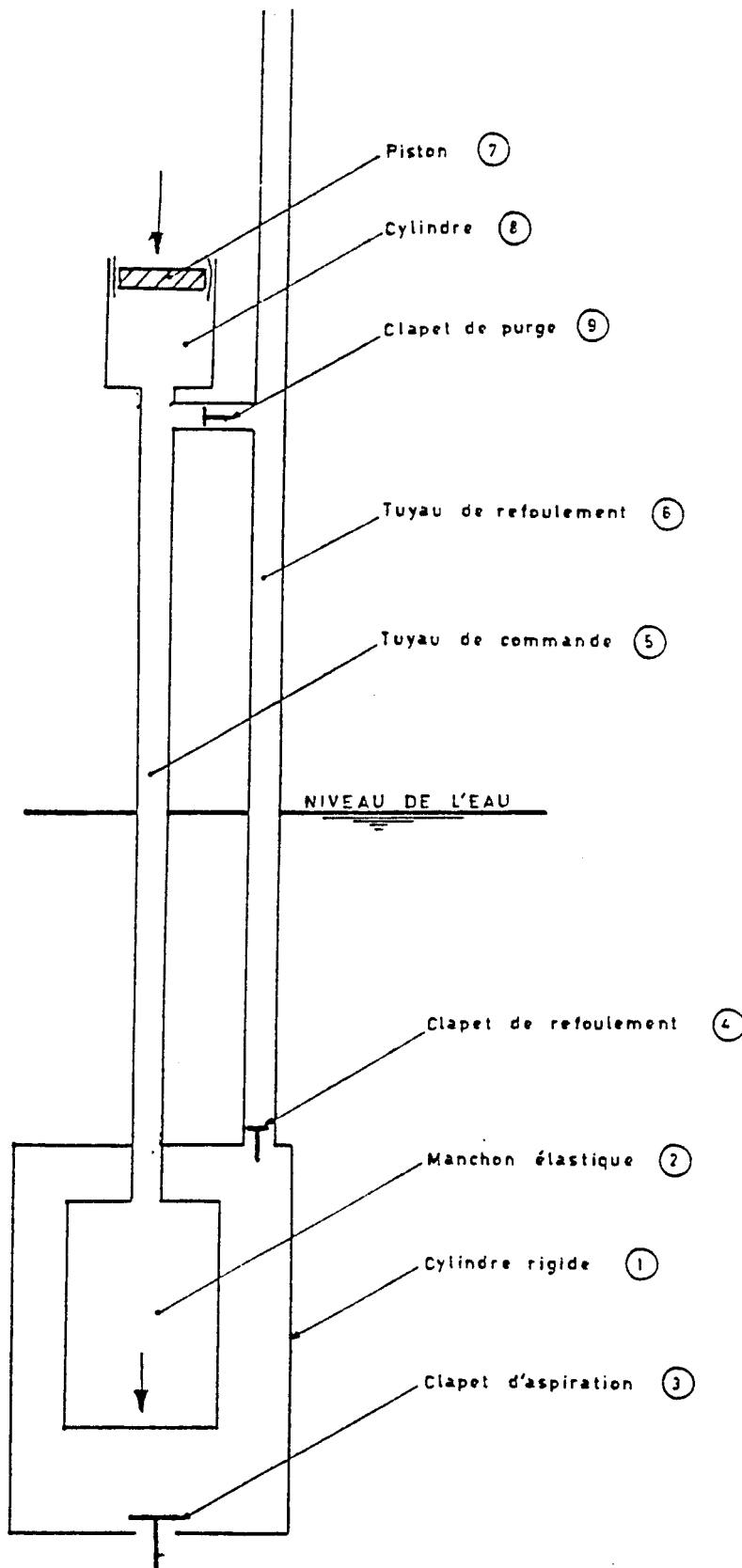
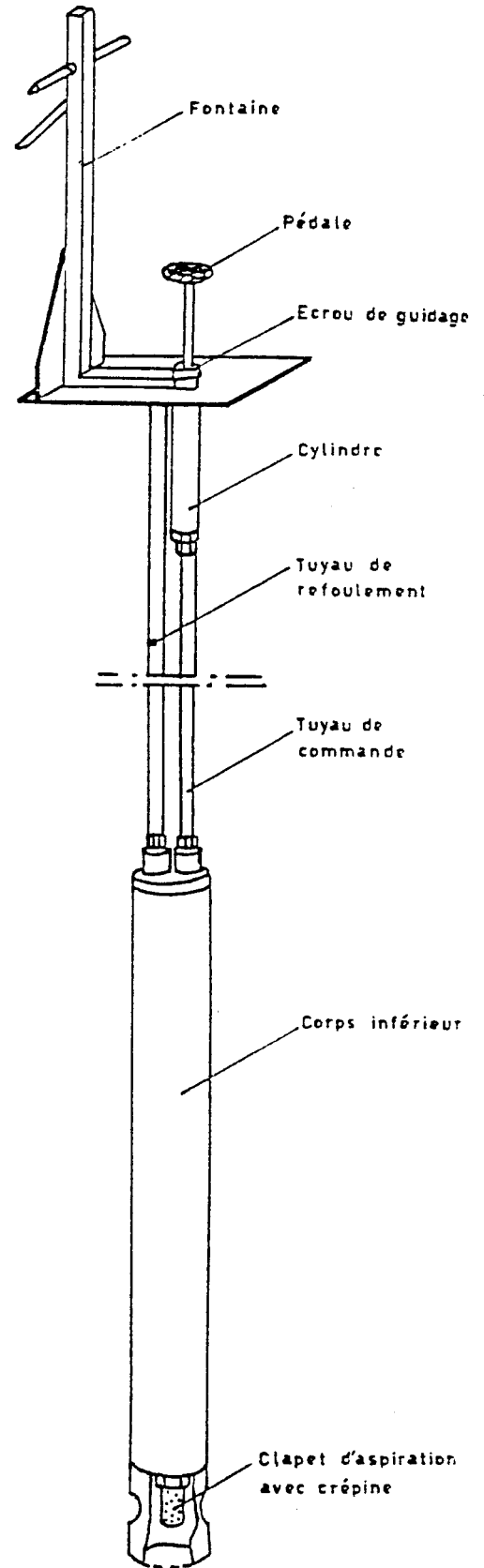


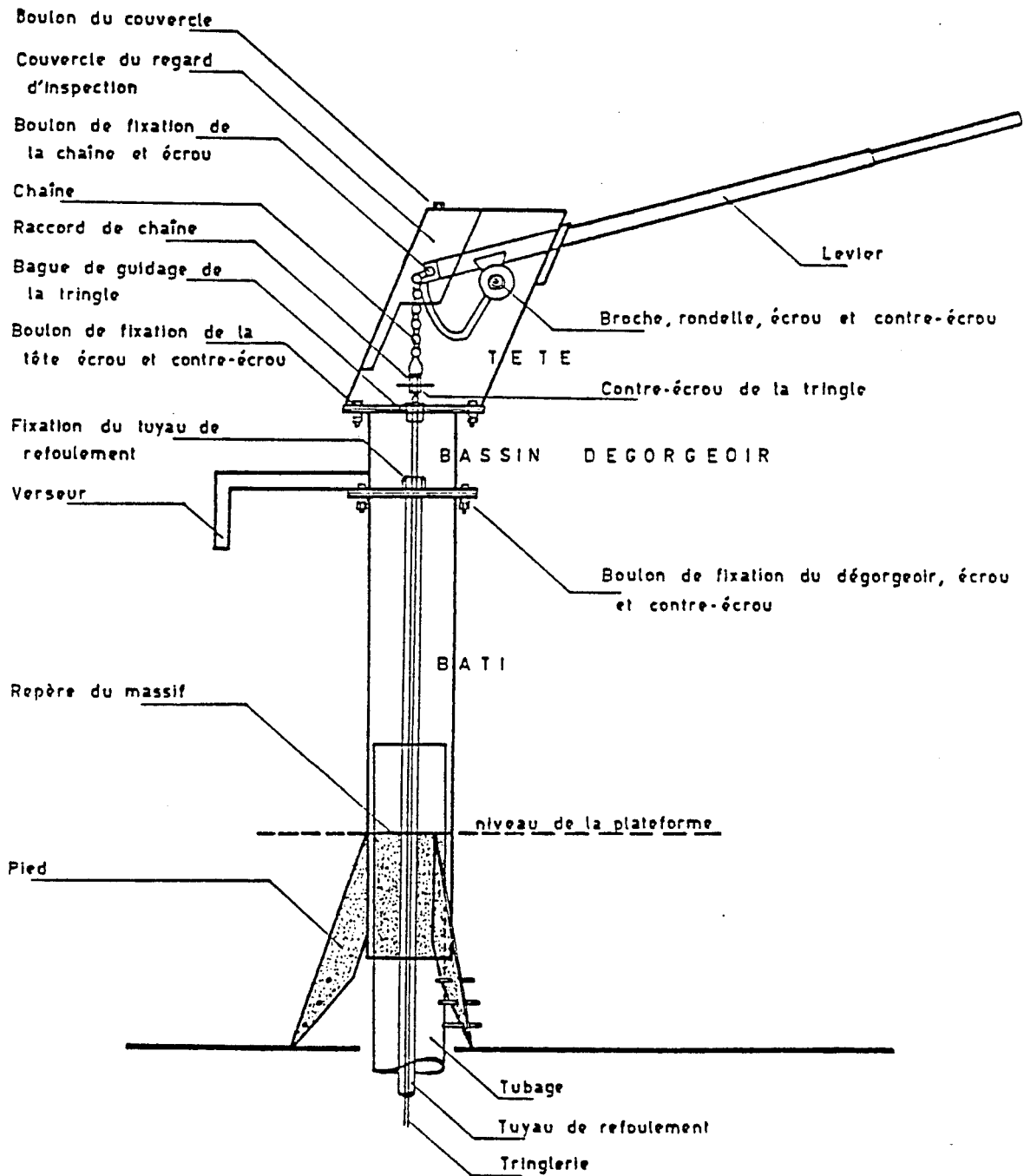
Schéma de principe



Croquis d'ensemble



FIG 21 SCHEMA DE LA POMPE INDIA MARK II



Source : BRGM 83 SGN 436 Eau

Les installations de surface comprennent la margelle, les abreuvoirs et le puisard, raccordés par des drains. La margelle en béton, est robuste et résiste à l'usure. Elle facilite l'évacuation des eaux vers les abreuvoirs et puisard. L'aménagement des abords est du ressort des villageois. Ils bâtissent l'anti-bourbier et les canaux. Les moyens d'exhaure sont essentiellement des pompes à énergie humaine. Elles diffèrent par le fonctionnement et la forme ; "Abi", "Vergnet", et India". Elles sont performantes mais présentent des inconvénients ( usure des pièces en mouvement -Tableau 9-).

### c - Le puits-forage

Le puits-forage est constitué d'un forage de type hydraulique villageoise, mis en communication avec un puits citerne à proximité, au dessous du niveau statique. Les deux ouvrages sont réalisés séparément. Leur raccordement se fait par perforation horizontale de la roche compacte, au dessous du niveau statique. On pose un tube (PVC 4") (3) au niveau du trou de communication (figure 29). Cependant le forage peut dans certains cas être à l'intérieur du puits.

### d - La retenue d'eau

Il existe deux retenues d'eau d'utilisation pastorale dans le Sahel dans la province du Séno. Ce sont les retenues d'eau de Gangaol dans le département de Bani et Sambonay dans celui de Dori.

La retenue d'eau de Gangaol a un volume de 10 000 m<sup>3</sup>, une surface de 3 ha, une profondeur de 2 m. Le barrage est long de 280 m. Le talus est en terre végétale et il n'y a pas de déversoir.

La retenue d'eau de Sambonay a un volume moindre, 5 000 m<sup>3</sup>, une superficie de 3 ha, une profondeur maximale de 1,7 m et une longueur de 100 m, elle a un déversoir en béton. Les matériaux utilisés pour la construction sont assez résistants. Le déversoir, bâti en 1957 ne s'est cassé qu'en 1987. La digue en terre a également subi des réfections la même année.

(3) PVC 4" ( lire PVC 4 pouces)

"- (pouce) - : mesure de longueur égale à 27,07 mm.

TROISIEME PARTIE

**LES RESULTATS ACQUIS, LES PROBLEMES  
ET LES PERSPECTIVES**

## CHAPITRE V : LES REALISATIONS

Le contexte social et économique du Sahel a suscité des programmes d'hydraulique pour la fourniture d'eau potable aux populations rurales. Des ouvrages ont ainsi été réalisés depuis quelques décennies (Cartes hors textes).

### A / L'inventaire des ouvrages hydrauliques (figure 22 et 23)

L'hydraulique villageoise est la principale activité du Ministère de l'Eau en milieu rurale au Burkina. Les points d'eau modernes du Sahel burkinabè sont l'oeuvre de l'Etat, des organismes non gouvernementaux et des associations confessionnelles. Les ouvrages sont surtout des puits et des forages destinés à l'alimentation des villageois en eau.

Le bilan du Ministère de l'eau (novembre 1988), l'inventaire du P.N.U.D. (septembre 1988), le rapport "Centre-Sahel" de 1988 du B.R.G.M...., font état de 1158 puits et forages existants au Sahel (tableau 9). Lors de la collecte des données, nous avons recensé un certain nombre de forages équipés d'anciennes pompes. Ces pompes sont assez vieilles et la quasi inexistence de suivi provoque des pannes. Ainsi nous avons inventorié 100 forages équipés de pompes "Briau" (programme AID 442 UV et Urgence Sahel 1974), de pompes "Vergnet" (programme Sahel I 1979) et de pompes "Abi Mn" (programme Union Fraternelle des Croyants - U.F.C. -).

Lors de nos visites sur le terrain nous n'avons retrouvé que 17 pompes en panne de marque "Vergnet" et "Abi Mn". Les pannes fréquentes qui seraient dues au manque de suivi et à la difficulté d'approvisionnement en pièces de rechange expliquent l'abandon des pompes "Vergnet". Elles ont presque toutes été remplacées par de nouvelles pompes "Abi Mn".

En 1982, ces pompes représentaient 76,4 % du parc des pompes au Sahel ; aujourd'hui, elles ne constituent plus que 3,3 %. Le nombre de celles qui sont toujours en service par rapport au nombre effectivement restant est de 1/5 ( 22,2 % ).

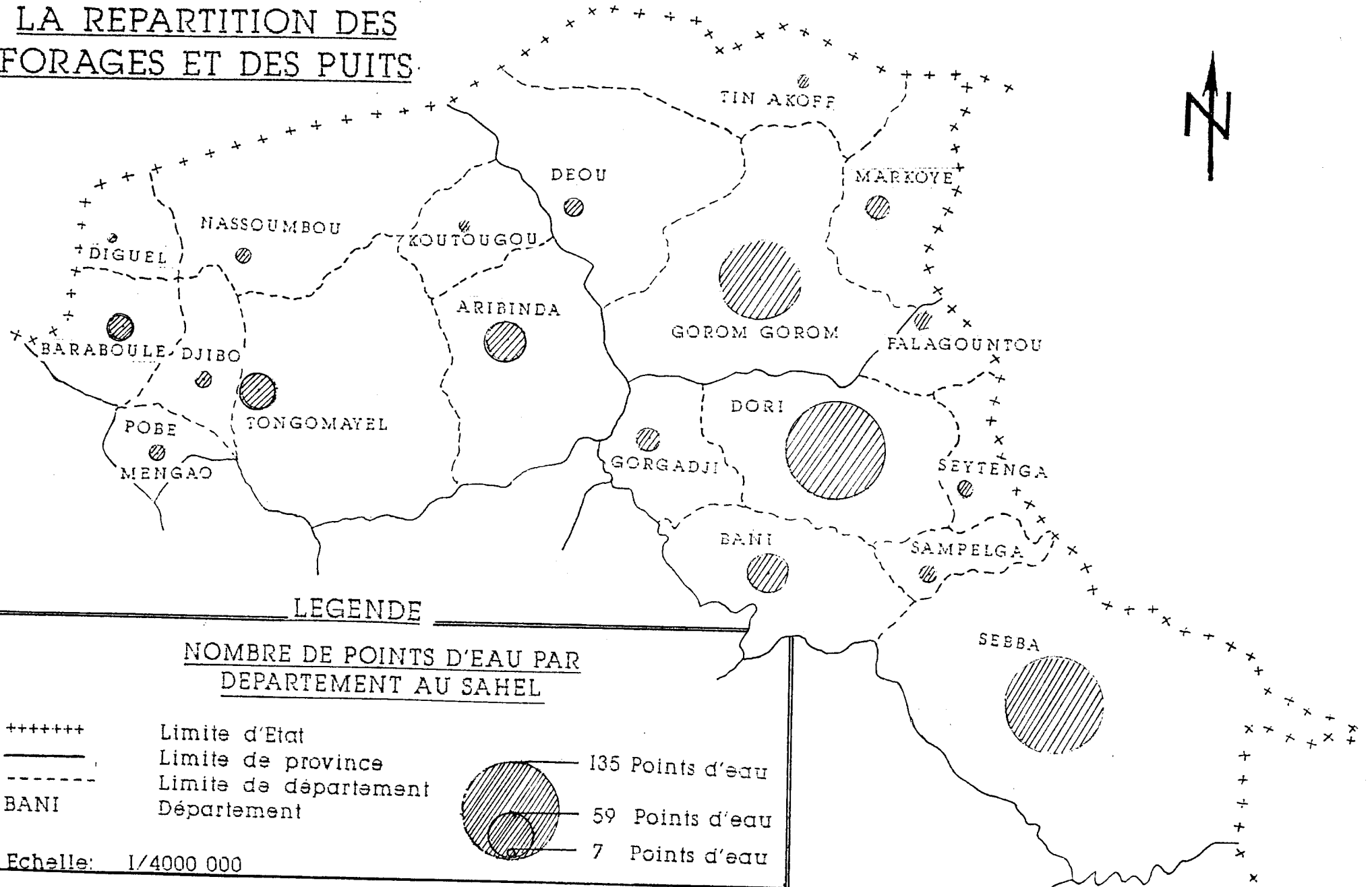
Tableau 10 - Les puits et les forages en zone rurale sahélienne ( 1989 )

Provinces	Départements	Puits		forages		Ouvrages disponibles
		perennes	temporaires	en service	hors service	
S E N O	Bani	14 (3)	11	42	3	59
	Dori	1	0	134	10	135
	Falagountou	3 (1)	2	15	0	19
	Gorgadji	4 (1)	7	31	3	36
	Sampelga	4 (2)	3	12	2	18
	Sebba	9 (2)	2	123	8	134
	Seytenga	8 (2)	7	11	2	21
	Total	43 (11)	32	368	28	422
S O U M	Aribinda	5 (2)	19	45	4	52
	Baraboulé	7 (1)	23	29	1	37
	Diguél	2	8	5	1	7
	Djibo	10	43	17	1	27
	Koutougou	2	1	12	3	14
	Nassoumbou	6	47	16	1	22
	Pobé Mangao	2 (1)	10	15	0	18
	Tongomayel	10	9	42	5	52
	Total	44 (4)	160	181	16	229
O U D A L A N	Déou	9 (2)	17	18	2	29
	Gorom-Gorom	26 (4)	29	82	8	112
	Markoye	3 (1)	11	31	1	35
	Tin Akoff	1 (2)	1	11	0	14
	Total	39 (9)	58	142	11	190
Total Sahel		126 (24)	250	691	55	841

N.B. ( ) : puits pastoraux.

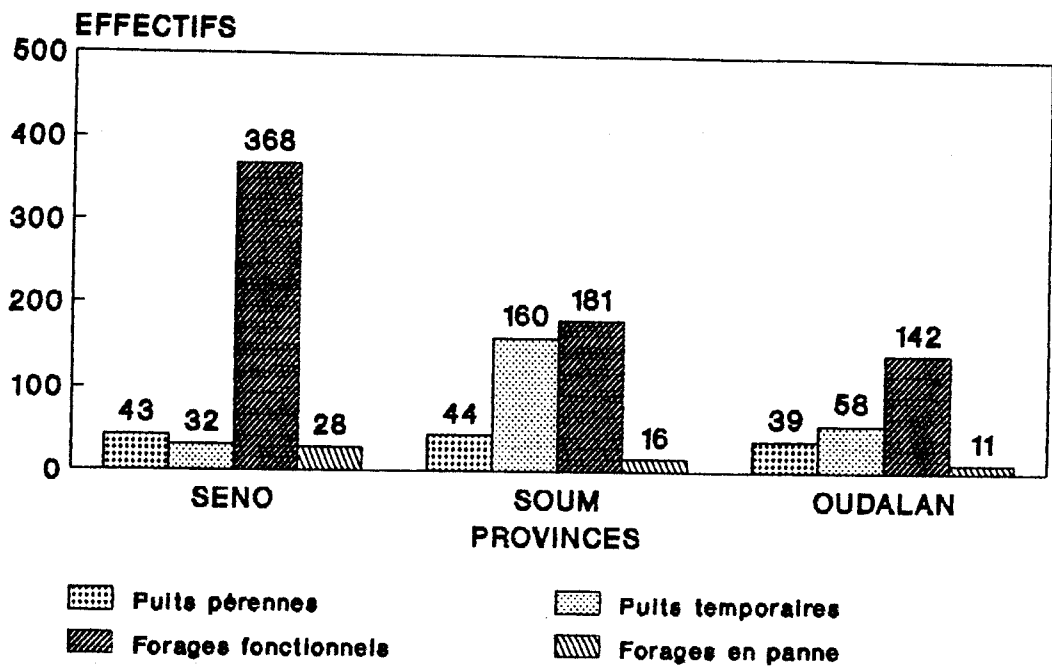
# LA REPARTITION DES FORAGES ET DES PUIITS

FIG. 22



-77-

**Fig. 23 REPARTITION PAR PROVINCE DES  
PUITS ET FORAGES DANS LE SAHEL BURKINABE**



Ce qui ne correspond seulement qu'à 0,54 % des pompes en service.

En 1982 également, le Sahel comptait 39 pompes "Abi Mn". Actuellement, il n'en reste plus que 9, soit 1,14 % de l'ensemble des pompes. Sur ce total restant, 77,7 % sont toujours utilisées, soit 0,9 % des pompes en service. Certaines ont été remplacées par des pompes "Abi Mn", récentes et plus performantes, qui sont aujourd'hui les plus nombreuses. Environ 450 pompes "Abi Mn" ont été installées par le programme "Urgence Sahel" en 1986 en remplacement des anciennes pompes en panne, et par le programme "Centre-Sahel" en 1988. Elles constituent plus de la moitié ( 57 %) du parc des pompes au Sahel.

Les pompes "India", moins nombreuses sont estimées à 20 % de l'ensemble. 62 % de celles-ci sont dans la province du Séno alors que le Soum n'en dispose que d'une seule, dans le département de Aribinda, à Oulfo Alfa. Elles ont été installées surtout par le programme "U.N.I.C.E.F." depuis 1983. Sur ces 159 pompes, 9 sont en panne soit 5,7 %.

Il n'existe cependant plus de pompes "Briau" dans le Sahel. Nous avons également dénombré 11 forages sans aucune pompe. 5 de ces forages n'ont jamais été équipés, alors que les pompes ont été arrachées sur les 6 autres forages. Elles auraient été emportées par un réparateur qui ne les a pas raménées depuis de longs mois. Cependant 11 forages mentionnés sur les données n'ont pas été retrouvés et les populations ignorent leur existence.

Dans l'ensemble les pompes sont assez robustes, plus fiables et ont une assez bonne longévité. Certaines peuvent fonctionner en moyenne 10 à 15 heures par jour et pendant 6 mois, sans aucune panne. Dans le rapport technique du B.R.G.M. SGN/3E n° 88/29 de décembre 1988, J.J. Collin remarque que cette durée de fonctionnement correspond aux heures de service d'une voiture dont le compteur marquerait 250 000 Km.

La différence en ce qui concerne l'état des pompes vient de l'animation qui a été faite, du suivi et de l'existence ou non de réseau de distribution de pièces détachées. Le cas de la pompe "Vergnet", illustre bien cette situation. Ces pompes sont restées en panne faute de pièces de rechange.



Ces différents renseignements nous ont permis de mettre à jour l'effectif des points d'eau disponibles pour l'année 1989. En déduisant le nombre de puits temporaires, nous obtenons 841 puits et forages (tableau 10), auxquels il convient d'ajouter les 2 retenues d'eau à usage pastoral de la province du Séno.

Que peut-on dire de la valeur de ces différents ouvrages ?

### B / Le coût des ouvrages

Le coût des ouvrages hydraulique est très variable (annexe III a, b, c, d).

Dans le cas de l'exploitation des eaux souterraines, le forage de reconnaissance est nécessaire. Lorsque le résultat est satisfaisant, l'on additionne ce coût à celui du forage d'exploitation qui est plus élevé. Si l'opération n'est pas concluante, l'on procède à d'autres implantations, jusqu'à l'obtention d'une quantité d'eau exploitable (au moins 0,5 m<sup>3</sup>/h). Les coûts unitaires des ouvrages équipés (forages d'exploitation ou puits équipés), comprennent les études d'implantation géophysique, l'amenée et le repli de l'atelier, la foration, le fonçage, les équipements du trou nu, les superstructures, les moyens d'exhaure, les prestations de service des ingénieurs et des animateurs.

A titre d'exemple, les coûts des forages de programmes réalisés depuis 1983 au Burkina Faso, se présentent comme suit : projet " Conseil de l'Entente I et II" de 1983/84, 4 530 000 F.cfa ( dont 17 % pour l'ingénieur conseil et 8 % pour l'animation ) et 1987/88, 3 840 000 F.cfa l'unité ; projet "C.E.A.O." d'avril 1988, 4 734 000 F.cfa le puits... Quant au contre-puits (forage-puits), une estimation du prix unitaire de cet ouvrage par le B.R.G.M. s'élève à environ 4 100 000 F.cfa.

Pour les ouvrages d'exploitation des eaux de surface (retenue d'eau), le coût est de l'ordre de la centaine de millions de francs cfa. Il inclut les études préliminaires, la supervision et le contrôle du chantier, les travaux de construction, le coût des matériaux et les amenées et replis de chantiers. On peut citer par exemple, le barrage de Zitenga dans l'Oubritenga qui aurait coûté 135 100 000 F.cfa ou celui de Kolgengésé, d'un volume de 2 326 000 m<sup>3</sup>, qui aurait coûté 243 000 000 F.cfa.

Les sources de financement des programmes d'hydraulique sont extérieures (Fond d'Aide et de Coopération -F.A.C.-, Banque Islamique de Développement -B.I.D.-, Conseil de l'Entente -C.E.- etc...). L'Etat intervient et participe par les actions du Ministère de l'eau et ses services techniques, qui fournissent le personnel d'exécution et de suivi.

### C / La maintenance et l'entretien des moyens d'exhaure (figure 24)

La maintenance, c'est à dire l'ensemble des opérations nécessaires au fonctionnement, à l'entretien et au renouvellement des moyens d'exhaure est importante en hydraulique villageoise.

Pour comprendre le système de gestion des points d'eau, nous avons fait une enquête au niveau d'un échantillon d'une cinquantaine de villages. Ces villages ont bénéficié de pompes "Abi Mn" du programme "Urgence sahel" pendant le premier semestre de 1987 et ont fait l'objet d'une animation (tableau 11).

#### 1 - Les comités de gestion

Au Sahel, tous les villages ne disposent pas de comité de gestion pour leurs points d'eau. Plus du quart (1/4) des forages équipés de pompes "Abi Mn" n'ont pas de structure de gestion et particulièrement ceux situés plus au nord, d'accès difficile. Ces structures ont été dissoutes ou n'existent réellement pas, étant donné que les populations sont nomades.

Il y'a un manque réel d'organisation pour la mobilisation du fond de roulement annuel destiné à l'entretien de la pompe et des populations autour des activités de nettoyage, d'information et de sensibilisation. Si les comités de gestion des villages de Tadjou (Gorgadji - Séno) et Arbilo (Tongomayel - Soum) ont été dissouts, à Diobou toujours dans le département de Gorgadji, c'est le président qui a été remplacé à la tête du comité.

## 2 - Les fonds de roulement

En principe, il est recommandé aux populations de verser une cotation annuelle minimum de 50 000 Fcfa pour les frais d'entretien des pompes.

Cependant, les populations n'ont pas toutes adopté ces suggestions. 26 points d'eau sur 55 ne disposent d'aucun fond de roulement. Dans ces conditions, lorsqu'il y a une panne, les usagers essaient de réunir la somme nécessaire pour la réparation et cela peut provoquer un manque d'eau pendant un certain temps ( 3 semaines à 6 mois). Par ailleurs, il n'est pas toujours aisé d'obtenir les services des artisans réparateurs à temps pour les grosses pannes, car ils s'occupent de plusieurs localités qui sont distantes ou difficiles d'accès. En outre, les pièces détachées ne sont disponibles que dans les départements, malgré l'efficacité du réseau de distribution. Par exemple, les pièces de rechange des pompes "Abi Mn", ne sont en vente que dans les magasins Faso Yaar et les conteneurs "Diaffa" à Sebba et Aribinda... A titre d'illustration, la pompe "Abi" du village de Gaïgou (Gorom-Gorom) a été réparée 4 semaines après qu'elle soit tombée en panne.

La situation n'est pas très alarmante dans la mesure où le 1/3 des points d'eau détiennent dans leurs caisses des sommes variant de moins de 5 000 F. cfa à plus de 20 000 F. cfa, (20 % ont une somme dont le montant n'est pas déterminé).

## 3 - L'état de la pompe et de la superstructure

L'état de la superstructure ( partie construite au dessus du sol ) et de la pompe sont variables d'un ouvrage à un autre. Les villages ayant un comité de gestion respectent les principes d'utilisation des pompes, les recommandations des animateurs.

Ainsi, leurs pompes sont souvent en bon état : sur les 55 pompes concernées, 40 ont eu au plus une panne et 10, trois pannes au moins. Par contre les points d'eau sans structures de gestion, 29 au total, sont ceux dont les pompes sont hors d'usage. Les abords de ces points d'eau sont boueux en raison du mauvais entretien et du type de margelle ( celle sans système de récupération des eaux perdues ) tel que celui fourni par les programmes "Sahel", "Routier", "H.E.R.-U.S.A.I.D." et "Centre-Sahel".

Tableau 11 - La maintenance des pompes "Abi" (programme B.I.D. 140)

Nombre de pannes depuis l'installation						
	0	1	2	3	>3	Total
Nombre de pompes :	31	9	5	3	7	55
%	56,4	16,4	9,1	5,4	12,7	100 %

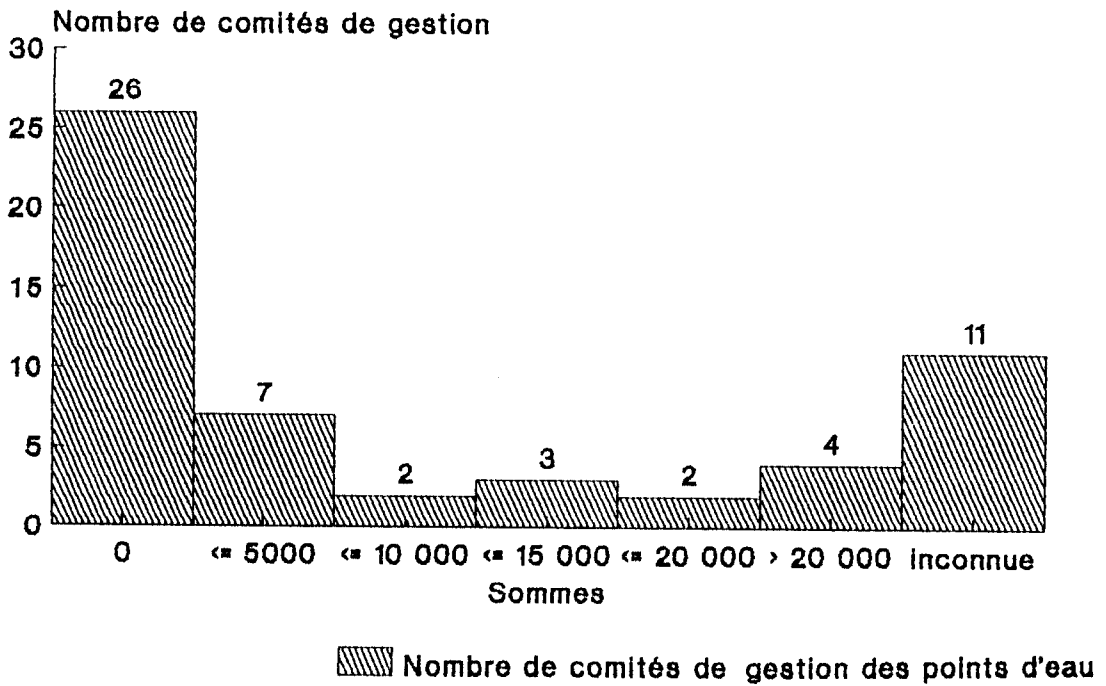
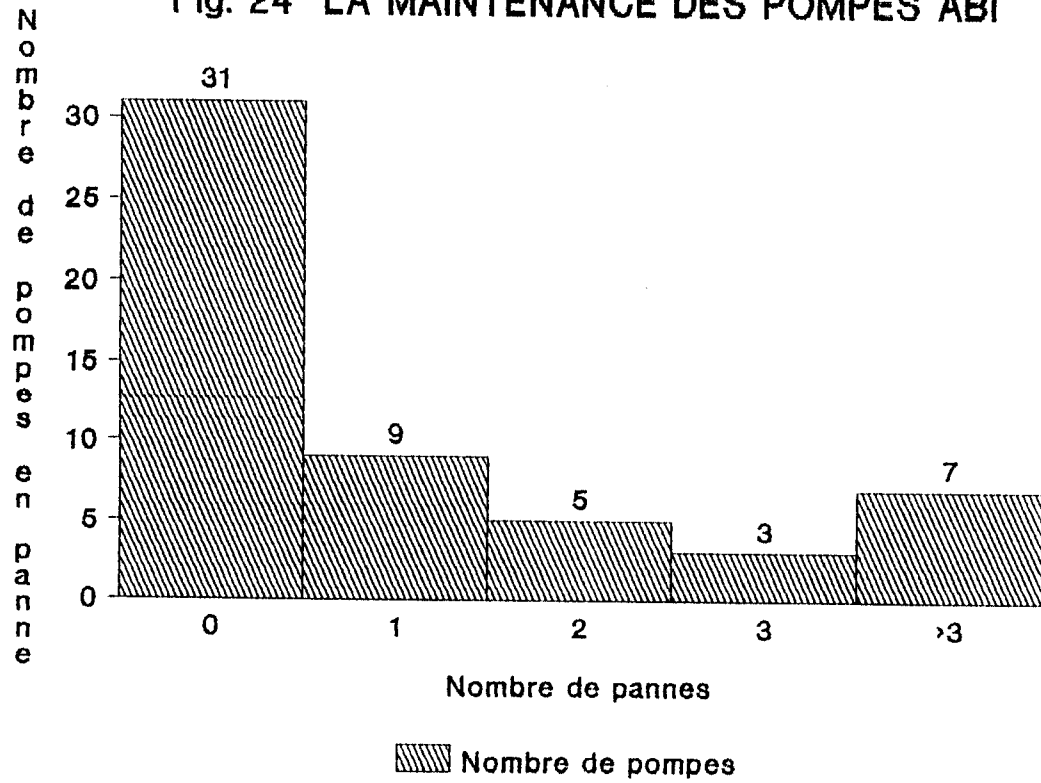
Somme contenue dans la caisse

	0	≤ 5000	≤ 10 000	≤ 15 000	≤ 20 000	> 20 000	Inconnue
Nombre de points d'eau :	26	7	2	3	2	4	11
%	47,3	12,7	3,6	5,5	3,6	7,3	20

Comité de gestion du point d'eau

	Oui	non
Nombre de points d'eau :	39	16
%	70,9	29,1

Fig. 24 LA MAINTENANCE DES POMPES ABI



Les meilleurs abords s'observent autour des constructions réalisées par les programmes "O.N.P.F.-U.N.I.C.E.F.", "B.I.D." et "U.F.C.". Elles ont été complétées par un drain qui évacue gravitairement l'eau vers un abreuvoir situé à 3 mètres environ. Certaines margelles telles que celles de Kankanfogou dans le département de Sebba, présentent des fissures. Par ailleurs, les nouvelles pompes "Abi-Mn" qui ont remplacé les anciennes ne s'adaptent pas à toutes les margelles ; elles sont quelquefois étroites et rendent difficile le pompage.

#### 4 - Les réparateurs de pompes ( annexe IV)

L'entretien des pompes est assuré par les comités de gestion et les artisans ruraux. Au sein du comité de gestion, le(s) responsable(s) de la pompe et de l'entretien des abords se charge(nt) de l'entretien courant. Plus de la moitié des pompes reçoivent de temps en temps cet entretien. En général, le responsable arrive à enlever le sable et les débris sur le tablier et la rigole de drainage. Il graisse souvent les axes d'articulation du bras de levier. Il contrôle et serre tous les écrous ou boulons de la fontaine qui la fixe à la plate forme et empêche le mauvais usage de celle-ci. Lorsqu'il ne réussit pas à faire toutes les réparations, il informe le comité de gestion, avant d'aviser l'artisan rural le plus proche (nous en avons recensé une douzaine). Ce dernier est bien équipé et possède du matériel nécessaire pour le montage, le démontage et la visite de contrôle. Cet artisan n'intervient que si le village est en mesure de s'acquitter des frais de réparation.

La somme moyenne détenue par les comités de gestion est de 24 000 Fcfa. Elle est en deçà du minimum nécessaire à la constitution d'un fonds de roulement qui est de 50 000 F.cfa et de l'amortissement qui atteint 60 000 F.cfa par an. Toutefois, les populations arrivent quelque fois à couvrir les frais de dépannage des pompes, excepté les pompes "Vergnet". Ce type de pompe ne dispose pas de réseau de distribution de pièces détachées et le suivi semble t-il, n'a pas été correctement assuré.

Dans le Sahel burkinabè, 12 margelles sont à reconstruire dont 6 dans la province du Séno ( 2 à Dori : Diomga et Touka Bayel, 3 à Sebba : Diogota, Kankanfogou, Tantiaga et 1 à Gorgadji : Bangataka ), 4 dans le Soum ( 2 à Aribinda : Belgou, Oulfo Alfa, 1 à Baraboulé, 1 à Diguel : Kénou et 1 à Koutougou : Gomé ) et 2 dans l'Oudalan ( 1 à Déou : Bangouwénadji et 1 à Gorom-Gorom : Gangani ).

Le problème de la maintenance des moyens d'exhaure se pose toujours, après le lancement du volet animation rurale en hydraulique villageoise, entrepris depuis 1983. Les causes principales sont les suivantes :

- l'absence de pièces détachées et d'artisans-réparateurs ;
- le manque de fond ;
- la dissolution des comités de gestion ;
- le manque de suivi des structures de gestions des points d'eau et des pompes par le projet après la fin des travaux et par l'administration.

#### D / Les besoins en eau selon les populations et le cheptel

Le problème de l'approvisionnement en eau potable en zone sahélienne se pose avec acuité notamment en milieu rural. Les points d'eau modernes existants arrivent-ils à couvrir les besoins des hommes et du bétail ?

##### 1 - Le taux de couverture des besoins humains ( figure 25)

###### **a - Les bases de calcul**

Les besoins en points d'eau modernes ont été évalués pour chaque village administratif, à partir des normes établies par le Ministère de l'Eau. Nous avons estimé le chiffre de population actuel, en appliquant le taux de croissance démographique ( 2,7 % /an) aux chiffres de populations du recensement de 1985.

Le seuil retenu est de 500 habitants pour un point d'eau moderne. Les besoins théoriques en eau potable, estimés à 20l/j/hbt correspondent à 1 000 l/j ou 10 m<sup>3</sup>/j pour les 500 habitants. Ce volume d'eau correspond au débit moyen journalier d'un forage ou d'un puits busé.

Tableau 12 - Les besoins en points d'eau modernes selon les populations.

Provinces	Départements	Populations rurales		Besoins en points d'eau 1989	Populations rurales 1990	Besoins en points d'eau 1990
		1985	1989			
S E N O	Bani	34869	38705	77	39751	79
	Dori *	58406	64831	129	66583	133
	Falagountou	6240	6926	13	7114	14
	Gorgadji	15626	17345	34	17814	35
	Sampelga	9873	10959	21	11255	22
	Sebba	78126	86720	173	89064	178
	Seytenga	13091	14531	29	14924	29
	Total	216231	240017	476	246505	490
S O U M	Aribinda	50466	56017	112	57531	115
	Baraboulé	18424	20451	40	21003	42
	Diguél	3809	4228	8	4342	8
	Djibo *	13993	15532	31	15952	31
	Koutougou	9599	10655	21	10943	21
	Nassoumbou	14259	15827	31	16255	32
	Pobé Mangao	12570	13953	27	14330	28
	Tongomayel	49884	55371	110	56868	113
	Total	173004	192034	380	197224	390
O U D A L A N	Oéou	16182	17962	35	18447	36
	Gorom-Gorom *	53927	59859	119	61477	122
	Markoye	19421	21557	43	22140	44
	Tin Akoff	8585	9529	19	9787	19
Total	98115	108907	216	111851	221	
Total Sahel		487350	540958	1072	555580	1101

\* : Gorom-Gorom avec un chiffre de populations inférieur à 10 000 habitants, soit 799 et 911 hbts en 1989 a été considéré comme une ville au même titre que Dori et Djibo.



**b - Les résultats ( figure 25)**

Les besoins en eau des populations sont variables d'une province à l'autre. La province du Séno a le plus gros besoin, viennent ensuite le Soum et l'Oudalan. Les tableaux 12, 13 et la figure 25 récapitulent les besoins et les différents taux de satisfaction par département et par province du Sahel burkinabè.

La comparaison des données indique que trois départements seulement sur les 19 que compte le Sahel, ont leurs besoins en eau satisfaits. Il s'agit de Falagountou, Gorgadji et Dori dont les besoins sont couverts à 138,5 %, 102,9 % et 104,6 %. Cependant, il existe des disparités entre les villages de ces départements relevant du Séno. La couverture des besoins de cette province est la plus importante : 86,3 %. Dori et Sebba détiennent le nombre absolu le plus élevé en points d'eau (135 et 132). Cette situation s'explique, car la ville de Dori a été pendant longtemps, le chef-lieu du Sahel. A ce titre, la plupart des organismes non gouvernementaux intervenants dans le Sahel, notamment en hydraulique y étaient basés ; c'est le cas de l'U.S.A.I.D. et de l'U.F.C.... Les réalisations de points d'eau ont donc intéressé les environs de cette ville ; c'est pourquoi la province du Séno totalise 411 forages et puits, soit 50,3 % des réalisations du Sahel burkinabè, pour 44,4 % de la population totale. C'est ici aussi qu'on enrégistre le taux d'échec le plus faible en matière de forages : 26,7 %.

La province de l'Oudalan se classe au 2ème rang du point de vue de la couverture des besoins (83,8 %). Ses 181 ouvrages hydrauliques représentent 22,1 % des points d'eau pour 20,1 % de la population. Aucun département, cependant n'a ses besoins satisfaits, même Gorom-Gorom avec 108 forages et puits.

La province du Soum vient en dernière position avec 59,2 % de taux de satisfaction des besoins. Ce chiffre est en dessous de la moyenne du Sahel, 76,2 %. Avec 225 points d'eau, la province regroupe 35,5 % de la population du Sahel. Dans cette province, c'est le département de Diguel qui a le plus faible nombre d'ouvrages (7 contre 52 à Tongomayel). Le taux d'échec en foration y est de 40 %, ce qui est élevé.

Tableau 12 - La couverture des besoins en nombre de points d'eau modernes.

Provinces	Département	Nombre de points d'eau en 1989		Solde en 1989	taux de couverture des besoins 1989	Nombre de points d'eau nécessaires pour 1990	Nombre de points d'eau à réaliser pour 1990
		existants	nécessaires				
S E N O	Bani	56	77	-21	72,7	79	23
	Dori	135	129	6	104,6	133	0
	Falagountou	18	13	5	138,5	14	0
	Gorgadji	35	34	1	102,9	35	0
	Sampelga	16	21	-5	76,2	22	6
	Sebba	132	173	-41	76,3	178	46
	Seytenga	19	29	-10	65,5	29	10
	Total	411	476	-65	86,3	490	85
	S O U M	Aribinda	50	112	-62	44,6	115
Baraboulé		36	40	-4	90	42	6
Diguél		7	8	-1	87,5	8	1
Djibo		27	31	-4	87,1	31	4
Koutougou		14	21	-7	66,7	21	7
Nassoumbou		22	31	-9	71	32	10
Pobé Mangao		17	27	-10	63	28	11
Tongomayel		52	110	-58	47,3	113	61
Total		225	380	-155	59,2	390	165
O U D A L A N	Déou	27	35	-8	77,1	36	9
	Gorom-Gorom	108	119	-11	90,8	122	14
	Markoye	34	43	-9	79,1	44	10
	Tin Akoff	12	19	-7	63,2	19	7
	Total	181	216	-35	76,2	221	40
Total Sahel		817	1072	-255	76,2	1101	290

N.B. Le nombre de points d'eau à réaliser pour 1990, s'inscrit dans l'optique de la D.I.E.F.A. qui prend fin en 1990. L'objectif fixé est de fournir 20 l/j/hbt d'eau potable en zone rurale ou un forage d'exploitation pour 500 hbts. Le nombre de points d'eau correspond au nombre nécessaires pour la couverture des besoins globaux.

# LA COUVERTURE DES BESOINS EN POINTS D'EAU

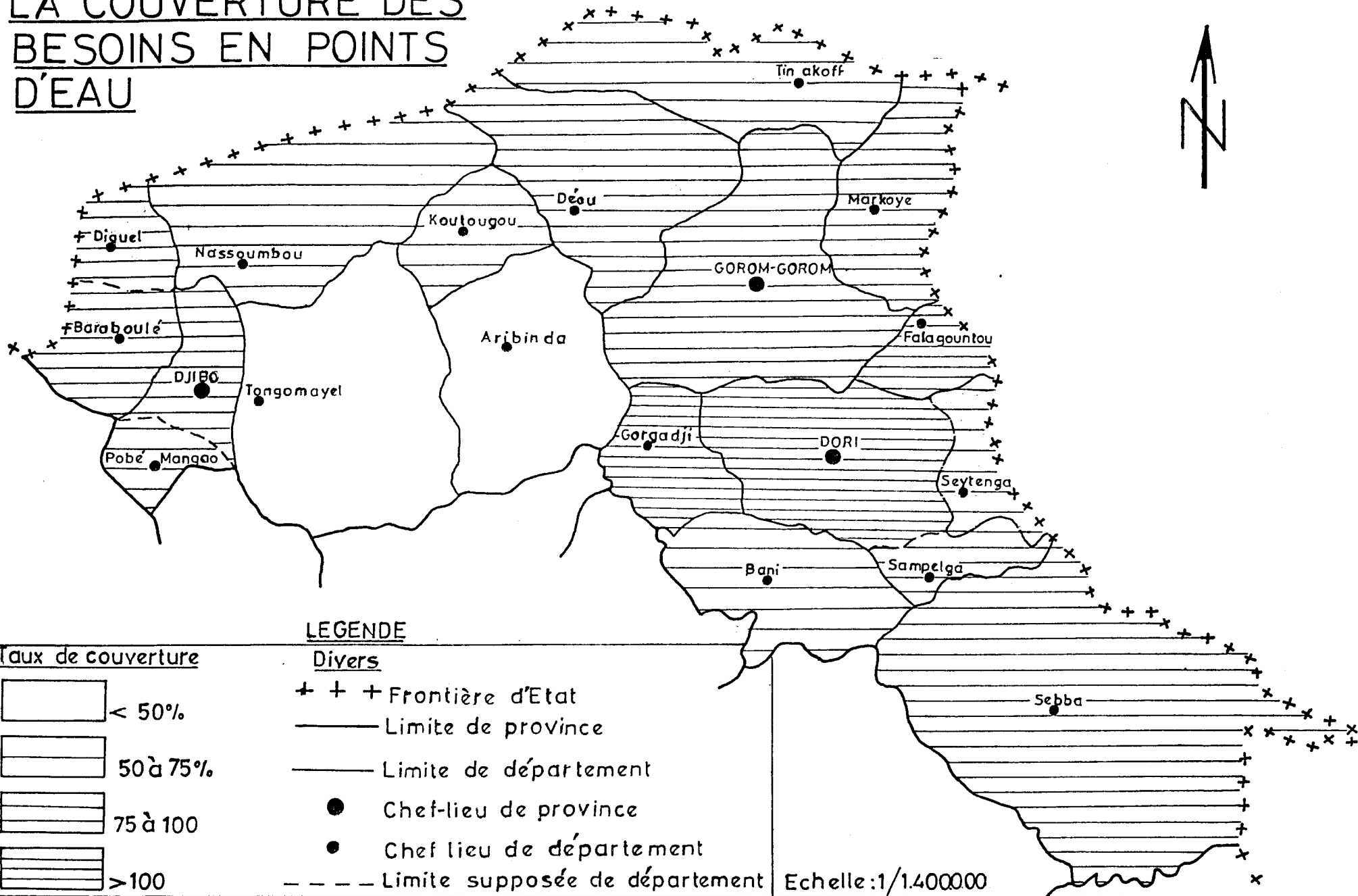


FIG 25

Cela s'explique par les difficiles conditions hydrogéologiques de certaines régions telles que Aribinda, où sur 84 forages de reconnaissance 49 seulement ont été positifs, soit 53,6 % des sondages. La province du Soum accuse le plus gros déficit en nombre de points d'eau (155). Les autres provinces ont un déficit plus faible, 25,5 % dans le Séno, ce qui correspond à 65 ouvrages, 13,7 % dans l'Oudalan soit 35 ouvrages.

En moyenne dans le Soum, un villageois dispose de 11,7 l/j, dans l'Oudalan 16,6 l/j et dans le Séno 17,1 l/j. En 1989, en milieu rural sahélien, un habitant consomme théoriquement en moyenne 15,1 l/j d'eau potable.

#### c - Les prévisions pour 1990 (figures 26 et 27)

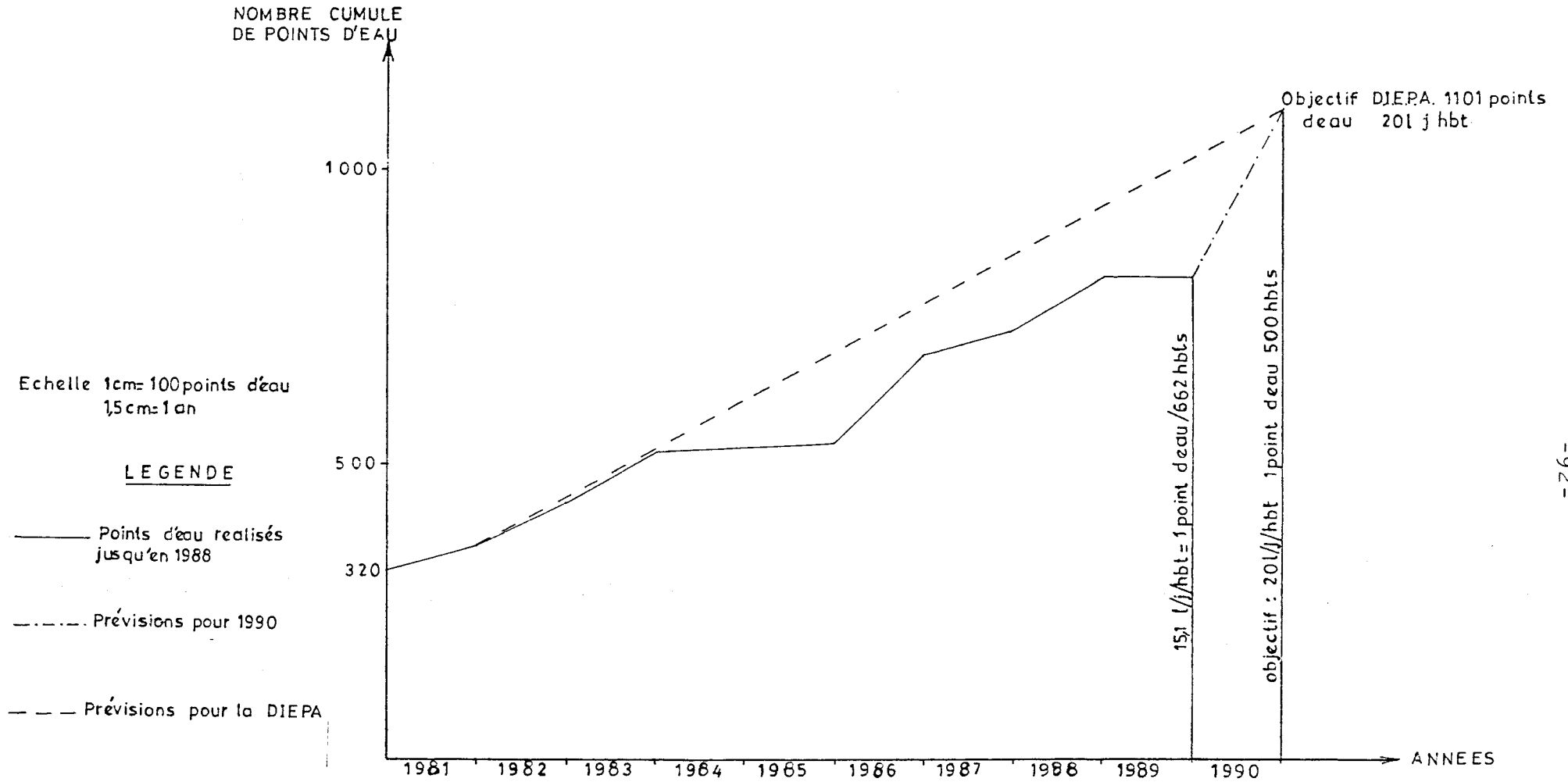
Les Nations Unies, lors de la conférence de Mar del Plata en Argentine en 1977, ont lancé la Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (D.I.E.P.A.). L'objectif est de fournir un minimum de 15 à 25 l/j/hbt d'eau saine. Quant au Burkina Faso, il a retenu le seuil 20 l/j/hbt d'eau potable en accord avec les institutions internationales, les bailleurs de fonds, pour la décennie 1981-1990.

Aujourd'hui nous sommes pratiquement au terme de la D.I.E.P.A.. Si le pays veut atteindre les objectifs fixés, il y'a lieu de créer des points d'eau, en vue de compléter ceux qui sont toujours en service. Le nombre d'ouvrages hydrauliques à réaliser varie d'un village à l'autre. Le Sahel burkinabè a besoin de 1101 points d'eau pour 1990. Il faut donc créer 282 nouveaux puits et forages, répartis comme suit :

- 31,20 % dans le Séno,
- 50,00 % dans le Soum,
- 18,80 % dans l'Oudalan.

Au niveau départemental, la répartition des points d'eau sera de 18,40 % à Aribinda et à Tongomayel et 15,9 % à Sebba. Ainsi ces trois départements cumuleraient plus de la moitié des ouvrages (53,7 %), alors que certains tels que Diguel n'auront besoin que d'un seul point d'eau.

# PROJECTION EN HYDRAULIQUE VILLAGEOISE HORIZON 1990



## 2 - La couverture des besoins du bétail

Habituellement, les pasteurs abreuvant leur bétail aux points d'eau de surface. Mais en saison sèche, les cours d'eau se réduisent en filets de mares, quand ils ne tarissent pas tout simplement. De ce fait les populations recourent aux puisards et aux puits qu'ils ont creusés, et recreusés au besoin, dans les mares et les lits des cours d'eau. Toutefois certains s'assèchent au plus fort de la saison sèche et chaude. L'exploitation des pâturages est donc limitée par le manque de ressources en eau et leur inégale répartition géographique en cette saison. Pour lever cette contrainte, il est nécessaire de mener des actions en hydraulique pastorale.

### a - Les bases de calcul

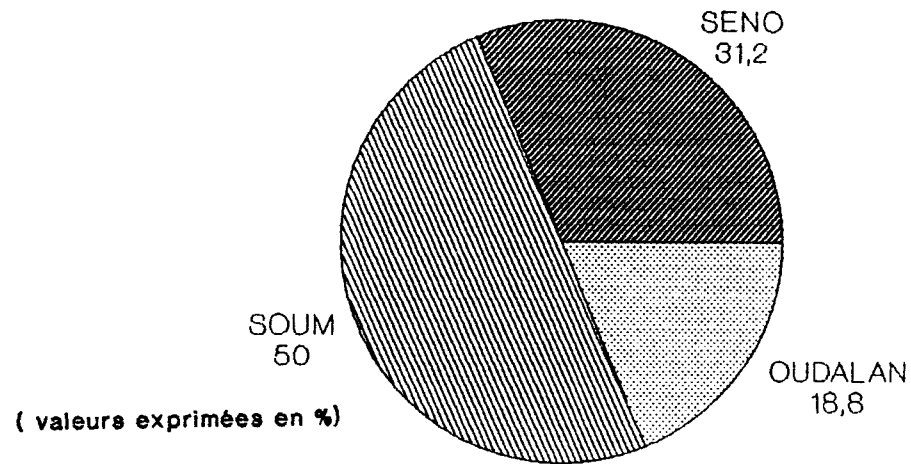
A partir d'une estimation de 1986 du cheptel stationnant en saison sèche, multiplié par le taux de croît moyen de chaque espèce, nous avons obtenu l'effectif de 1989 et 1990. Sur la base de la consommation des espèces établie par la direction de l'élevage (30l/j/tête pour les bovins et 5 l/j/tête pour les petits ruminants), nous avons calculé les besoins théoriques du cheptel du Sahel en eau.

Les débits des points d'eau non potables que constituent les mares, les puisards et les puits traditionnels ont été estimés par le B.R.G.M. de la façon suivante :

- les retenues d'eau et les mares permanentes : 60 m<sup>3</sup>/j. Ce qui représente l'abreuvement de 2 000 bovins et la fréquentation mesurée de la mare de Djibo au mois de mars.

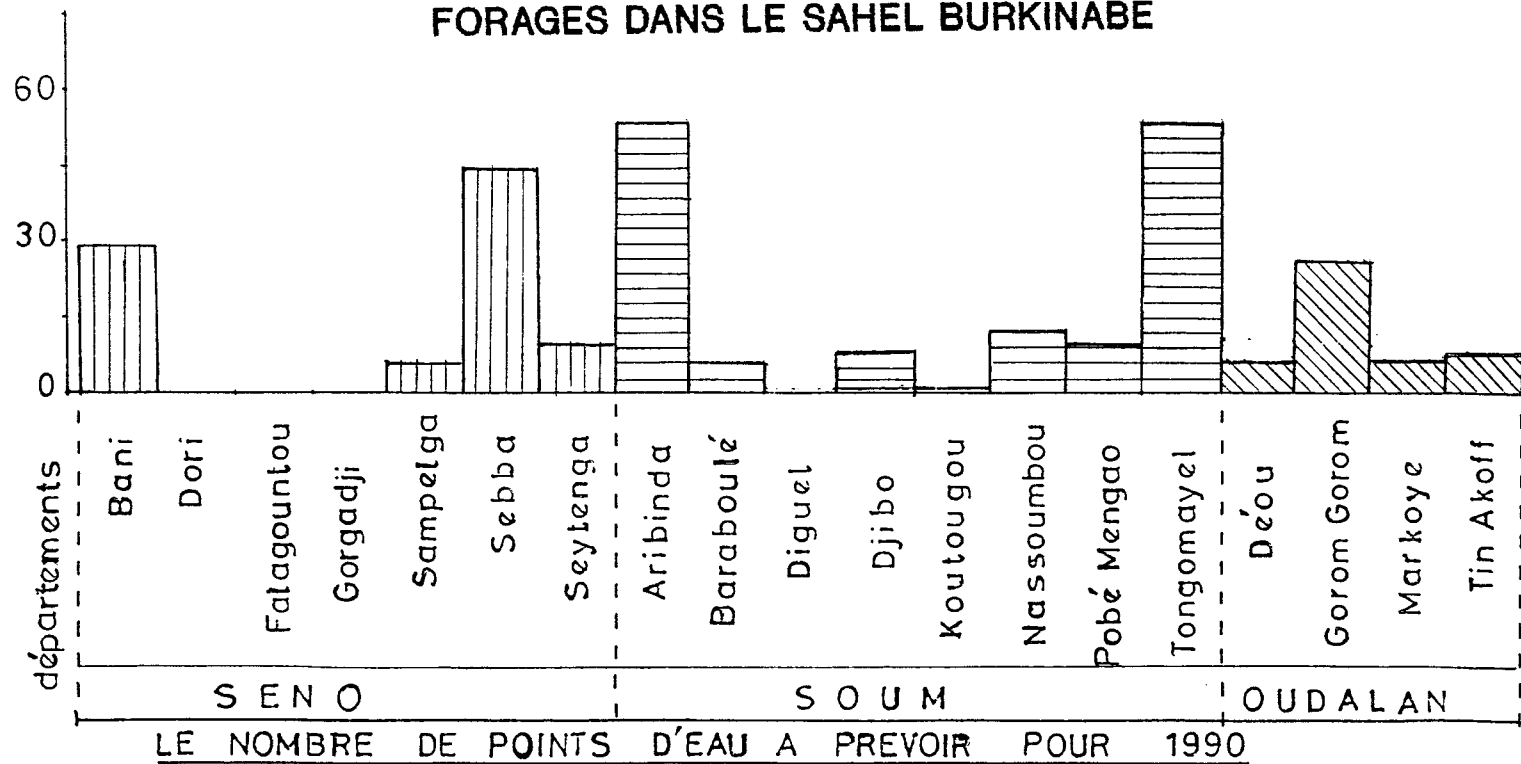
- zone importante de puisards et mares temporaires : 10 m<sup>3</sup>/j.

- puits traditionnel pérenne et puits moderne : 3 m<sup>3</sup>/j.



### DISTRIBUTION DE LA REPARTITION DES FORAGES DANS LE SAHEL BURKINABE

ECHELLE 1cm=15 forages



**b - les résultats**

Le Sahel compte 25 retenues d'eau, 116 mares, 85 zones importantes de puisards, 400 puits cimentés et près de 5 822 puits traditionnels. En réalité, le nombre de ces points d'eau pérennes est très faible. Il n'y a que 3 mares (une à Tin Akoff dans l'Oudalan, 2 dans le Séno, Higa et Takatami à Sebba) et 4 retenues d'eau (2 dans le Séno à Sebba et Seytenga et 2 dans le Soum à Aribinda et Djibo) comme points d'eau permanents de surface. En admettant avec le B.R.G.M. que 10 % des captages sont permanents, nous obtenons 582 puits traditionnels pérennes. Le nombre de points d'eau souterrains (puits et forages) disponibles en toute saison s'élève à 817.

Au total en saison sèche, il ne reste plus que 824 points d'eau pour abreuver le bétail. Cela représente seulement 12,8 % des ouvrages existants. Le débit journalier théoriquement disponible en saison sèche est de 3 466m<sup>3</sup>. Ces données figurant en annexe V sont récapitulées dans le tableau 14

Tableau 14 - Les points d'eau pastoraux du Sahel en 1989

Provinces	Retenues		Mares		Zone de P.		Puits tr.		Puits m.		Total	
	Nb	Q m <sup>3</sup> /j	Nb	Q m <sup>3</sup> /j	Nb	Q m <sup>3</sup> /j	Nb	Q m <sup>3</sup> /j	Nb	Q m <sup>3</sup> /j	Nb	Q m <sup>3</sup> /j
Séno	2	120	2	120	26	260	84	252	54	162	168	914
Soum	2	120	0	0	32	320	230	690	48	144	312	1274
Oudalan	0	0	1	60	27	270	268	804	48	144	344	1278
Sahel	4	240	3	180	85	850	582	1746	150	450	824	3466

Q (m<sup>3</sup>/j) : Débit en m<sup>3</sup>/j.

Nb : Nombre

Zone de P. : zone de puisards.

Puits m. : puits modernes

Puits tr. : puits traditionnels.



Les besoins journaliers moyens en eau pour abreuver le cheptel en 1989 sont de 4 860 m<sup>3</sup> pour le cheptel stationnant en saison sèche. Cela représente 34 % de l'ensemble des besoins du cheptel (tableau 15).

Tableau 15 Les besoins en eau selon le cheptel en 1989 et 1990

Provinces	Bovins 1989		Petits ruminants 1989		Total des besoins en 1989
	Cheptel	Besoins	Cheptel	Besoins	
Séno	26000	780	150000	750	1530
Soum	53000	1590	150000	750	2340
Oudalan	18000	540	90000	450	990
Sahel	97000	2910	380000	1950	4860

Provinces	Bovins 1990		Petits ruminants 1990		Total des besoins en 1990
	Cheptel	Besoins	Cheptel	Besoins	
Séno	26500	795,6	154500	772,5	1568,1
Soum	54060	1621,8	154500	772,5	2394,3
Oudalan	18360	550,8	92700	463,5	1014,3
Sahel	98920	2968,2	401700	2008,5	4976,7

Source : Direction de l'élevage.

Besoins en m<sup>3</sup>/j.

La comparaison des besoins et des disponibilités laisse apparaître un déficit d'environ 1 394 m<sup>3</sup>/j. Les besoins en eau du bétail sont couverts à 71,3 % en saison sèche. Pour la couverture totale des besoins, il aurait fallu créer environ 465 ouvrages d'un débit unitaire de 3 m<sup>3</sup>/j ou 139 points d'eau d'un débit de 10 m<sup>3</sup>/j ou 24 retenues d'eau pérennes.

Le manque de points d'eau limite l'utilisation des pâturages naturels surtout en saison sèche. Il s'en suit un mouvement vers les pâturages autour des quelques rares points d'eau telle que la mare de Tin Akoff sur le Béli. L'on assiste alors au surpâturage et à la dégradation du couvert végétal, qui se fait malheureusement trop souvent de façon irréversible. Cela a été le cas du forage "Christine", dans le département de Tin Akoff. Cet ouvrage dont le débit est estimé à 90 m<sup>3</sup>/h, a été fermé par suite d'une forte concentration animale tout autour et un surpâturage inquiétant. En fait, pour une meilleure valorisation du cheptel, il faut créer des points d'eau en fonction des pâturages existants. Or, les ouvrages hydrauliques réservés à l'usage pastoral sont insuffisants puisque de nos jours, il n'existe que 24 puits cimentés et 2 retenues d'eau à but purement pastoral dans le Sahel burkinabè. Il s'agit des retenues d'eau de Gangaol dans le département de Bani et Sambonay dans celui de Dori, toutes situées dans la province du Séno et d'un débit de 120 m<sup>3</sup>/j en moyenne. Quant aux puits, ils sont répartis dans les trois provinces et ont un débit de 72 m<sup>3</sup>/j environ. Au total, le débit moyen de ces points d'eau pastoraux est de 192 m<sup>3</sup>/j seulement. Ce qui est nettement insuffisant pour une zone à vocation pastorale.

En réalité les pasteurs abreuvant leurs animaux dans les autres retenues d'eau. Mais il y'a souvent des querelles entre les éleveurs, les cultivateurs et les maraîchers, sédentaires qui cultivent autour de ces points d'eau. Ainsi la retenue d'eau de Nyapsi dans le département de Sebba, a une utilisation humaine, agricole et pastorale, de même que celle de Djibo. La retenue d'eau de Boukouma, dans le département de Aribinda a une utilisation agro-pastorale.

En 1990, sur la base du taux de croît de chaque espèce (bovin 2 %/an et petit ruminant 3 %/an), le déficit serait de l'ordre de 1510,7 m<sup>3</sup>/j. Il faudrait donc créer de nouveaux points d'eau ou alors pérenniser 25 des 113 mares temporaires du Sahel burkinabé pour faire face à ces besoins croissants.

## E / Les problèmes liés à l'hydraulique villageoise et pastorale

Nous sommes pratiquement au terme de la D.I.E.P.A., pourtant les objectifs n'ont pas encore été atteints et des problèmes subsistent toujours, 6 années après la mise sur pied de l'animation en hydraulique villageoise.

### 1 - Les difficultés sociologiques

Le constat général est que les populations rurales n'ont presque pas assimilé les points d'eau. En fait l'initiative des projets d'hydraulique villageoise échappe aux villageois qui en sont pourtant les principaux bénéficiaires. Il arrive souvent que des contraintes hydrogéologiques dictent la création d'un point d'eau en un lieu qui ne convient pas tout à fait aux paysans. C'est le cas des forages de Serkissouma dans le département de Tongomayel et de Tiabongou dans celui de Sebba, dont la réhabilitation n'intéresse pas les populations, en raison de leur éloignement. De plus, la nécessité d'un entretien régulier des points d'eau n'est pas toujours perçue par les bénéficiaires. En fait, quand ils peuvent s'approvisionner gratuitement à partir d'autres sources tels que les puisards et les puits traditionnels (planche 13), ils abandonnent le forage équipé de la pompe manuelle. Ceci nous amène à dire que la création de certains points d'eau ne répond pas toujours à un besoin effectif et collectif. C'est dans cette optique que l'économiste J. Giri disait : "c'est l'exemple type d'un investissement anticipant la demande, celle-ci aurait dû résulter du développement des collectivités rurales et non le précéder".(4)

(4). Extrait de la revue marocaine "Eau et développement de décembre 1988".



Planche n°13  
Exhaure de l'eau d'un puits traditionnel à partir d'une  
puisette. Les abords du puits sont mal protégés contre le  
ruissellement de l'eau de pluie et la pollution extérieure.  
( Décembre 1988 )

Planche n°14  
Exhaure de l'eau d'un puits  
moderne à l'aide d'une  
puisette. Meilleure protection  
des abords immédiats du puits  
basé contre le ruissellement  
et l'infiltration de l'eau.

Décembre 1988 .



Les populations dans leur majorité ne conçoivent pas encore la non gratuité de l'eau, qui apparaît à leurs yeux comme un don du ciel, un don de dieu. Ainsi, les villages les moins peuplés (Araé et Damba ont moins de 100 habitants), les plus dispersés et les villages de nomades n'arrivent pas à réunir une somme d'argent suffisante pour constituer le fond de roulement nécessaire à la pérennisation des ouvrages hydrauliques. La maintenance est difficile à assurer pour les populations nomades. Ceci explique aussi la faible motivation des artisans réparateurs. Ils perçoivent de façon irrégulière de petits revenus de sorte qu'ils se tournent vers d'autres activités plus lucratives tels que le petit commerce ou l'orpillage. Cette situation explique souvent leur absence des villages ; il en est de même pour certains membres des comités de gestion pendant la saison morte, dont le départ provoque la dissolution de la structure (Diguel, Kienou, Soum).

Par ailleurs, la gerontocratie s'oppose souvent à la jeunesse, plus sensible aux progrès, aux méthodes nouvelles, généralement sollicitée pour la formation. Les systèmes de croyance véhiculés par les vieux, relatifs aux maladies hydriques tels que le choléra et la bilharziose constituent un handicap à la sensibilisation et à la participation des populations aux projets.

Enfin les stéréotypes et les difficultés de communication avec les femmes, font qu'elles sont absentes des structures de gestion des points d'eau, alors qu'elles sont les véritables utilisatrices des pompes.

## 2 - Les difficultés techniques et administratives

Le parc des pompes n'est pas homogène au niveau provincial, départemental et même villageois dans certains cas. Cela s'explique par la succession des programmes et des différents types d'installations retenus qui compliquent la tâche des artisans villageois. Au niveau de la maintenance, les problèmes similaires se posent et rendent difficile la mise en place de réseaux de pièces détachées. Ainsi les magasins décentralisés de fourniture de pièces de rechange existants sont peu motivés à cause de la faiblesse des recettes et du manque d'approvisionnement continu. C'est pourquoi, durant notre séjour au Sahel, la plupart des conteneurs "Diaffa" étaient fermés.

Les pièces de rechange des pompes ne sont pas standardisées. La pompe "India" qui n'a pas de brevet est produite en Inde, au Mali, au Nigeria, en Allemagne et maintenant au Burkina Faso. Pourtant ses pièces détachées ne sont pratiquement pas interchangeables. Au niveau régional, seule la pompe "Abi Diaffa" dispose d'un réseau de distribution de pièces détachées matérialisés par les conteneurs "Diaffa" et "Faso Yaar". Pour les autres types de pompes par contre il n'existe pas une telle structure de distribution et l'Etat devrait intervenir pour garantir leur disponibilité.

En outre pendant la saison des pluies, l'état des pistes rend difficile toute communication et constituent un facteur limitant l'approvisionnement et les dépannages.

Quant au réseau de maintenance, il est inefficace ou inexistant dans certains cas, faute de moyens logistiques. Des villages sont démunis en équipements nécessaires pour réparer les pannes, soit parce que les outils n'ont pas été fournis, soit parce qu'ils sont abîmés.

L'animation et la formation des artisans réparateurs doivent leur permettre d'acquérir des connaissances techniques ; mais étant donné la brièveté de la période de formation cela peut poser un problème d'assimilation. Cette formation qui est assurée par le fournisseur n'est applicable qu'au modèle de pompe que celui-ci a livré. Ce qui explique que certaines installations tombent en panne dans des villages où il n'existe qu'un artisan villageois (pompe "vergnet"). Le manque de suivi et de recyclage de ces artisans ne leur permet pas de tester leurs connaissances et de se parfaire. Enfin, le suivi par l'administration du système de maintenance est parfois insuffisant ou nul faute de moyens. En effet à l'échelle villageoise, il n'y a aucune vérification des moyens d'exhaure, du fonctionnement ou non du comité de gestion du point d'eau, après sa mise en place. En fait, l'administration ne suit pas les activités de cette structure (la trésorerie et les initiatives de valorisation du forage par exemple) qui doivent pourtant être encouragées dans l'optique d'une prise en charge progressive du point d'eau. A cet effet, le comité de gestion pourrait être un élément dynamique de transmission, d'entrée de nouvelles formes de techniques.

**CHAPITRE VI : LES PERSPECTIVES EN HYDRAULIQUE VILLAGEOISE ET PASTORALE DANS LE SAHEL BURKINABE**

Il existe des perspectives en hydraulique au Sahel.

**A / La fracturation hydraulique** (annexe VI)

La fracturation hydraulique est une technique nouvellement apparue en hydrogéologie. Elle a été expérimentée pour la première fois en Afrique, au Burkina Faso, lors du programme d'hydraulique villageoise : "Conseil de l'Entente II bis" en 1989. Le programme a porté sur les provinces du Bulkiemdé et du Sanguié, situées au centre ouest du Burkina. Le but de la technique est de réduire le taux d'échec des forages et d'augmenter la productivité des ouvrages hydrauliques (annexe VI). On considère comme inexploitable, les forages ayant un débit nul ou faible (inférieur à 0,5 m<sup>3</sup>/h). Ces forages sont réalisés dans les zones où les fissures ne sont pas importantes, ou ont été colmatées ou comprimées par la pression des couches supérieures.

La technique consiste à développer les fissures (pour permettre une certaine connection des réseaux de fissures, de fractures), en injectant de l'eau sous pression supérieure à la contrainte naturelle des terrains supérieurs. Ceux-ci claquent, se décolmatent et l'on injecte du sable ou des matériaux artificiels pour maintenir l'ouverture après le relâchement de la pression.

L'expérience a porté sur 33 forages dont 19 étaient négatifs (2 n'avaient eu aucune venue d'eau). Ces forages ont tous été récupérés. Sur les 14 autres forages positifs, un seul a gardé un débit constant ; les 13 restants ont vu leur débit augmenter de façon importante. Le débit total à la fin de la foration était de 29,29 m<sup>3</sup>/h pour les 33 forages, soit une moyenne de 0,89 m<sup>3</sup>/h. Après la fracturation hydraulique, il est passé à 65,41 m<sup>3</sup>/h, soit une moyenne de 1,98 m<sup>3</sup>/h. Le débit moyen a donc plus que doublé : 222,47 %. Le débit le plus faible est passé de 0 à 0,6 m<sup>3</sup>/h, le plus fort de 6,8 à 7,2 m<sup>3</sup>/h. Quant au coefficient multiplicateur moyen (7,415), il varie de 1,08 pour le forage n°248 de Thyou à 13,6 pour le forage n°230 de Kirguilonga.

Le seul cas où l'on n'a pas pu faire augmenter le débit est le forage n°144-1 de Goundi, ce qui représente un taux d'échec moyen de 3 %. Ceci n'est pas très significatif, dans la mesure où on est en présence d'un ouvrage déjà positif (1,5 m<sup>3</sup>/h).

En ce qui concerne les débits des forages strictement secs, ils ont considérablement augmenté : 0 à 0,6 m<sup>3</sup>/h et 1,4 m<sup>3</sup>/h.

En définitive si les études postérieures s'avèrent concluantes sur cette technique nouvelle, cela représenterait un gain substantiel au niveau des forages. Elles sera d'un apport très important dans une zone où le problème de l'eau est crucial comme au Sahel. Elle pourra permettre la valorisation des forages, en augmentant leur débit.

## **B / La valorisation des excédents d'eau des forages**

Il existe des forages qui ont un gros débit (plus de 5 m<sup>3</sup>/h). Ces forages sont exploités par des pompes manuelles dont le débit est inférieur ou égal à 1 m<sup>3</sup>/h. Ils sont donc sous exploités et il faut les valoriser.

### **1 - L'alimentation en eau des gros villages** (annexe VII)

Le poste autonome de distribution d'eau est une infrastructure composée d'une pompe électrique, alimentée par un groupe électrogène qui assure le pompage de l'eau du forage, d'un réservoir dont le volume est de 5,6 m<sup>3</sup> qui stocke l'eau pompée et de robinets pour la desserte de l'eau.

Les premiers postes de distribution d'eau ont été installés en 1984, dans les quartiers de Ouagadougou. Ils alimentent en eau les habitants de ces zones dépourvues de réseau de distribution d'eau. Le débit du pompage varie entre 5-10 m<sup>3</sup>/h, ce qui donne environ 100 m<sup>3</sup>/j. En se basant sur la norme de 20l/j/hbt, cette quantité d'eau permet de couvrir les besoins de 5 000 habitants.



Nous avons mené une étude dans les gros villages du Sahel pour connaître ceux qui sont susceptibles de recevoir une telle infrastructure (tableau 16). Sur les 13 villages enquêtés, il ressort que la majorité (10 villages dont Filio : 5 467 hbts, Oulo : 6 048 hbts et Sibé 3 833 hbts... font partie), n'est pas véritablement confrontée à une pénurie d'eau. Le déficit, calculé sur la base théorique des 20l/j/hbt n'est pas toujours perçu par les populations. Il existe des puits et des forages qui assurent plus ou moins l'alimentation en eau. Le nombre de ces points d'eau varie de 1 à 5. Le manque d'eau n'est ressenti que pendant la saison sèche et chaude de Février à juin. Cela se traduit le plus souvent par de longues files d'attente, lorsque les points d'eau traditionnels ont tari.

Plus de la moitié de ces villages ont un habitat très dispersé. Le village administratif est en fait un regroupement de quartiers, de hameaux éloignés les uns des autres. Les distances varient entre 200 m et 13 Km.

En ce qui concerne la motivation des villageois à payer l'eau à raison de 5 F.cfa le seau de 20l, les résultats sont contradictoires. La majorité des villageois acceptent ce principe, alors que la pénurie en eau n'est pas réelle. Le nombre de clients potentiels ne pourrait donc pas permettre de couvrir les frais de la maintenance et le renouvellement des équipements des postes d'eau autonomes.

Cependant, deux villages ont retenu notre attention. Il s'agit de Déou dans l'Oudalan et de Pétégoli dans le Soum. Ces localités ont un habitat assez regroupé et compteront respectivement 8 180 et 3 439 habitants en 1990. A titre expérimental, ils pourraient être équipés de ces infrastructures hydrauliques, car les habitants ressentent la pénurie d'eau pratiquement toute l'année.

A Déou où il n'y a que 3 forages équipés de pompes manuelles "Abi" pour environ 8 000 hbts ( le puits busé est temporaire), le problème du suivi et de la maintenance se pose dans la mesure où l'artisan réparateur est basé à Gorom-Gorom, chef-lieu de la province de l'Oudalan, situé à 50 km à vol d'oiseau. En mai 1989, lors de notre dernier passage dans le village, 2 pompes étaient en panne. Les populations utilisaient l'eau boueuse du puits busé et d'un puits traditionnel presque à secs, en plus du seul forage restant en service.

Tableau 16 - Les ressources et les besoins des villages enquêtés pour l'installation de postes d'eau autonomes.

Villages administratifs	Population en 1990	Besoins théoriques en eau		Ressources						Déficit				Structure de l'habitat	Motivation des villageois	
				Saison sèche			saison humide			Saison sèche		Saison humide				
		m3/j	Forages	Puits P	Forages	m3/j	Puits	Forages	m3/j	Forages	m3/j	Forages	m3/j			
Diogota	3462	69,24	6	0	0	0	0	0	0	0	6	69,24	6	69,24	Très disp	Forte
Gotougou B.	3104	62,08	6	0	1	10	0	1	10	5	52,08	5	52,08	Groupé	Moyenne	
Oulo	6048	120,96	12	0	3	30	0	3	30	9	90,96	9	90,96	Très disp	Nulle	
Seytenga	3069	61,38	6	0	2	20	1	2	23	4	41,38	4	38,38	Dispersé	Nulle	
Bougué	4359	87,18	8	0	3	30	1	3	33	5	57,18	5	54,18	Très disp	Nulle	
Bouro	3232	64,64	6	2	1	16	2	1	16	5	48,64	5	48,64	Groupé	Nulle	
Filio	5467	109,34	10	0	2	20	0	2	20	8	89,34	8	89,34	Groupé	Nulle	
Gasseliki	5017	100,34	10	1	2	23	2	2	26	8	77,34	8	74,34	Dispersé	Moyenne	
Pétégoli	3439	68,78	6	1	2	23	2	2	26	4	45,78	4	42,78	Groupé	Forte	
Pobé Mengao	2836	56,72	5	0	5	50	2	5	56	0	6,72	0	,72	Assez dis	Nulle	
Sibé	3833	76,66	7	0	1	10	2	1	16	6	66,66	6	60,66	Groupé	Nulle	
Silgadji	4094	81,88	8	0	3	30	1	3	33	5	51,88	5	48,88	Très disp	Moyenne	
Déou	8180	163,6	16	0	3	30	15	3	75	13	133,6	13	88,6	Groupé	Forte	
Total	56140	1122,8	106	4	28	292	28	28	364	78	830,8	78	758,8			

Puits p. : puits permanents

Motivation : nulle : déficit en eau non ressenti par la population.

moyenne : déficit ressenti seulement en saison sèche. Le principe de l'eau payante est accepté.

forte : déficit ressenti toute l'année. Le principe de l'eau payante est accepté.

A Fétégoli, dans le département de Baraboulé, dans le Soum, où il y a 3 500 hbts pour 2 forages à pompes manuelles "Abi", dont l'une est réservée au Centre de Formation des Jeunes Agriculteurs (C.F.J.A.) , le principe de l'eau payante est accepté par les populations.

Si de telles infrastructures étaient réalisées, la gestion pourrait être confiée à un comité qui se chargerait d'encaisser l'argent de la vente de l'eau, pour faire face aux frais de fonctionnement : entretien du poste, consommation énergétique des pompes, remplacement des pièces de réchange, fourniture du matériel et salaires du personnel.

## 2 - Les petits périmètres irrigués et les stations pastorales simplifiées ( Planches 15, 16 et 17).

L'étude porte sur une réalisation à caractère agro-pastoral à Katchari, village situé à 14 km à l'ouest de Dori.

### **a - La description** (annexe VIII).

Un forage d'un débit unitaire de 10 m<sup>3</sup>/h est exploité à l'aide d'une pompe électrique, alimentée par un groupe électrogène. L'eau pompée est acheminée vers un château d'eau de 5 m<sup>3</sup>, soutenu par des piliers à environ 2,5 m du sol. Le trop plein coule gravitairement vers un bassin situé au sol, ayant une capacité plus grande (30 m<sup>3</sup>). L'eau s'écoule ensuite des canalisations vers de petits bassins destinés aux parcelles de cultures et vers des robinets pour les besoins humains et les abreuvoirs.

### **b - L'exploitation** (planches 15, 16, 17)

Ce système de desserte en eau permettra, en cas de baisse de la pluviométrie, de sécuriser les cultures par un apport régulier d'eau, et de pratiquer pendant la saison morte, des cultures de contre saison.

Les cultures prévues sur une surface de 0,17 à 1 ha sont le maïs et l'arachide, pour la fin du mois de juillet. Pour les cultures maraîchères, nous pensons que le haricot qui est connu des paysans peut être cultivé pendant la morte saison.

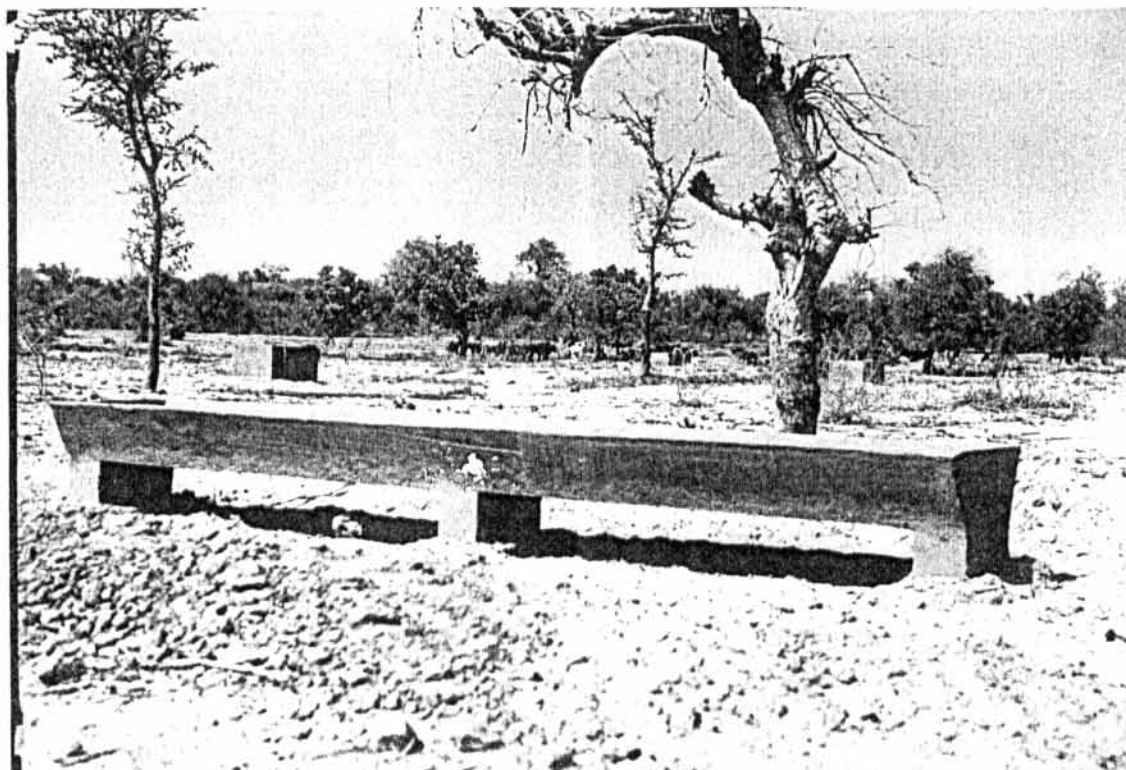


Planche n°15  
Préparation du périmètre de KATCHARI, au premier plan se trouve un abreuvoir, à l'arrière plan des bassins sont visibles. KATCHARI, département de DORI ( SENO ). Mai 1989.

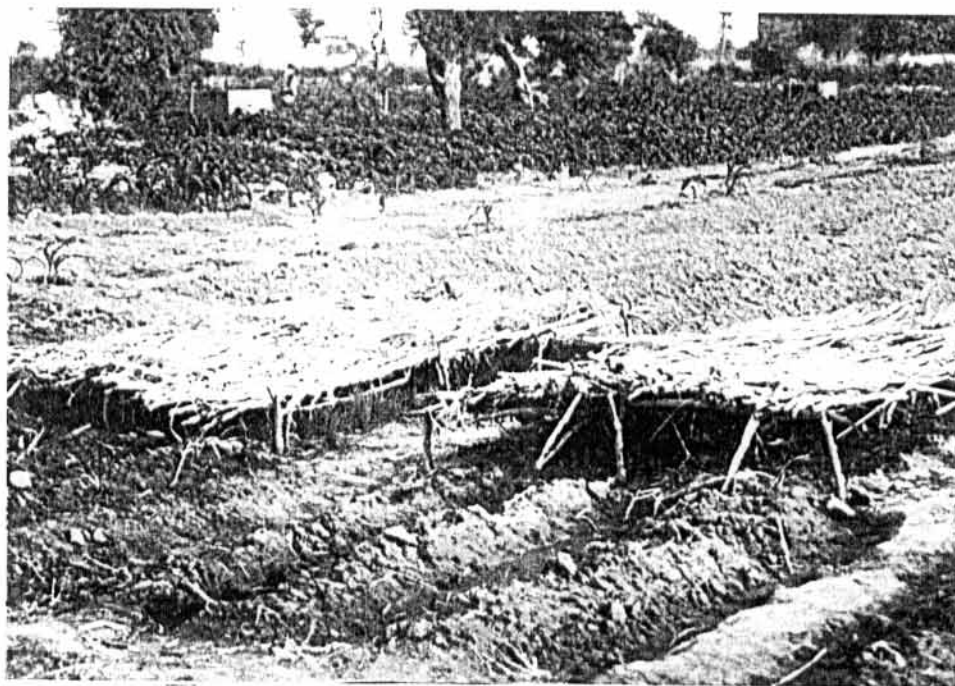


Planche n°16  
Mise en culture des parcelles, au premier plan, il y'a une pépinière d'oignons, au fonds c'est la culture de la pomme de terre avec sur les bordures, des pieds de maïs servant de brise\_vent. Katchari, janvier 1990.

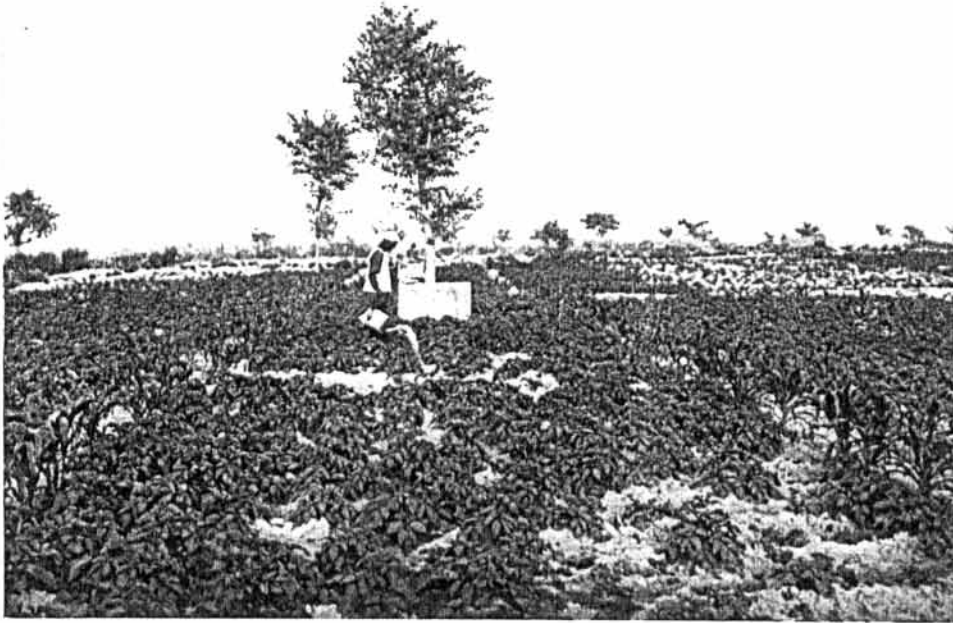


Planche n°17

Arrosage de la pomme de terre par un paysan muni d'une arroséon. L'eau est tirée des petits bassins repartis sur le périmètre. Katchari, janvier 1990.

Le système d'irrigation prévu est l'irrigation par l'utilisation d'arrosoirs compte tenu de la perméabilité du sol. La présence d'un encadreur permanent suivi par un agronome permettra de familiariser les paysans à ces techniques culturales nouvelles.

Les robinets situés en dehors des parcelles alimenteront les abreuvoirs destinés au bétail. Ils assureront les besoins d'un nombre important d'animaux. Les populations concernées sont surtout des éleveurs, pour lesquels, la transhumance à la recherche de pâturages et de points d'eau est effectuée par quelques adultes de sorte que, pendant la morte saison, les personnes restées sur place peuvent s'occuper des cultures.

**C / L'hydraulique villageoise et pastorale à l'horizon 1990**  
( figure 28 ).

En hydraulique villageoise, en plus de la création de postes autonomes de distribution d'eau, il est prévu la réhabilitation des forages dont les pompes sont en panne. Le nombre de pompes recensées dans cet état est de 55 au moins. Cela représente 27 500 personnes privées d'eau potable, sur la base du critère d'un point d'eau pour 500 habitants. En outre, le projet " Sahel ", envisage la réalisation de forages pour l'alimentation en eau potable (A.E.P.). Les villages prioritaires (tableau 17) sont les villages ne disposant d'aucun point d'eau potable (Banguel Bagué du département de Aribinda, Wendou Bouki du département de Baraboulé, Saba du département de Déou, Babirka Ouro Esso du département de Bani...).

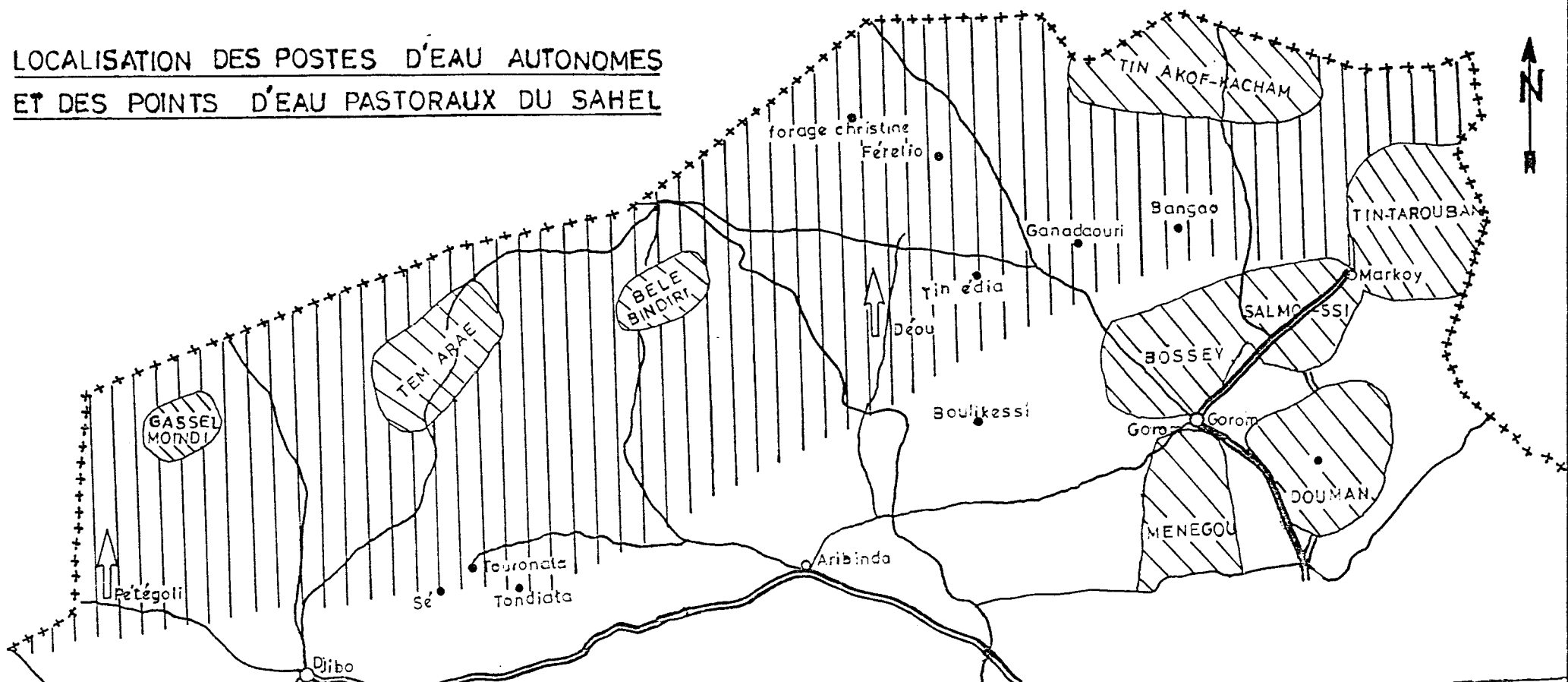
Au total dans le Sahel burkinabè, 86 villages ne disposent d'aucun forage (48 dans le Soum, 23 dans le Séno et 15 dans l'Oudalan). En 1990, il faudra donc réaliser des forages pour 67 835 habitants, soit en moyenne, 1 forage d'exploitation pour 780 habitants. Cette moyenne varie de 98 habitants à Ourohamane (département de Bani), village le plus petit, à 2 868 habitants à Liligomdé (département de Aribinda), le village le plus peuplé. N'ayant ni forage ni puits cimenté, Liligomdé connaît de sérieuses difficultés d'approvisionnement en eau.

Tableau 17 - Le nombre de villages à équiper en priorité d'un forage







Provinces	Départements	Nombre de villages	Population 1985	Population 1990	Taux de couverture
S E N O	Bani	6 (5)	1840	2098	143 %
	Dori	5 (2)	2521	2874	87 %
	Falagountou	(2)	405	462	33,7 %
	Sampelga	2	2601	2965	33,7 %
	Sebba	3 (1)	3499	3989	37,6 %
	Seytenga	5 (1)	3968	4523	55,3 %
	Total	23 (11)	14834	16911	68 %
S O U M	Aribinda	14 (3)	12322	14047	49,8 %
	Baraboulé	2 (1)	854	974	102,7 %
	Diguél	2 (1)	1004	1145	87,3 %
	Djibo	5 (1)	2034	2319	107,8 %
	Koutougou	5 (1)	2567	2926	85,4 %
	Nassoumbou	2 (1)	892	1017	98,3 %
	Pobé Mangao	4	4043	4609	43,4 %
	Tongomayel	14 (3)	10153	11574	60,5 %
	Total	48 (13)	33869	38611	62,1 %
O U D A L A N	Déou	2 (1)	856	976	102,4 %
	Gorom-Gorom	6 (1)	4488	5116	58,6 %
	Markoye	6 (1)	4795	5466	54,9 %
	Tin Akoff	1	662	755	66,2 %
	Total	15 (3)	10801	12313	61,7 %
Total Sahel		86 (27)	59504	67835	63,4 %

( ) : Nombre de villages dont les besoins seront satisfaits à partir du seul forage.

# LOCALISATION DES POSTES D'EAU AUTONOMES ET DES POINTS D'EAU PASTORAUX DU SAHEL



### LEGENDE

-  Postes d'eau autonomes
-  Zones à pastoralisme prédominant
-  Zones prioritaires pour la création de contre-puits
-  Puits pastoraux solaires
-  Voies routières
-  Voies routières

ECHÈLE 1/1000000

SOURCE: B.R.G.M.



La création de points d'eau assurera la couverture des besoins de 27 villages sur les 86. Ainsi 31 % des villages (sans aucun forage en 1989) auront au moins 20l/j/hbt d'eau potable.

Après la réalisation des ouvrages (86 forages) de première urgence, le projet s'attèlera à combler le déficit en forages (370 forages). Le Soum est la province la plus nécessiteuse, car son taux de couverture en forages n'est que de 64,6 %. Ce qui reste inférieur au taux global du Sahel : 75,8 %. Ce taux le place derrière l'Oudalan (76 %) et le Séno (84,7 %).

Le volet hydraulique pastorale prévoit la création d'un certain nombre d'ouvrages à usage pastoral ( figure 28). Les différents programmes réalisés ont mis l'accent sur les villages. Les besoins du cheptel ont toujours été négligés alors qu'ils restent la préoccupation majeure des populations du Sahel.

A titre expérimental, le projet " Sahel" envisage de créer 20 ouvrages d'exploitation dont 10 forages-puits et 10 forages équipés de stations solaires de pompage.

Dans les provinces du Soum et de l'Oudalan 10 forages de gros débits (5 à 14 m<sup>3</sup>/h ont été retenus pour être équipés de moteurs à énergie solaire. Ces ouvrages, en raison de leur débit, peuvent ainsi abreuver de nombreux troupeaux tous les jours.

Dans l'Oudalan, des éleveurs se sont associés pour créer un groupement assez bien structuré ; l'U.G.V.O.. Selon les responsables, cette organisation serait en mesure d'assurer la gestion et la maintenance des ouvrages et d'encaisser des cotisations annuelles auprès des éleveurs abreuvant leur troupeaux dans ces stations solaires de pompage. Dans le Soum, il n'existait pas de groupement d'éleveurs. cependant un financement "F.A.C-C.C.C.E." a été acquis dans le cadre du développement de l'élevage ; il est prévu une mise en place de groupements d'éleveurs.

Tableau 18 - Le bilan besoins - ressources après la première intervention ( 1990 )

Provinces	Départements	Nombre de forages		Déficit en forages	Taux de couverture en %
		total	nécessaires		
S E N O	Bani	50	79	-29	63,3
	Dori	146	133	0	109,8
	Falagountou	17	14	0	121,4
	Gorgadji	34	35	0	97,1
	Sampelga	16	22	-6	72,7
	Sebba	134	178	-44	75,3
	Seytenga	18	29	-9	62,1
	Total	415	490	-88	84,7
S O U M	Aribinda	63	115	-52	54,8
	Baraboulé	32	42	-6	76,2
	Diguél	8	8	0	100
	Djibo	23	31	-8	74,2
	Koutougou	20	21	-1	95,2
	Nassoumbou	19	32	-13	59,4
	Pobé Mangao	19	28	-9	67,9
	Tongomayel	61	113	-52	54
Total	245	390	-141	64,6	
O U D A L A N	Déou	22	36	-6	61,1
	Gorom-Gorom	96	122	-26	78,7
	Markoye	38	44	-6	86,4
	Tin Akoff	12	19	-7	63,2
Total	168	221	-53	76	
Total Sahel		828	1101	-282	75,8

Le nombre de forages existants est le nombre de forages total après la réhabilitation des forages dont les pompes sont en panne et les 86 forages à réaliser en première urgence.

En plus des 10 forages, le projet devrait réaliser des contre-puits. L'avantage de cet ouvrage est que l'exhaure dans le puits est familier aux pasteurs et que son entretien n'est pas très coûteux ( 50 000 à 100 000 f.cfa tous les 3 à 4 ans). L'eau extraite du contre-puits sera stockée dans un bassin qui alimentera gravitairement des abreuvoirs situés plus loin. Ces réalisations expérimentales permettront de décongestionner des pâturages surexploités au profit de zones sous exploitées, dépourvues de points d'eau.

### CONCLUSION GENERALE

Les réalisations en hydraulique villageoise sont nombreuses. L'option forage retenue par les pouvoirs publics semble mieux convenir dans le Sahel burkinabè, où par suite de variations pluviométriques, les nappes ont baissé ; ce qui a du même coup asséché la plupart des puits. Les ouvrages hydrauliques créés sont nombreux mais ne suffisent pas à couvrir les besoins humains en eau potable. Des problèmes subsistent toujours à propos de la maintenance des ouvrages. Le nombre de pompes manuelles en panne occasionne 21,6 % de déficit en points d'eau en 1989. Les causes de cette situation sont d'ordre techniques et sociologiques.

Les objectifs en hydraulique villageoises et pastorale n'étant pas atteints, des perspectives se profilent à l'horizon 1990. Les programmes futurs s'orienteront probablement vers la valorisation des forages par le développement d'activités agro-pastorales autour des forages de gros débit. Ce type d'ouvrage sera reconverti en poste autonome de distribution d'eau à la longue, en fonction des possibilités socio-économiques des villages.

En priorité, les villages sans aucun point d'eau, seront équipés de forages, viendront ensuite, les villages déficitaires où les réalisations se feront sur la base d'un forage pour 500 habitants. L'hydraulique pastorale n'est pas en reste, car la fracturation hydraulique pourra permettre la création de points d'eau pastoraux de grands débits. Les 20 ouvrages à réaliser réduiront la contrainte liée à l'exploitation des pâturages sans points d'eau. Le projet donnera un coup de pouce au secteur élevage, très important dans le Sahel.

Nous espérons que dans l'avenir les populations seront davantage intégrées aux projets qui les concernent directement et que l'accent sera mis sur la maintenance. Les pouvoirs publics se doivent d'intervenir dans un secteur vital comme l'eau pour garantir la pérennité des points d'eau, par des actes concrets, pour ce qui est du suivi des structures de gestion des points d'eau et des structures de distribution des pièces de rechange. Celles-ci devraient être standardisées et le nombre de types de pompes réduit. Cela pourrait permettre une homogénéisation du parc des pompes au profit de la maintenance.

Table des annexes

Numéro	Titres	Pages
I.	Les résultats des campagnes agricoles et les bilans céréaliers de 1976 à 1989 en tonnes.....	118
II.a	Les éléments de comparaisons entre le puits, le forage et le forage avec contre-puits.....	119
II.b	Le schéma d'un forage avec contre-puits.....	120
III.a	Les bordereaux des prix des forages.....	121
III.b	Les bordereaux des prix des forages.....	122
III.c	Les bordereaux des prix des puits.....	124
III.d	Les bordereaux des prix des retenues d'eau.....	125
IV.	La liste des artisans réparateurs au Sahel.....	127
V.	Les points d'eau possibles pour abreuver le bétail.....	128
VI.a	Les forages soumis à la fracturation hydraulique.....	129
VI.b	Prospectus sur la fracturation hydraulique.....	130
VII.	Le poste d'eau autonome.....	134
VIII.a	Schéma structural du périmètre de Katchari.....	135
VIII.b	Schéma de disposition de la tête du réseau de Katchari.....	136
VIII.c	Schéma du bassin de mise en charge de Katchari (30 m <sup>3</sup> ).....	137
IX.	Fiches d'enquêtes utilisées sur le terrain.....	138
X.	Cartes des ressources en points d'eau villageois et pastoraux (Hors texte : 1/200 000).	

ANNEXE I

Tableau 19 - Les résultats des campagnes agricoles et les bilans céréaliers de 1967 à 1989 en tonnes.

Campagnes Agricoles	1976_77	1977_78	1978_79	1979_80	1980_81	1981_82	1982_83	1983_84	1984_85	1985_86	1986_87	1987_88	1988_89
Populations	354072	355000	355000	356436	384000	380000	413324	417960	440252	440252	553636	570983	587766
Besoins	51500	63900	64750	73060	79611	79172	88863	89861	92633	94553	105570	108485	111675
Productions	41600	31200	47284	39380	44261	84232	57500	37250	50925	50867	62542	55084	105010
Bilans	-9900	-32700	-17466	-33680	-35350	5060	-31363	-52611	-41708	-43686	-43028	-53401	-6665

Source : direction générale de l'Agriculture.

Tableau 20 - ELEMENTS DE COMPARAISON ENTRE

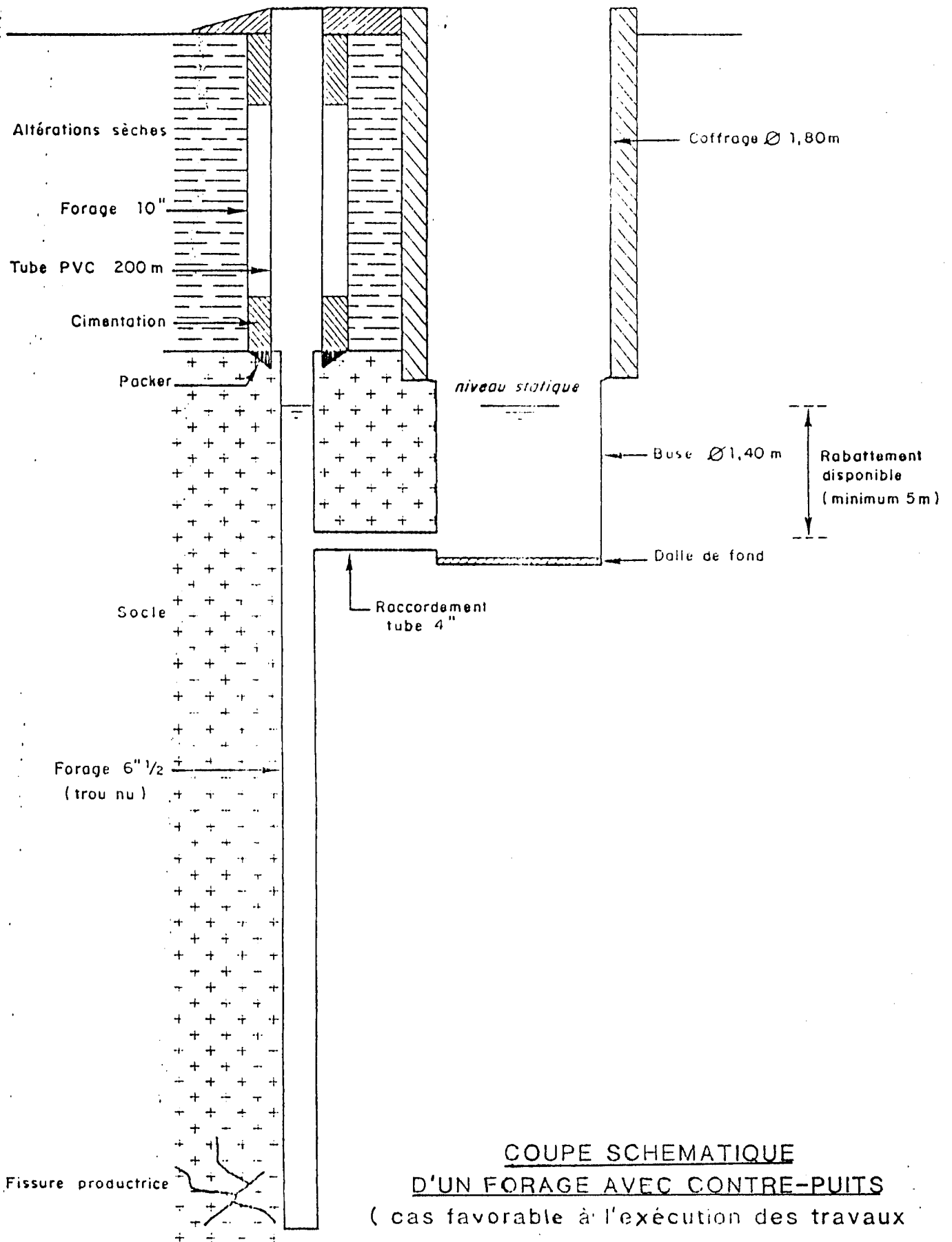
CRITERES	TYPE	Puits moderne cimenté	Forage avec pompe (motricité humaine)	Forage avec contre-puits
			. puits modernes cimentés . forages . forages avec contre-puits	
Coût		Cher : 4 à 10 Millions CFA (profondeur : 40-50 m)	Assez cher : 3 à 8 Millions (profondeur 40-60 m)	Très cher (coût puits + forage)
Sécurité	- quantité	puisage à plusieurs postes effet de citerne (réserve) sensible aux variations de nappe	Débit limité par débit d'exhaure, peu sensible aux variations de nappe	Effet de citerne exhaure manuelle
	- qualité	pollution fréquente risque de maladies hydriques (1)	Peu ou pas de risques de pollution (2)	Pollution fréquente
Facilité de participation villageoise		Assez grandes : creusement jusqu'à la nappe, matériaux ... superstructures	Réduites : matériaux locaux, superstructures	Assez grandes pour puits, faibles pour forage
Système d'exhaure		Manuel : pas de panne investissement minime	Plus d'eau en cas de panne de la pompe, coût élevé (question du renouvellement)	Le plus souvent exhaure manuelle
Entretien	- ouvrage	tous les 3 ou 4 ans 50 000 à 100 000 CFA	Manque de recul pour les forages villageois : 10 +- 5 ans ?	
	- exhaure annuel	corde et puisette 1 000 à 5 000 F	entretien / réparation pompe 25 000 à 60 000 F	
Qualification du Personnel	- chantier	assez faible, mais organisation chantier, et équipe spécialisée mise en eau	Mécanicien-foreur expérimenté + suivi hydrogéologique	qualification particulière
	- entretien	faible, formation villageois possible	équipe spécialisée ou formation villageois + artisans-réparateurs	faible

(1) d'après F.Kaboré/J.Durand : l'Hydraulique Villageoise dans les pays membres du CILSS, Club du Sahel Décembre 1983 (bibliogr. n°10) et études CIEPAC-COGEFOR, Niger 1983-84 (Programmes FAC et Conseil de l'Entente (cf. bibliogr. 8 et 14)

(2) étude Kolokani (Mali) PNUD 1984 : Pollution par coliformes puits : 100 %, forages 26 %, canaris de stockage 96 %



ANNEXE II.b



ANNEXE III a

BORDEREAU DES PRIX DE FOREXI EN JANVIER 1989

Désignation	Référence du prix	Unité	Prix unitaires en F.cfa
1. Déplacement	2b	Km	<u>3500</u>
. Montage-démontage	2a	unité	<u>120000</u>
. Foration terrain tendre	3b-c	mètre	<u>15000</u>
4. Foration terrain dur	3d	mètre	<u>14000</u>
. Tubes PVC 110/125	4b	mètre	6000
. Crépines PVC 110/125	4a	mètre	6200
7. Tube soutènement PVC 178/195	4a	mètre	<u>8500</u>
8. Rétrait PVC 178/195	4b-c	unité	50000
. Hauteur gravillonnée	4i-i	mètre	1800
10. Remblayage	4i	unité	20000
11. Développement	5a-b	heure	33500
2. Pompage d'essai	5c	unité	120000
3. Margelle	6a	unité	110000
14. Analyse d'eau	5e	unité	22000
*5. Régie + force motrice	3e	heure	50000

Prix pour forage négatif : —

Source : Forexi S.A.

ANNEXE III.b

II) DEVIS ESTIMATIF D'UN (1) FORAGE  
 POSITIF DE PROFONDEUR MOYENNE DE 60 M.  
 SIS A SIROGO - DEPARTEMENT DE SIROGO  
 PROVINCE DU HOUKILITE.  
 AU NOM DU GROUPEMENT D'ELEVEUR  
FINANCEMENT : UREBA

DESIGNATION	UNITE	QUANT.	PREX TOTAL F.(CFA)	PRIX TOTAL F.(CFA)
1- Etude d'implantation Géophysique	U	1		500.00
TOTAL 1				500.00
2- Préparation, transport, installation d'un chantier				
- Préparations amonée repli du matériel et du personnel	FF			1.000.00
- Installation et démontage du chantier	U	1	100.000	100.00
- Déplacement d'un chantier à l'autre	Km	-	2.500	P.F.
TOTAL 2				1.100.00
3- Foration				
- Foration en terrain tendre 9"7/8	ML	40	22.500	900.00
- Foration en terrain dur 6"1/2	ML	20	20.000	400.00
TOTAL 3				1.300.00
4- Equipement du Forage positif, Développement				
- Pose tubage PVC Crépine 4"1/2 (1-2mm ouvert)	ML	41	5.240	214.84
- Pose tubage PVC Aveugle 4"1/2	ML	20	4.500	90.00
- Création de massif filtrant gravier concassé 3/8 et cimentation sur 6m de Haut.	U	1	85.000	85.00
- Fermeture de l'ouvrage et bouchon de fond	U	1	8.500	8.50
- Développement à l'air lift (4 heures)	U	1	140.000	140.00
TOTAL 4				538.34
5- Analyse d'eau superstructure, Abreuvoir				
- Analyse d'eau par le Laboratoire ONPF	U	1	15.000	15.00
- Construction de superstructure	U	1	150.000	150.00
- Fourniture du pompe manuel	U	1	500.000	500.00
- Construction d'un abreuvoir	U	2	300.000	300.00
TOTAL 5				965.00
TOTAL GENERAL.....=				4.403.34

.../...

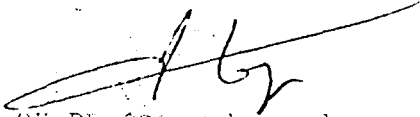
Arrêté le présent Devis à la somme de : QUATRE MILLIONS  
QUATRE CENT TROIS MILLE TROIS CENT QUARANTE (4.403.340 F.CFA).

N.B. : Le présent devis est valable jusqu'au 31 Décembre 1988.

- Avance de démarrage à verser avant toute opération :  
50 % du devis soit : 2.201.670 F.CFA.
- Prévoir 1.300.000 F.CFA (UN MILLION TROIS CENT MILLE  
Francs) en cas de forage négatif.
- La population participera à l'exécution du puit perdu  
(creusage et apport des moellons)./-

LA PATRIE OU LA MORT , NOUS VAINCRONS !

LE DIRECTEUR GÉNÉRAL DE L'ONFP

  
Ouedraogo Raharoudou  
Ingénieur Equipement Rural

11 FEV 1988

ANNEXE III.c

DEVIS DE PUIITS

- Profondeur totale :
- Sis à :
- Bénéficiaire :
- Financement :

Prestations	Montant	Unité	Quant.	Prix (Unit.F.)	Montant F.	Observat.
1. <u>AMENEE ET REPLI</u>		U				
2. <u>FONCAGE</u>						
2.1. Terrain tendre		M		30.000		
2.2. Terrain mi-dur		M		40.000		
2.3. Terrain dur		M		80.000		
2.4. Sous l'eau		M		80.000		
3. <u>CONSTRUCTION DE CUVELAGE</u>						
3.1. Ø 200/180		M		35.000		
3.2. Ø 160/140		M		20.000		
4. <u>TROUSSE COUPANTE</u>						
4.1. Ø 170/140		U		10.000		
4.2. Ø 130/100		U		7.000		
5. <u>CONSTRUCTION DE COLONNE</u>						
5.1. Ø 160/140		M		40.000		
5.2. Ø 120/100		M		25.000		
6. <u>HAVAGE</u>						
6.1. Ø 160/140		M		80.000		
6.2. Ø 120/100		M		40.000		
7. <u>CONSTRUCTION TROTTOIR/MARGELLE</u>		U		-		
8. <u>EQUIPEMENT EN MOYENS D'ENHAURE</u>		U		200.000		
9. <u>EQUIPEMENTS ANNEXES</u>						
9.1. Abreuvoir		U		-		
9.2. Aménagement		U		-		
9.3. Réfections		-		-		

\* La facturation en fin de travaux se fera conformément aux prix unitaires et aux travaux réalisés.

\* Toute commande ferme devra être accompagnée de 50 % du montant du présent devis.

\* Pour toute information complémentaire, l'O.N.P.F. reste à votre disposition./-

-- L'EAU, C'EST LA VIE --

LE DIRECTEUR GENERAL DE L'ONPF

OUIDRAOGO Mahamoudou  
Ingénieur Equipement Rural

ANNEXE III. d

CADRE DU BORDEREAU DES PRIX UNITAIRES  
DES TRAVAUX BARRAGES ET AMENAGEMENTS

(1er OCTOBRE 1987 - 30 SEPTEMBRE 1988)

N°	DESIGNATION	UNITE	PRIX UNITAIRE
1	Débroussaillage - Décapage (20cm)	M2	300
2	Abattage d'arbres	U	15 000
3	Déblai à la main	m3	1 800
4	Déblai compacté à la main	m3	2 100
5	Déblai grande masse aux engins	m3	1 250
6	Remblai compacté aux engins	m3	1 800
7	Remblai légèrement compacté aux engins	m3	1 200
8	Matériaux pour filtre calibré	m3	6 000
9	Tout venant de pose ou latéritique	m3	2 750
10	Gravier fin et gros	m3	5 800
11	Perré maçonné	m2	8 500
12	Perré sec	m2	6 000
13	Enrochement pour butée	m3	4 000
14	Enrochement pour drain aval	m3	4 000
15	Enrochement de protection en vrac	m3	3 500
16	Gabion métallique posé	m3	15 000
17	Béton de propreté à 150kg CPA	m3	40 000
18	Béton ordinaire à 250kg CPA	m3	60 000
19	Béton ordinaire à 300kg CPA (revêtement)	m3	75 000
20	Béton cyclopéen à 250kg CPA	m3	70 000
21	Béton armé à 350kg CPA :		
	└ Coulé en inclinaison	m3	111 000
	└ Coulé à plat	m3	100 000
	└ Coulé en élévation	m3	125 000
22	Béton légèrement armé à 350kg	m3	90 000
23	Maçonnerie de moellons	m3	32 000
24	Joint bitumineux	m1	2 000
25	Joint waterstop	m1	30 000
26	Barbacane en PVC	m1	2 800
27	Blocage	m3	9 500

N°	DESIGNATION	UNITE	PRIX UNIT.
28	Maçonnerie de parpaings 40 x 20 x 10 plein	m2	8 000
29	Maçonnerie de parpaings 40 x 20 x 20 creux	m2	8 500
30	Maçonnerie de parpaings 40 x 20 x 15 plein	m2	11 700
31	Buse en béton à 300 kg Ø 200	U	7 500
32	Buse en béton à 300 kg Ø 300	U	12 970
33	Buse en béton à 300 kg Ø 350	U	15 653
34	Buse en béton à 300 kg Ø 400	U	18 000
35	Buse en béton à 300 kg Ø 500	U	29 000
36	Planage parcelles	Ha	232 000
37	Vannette métallique	U	40 000
38	Fourniture métallique diverses	Kg	2 000
39	Echelle limnimétrique	m1	51 750
40	Réglage des talus	m2	200
41	Terre latéritique pour talus	m3	2 500
42	Béton de forme avec chappe incorporé et bouchardé	m3	65 000
43	Enduit extérieur 2 cm	m2	1 500
44	Enduit à la tyrolienne	m2	1 000
45	Couverture acier ou alu	m2	7 500
46	Fenêtres et portes persionnées	m2	45 000
47	Porte pleine coulissante 300 x 300 en 2 vantaux	U	200 000
48	Chassis fixe grillagé 100 x 50	U	10 000
49	Clapets anti-retour	U	150 000
50	Système vanne pour prise d'eau	U	300 000
51	Piste prin. Lat. de 3,50 m de largeur EP.20 cm	m	2 000
52	Piste secondaire latéritique de 2,50 m de l EP15cm	m	1 100
53	Partiteur	U	30 000
54	Bidim	m2	2 815

Le Directeur des Travaux

Le Directeur Général

OFFICE NATIONAL DES BARRAGES ET  
DES AMENAGEMENTS HYDROAGRICOLES  
(ONBAH)

Aly CONGO./-  
Ingénieur ER

Lamine M. KOUATE./-  
Ing. Hydrogéologue

ANNEXE IV

LISTE DES ARTISANS REPARATEURS RECENSES AU SAHEL

NOMS ET PRENOMS	DEPARTEMENTS COUVERTS
DIABATE Hassane	Dori et Seytenga
AHMADOU Ousmane	Baraboulé et Djibo
Hamadou ZONGO	Aribinda
NOUNGOUDE	Gorom-Gorom
LANKONDE Mamadou	Gorgadji
TIDIANE	Sebba
HAMANE Ibrahima	Sebba
SANGOULE	Sebba
BELCO	Sebba
AHMIDOU Hamane	Sampelga
Ousmane DIALLO	Sampelga



Tableau 21 - Les points d'eau utilisés pour abreuver le bétail (1989)

Départements	Retenues d'eau				Mares				Zones de puisards		Puits modernes				Puits traditionnels		Total	
	temporaires		permanentes		temporaires		permanentes				temporaires		permanentes		Nb	Q m <sup>3</sup> /j		
	Nb	Q m <sup>3</sup> /j	Nb	Q m <sup>3</sup> /j	Nb	Q m <sup>3</sup> /j	Nb	Q m <sup>3</sup> /j	Nb	Q m <sup>3</sup> /j	Nb	Q m <sup>3</sup> /j	Nb	Q m <sup>3</sup> /j				
Bani	2	120	0	0	0	0	0	0	4	40	11	33	17	51	128	384	162	628
Dori	3	180	0	0	5	50	0	0	16	160	0	0	1	3	35	105	60	498
Falangountou	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	2	6	4	12	173	519	180	547
Gorgadji	1	60	0	0	0	0	0	0	0	0	7	21	5	15	15	45	28	141
Sampelga	0	0	0	0	6	60	0	0	6	60	3	9	6	18	24	72	45	219
Sebba	1	60	1	60	8	80	2	120	0	0	2	6	11	33	411	1233	436	1592
Seytenga	0	0	1	60	0	0	0	0	0	0	7	21	10	30	50	150	68	261
Total Séno	7	420	2	120	20	200	2	120	26	260	32	96	54	162	836	2508	979	3886
Aribinda	3	180	1	60	5	50	0	0	11	110	19	57	7	21	975	2925	1021	3403
Baraboulé	1	60	0	0	12	120	0	0	0	0	23	69	8	24	444	1332	488	1605
Diguel	0	0	0	0	5	50	0	0	0	0	8	24	2	6	22	66	37	146
Djibo	1	60	1	60	5	50	0	0	6	60	43	129	10	30	45	135	111	524
Koutougou	1	60	0	0	8	80	0	0	0	0	1	3	2	6	1	3	13	152
Massoumbou	0	0	0	0	19	190	0	0	0	0	47	141	6	18	381	1143	453	1492
Robé Mengao	1	60	0	0	0	0	0	0	0	0	10	30	3	9	167	501	181	600
Tongomayel	2	120	0	0	7	70	0	0	15	150	9	27	10	30	264	792	307	1189
Total Soum	9	540	2	120	61	610	0	0	32	320	160	480	48	144	2299	6897	2611	9111
Déou	0	0	0	0	5	50	0	0	0	0	17	51	11	33	455	1365	488	1499
Gorom-Gorom	1	60	0	0	9	90	0	0	7	70	29	87	30	90	1844	5532	1920	5929
Markoye	3	180	0	0	12	120	0	0	20	200	11	33	4	12	364	1092	414	1637
Tin Akoff	1	60	0	0	6	60	1	60	0	0	1	3	3	9	24	72	36	264
Total Oudalan	5	300	0	0	32	320	1	60	27	270	58	174	48	144	2687	8061	2859	9329
Total Sahel	21	1260	4	240	113	1130	3	180	85	850	250	750	150	450	5822	17466	6448	2232

## ANNEXE VI.a

Tableau 22 - Les forages soumis à la fracturation hydraulique ( 1989 )

Province	Département	Village	Numéro du forage	Débit fin forat.	Débit après fract.	Coeff. multip. (succès)	
BULKIEMDE	Imasgo	Quéra	11	,94	5,2	5,53	
		Lounga	210	,3	1,2	4	
	Kindi	Préfecture	15_3	,3	,72	2,4	
		Kindi Sect. 4	213_1	,56	1,16	2,07	
		Nassoulou	213_2	,48	1,44	3	
	Thyou	Botoko	37	1,8	3,2	1,77	
		Thyou C.S.P.S.	248	1,2	1,3	1,08	
	Pella	Godo	64	,3	1,4	4,66	
		Babouli	65	,3	1,7	5,66	
		Kinguilonja	230	,05	,68	13,6	
		Préfecture	232	,47	,65	1,38	
	Siglé	Bologo-Tang.	66	,3	,8	2,66	
		Bologo-Tang.	240	,37	2,91	7,86	
	Poa	Gogo	72	1,3	2,5	1,92	
		Loaga	73	,9	1,2	1,33	
		Yargo-Yané	78_1	1,8	2,5	1,38	
		Yargo-Yané	78_2	1,2	2,03	1,69	
		Ramongho	Ramongho-Tang.	90_1	,1	,56	5,6
	Nanoro	Séguédin	222	,4	,9	2,25	
		Soala	224	,51	3,4	6,66	
		Sittaon	226	,2	,66	3,3	
	Sourougou	Quéré	243	,33	1,1	3,33	
	Sabou	Quezzindougou	227	,32	1,35	4,22	
	Kindi	Rhialo	214	,1	,6	6	
	SANGUIE	Didyr	Ymouga	129	,36	1,75	4,86
		Réo	Goundi	144_1	1,5	1,5	1
			Tiodié	155_1	0	1,4	
Zawara		Irédié	160_1	3,8	8	2,1	
		Elingo	173_1	1,6	2,5	1,56	
Pouni		Nadoulou	174_1	,5	1,3	2,6	
		Tita	180_1	0	,6		
		Tiékouyou	181_1	6,8	7,2	1,06	
Ténado		Doudou	188_1	,2	2	1,06	

ANNEXE VI.b



CIEH

# FRACTURATION HYDRAULIQUE

Le procédé **FLEXIFRAC**

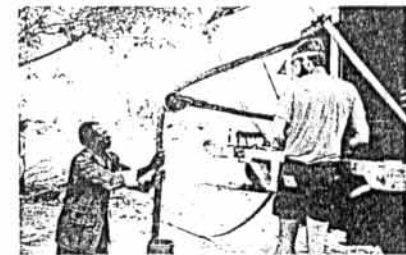
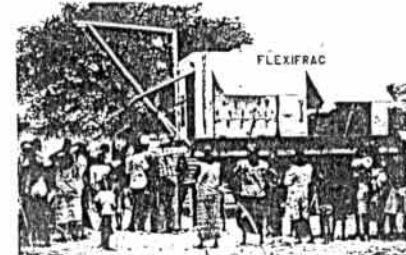
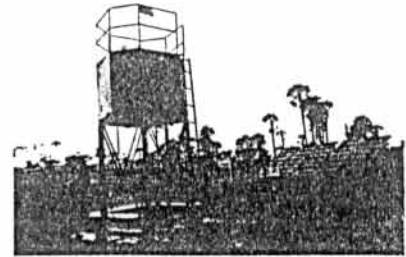
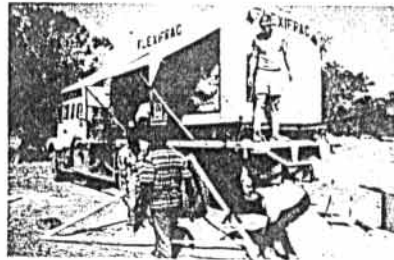
Une méthode efficace pour accroître la productivité  
des forages d'eau en milieux fissurés



hydroexpert



BRGM



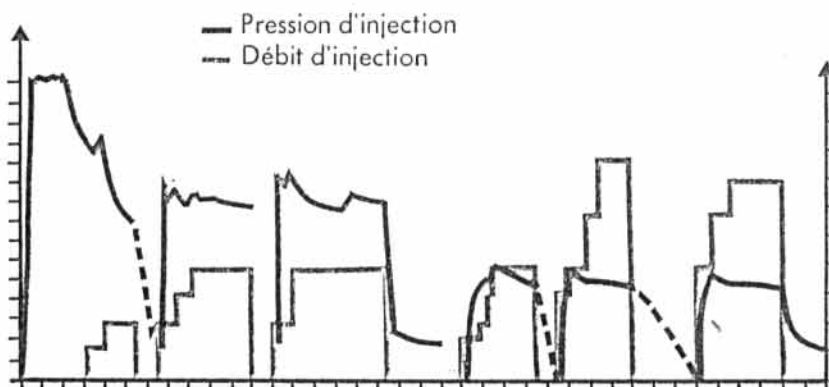
## UN PROCÉDÉ ÉPROUVÉ UN MATÉRIEL OPÉRATIONNEL MOBILE

L'unité de fracturation hydraulique FLEXIFRAC résulte de plusieurs années d'expérience. Elle rassemble dans une cabine montable sur camion (poids: 7 tonnes):

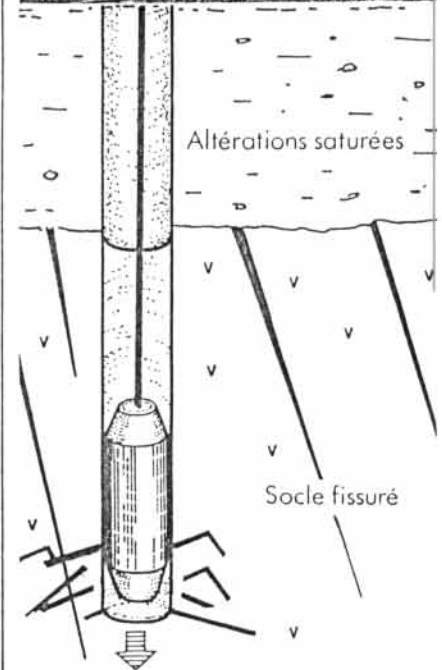
- une pompe d'injection triplex haute pression pouvant assurer jusqu'à 200 bars et 40 m<sup>3</sup>/h,
- un treuil hydraulique équipé d'un flexible haute pression d'une longueur totale de 130 m,
- un moteur thermique de 300 ch embrayable sur le treuil ou la pompe,
- des circuits de commandes hydrauliques et un banc de mesure pression/débit.

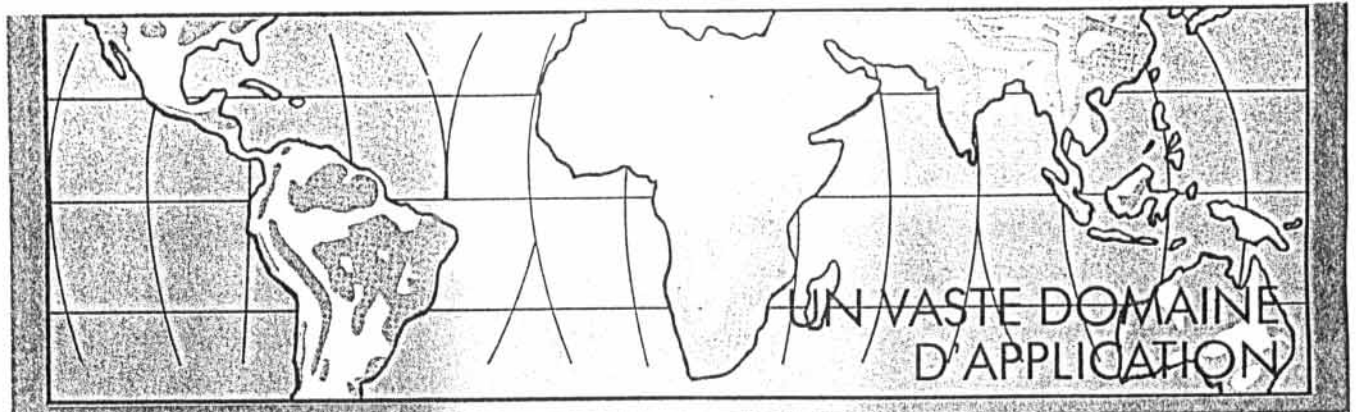
Des packers de divers diamètres sont connectables en bout du circuit de flexibles.

L'utilisation de flexibles pour le gonflement et la mise en pression du forage permet une mise en place sur site aisée (il n'est pas nécessaire de positionner l'unité à l'aplomb de l'ouvrage) et une descente dans l'ouvrage puis une mise en œuvre rapides (quelques heures seulement pour la fracturation d'un ouvrage). Un seul opérateur spécialisé est nécessaire pour conduire l'opération.



Pour plus d'efficacité, pressions et débits d'injection sont contrôlés en continu.





Les roches dures, qu'il s'agisse de zones massives de socle ou de couches en bassins sédimentaires (calcaires, dolomies, grès,...) représentent un pourcentage important des terrains accessibles à la prospection hydrogéologique.

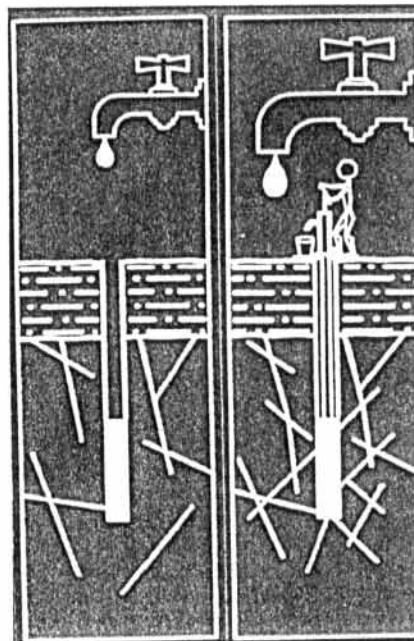
Cependant, le taux d'échec y est couramment de l'ordre de 20% (forages secs ou insuffisamment productifs). Ce taux peut atteindre jusqu'à 50% dans certaines "zones difficiles".

En effet, dans ces milieux, l'eau circule dans le réseau fissural qui présente une densité et un degré d'ouverture très variables et difficiles à apprécier au stade de la reconnaissance.

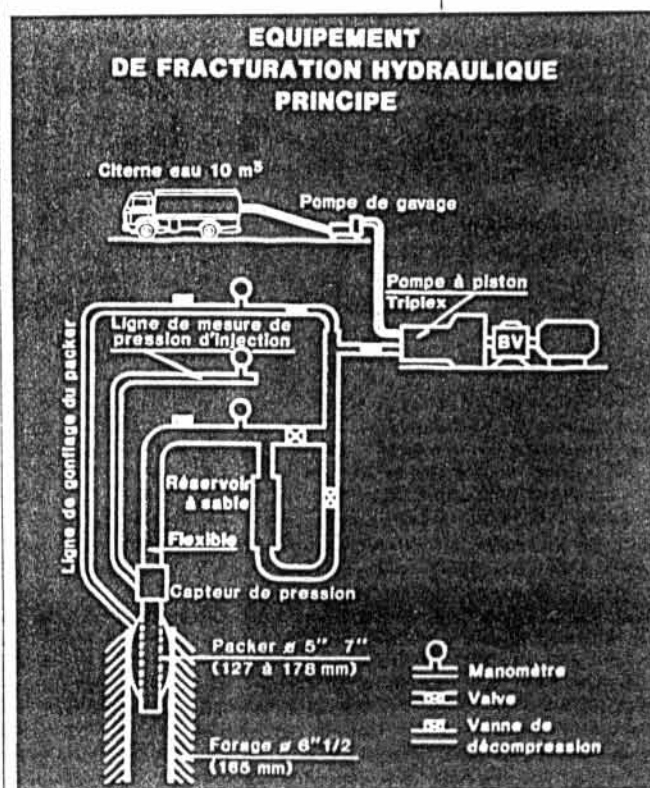
Dans ce contexte, la productivité d'un forage peut être améliorée en créant de nouvelles fissures aquifères.

Plusieurs techniques sont possibles. D'après les études comparatives conduites par l'Université de Fort Collins, la fracturation hydraulique s'est révélée la plus efficace et la plus aisée à mettre en œuvre et à contrôler.

Le principe de la fracturation hydraulique est simple. De l'eau sous pression est injectée sous un packer ancré dans le forage au-dessus de la zone à fracturer. Le claquage des terrains qui en résulte accroît la relation du forage avec les fissures naturelles productives.



Des liaisons plus denses entre les fractures aquifères augmentent le débit du forage.

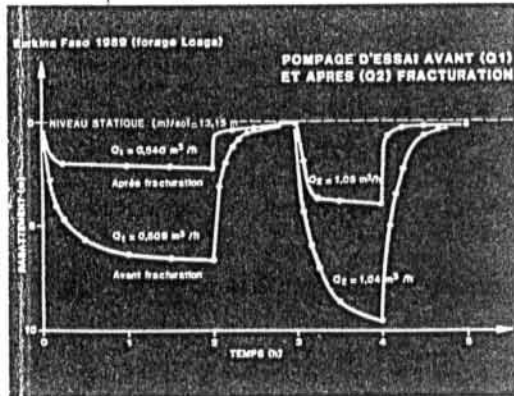


## DES RÉSULTATS PROBANTS

### RÉSULTATS TECHNIQUES

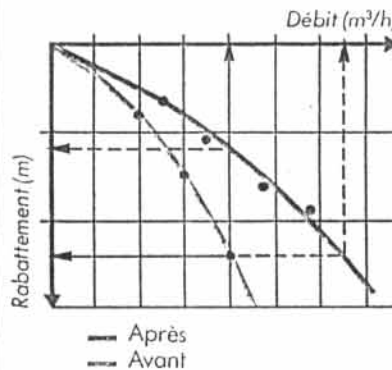
- Plus de villages desservis par augmentation du taux de succès (90%);
- des améliorations durables:
  - augmentation du débit de production,
  - diminution des rabattements donc du coût de fonctionnement;
- réduction de la profondeur des forages négatifs.

Forage de Loaga (Burkina Faso, 1989)



Après fracturation (jaune) et pour un débit constant de 0,5 m³/h, le niveau de pompage passe de 6,63 m à 2,23 m.

Forage d'Asserac (France, 1987)

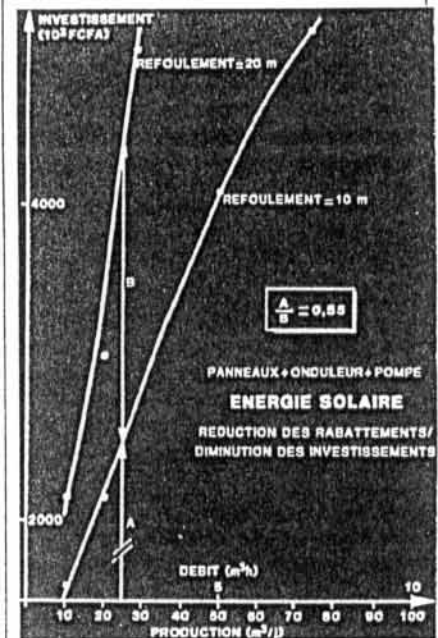


Après fracturation (vert) le débit initial (rouge) est multiplié par 2,9.

### RÉSULTATS ÉCONOMIQUES

- Diminution de 5 à 10% du coût des forages productifs ruraux.
- Réduction des investissements pour les mini-alimentations solaires en eau potable..., réduction des coûts de fonctionnement (énergie consommée).

En réduisant, par fracturation hydraulique, de 20 m à 10 m le niveau de pompage, on diminue de 45% l'investissement de l'équipement de pompage solaire.



Une expérience conduite au Burkina Faso en 1989 (convention F.A.C.) a montré que le débit des 21 forages "fracturés" a été amélioré par fracturation effective ou nettoyage des fractures existantes. L'accroissement du débit a été en général supérieur à 100% et a atteint 200 à 300% pour les forages initialement négatifs (débit inférieur à 0,5 m³/h) qui sont devenus positifs.

La majorité des fractures recoupées par les forages sont proches de l'horizontale mais les résultats les plus importants concernent des fractures proches de la verticale.

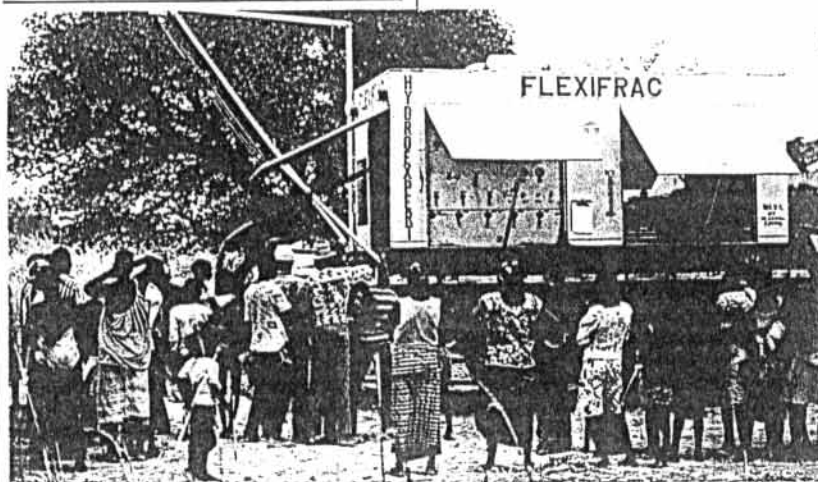
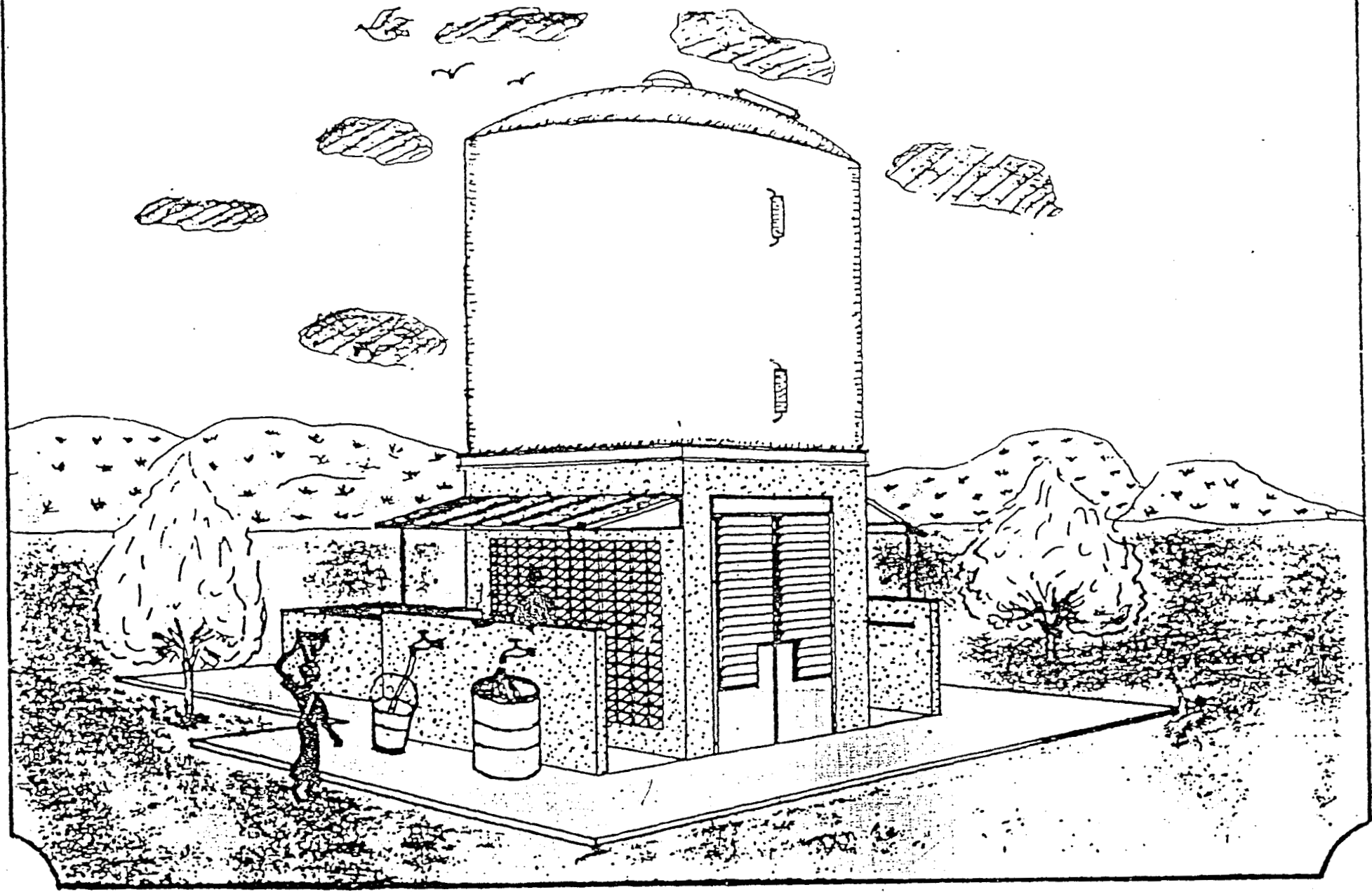
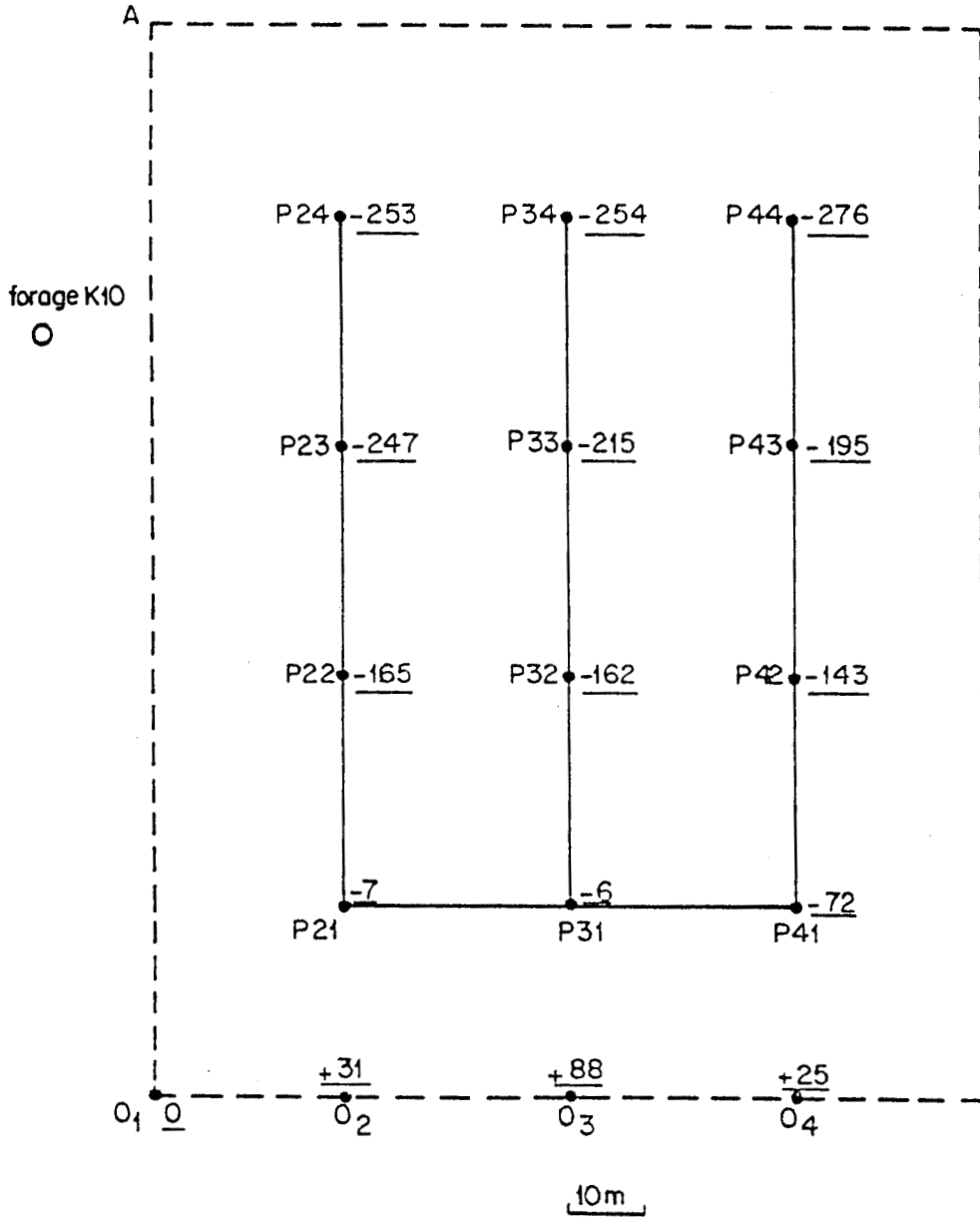


FIG. 30- POSTE D'EAU AUTONOME

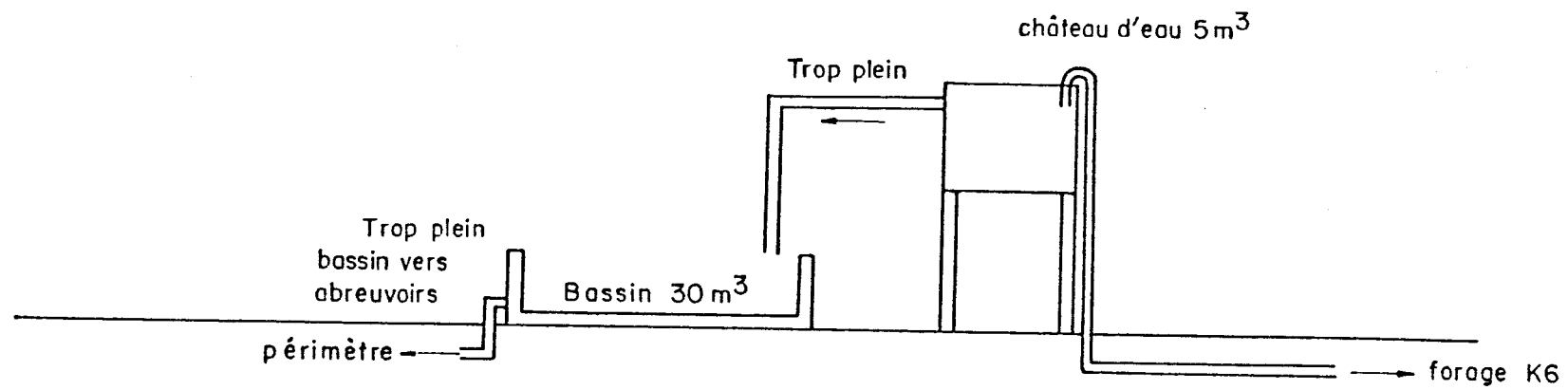


Chaque point reporté sur la figure comporte sa désignation et son altitude relative en centimètres par rapport à 01 qui sert de repère  
Les distances horizontales sont exprimées en mètres

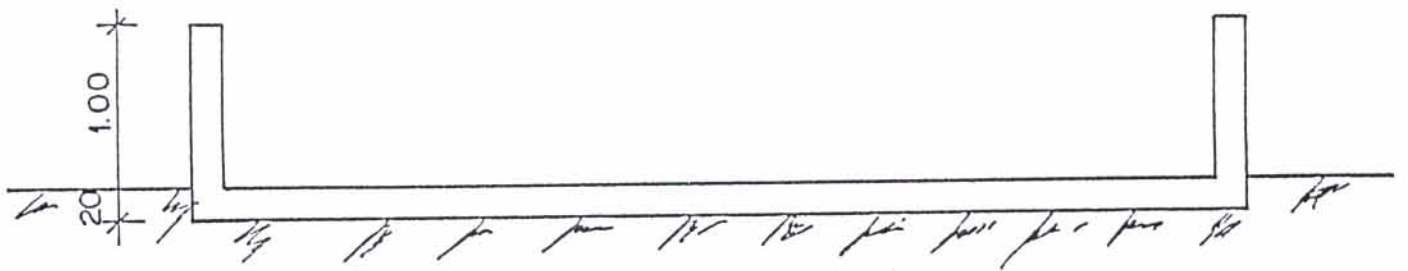
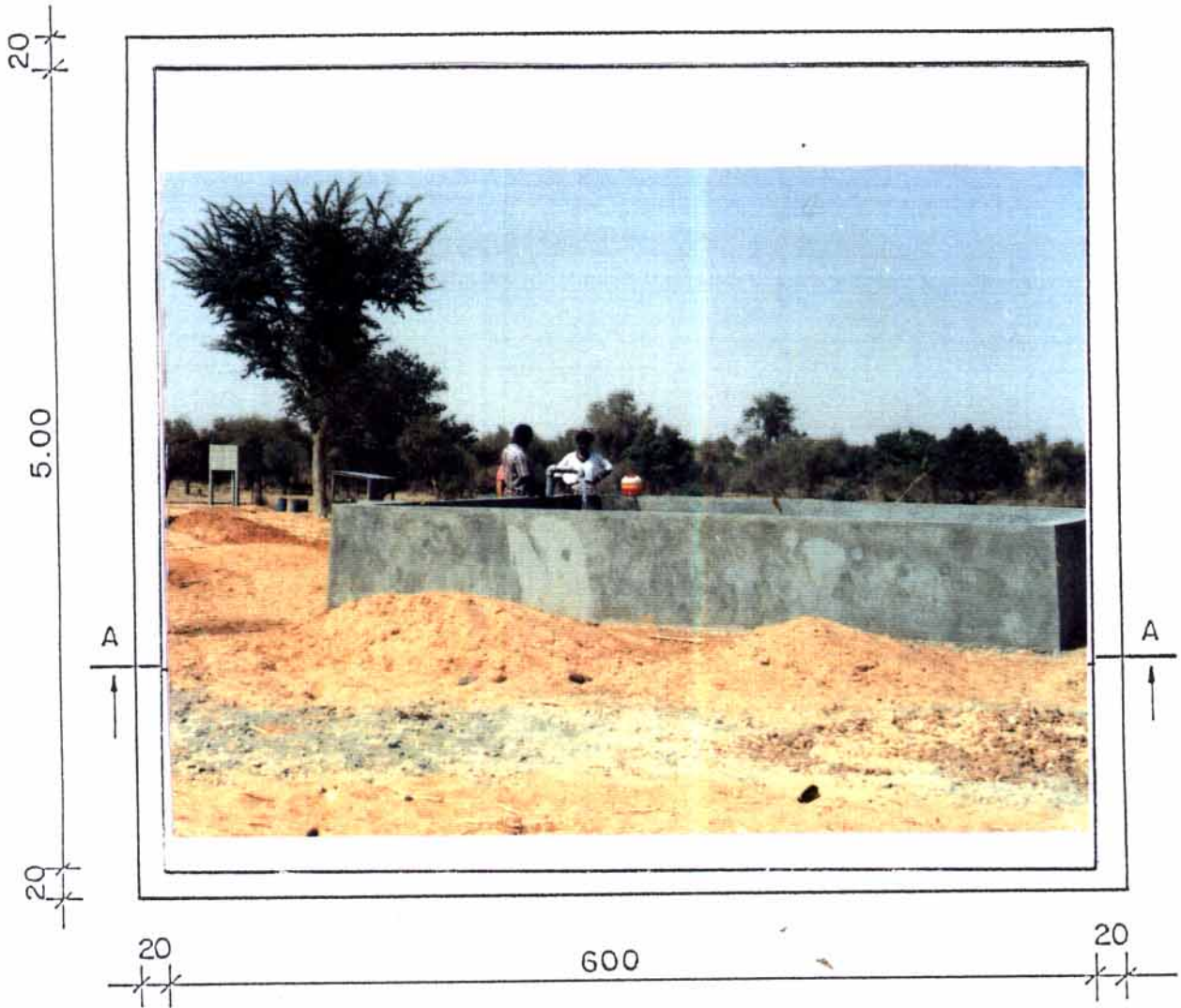


SCHEMA STRUCTURAL DU PERIMETRE KATCHARI K6





SCHEMA DE DISPOSITION DE LA TETE DU RESEAU KATCHARI  
 (Schéma de principe)



SCHEMA DU BASSIN DE MISE EN CHARGE DE 30m<sup>3</sup>. KATCHARI

# ANNEXE IX Questionnaire

REHABILITATION DES POINTS D'EAU

1) RENSEIGNEMENTS SUR LE VILLAGE

---

PROVINCE \_\_\_\_\_ DEPARTEMENT \_\_\_\_\_ VILLAGE ADMINISTRATIF \_\_\_\_\_

NOM DES VILLAGES OU QUARTIERS FAISANT PARTIE DU VILLAGE ADMINISTRATIF :

.....  
.....  
.....

2) RENSEIGNEMENTS SUR LES POINTS D'EAU

---

VILLAGES/ QUARTIER	FORAGE (Programme)	POMPE Type /Etat	ETAT DE LA MARGELLE	ETATS DES ABORDS	ETAT DU FORAGE
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....

3) RENSEIGNEMENTS SUR LE COMITE DE GESTION DES POMPES HORS SERVICE

---

Pompe H.S.	En panne depuis	Comité de Gestion?	Nom du Président	Somme disponible dans la Caisse
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....

RAISONS POUR LESQUELLES LA POMPE A ETE ABANDONNEE ?

Trop loin du quartier	Pas de pièces détachées	Ne savent pas où trouver les pièces détachées
Pas de Comité	Pas d'artisan réparateur	
Manque de fonds		Ne connaissent pas l'artisan réparateur
Autres raisons .....		

4) REHABILITATION

---

Les villageois souhaitent-ils une remise en état du point d'eau ?.....  
 S'engagent-ils à participer aux travaux de réfection des abords ?.....  
 S'engagent-ils à créer un comité de gestion du point d'eau ?.....  
 S'engagent-ils à participer à l'achat de la nouvelle pompe ? .....

NOM ET SIGNATURE DU DELEGUE C.R.

ENQUETE SUR LA MAINTENANCE DES POMPES ABI  
INSTALLÉES PAR LE PROGRAMME BID.

---

PROVINCE

DEPARTEMENT

VILLAGE

ETAT DU POINT D'EAU SUR LEQUEL EST INSTALLÉE LA NOUVELLE POMPE ABI

VILLAGE OU QUARTIER	ETAT DE LA POMPE	ETAT DE LA MARGELLE	ETAT DES ABORDS	NBRE DE PANNES DEPUIS L'INSTALLATION
---------------------	------------------	---------------------	-----------------	--------------------------------------

.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....

COMITE DE GESTION

VILLAGE OU QUARTIER	COMITE DE GESTION	NOM DU PRÉSIDENT	SOMME DISPONIBLE DANS LA CAISSE
---------------------	-------------------	------------------	---------------------------------

.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

Les villageois connaissent-ils le nom et l'adresse de l'artisan réparateur à contacter en cas de panne ?

CREATION DE POSTES D'EAU AUTONOMES

PROVINCE	DEPARTEMENT	VILLAGE ADMINISTRATIF
.....	.....	.....

RENSEIGNEMENTS SUR L'HABITAT.

Nom des villages ou quartiers appartenant au village administratif	Distance approximative du centre
--	----------------------------------

.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

La population est-elle

- rassemblée dans un seul quartier ? .....
- plusieurs quartiers distants entre eux de moins de 500 M. ....
- très dispersée .....

RENSEIGNEMENTS SUR LES POINTS D'EAU DU VILLAGE ADMINISTRATIF

FORAGE	VILLAGE/QUARTIER	POMPE		NOMBRE DE POINTS CREES
		Type	Etat	
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....

MOTIVATION DES VILLAGEOIS

Les villageois manquent-ils d'eau toute l'année ? .....

en saison sèche uniquement ?.....

Les villageois accepteraient-ils de pomper l'eau à un robinet placé au centre du village administratif (5 F le seau de 20 l.)

.....

SIGNATURE DU DELEGUE C.R.

BIBLIOGRAPHIE

1. Armand C. (1982). Hydraulique villageoise dans l'O.R.D. du Sahel. Haute Volta, B.R.G.M., Orléans, 84 pages.
2. Barral H. (1977). Les populations nomades de l'Oudalan et leur espace pastoral. O.R.S.T.O.M., Paris, 129 pages.
3. B.C.E.O.M.-  
I.E.M.V.T. (1973). Hydraulique pastorale. Paris, 220 pages.
4. Boulet R. (1976). Notice des cartes de ressources en sols de la Haute Volta. O.R.S.T.O.M. 97 pages.
5. Brette G. Les pompes à énergie humaine. B.R.G.M., Orléans, 131 pages.
6. B.R.G.M. (1985). Sélection d'articles de presse sur les problèmes de la sécheresse et de l'eau dans les pays en voie de développement de la zone tropicale. Département Eau 45 060 Orléans, 24 pages.  
(1985). Alimentation en eau des collectivités rurales dans les pays en voie de développement de la zone intertropicale. Paris, 36 pages.
7. Castenay G.  
et Margat J. (1967). De la notion de ressources en eau souterraines des tactiques de captage à une stratégie d'utilisation optimale des eaux souterraines. Paris, 84 pages.

8. Club du Sahel (1983). Le développement de l'hydraulique villageoise dans le Sahel, bilan et perspectives. Bruxelles, 24 pages.  
(1983). L'hydraulique villageoise dans les pays membres du C.I.L.S.S.. Enquêtes et propositions en vue d'une gestion rationnelle de l'eau. Situation en eau en Haute Volta. Ouagadougou C.I.E.H., 103 pages.
9. C.E.A.O. (1987) Deuxième programme d'hydraulique villageoise et pastorale dans le Sahel. Secteur Burkina Faso, enquêtes sur les ressources, les besoins et rapport d'évaluation technique et financière. B.R.G.M. Orléans, 26 pages.
10. C.I.E.H. (1984). Elaboration d'un dossier type d'hydraulique villageoise. Dakar (Sénégal) Lyon (France), 225 pages.
11. C.I.L.S.S.-  
O.C.D.E. (1981). Hydraulique villageoise et développement rural dans le Sahel. Rapport de synthèse. Lomé B.O.A.D., 26 pages.
12. Fölhen D. (1981). Hydraulique villageoise dans le département du Sahel. Haute Volta. E.N.S.G. Nancy, 201 pages.
13. Grouzis M. (1984). Pâturages sahéliens du nord du Burkina Faso. Capacité de charge, production fréquentielle et dynamique de la qualité fourragères. O.R.S.T.O.M. Ouagadougou, 35 pages.
14. Hlaveck M.R. (1981). HYdraulique rurale : forage ou puits ? dans Afrique agriculture n° 70, juin 1981, pp 47-52.

15. **Lemoine J.** (1985). De l'eau potable pour tous les villages d'Afrique ? dans bulletin de liaison du C.I.E.H. n° 59 Ouagadougou, janvier 1985, pp 30-33.
16. **Ly B.** (1971). Problème de l'eau et de l'abreuvement du bétail dans le nord-est de la Haute Volta. Thèse de doctorat vétérinaire. Toulouse, 77 pages.
17. **Milleville P.  
et Marchal J.** (1981). Enquête sur l'utilisation de 4 mares temporaires de l'Oudalan et l'opportunité de leur aménagement. Ouagadougou, 13 pages.
18. **Pallas P.** (1986). Hydraulique pastorale. Rome, F.A.O., 133 pages.
19. **Sarniguet J.** (1984). Hydraulique pastorale et aménagement des zones arides. Extrait de Etudes pour le développement n°4, pp 71-83.
20. **Savadogo K.** (1985). Hydraulique pastorale et aménagements : éléments pour l'élaboration d'une stratégie de développement de l'élevage burkinabè. Ouagadougou, 42 pages.
21. **Scet international-  
B.R.G.M.** (1973). Programmes d'hydraulique au Sahel. Orleans.  
Tome 1 : 210 pages  
Tome 2 : 132 pages  
Tome 3 : 308 pages.
22. **Tamboura H.H.** (1983). Etudes et possibilités d'amélioration de l'exploitation des pâturages naturels sahéliens. Thèse de doctorat 3 ème cycle, université de Dakar I.E.M.V.T. Dakar, 109 pages.



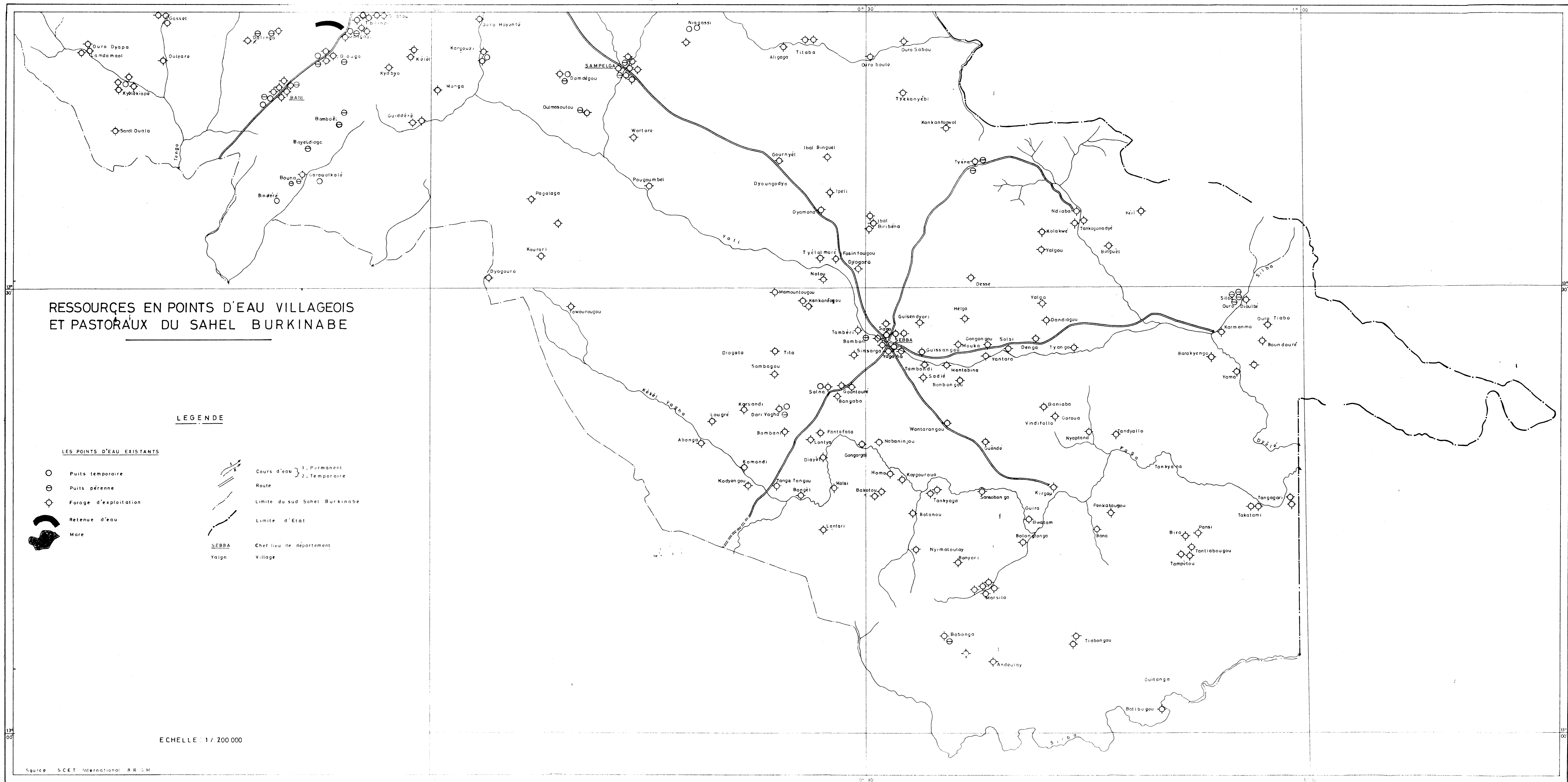
# RESSOURCES EN POINTS D'EAU VILLAGEOIS ET PASTORAUX DU SAHEL BURKINABE

## LEGENDE

### LES POINTS D'EAU EXISTANTS

- Puits temporaire
  - ⊖ Puits pérenne
  - ⊕ Forage d'exploitation
  - ☒ Retenue d'eau
  - ☾ Mare
- 
-  Cours d'eau 1. Permanent
  -  Cours d'eau 2. Temporaire
  -  Route
  -  Limite du sud Sahel Burkina Faso
  -  Limite d'Etat
  -  SEBBA Chef lieu de département
  -  Village

ECHELLE: 1 / 200 000



RESSOURCES EN POINTS D'EAU VILLAGEOIS  
ET PASTORAUX DU SAHEL BURKINABE

LEGENDE

LEGENDE DES PAYS VOISINS

- Puits temporaire
- ◊ Puits pérenne
- ⊕ Forage d'exploitation
- ⌒ Retenue d'eau
- ⊞ Mare

--- Frontière internationale  
 --- Frontière régionale  
 --- Route nationale  
 --- Route régionale  
 --- Route communale  
 --- Route de piste  
 --- Chemin de fer  
 --- Canal  
 --- Rivière  
 --- Lacs et étangs  
 --- Forêt  
 --- Montagne

DORI  
 BARABOU  
 Ara

ECHELLE : 1 / 200 000

