



Mémoire
Présenté par
Victor LATE

UNIVERSITE NATIONALE DU
BENIN
FACULTE DES LETTRES, ARTS
ET SCIENCES HUMAINES

RESSOURCES EN EAU ET
DEVELOPPEMENT AGRICOLE
SUR LE BASSIN DE KANDI

25 Octobre 1995

03 JUIN 1996

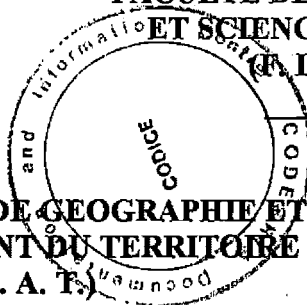
REPUBLIQUE DU BENIN

UNIVERSITE NATIONALE DU BENIN

MINISTRE DE L'EDUCATION
NATIONALE

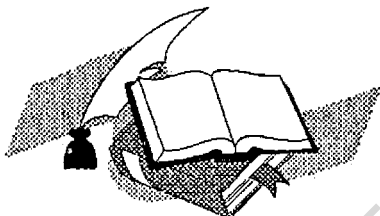
FACULTE DES LETTRES, ARTS
ET SCIENCES HUMAINES
(F. L. A. SH.)

DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE ET
D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE
(D. G. A. T.)



16.02.02
LAT
9326

Laboratoire de Climatologie



01 AVR. 1996

RESSOURCES EN EAU ET DEVELOPPEMENT AGRICOLE SUR LE BASSIN DE KANDI

Mémoire de Maîtrise

Option : Dynamique des Milieux Naturels

Présenté par :

Victor LATE

Sous la direction de :

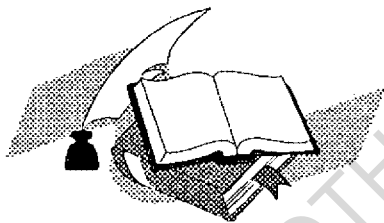
Eustache B. BOKONON-GANTA
Géographe-climatologue
Maître-Assistant

Membres du jury :

- Président* : Dr Gauthier BIAOU, Igr. Agronome, FSA/UNB.
Rapporteur : Eustache B. BOKONON-GANTA, FLASH/UNB.
Examineurs : - Fulgence AFOUDA, Géogr.-Climatologue, FLASH/UNB.
- Denis TOHIO, Igr. Agrométéorologue, ASECNA.

Soutenu le 25 Octobre 1995

Mention : Très Bien



**CE TRAVAIL A BENEFICIE DU SOUTIEN
MATERIEL ET FINANCIER DU PROGRAMME DE
PETITES SUBVENTIONS POUR LA REDACTION DE
MEMOIRES ET DE THESES (SEPTIEME PHASE) DU
CONSEIL POUR LE DEVELOPPEMENT DE LA
RECHERCHE EN SCIENCES SOCIALES EN
AFRIQUE (CODESRIA)
BP. 3304, DAKAR, SENEGAL.**

Référence : Dossier n° 4T93.

« Si l'on peut, avec Bachelard, parler d'une cristallisation onirique autour de l'eau, il convient alors au philosophe de poser le problème des rapports que peuvent contenir l'eau, source de l'imaginaire poético-mythique et l'eau, telle que vont l'appréhender les différents secteurs de l'activité scientifique. »

Maryvonne PERROT (1992)

DEDICACES

A mes Grand-Parents in Memoriam

A feu Francine Aïfan-Guelly

A mes Parents, mes Frères et Soeurs

A tous mes Camarades et Amis

Pour que triomphe le Savoir, L'Amour et la Paix

S O M M A I R E

Page

AVANT-PROPOS	2
INTRODUCTION	5

Chapitre premier : TYPOLOGIE DES STRUCTURES AGRAIRES

SUR LE BASSIN SEDIMENTAIRE DE KANDI	14
--	----

1.1. LES FACTEURS DE PRODUCTION	14
--	----

1.2. LA PRODUCTION AGRICOLE	29
--	----

Chapitre deuxième : VARIABILITE DES RESSOURCES EN EAU ET

DYNAMIQUE DE LA PRODUCTION AGRICOLE	40
--	----

2.1. LA DYNAMIQUE DE L'EAU	41
---	----

2.2. L'EAU ET LES CULTURES	52
---	----

Chapitre troisième : IMPLICATIONS SOCIO-ECONOMIQUES DE

LA RECESSION PLUVIOMETRIQUE	64
--	----

3.1. LA RECESSION PLUVIOMETRIQUE RECENTE	64
---	----

3.2. LE PERIL DES CULTURES VIVRIERES ET L'ESSOR DU COTON	67
---	----

3.3. DEGRADATION DU POTENTIEL PEDOLOGIQUE ET VEGETAL ET LE PROBLEME DE SECURITE ALIMENTAIRE	73
--	----

CONCLUSION	80
-------------------------	----

AVANT PROPOS

Ce qui portait irrésistiblement mon esprit vers les régions nord de notre pays lorsque je n'étais encore qu'en deuxième année de Géographie à l'université Nationale du Bénin, s'apparentait à une curiosité inquisitrice que suscitèrent et aiguisèrent davantage les excursions pédagogiques et mes multiples voyages.

Mes aspirations à mieux connaître les problèmes environnementaux de ces milieux ont ainsi guidé mon premier projet de sujet d'étude. Mon maître penchait plutôt pour les aspects spécifiquement climatiques. Les implications sociales de l'une et l'autre vues nous ont amenés à nous repositionner par rapport à l'actualité et à opter pour **"RESSOURCES EN EAU ET DEVELOPPEMENT AGRICOLE SUR LE BASSIN DE KANDI"**. Cette orientation permet de prendre en compte les éléments nouveaux révélés en 1993 lors de la Mission d'Estimation des Contraintes climatiques dans le Haut Borgou, dirigée par Madame le Professeur PERARD J., Responsable de la Convention climatologie Dijon-UNB/Cotonou.

Les critères de choix du cadre de l'étude relèvent ainsi d'une volonté de contribuer par ce modeste apport à la réflexion menée au Laboratoire de climatologie, mais aussi, au débat sur les problèmes économiques et le devenir d'un milieu en pleine mutation.

Plusieurs personnes ont concouru à l'élaboration de ce travail.

Je saurais gré à mon maître, monsieur BOKONON-GANTA B. Eustache, d'accepter l'expression de ma reconnaissance pour sa sollicitude.

Monsieur ALIDOU Salifou a fait de moi son fils adoptif scientifique alors que nous avions à peine fait connaissance. Je fais hommage de ce mémoire à sa bienveillance.

J'exprime également ma gratitude à:

- Madame le Professeur PERARD Jocelyne dont la déterminante intervention et les conseils ont essuyé toutes hésitations et indécisions velléitaires.

- Monsieur le Professeur BOKO Michel pour tout ce qu'il a fait pour moi durant mon séjour au Laboratoire de climatologie.

- Monsieur LATE Théodore. Je veux qu'il trouve ici le témoignage de l'utilisation à bon escient de ses soutiens moral et matériel.

- Monsieur **BIO BIGOU B. Léon** qui a été pour moi une référence, un point de mire, je tiens à lui dire merci.

- Aux aimables personnes qui pendant quatre ans et plus se sont consacrées à ma formation au Département de Géographie et d'Aménagement du Territoire. Que messieurs **BANCOLE Alexis, IGUE O. John, NBESSA Benoît, HOUNDAGBA C. Jean, TCHIBOZO C François, da MATHA SANT'ANNA Marcel, AFOUDA Fulgence, HOUSSOU S. Christophe, ...** soient honorés par ce travail.

- Messieurs **Placide F. G. A. CLEDJO** et **Benoît E. BIAOU** qui m'ont aidé pour la mise en forme de ce mémoire et pour l'ambiance cordiale et fraternelle du Laboratoire de climatologie.

- Monsieur **AKPAMOLI Etienne**, Chef Service Documentation DAPS/MDR.

- Madame **LEGBA Nathalie** du CENAP.

Je veux que Madame **Nôelie BADA née VIGAN**, messieurs **Aurelien** et **Fidèle VIGAN**, **Ephrem AHOGBEHOSSOU** etc.. considèrent ce travail comme l'aboutissement de leur compréhension, leur amour et leurs sages et bienveillants conseils.

Je sais, **Marcelle**, qu'aucun merci, aucune reconnaissance ici traduite ne vaudrait ce que tu as accepté me consentir. J'en suis confus.

Monsieur **Guillaume TCHEDJI** m'a prodigué des conseils pendant tout mon cursus. Il a également lu ce travail pour les ultimes retouches, je lui suis reconnaissant.

A **Parakou, Thya, Malanville** et **Ségbana** d'aimables personnes m'ont offert leur chaleureuse hospitalité. Je pense particulièrement à Monsieur **GOUSSI Vincent**, Monsieur **SALIFOU Séidou**, agriculteur demeurant à Thya et Maire de Angaradébou. et à Monsieur le Maire de la Commune Urbaine de Ségbana.

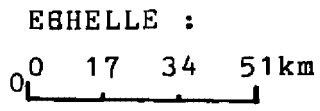
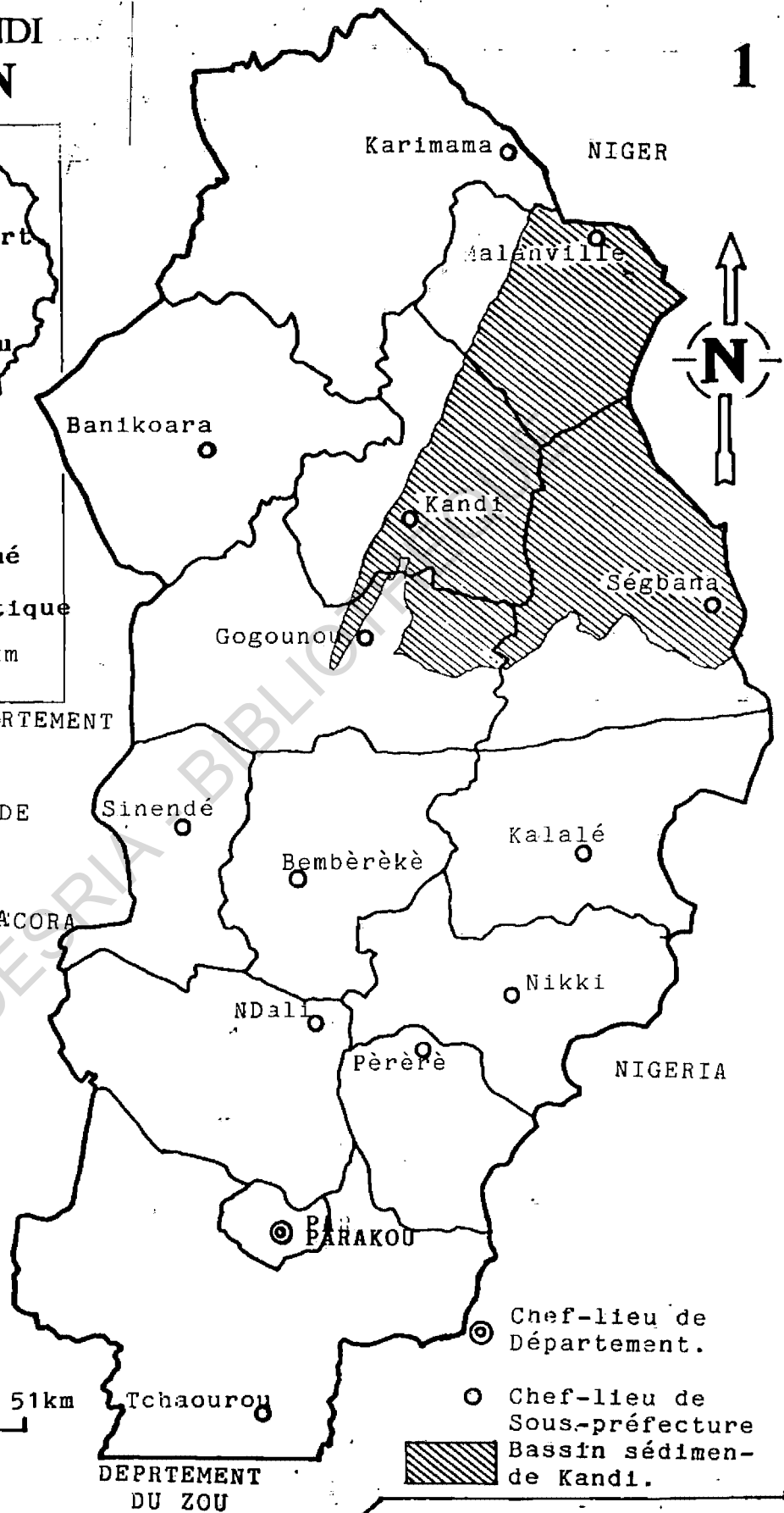
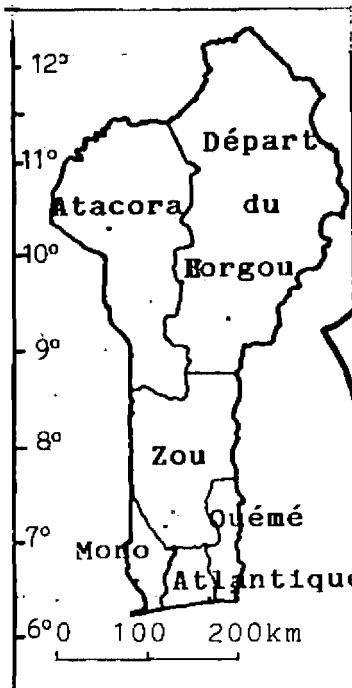
- Mon Oncle **HOUNKPE P. Moussiliou** et sa famille.

A tous mes compagnons de lutte, je réitère mon attachement.

Je remercie enfin le **CODESRIA** pour m'avoir admis dans la haute sphère africaine du savoir scientifique et avoir financé ce travail.



BASSIN DE KANDI SITUATION



- ⊙ Chef-lieu de Département.
- Chef-lieu de Sous-préfecture
- ▨ Bassin sédimentaire de Kandi.

INTRODUCTION

Les facteurs démographiques, économiques et environnementaux indiquent que la recherche agricole en Afrique au sud du Sahara aura à faire face à des défis énormes dans la prochaine décennie. Le Fonds des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) estime que la population de cette région atteindra 700 Millions d'habitants en l'an 2000, que 29 pays seront incapables de nourrir leur population et que les exportations ne représenteront que 50% des importations.

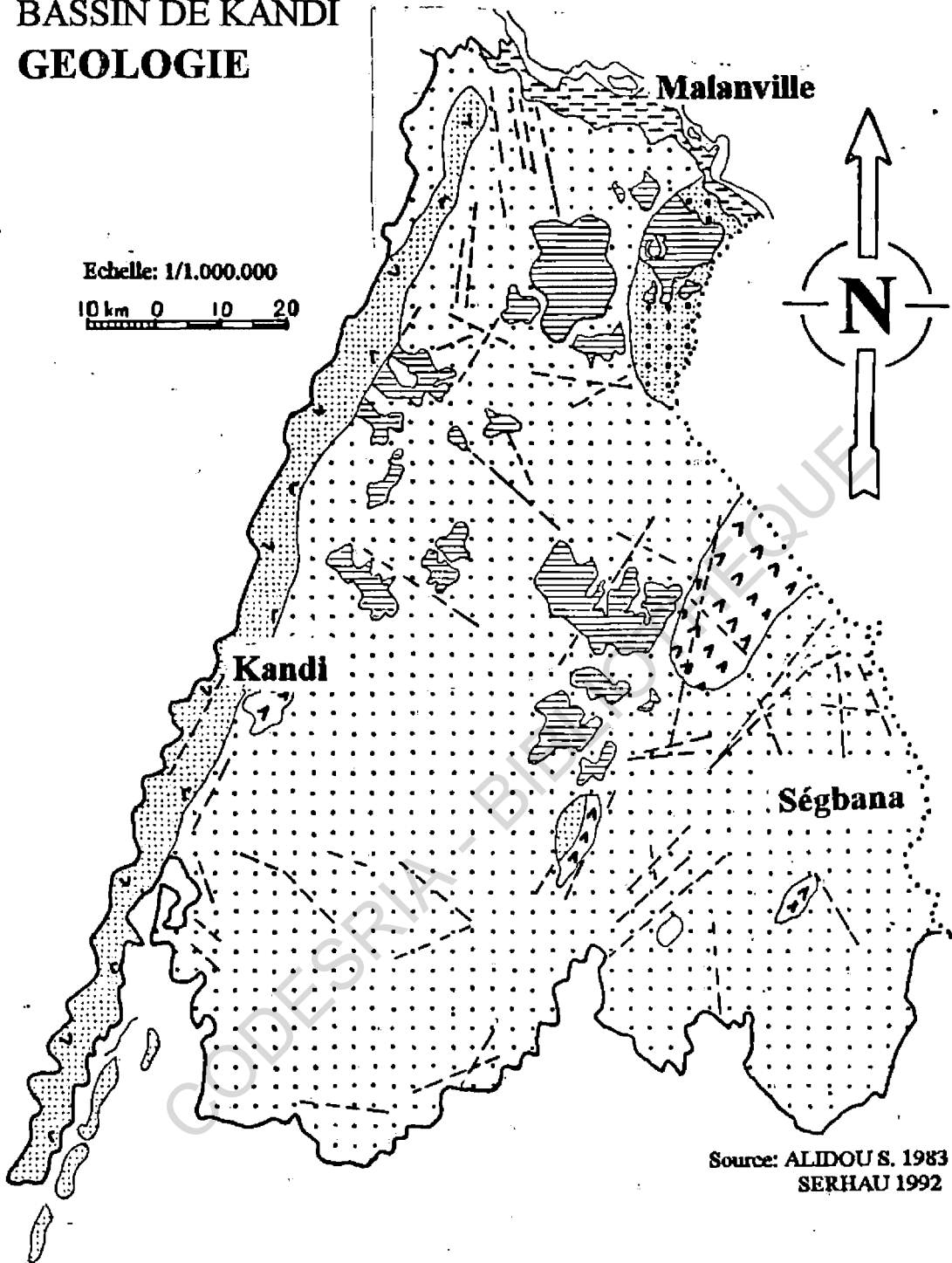
Cette situation découle de l'inadéquation des concepts de développement par rapport aux besoins réels des populations des pays concernés. Les programmes privilégient les populations urbaines qui bénéficient des grands investissements. Même quand les actions sont menées en milieu rural, elles visent la satisfaction des besoins des villes nationales et étrangères. Ce qui en soit est louable. Mais plus les populations sont incitées à produire dans ces conditions, plus elles déstabilisent les fondements de tout développement durable.

Le Bénin à l'instar des autres pays de la sous région ouest-africaine a mis en place un système d'exploitation dont le seul objectif est l'augmentation et l'amélioration de la production agricole locale et des conditions de vie en milieu rural. Mais trente ans après les indépendances, ces concepts de développement se sont soldés par des déboires sociaux aggravés depuis les années 1980 par une sécheresse récurrente et persistante préjudiciable à la production agricole, et, confirme la nécessité de considérer désormais le monde rural comme tenants et aboutissants de toute politique de développement, d'où doivent partir les concepts développés, c'est cela qui explique l'intérêt et l'opportunité de la présente étude.

L'eau est un élément du paysage sans lequel on ne saurait concevoir l'activité humaine. Sa méconnaissance et son ignorance ont tôt fait d'estomper les espoirs que permettaient plusieurs projets et divers aménagements qui à l'échelle du bassin sédimentaire de Kandi souffriront de l'absence de plans de développement agricole précis.

Situé au nord-est du Bénin (carte n°1, p. 4) entre 10°00' et 10°30' de latitude nord, puis 3°00' et 4°00' de longitude est, le bassin sédimentaire de Kandi, d'une étendue de 9300 Km² prolonge au Sud-ouest ceux des Iullemmeden au Niger et de Sokoto au Nigéria. Constitué par des dépressions intra-cratoniques à faible subsidence, il repose par une discordance majeure sur le socle granito-gneissique précambrien. Il est limité à l'Ouest par un "sillon" induit par un accident majeur, la faille de Kandi, d'orientation NE-SW (carte n°2, p. 6).

BASSIN DE KANDI GEOLOGIE



Source: ALIDOU S. 1983
SERHAU 1992

QUATERNAIRE

Aluvions

TERTIAIRE

Continental terminal conglomerats, grès, silt

SECONDAIRE (CRETACE)

Formation de sandé: conglomérats, grès, argiles

PRIMAIRE (PALEOZOIQUE)

Formation de Kandi: conglomérats, grès, argiles

Formation de Wéré-Goungou: conglomérats, poudingues

PRECAMBRIEN

Migmatites, gneiss migmatitique, migmatites granitiques

Failles

Failles propables et linéaments

Contours géologiques

Limite méridionale et occidentale du bassin sédimentaire de Kandi

Entre Kandi et Ségbana jusqu'au fleuve Niger s'étend le plateau de grès et d'argiles de Kandi. D'altitude moyenne de 250 m, il est légèrement incliné vers la plaine alluviale à laquelle il se raccorde de manière insensible. Ce plateau est parsemé d'une multitude de petites buttes (Tondi Béri, Donou Béni ,Tourougou Tondi, Oudoga Miwa, etc.) à très faible dénivellation (Fig. n°1).

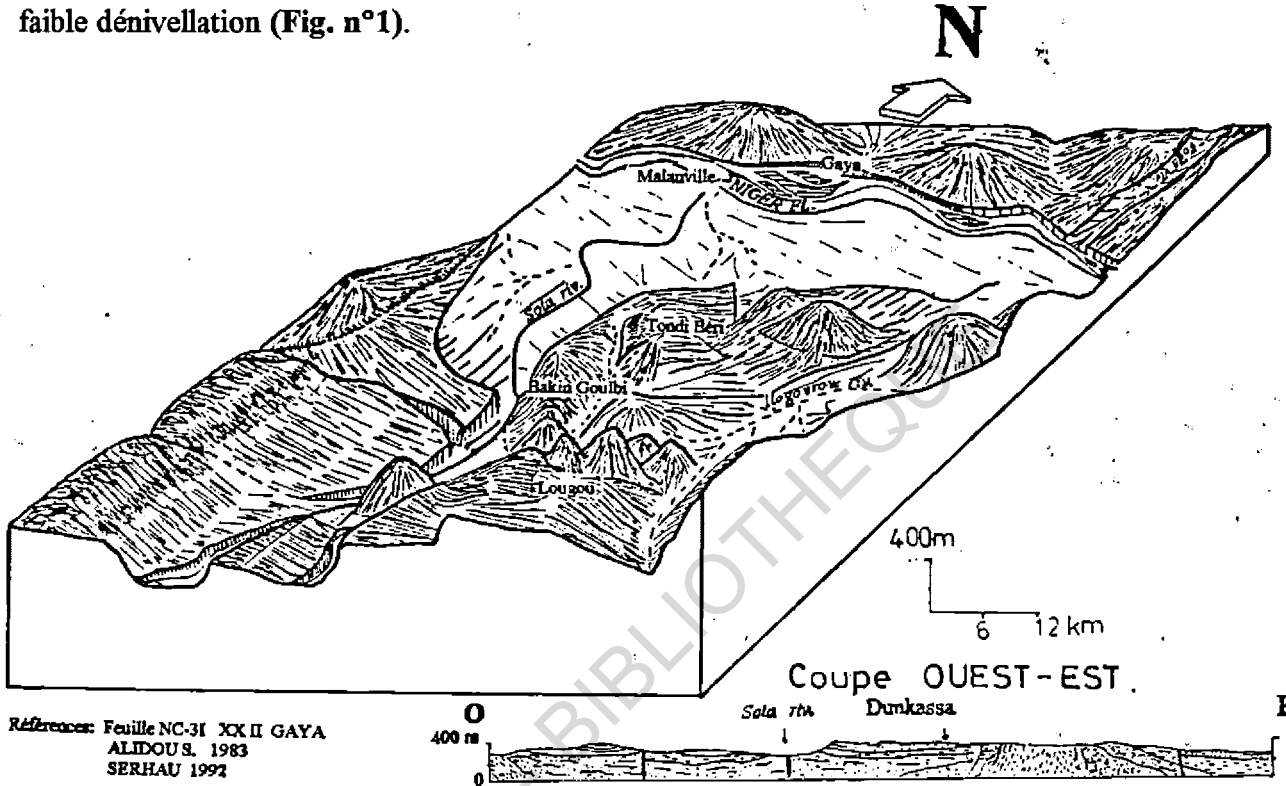


Fig. n°1 : Bloc diagramme du Bassin sédimentaire de Kandi.

Les limites de ce bassin excluent les espaces territoriaux de Kandi et Malanville situés à l'Ouest de la voie inter-Etat n°2 et incluent au Sud une partie des communes de Gogounou situées à l'Est de la même voie (Carte n°3, p. 8).

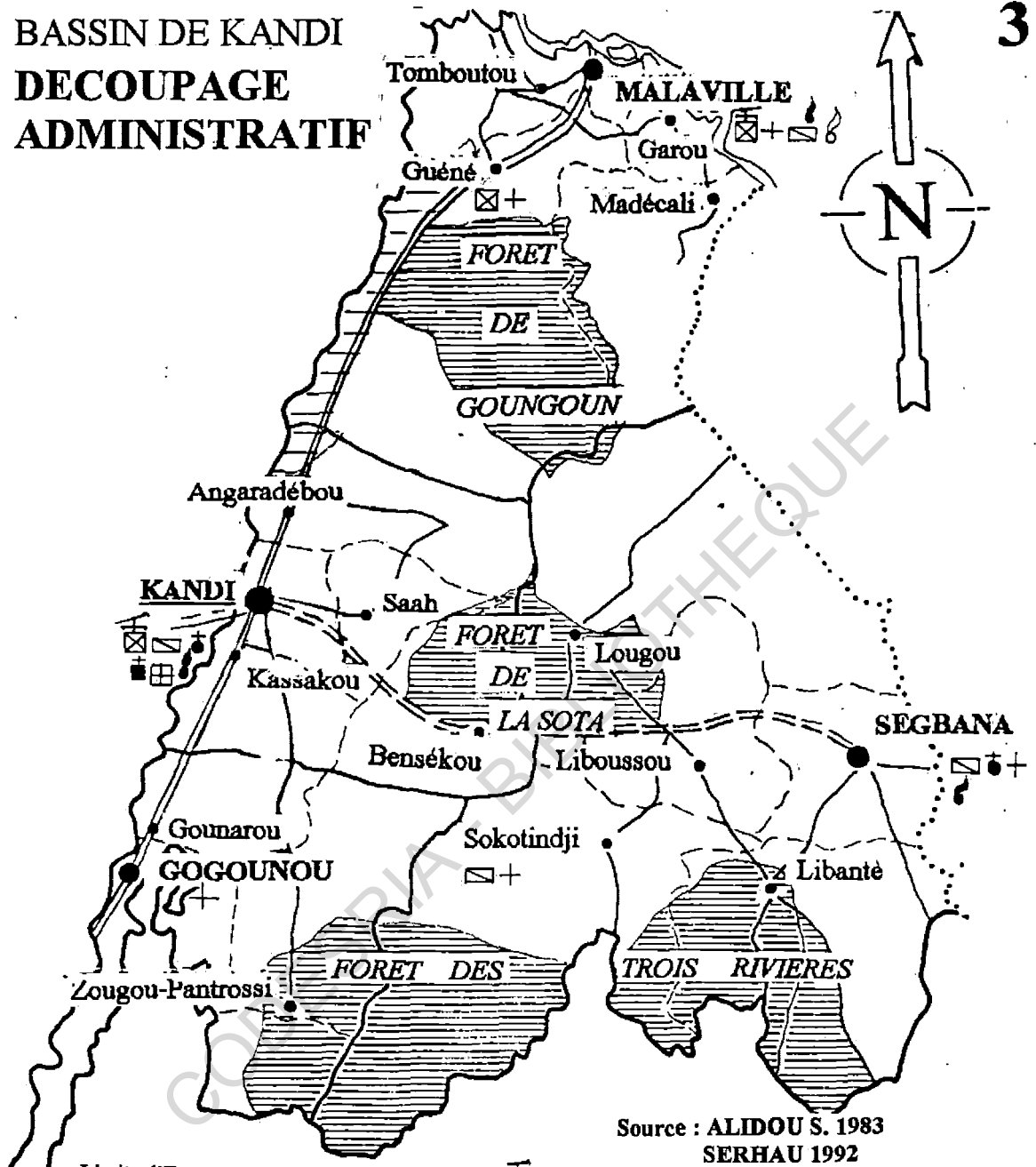
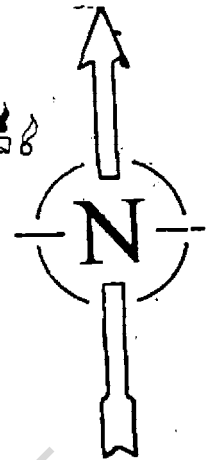
Kandi (26.365 hbts), Malanville (26.000 hbts) et Ségbana (10219 hbts) sont dans l'ordre les trois plus importants centres urbains. L'économie est essentiellement rurale et rythmée par une production agricole et pastorale qui utilise des techniques peu performantes.

☞ Problématique

Pour cinq produits vivriers de consommation courante, le bassin de Kandi présente une production déficitaire pour le mil et le sorgho, aliments de base, les légumineuses et le manioc. La disponibilité alimentaire est dans l'ensemble déficitaire en dépit des flux de vivres en provenance des contreforts de l'Atacora et du Sud du pays.

BASSIN DE KANDI DECOUPAGE ADMINISTRATIF

3



Source : ALIDOU S. 1983
SERHAU 1992

- Limite d'Etat
 - Limite du bassin de Kandi
 - Limite de Sous-préfecture
 - Limite de Commune
 - Chef-lieu de Circonscription
 - Chef-lieu de Sous-préfecture
 - Chef-lieu de Commune
 - Forêt classée
 - Zone cynégétique
- INFRASTRUCTURES**
- Route principale bitumée
 - Route secondaire non bitumée
 - Route secondaire de praticabilité intermittente
 - Pistes
 - Douane

- Poste, télégraphe, téléphone
- Dispensaire
- Mission catholique
- Mission protestante
- Mosquée

Les revenus par actifs agricoles (produits vivriers) sont des plus faibles du Bénin⁽¹⁾.

La précarité de l'économie est accentuée par d'une part, la rupture du système de production vivrière favorable à la gestion de l'espace et des ressources en eau fondé sur des concepts traditionnels en harmonie avec les écosystèmes et d'autre part, la substitution de ce système par un système d'exploitation spéculative utilisant des techniques culturales semi-modernes et qui privilégie presque exclusivement le coton .

L'activité agricole est en outre mise à mal depuis dix ans par des retards ou des précocités du démarrage des pluies, la durée limitée et la mauvaise répartition de ces pluies dans l'espace et dans le temps, des tendances à la sécheresse à quoi il faut ajouter les températures élevées.

Ce sont là les éléments fondamentaux qui ont conduit au choix et à la formulation de ce sujet de mémoire intitulé : « *RESSOURCES EN EAU ET DEVELOPPEMENT AGRICOLE SUR LE BASSIN DE KANDI* » dont les objectifs sont énumérés dans les lignes qui suivent.

☛ Les objectifs de cette étude.

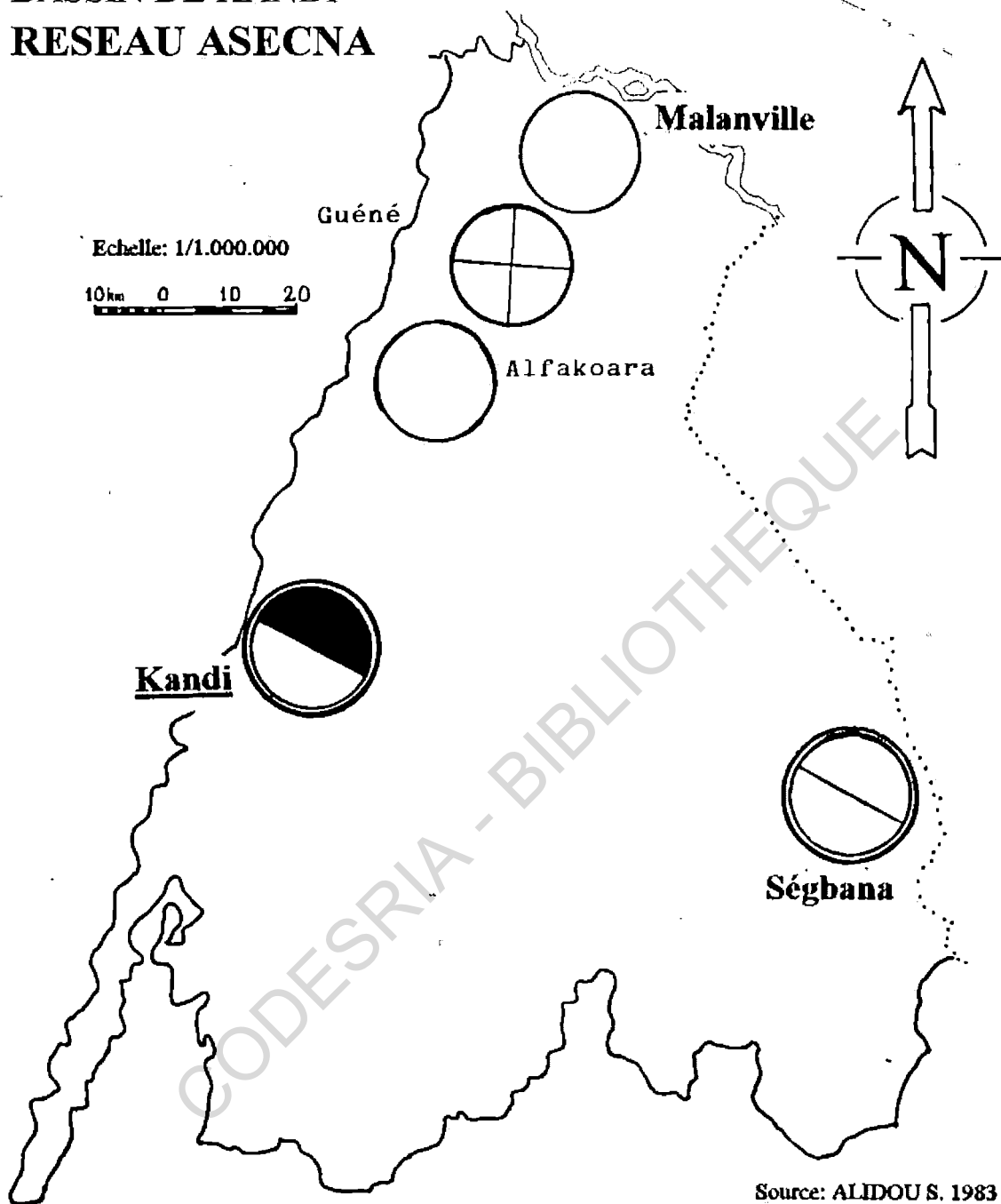
Les objectifs poursuivis dans ce travail sont :

- ◆ Déterminer à l'échelle décadaire, à la lumière de travaux antérieurs et de l'analyse statistique, l'état de la pluviométrie et les articulations possibles entre ressources en eau et productions agricoles.
- ◆ Rechercher les causes structurelles et conjoncturelles de la péjoration spatio-temporelle de l'eau de 1961 à 1990;
- ◆ Faire et situer la part de responsabilité des cultures notamment celle du coton dans le processus de "sahélisation" ou de "désertification" du bassin de Kandi;
- ◆ Contribuer à la mise au point de stratégies d'adaptation aux conditions physiques qui régissent la production agricole sur le bassin sédimentaire de Kandi à travers une périodisation de la variation des disponibilités en eau.

Pour atteindre ces objectifs la démarche méthodologique suivante a été adoptée.

⁽¹⁾ IGUE O.J., BOKONON-GANTA B.E. et collaborateurs (1990): Cartes de sécurité alimentaire du Bénin, 28 planches en couleur.

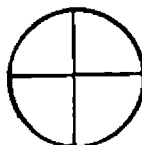
BASSIN DE KANDI RESEAU ASECNA



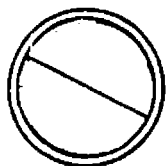
Source: ALIDOU S. 1983
SERHAU 1992



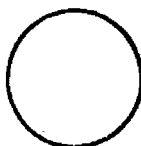
Station synoptique



Station agroclimatique



Station climatique



Station pluviométrique

Les traitements des données se composent de plusieurs étapes dont :

⇒ Le redressement des séries: pour les séries pluviométriques par la méthode d'interpolation c'est-à-dire le remplacement systématique des valeurs mensuelles lacunaires par des valeurs normales ou la moyenne de la série, lorsque les lacunes sont inférieures ou égales à 6% du total des valeurs mensuelles de la série. Cette opération ne concerne pas toutefois les mois ordinairement pluvieux. Quant aux données agricoles, la moyenne de la valeur encadrante a été utilisée.

⇒ La vérification d'homogénéité par la méthode du simple cumul (fig. n°2). Seule la station de Ségbana présente un nuage de points non linéaires. Ce qui peut s'expliquer entre autres choses par la discontinuité dans l'enregistrement des données.

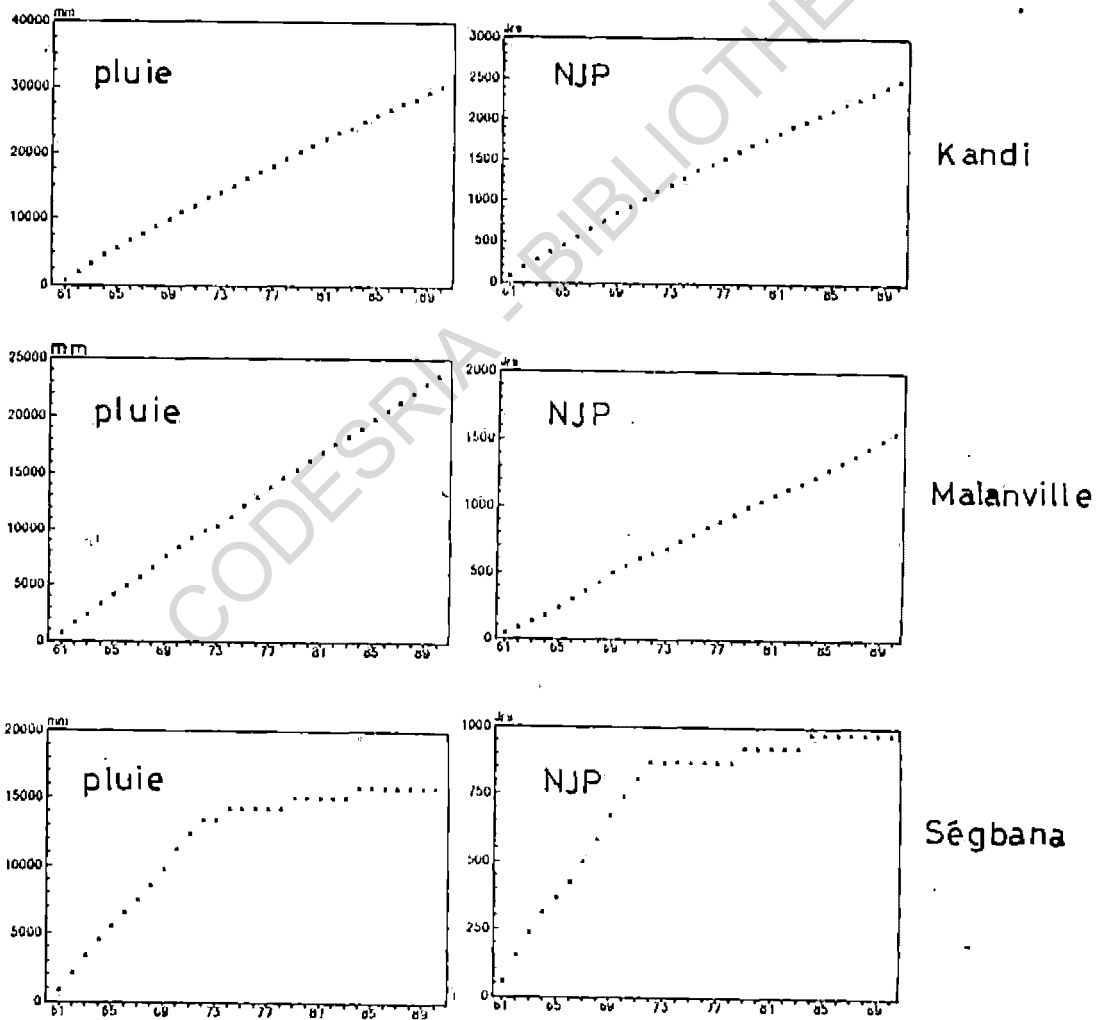


Fig. n°2 : Test d'homogénéité des paramètres du climat.

⇒ L'analyse des tendances des chroniques, par la méthode d'ajustement linéaire ou des moindres carrés pour les données du climat; par les moyennes mobiles pour les statistiques agricoles et par le calcul de taux annuel d'accroissement pour les chiffres de population.

⇒ Le calcul de corrélation entre les paramètres du climat, puis entre les précipitations et les données agricoles.

⇒ La détermination des quintiles (annexe 1).

⇒ Le calcul des bilans climatiques, des indices d'humidité et des bilans agroclimatiques.

⇒ Enfin, la construction de graphes à l'aide des logiciels spécifiques: Lotus, GBX, Excel. La mise en page est effectuée avec les logiciels de traitements de texte, WP 5.1 et WORD 6.0.

Les cartes présentées dans ce travail ont été réalisées à partir des fonds de cartes d'études antérieures, principalement celles de ALIDOU S. (1983); de la SERHAU-SEM (1992) et des feuilles topographiques Kandi NC-31-XXI, Gaya NC-31-XXII et Dunkassa NC-31-XVI à 1/200.000 obtenues à l'Institut Géographique National.

Les cartes d'occupation du sol ont été réalisées à partir des fonds de carte ci-dessus cités et des fonds des cartes communales à 1/50.000 de l'INSAE après photo-interprétation des mosaïques contrôlées de Malanville (mission Kenting Earth Sciences 1974-1975) et des images Spot 1 (HRV2 64-327, 64-328 de février et mars 1990).

Le présent travail comprend trois chapitres:

☞ Le premier chapitre fait état des conditions générales de la production agricole sur le bassin de Kandi.

☞ Le problème que constitue la péjoration hydrique est analysé dans ses détails au chapitre deuxième de manière à comprendre les diverses articulations qui existent entre les pénuries de production et les déficits d'eau.

☞ Le chapitre troisième diagnostique et examine les changements de comportements sur le bassin de Kandi et les facteurs responsables des crises socio-économiques.

Chapitre premier : TYPOLOGIE DES STRUCTURES AGRAIRES SUR LE BASSIN SEDIMENTAIRE DE KANDI

La vie rurale sur le bassin sédimentaire de Kandi est essentiellement rythmée par les activités agricoles et pastorales. Ces activités s'exercent en alternance, selon les saisons, sur la même unité spatiale où prédomine surtout la trame de l'activité agricole.

1.1. LES FACTEURS DE PRODUCTION

1.1.1 - Disponibilité foncière, forme et taille des champs

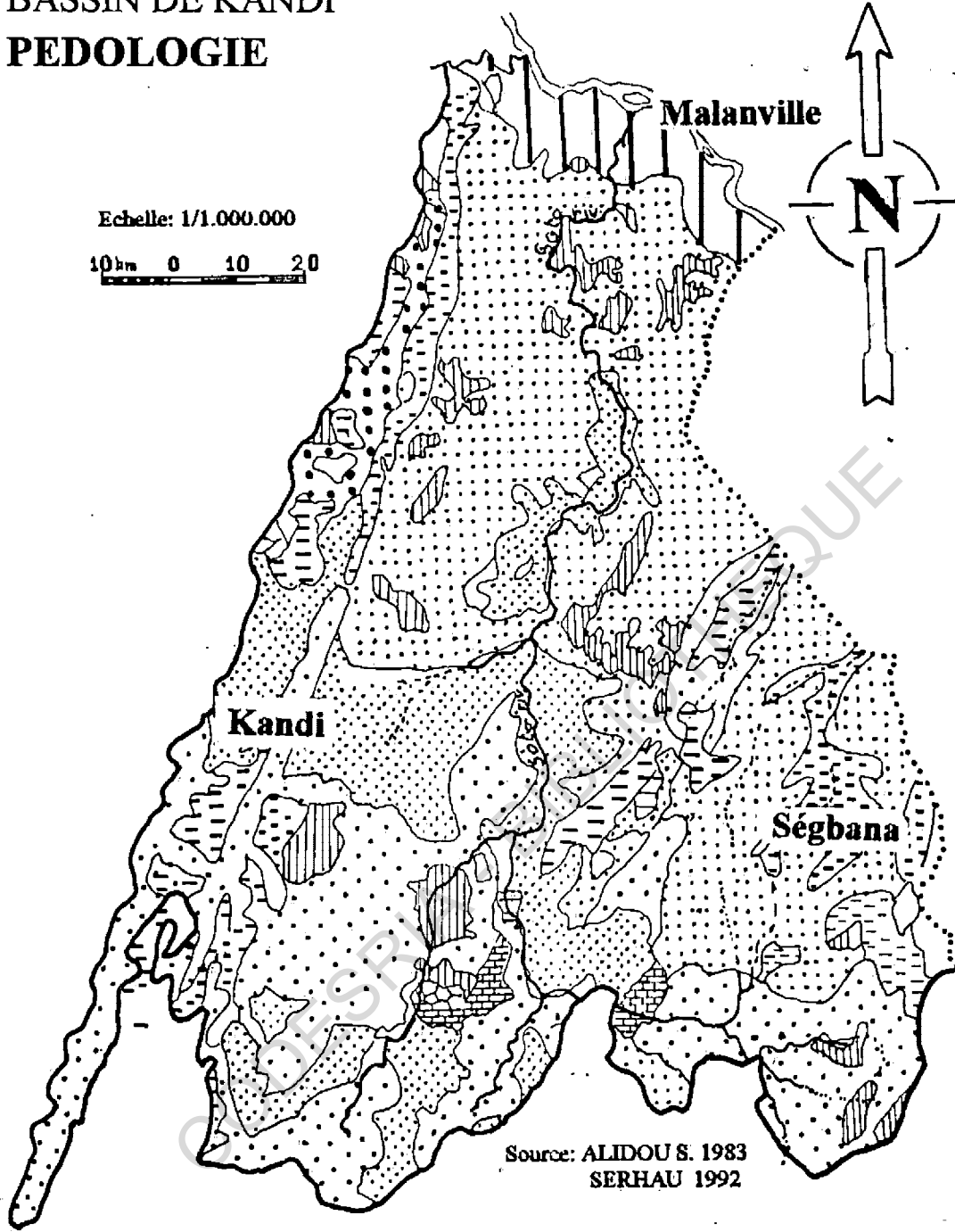
On distingue différentes variétés de sols (carte n°5, p.15): les sols non climatiques d'érosion, disséminés sur l'ensemble du plateau, des sols non climatiques d'apport localisés dans la vallée du Niger, de Tomboutou à Madècali, des sols hydromorphes ferruginisés ou à gley, et enfin des sols à sesquioxydes de fer ou sol ferrugineux, peu lessivés, lessivés ou appauvris. Tous ces sols reposent en général sur des substrata divers qui favorisent ou non leur fertilité et leur aptitude à telle ou telle autre culture (carte n° 6, p.17). Toutes les cultures autorisées par le climat soudanien trouvent cependant sur le bassin de Kandi des terres qui s'y prêtent bien.

Ainsi, 5890 km² soit 589000 hectares sont cultivables, soit 63,3% de la superficie totale. La surface cultivée constitue 60,3% de l'ensemble cultivable. La surface cultivée varie selon les sous-préfectures.

A Kandi plus de 75 % des 300 000 ha cultivables sont cultivés. En ce qui concerne Malanville le pourcentage tourne autour de 35 % du total cultivable estimé à 80000 ha. La sous-préfecture de Ségbana dispose de 209 000 Ha, mais 44 % seulement sont cultivés. La faible densité expliquerait à coup sûr la faible exploitation de l'espace agricole cultivable; mais il convient de signaler l'importance de la portion de superficie que couvre les forêts classées de la Sota et de Goungoun ou encore aspect tout aussi capital, l'élevage extensif (carte n°7, p. 18). Le cas de Ségbana est illustrateur. Cette localité est une grande zone de convergence des troupeaux des transhumants venus de Kalalé au sud, de la région de Gogounou, mais et surtout de deux grands pays voisins, le Niger et le Nigéria.




Les investigations effectuées dans quelques localités du bassin de Kandi ont permis de constater que les pasteurs Peul installent leur campement à proximité des habitations des paysans même en période pluvieuse.

**BASSIN DE KANDI
PEDOLOGIE**







Source: ALIDOU S. 1983
SERHAU 1992



SOLS PEU EVOLUES

-  Sols non climatiques d'érosion
-  Sols non climatiques d'apport
-  Vertisols

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVES

-  Modal
-  Concrétionné
-  Induré
-  Hydromorphe

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX PEU LESSIVES

-  Modal
-  Hydromorphes

SOLS HYDROMORPHES

-  A redistribution du calcaire à nodule

 Contour pédologique

Il y a plus d'un siècle, les pasteurs peuls ont pénétré en masse le nord Borgou à la recherche de bons terrains de pâturage, alors que les Bariba et les Dendi étaient déjà installés dans la région depuis quelque temps et avaient développé l'agriculture (Bariba et Boko) ou l'agriculture en complément de la pêche, activités dont ils dépendaient autrefois (Dendi). Les agriculteurs ont ainsi les droits les plus anciens sur les terres. Les peuls doivent leur demander l'autorisation d'utiliser les terres. Ce principe bien que très lâche est encore vivace. Mais il ne reste pas moins que les peuhls s'insurgent. Ce qui évidemment dégénère en des conflits parfois sanglants.

On distingue des terres appartenant à la zone d'influence des villages ou localités, et les terres qui se trouvent au-delà de cette zone. Les terres qui sortent du contrôle d'une localité sont considérées comme zones libres. Hors de ces zones attenantes aux villages, il n'y a pas de droits reconnus. En outre, les zones de bas-fonds ne se donnent pas de façon définitive. Elles peuvent être cédées pour une saison. Ce sont des zones peu étendues mais permettant une meilleure exploitation intensive.

En revanche, l'inexistence d'un régime foncier rigide, basé sur des lois ou règles coutumières (contraintes occultes) comme on en trouve sur le bassin sédimentaire côtier, favorise une exploitation très lâche de l'espace. Toutefois dans les régions de la vallée du fleuve Niger, entre Malanville et Madécali, la pression démographique commence à se faire sentir sur les terres inondables⁽¹⁾.

Toujours est-il qu'en dehors du statut particulier dont jouissent les centres urbains (commune urbaine de Malanville et Circonscription urbaine à Kandi), quelque soit son emplacement, la terre ne fait l'objet d'aucune spéculation foncière monétarisée. L'acquisition des terres se fait donc sans préalables, sans formalités à l'égard d'une quelconque autorité. Il importe de rappeler toutefois qu'en Afrique et particulièrement au Bénin la terre appartient toujours à une collectivité, une famille ou un lignage qui y exerce des droits reconnus par tous. La coutume veut cependant que les étrangers s'adressent au chef de terre pour s'installer et jouir du droit d'usage de la terre.

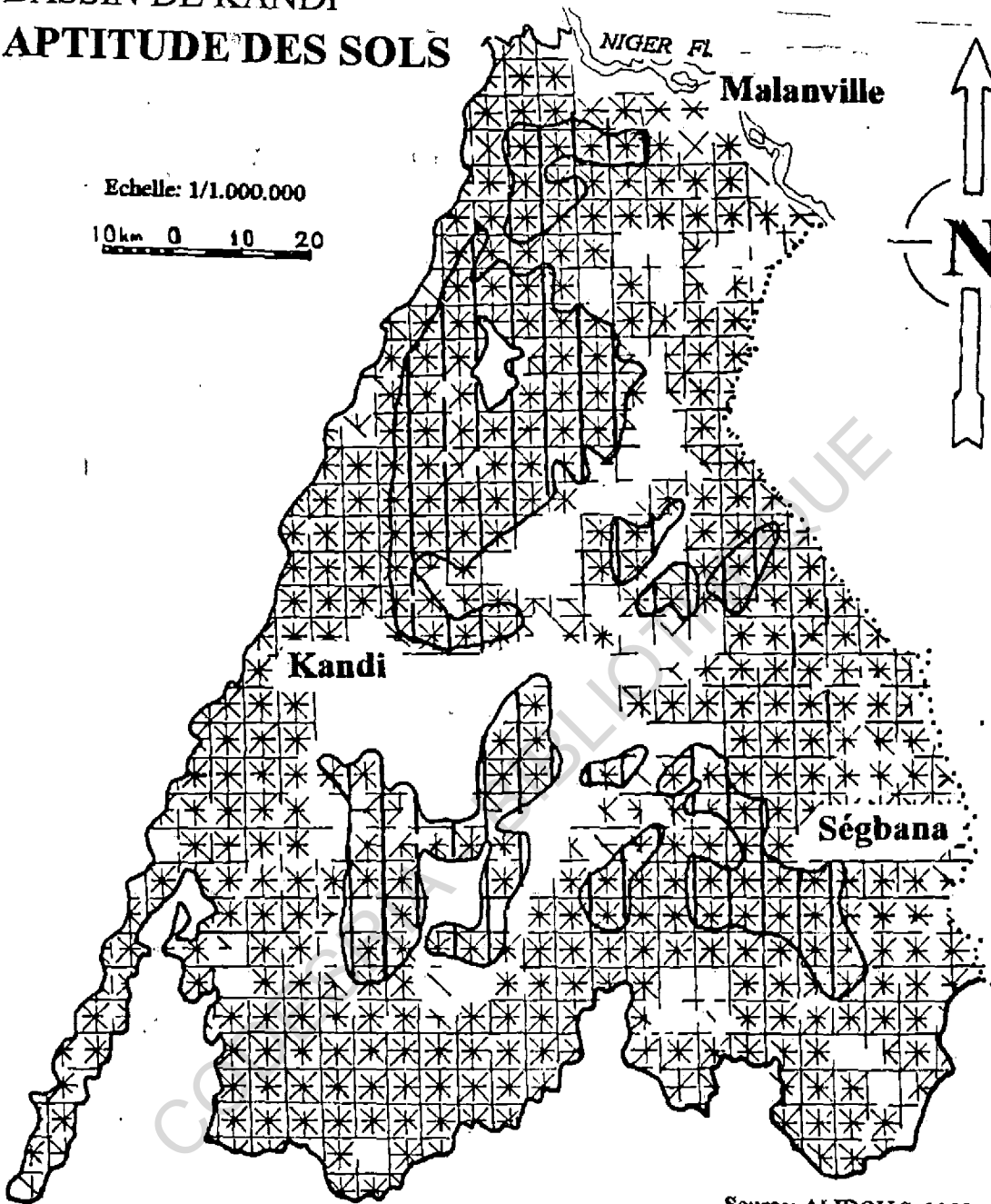
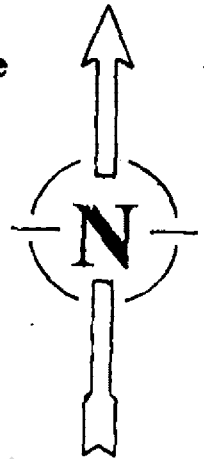
Les populations défrichent les formations végétales et ne préservent qu'un nombre très restreint de plantes utiles, essentiellement des arbres: *Vitellaria paradoxa*, *Butyrospermum parkii* à Kandi et Ségbana. A Malanville, *Adansonia digitata* et *Borassus aethiopicum* sont parfois laissés également.

(1) BIO BIGOU B. Léon (1987) : La vallée bénino-nigérienne au Bénin: Population et développement. Thèse de doctorat nouveau régime, Dijon, 903 p..










BASSIN DE KANDI APTITUDE DES SOLS

6

Echelle: 1/1.000.000
10km 0 10 20

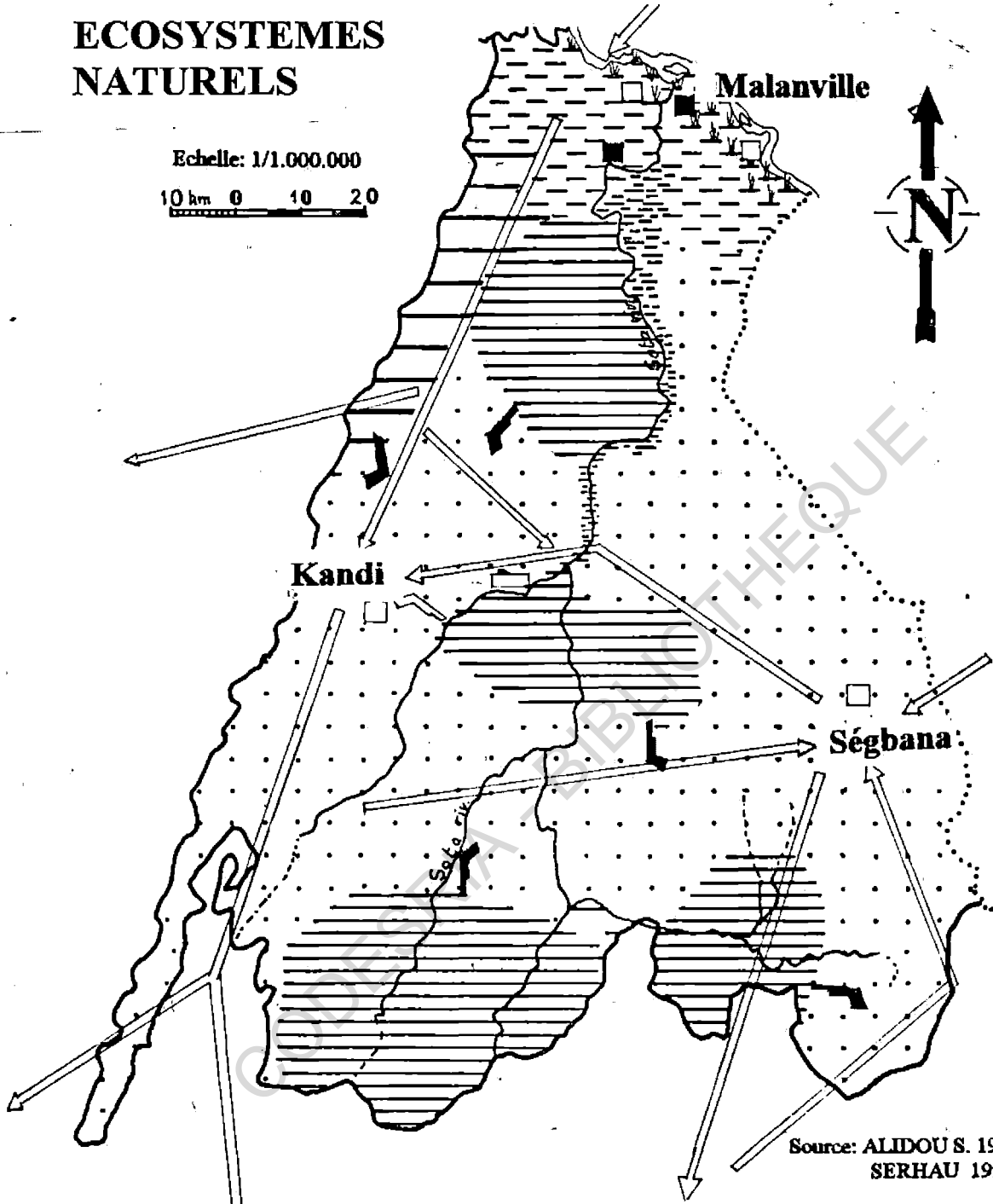


Source: ALIDOU S. 1983
SERHAU 1992

-  **SOLS APTES**
-  **SOLS MODEREMENT APTES OU MARGINALEMENT APTES**
-  Sorgho
-  Maïs
-  Igname
-  Manioc
-  Arachide
-  Coton
-  **SOLS INAPTES A L'AGRICULTURE**

BASSIN DE KANDI ECOSYSTEMES NATURELS

Echelle: 1/1.000.000
10 km 0 10 20



Source: ALIDOU S. 1983
SERHAU 1992

- | | | | |
|--|---|--|--------------------------------------|
| | P: Tourisme, chasse, game ranching | | Aménagement potentiel |
| | C: Braconnage, feu, occupation anthropique | | Aménagement des surfaces de parcours |
| | P: gibier, pharmacopée, bois | | Braconnage |
| | C: Braconnage, feu, transhumance, exploitation anarchique du bois | | Exploitation forestière |
| | P: Elevage, sorgho, mil, pomme de terre, maraichage | | |
| | C: Crue, érosion, cuirasse, aléas climatiques | | |
| | P: Mil, sorgho, riz, maïs | | |
| | C: Sols peu évolués ou lessivés, érosion, salinisation | | |
| | P: Sorgho, coton, mil, maïs, igname, élevage | | |
| | C: Aléas climatiques, érosion cuirasse | | |
| | P: Hydroélectricité, pêche, pisciculture, pomme de terre | | |
| | C: Crue, érosion | | |
| | Axe de transhumance | | |

Le nouvel acquéreur, (le terme est en impropre), marque de facto sa nouvelle acquisition, par exemple, en écorchant quelques arbres du domaine. Le droit d'user de la terre lui est donc reconnu automatiquement jusqu'au moment où il l'abandonne pour une nouvelle friche. Après constat formel, d'un délaissement de la terre, (plusieurs années après), une autre personne peut, sans crainte et si elle le désire remettre en valeur la jachère. La terre n'a en fait pas dans le cadre de la communauté de propriétaire mais des usagers, des utilisateurs. En droit on parle de nu propriétaire.

La disponibilité foncière actuelle encourage le nomadisme cultural par l'agriculture extensive qui recherche la rentabilité immédiate sur les terres fertiles conquises dans les écosystèmes naturels en recul⁽²⁾.

Si les agents des services de l'agriculture ont de sérieuses difficultés pour évaluer les superficies cultivées, c'est en partie à cause de l'irrégularité de la forme des champs. Cette irrégularité vient logiquement du système apparemment sans ordre du régime foncier usité sur le bassin de Kandi.

Evidemment on peut également indexer les outils utilisés pour l'opération du défrichage. En réalité le paysan de Thya, Tomboutou ou Madécali se soucie peu de la forme à donner à son champ puisque rien ne le contraint à le faire. L'organisation assez lâche du foncier n'implique de limites que lorsque les champs sont contigus. Et même dans ce cas cette limite est plutôt un espace vague, une bande de terre et de végétation non défrichée, comprise le plus souvent entre deux éléments de référence (arbres le plus souvent).

La forme de l'exploitation (du champ) ne répond à aucune disposition particulière sauf, celle du bon pouvoir où celle inhérente à un certain sens d'esthétique du paysan qui travaille. Ainsi le paysan peut décider de faire un champ dont les limites, prennent appui sur quelques arbres importants ou particuliers. Voilà pourquoi les champs et non pas les exploitations sont identifiés comme des pans de forêts ou de savanes, des clairières ou encore des mosaïques de clairières dans les formations végétales naturelles.

Les choses ont pourtant évolué, et, en dépit de la généralisation des formes irrégulières, on trouve de plus en plus des champs de formes régulières sur le bassin de Kandi. Cependant il faut préciser que les paysans ou les agriculteurs redressent de nos

(2) THOMAS O. (1992): Atlas de la région Nord du Bénin . SERHAU, Cotonou, 23 planches Noir & Blanc et couleur.

jours les contours des champs moins par un souci réel de le faire ou par contrainte au regard du régime foncier, que par nécessité et pour des raisons pratiques: par nécessité parce que désormais le paysan, devenu chemin faisant agriculteur, cherche à connaître la taille de son exploitation (et non le champ), pour prévoir la quantité des intrants afin de se faire une idée des récoltes et des revenus, ensuite parce que l'agriculteur use d'instruments de travail, la charrue par exemple, dont le maniement lui sera beaucoup plus difficile sur un espace irrégulier.

En tout cas, cela fait que l'on peut accorder plus de crédit aux mesures récentes relatives à la taille des superficies cultivées, ne serait-ce que pour les cultures commerciales (le coton et l'arachide) et les cultures maraîchères (oignon, tomate, piment gombo).

Selon le CARDER-Borgou, la taille moyenne des exploitations agricoles à Kandi est de 5,03 ha, 3,93 ha pour la région de Ségbana, et 4,61 pour Malanville. Pour l'ensemble du bassin de Kandi, on est tenté de donner 4,5 ha en moyenne par exploitant. Néanmoins, c'est une valeur qui n'est que ce qu'elle est. La taille des exploitations est d'une extrême variation, d'un exploitant à un autre, d'un lieu à un autre et d'une année à l'autre. Elle dépend aussi bien de la spéculation considérée (un champ de coton est d'ordinaire plus vaste qu'un champ d'igname de sorgho ou autre), que des diverses contraintes sociales ou encore des visées spéculatives de l'exploitant agricole.

Les années 1962 et 1990 ont été choisies de façon aléatoire pour les besoins de la comparaison et pour des raisons pratiques, dans le cadre de l'analyse des sept (07) cultures courantes selon le tableau ci-après.

Tableau n°2 : Evolution des surfaces cultivées sur le bassin de Kandi.

Cultures ↓	1962		1990		Taux de croissance (annuel)
	Superficie	%	Superficie	%	
Arachide	720	2,4	7421,75	13	+ 9,3
Coton	2011	6,8	17075	30	+ 7,49
Haricot	1300	4,4	2599	4,6	+ 0,99
Igname	5408	18,3	1640	2,9	- 0,69
Maïs	1160	4	13062,5	23	+ 10,26
Manioc	735	2,5	343	0,6	- 0,53
Sorgho	18200	61,6	14702	25,9	- 0,99
Total	29534	100	56843,25	100	+ 0,92

Source : Données CARDER-Borgou, MDR.

Cette opération met en exergue la variabilité des emblavures pour chaque culture pour les deux années ciblées.

Le paysage agraire sur le bassin sédimentaire de Kandi n'est pas seulement marqué par la forme et la taille des champs. Un lavis de sentiers sillonnent l'espace agricole. Ces sentiers relient bien entendu les champs aux habitations. Ces dernières sont assez sobres.

On distingue une concession regroupant quelques cases au mur de terre battue et au toit de paille dont l'arête est de paille tressée. Les cases sont délimitées par une clôture de matériau variable pour les Bariba et pour Boko. Les maisons en briques de banco avec parpaings de terre caractérisent la région de Malanville et au-delà (fig. n°3).

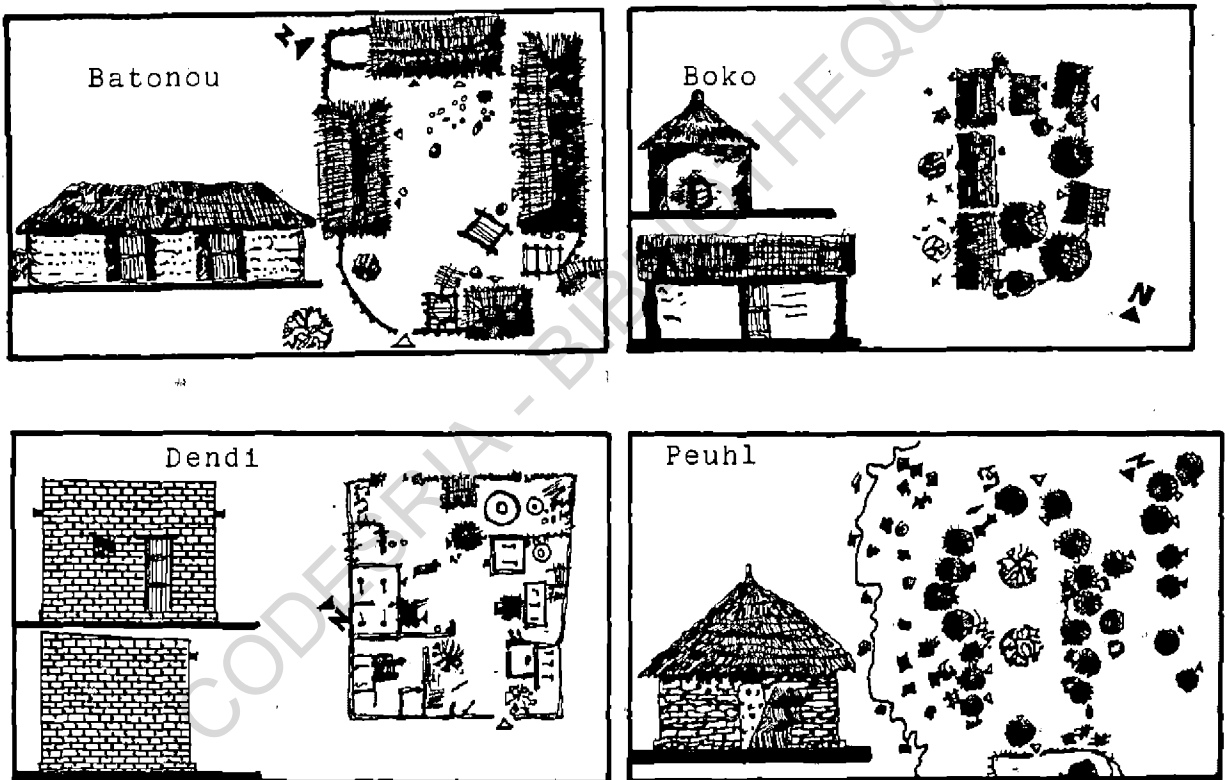


Fig. n°3 : Type d'habitat, d'après THOMAS O. (1992) .

Dans l'un ou l'autre cas, il existe de plus en plus dans la maison ou dans l'agglomération des parcs pour le bétail ou le matériel agricole: charrettes, charrues, houes, bidons de produits phytosanitaires pleins ou vides, sacs pour engrais... Le village reste donc le centre de coordination de toutes les activités agricoles.

Mais comment les paysans s'organisent-ils, quels matériels agricoles utilise-t-on sur le bassin de Kandi, qu'en est-il de l'assolement, ou encore que peut-on retenir de la technique culturale sur le bassin sédimentaire de Kandi, peut-on s'interroger du coup. Les réponses à ces interrogations font l'objet de ce qui suit.

I.1.2 - Société, paysannat, techniques culturales et recherche agronomique.

Faiblement peuplé, le bassin sédimentaire de Kandi à une population très dispersée. La répartition par sexe et par âge ne se distingue pas de celle de l'ensemble du Département du Borgou (fig. n°4). La population est également très mobile dans le temps et dans l'espace. De 105.238 habitants et une densité de 9,56 hbts/km² en 1979, elle est passée à 172.796 âmes et 15,69 hbts/km² en 1992⁽³⁾, soit un accroissement naturel de 61.513 personnes en 13 ans avec un taux annuel de 3,88%.

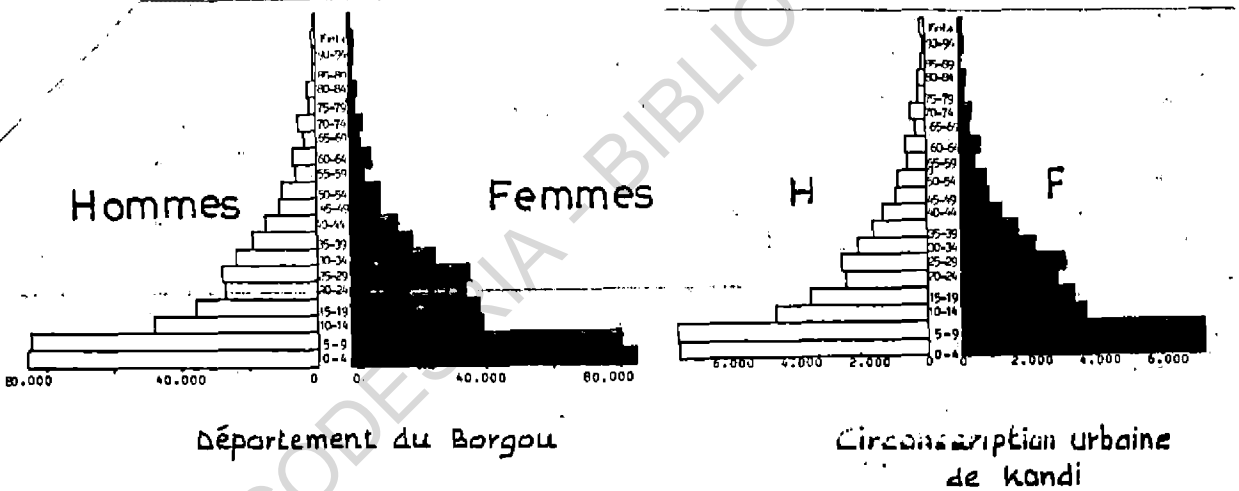


Fig. n°4 : Pyramides des âges, d'après résultats RGPH (1992).

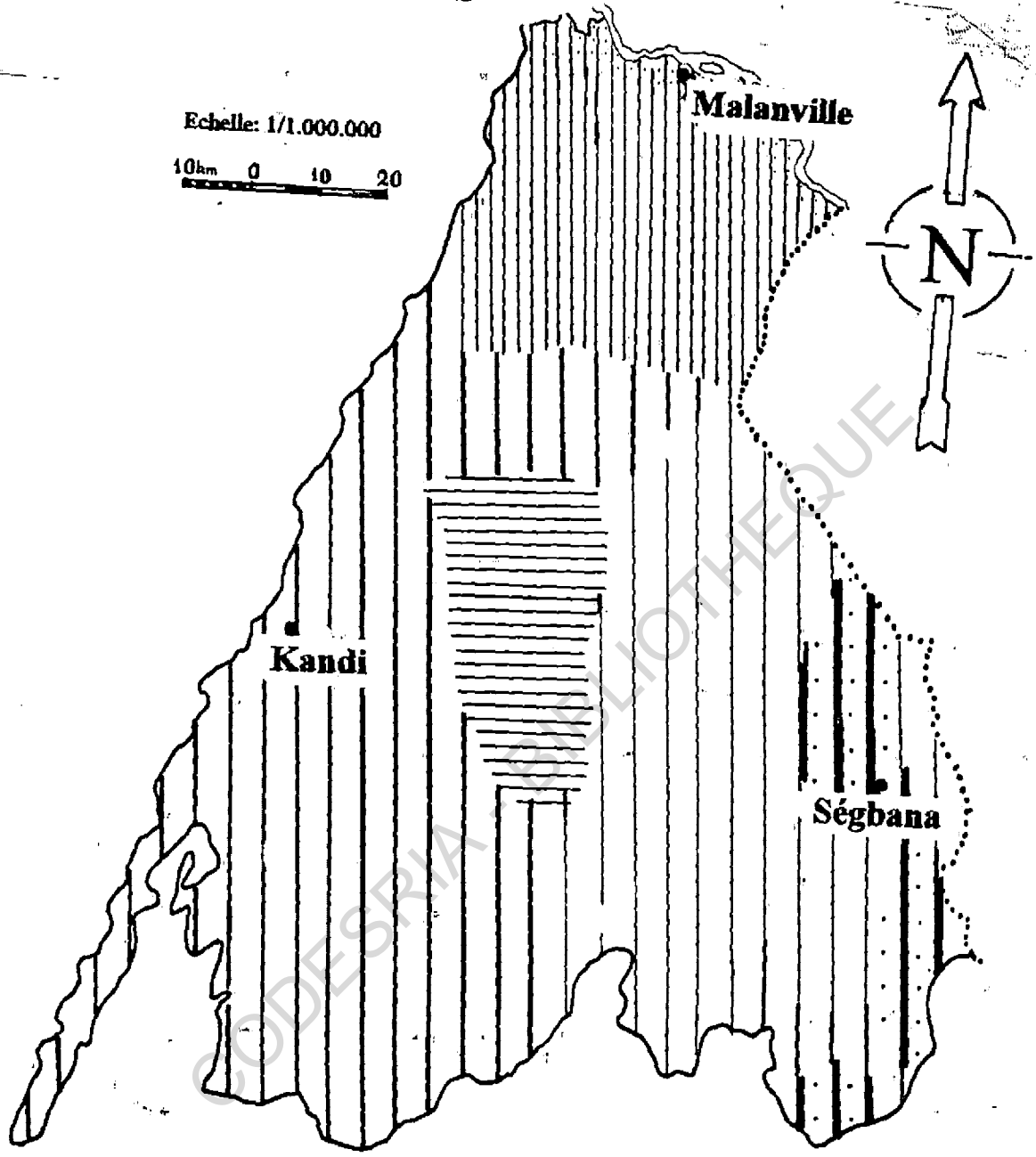
On distingue plusieurs groupes socioculturels dont les Bariba, 41,67%; les Peuhls, 27,64% et les Dendi 11,55% (carte n°8, p. 23). A 66,14% l'effectif de la population est

⁽³⁾ En 1961, deux appréhensions non élucidées n'ont pas permis d'utiliser les résultats de l'enquête démographique: d'abord l'effectif de population de Kandi qui était de 92.200 habitants semblait élevé, pour cette période, à moins qu'il soit prouvé un départ massif des habitants. Ce qui est peu probable. Ensuite, la localité de Ségbana n'était pas sur la liste des sous-préfectures enquêtées. Il n'y a donc pas de chiffre.

Une démarche alternative s'imposait dès lors: soit on calcule à partir des deux autres chiffres 1979 et 1992, la population de départ par la formule $P_n = P_0 (1 + r)^n$, soit considérer donc tous les résultats des autres sous-préfectures, ou alors ne pas faire ce calcul et délaissier l'année 1961. Cette opération semble plus juste et permet d'éviter les erreurs d'appréciation liées à la nature même des chiffres et aux altérations pouvant intervenir pendant et à l'issue des calculs.

BASSIN DE KANDI SOCIETES RURALES





8






Echelle: 1/1.000.000
10km 0 10 20

Source: ALIDOU S. 1983
SERHAU 1992

GROUPES SOCIO-CULTURELS

-  Dendi
-  Peuhl
-  Mokolé
-  Batombu

ACTIVITES

-  Agriculture
-  Elevage
-  Pêche

constitué de ruraux (547.626 habitants). La population active est estimée à 300.101 personnes soit 36,24%(⁴). Le pourcentage de population réellement occupée est de 35,87%. Les paysans, pêcheurs et artisans constituent 75% de l'effectif réellement occupé.

Les paysans sont très accrochés aux habitudes culturelles ancestrales. Malgré l'implantation progressive de la monoculture, on est loin, du moins sur le bassin de Kandi, de l'agriculture spéculative.

Née de vieilles habitudes enracinées ou conséquences d'une mentalité de groupe, l'organisation du travail agricole à l'échelle de l'exploitation avait abouti à la concentration des efforts des membres actifs de l'unité de production en un même lieu, plutôt que de les éparpiller sur différents champs exploités au cours d'une année agricole(⁵).

L'agriculture est encore itinérante avec association de cultures. L'usage du feu n'est pas totalement exclu sur le bassin de Kandi, mais en général les habitants prennent conscience des nuisances de cette pratique sous l'instigation des agents des services du développement rural. En revanche le coupe-coupe et la hache sont d'un usage courant pour le défrichage. Pour supprimer les grands arbres gênant, les paysans les brûlent ou les incisent, jusqu'au cambium, à la base du fût, privant l'arbre de toute alimentation en sève.

Ensuite dans la mesure du possible les paysans dessouchent tout le terrain de sorte qu'après les labours (tableau n°3, p. 25) le champ est débarrassé de tous éléments gênants. Mêmes les plantes dites "utiles" (le karité et le néré le plus souvent), ne sont parfois pas épargnées(⁶)!

(⁴) Il n'y a pas ces chiffres pour toutes les unités administratives. Seuls les centres urbains sont traités plus en détails. Le seul moyen restait l'utilisation des chiffres et pourcentages obtenus au niveau départemental. Au demeurant ces chiffres sont peu différents de ceux des sous-préfectures.

(⁵) BIO BIGOU B. L. (1987), op. cit.

(⁶) Les labours sont faits à la charrue et utilisent la force animale, bovine ou asine, pour toutes les cultures sauf l'ignamé. Toutefois dans la région de Malanville le mil est cultivé à plat.

Tableau n°3 : Répartition des parcelles selon les instruments aratoires utilisés.

Désignation →	Nbre moy. de parc. emblavée	Instr. aratoires		Charrues		Tracteurs	
		P	%	P	%	P	%
Localité ↓							
Kandi	202	80	39,6	122	60,4	0	0
Malanville	98	29	29,59	68	69,39	1	1,02
Ségbana	88	27	30,68	61	69,32	0	0
Bassin de Kandi	388	136	35,05	251	64,69	1	0,25

Source : Enquête Statistiques Agricoles (ESA), 1990, MDR.

En fonction de la tête d'assolement, le domaine défriché est transformé en un réseau de billons à écartement régulier ou de buttes disposées en quinconce.

Il convient de mentionner que l'arachide (plus importante culture de rente jusqu'en 1972), puis le coton (de 1972, jusqu' à nos jours), ont détrôné l'igname de la tête d'assolement à Kandi et à Ségbana. A Malanville par contre ,le sorgho et le mil se relaient.

Les rotations régulièrement rencontrées sont:

- Igname, coton, sorgho, maïs, arachide, manioc et jachères;
- Coton, maïs, sorgho, arachide, haricot, maïs, jachères;
- Sorgho, coton, maïs, coton, sorgho, arachide, plantations;
- Sorgho, coton, maïs, petit mil, petit mil, arachide.

Les champs sont exploitables pendant cinq ans en moyenne. Mais depuis l'avènement du coton, le temps d'utilisation des terres s'écourte de plus en plus (trois ans seulement depuis environ dix ans). Les associations culturales visent en dehors de leur fonction de diversification, le maintien de l'humidité du sol, la réduction du sarclage et , assurent entre autres choses l' alimentation des paysans pendant la période de soudure de juin à août.

On distingue les associations culturales suivantes:

- Igname/riz, igname/maïs, igname/goussi, igname/niébé;
- Maïs/sorgho, maïs/petit mil, maïs/manioc, maïs/niébé, maïs/arachide;
- Sorgho/petit mil, sorgho/niébé, sorgho/arachide, sorgho/manioc;
- mil/niébé, mil/arachide, mil/manioc etc.;
- coton/niébé, coton/ haricot, coton arachide etc.

Cependant la monoculture de coton est de plus en plus pratiquée sur le bassin de Kandi.

Les paysans suivent un calendrier agricole qui peut intéresser plusieurs mois lorsqu'il intègre l'igname. (Fig. n°5).

	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars
Igname					défrichage	labours	buttage	plantation	recolt			
Manioc		défr	but	plan		sarclages				récoltes		
Sorgho		défr	lab	semis		sarclages			récol			
Maïs		défr	lab	semis		sarclages			récoltes			
Niébé			défr	lab	semis	sarclages		recol				
arachide		défr	lab	semis	sarclages	récol						
Coton		défr	lab	semis	sarclages	trait. divers			récoltes			

Fig. n°5 : Calendrier agricole paysan, d'après enquêtes.

Les semences commencent en Mai-Juin pour le sorgho et le maïs, l'arachide intervient à la fin du mois de juin. Le coton est semé au début de juillet, le haricot est semé au début du mois d'Août. La mise en terre du manioc s'étale sur trois mois, de mai à juillet alors que celle de l'igname intervient plus tôt et dure deux à trois mois également.

Le manioc est planté par bouturage sur billons ou sur buttes qui constituent une exclusivité de l'igname. les plants d'igname sont des tubercules sélectionnées par le paysan. Le bout du plant peut être tranché. Lorsqu'elle est pratiquée, cette opération vise à accroître la vitesse de germination.

Les sarclages interviennent dès l'envahissement du champ par les herbes adventices. Dans l'ensemble le sarclage se fait à la houe. Ensuite vient la période des fumures. Le paysan fait recours à plusieurs types d'engrais. L'usage du fumier et des déchets ménagers est rentré dans les habitudes des paysans du bassin de Kandi, mais les engrais chimiques sont aussi légion.

La pratique de la fumure et du traitement phytosanitaire sont courants (tableau n° 4, p. 27), tout comme l'utilisation de la charrette pour les transports de fumier de matériels et de produits agricoles. En revanche, les paysans semblent dédaigner les semences améliorées.

Au total, les systèmes de cultures, en dépit des performances attestées des produits (nouvelles plantes et méthodes de travail proposées et vulgarisées par le Service de Recherche en Cultures Vivrières (SRCV) de Ina, le CARDER-BORGOU ou les structures agronomiques

Tableau n°4 : Répartition des parcelles selon qu'on y ait pratiqué la fumure chimique, le traitement phytosanitaire ou utilisé les semences améliorées.

Désignation →	Nbre moy. de parc. emblavée	Semences améliorées		Engrais		Prod. phytosanit	
		P	%	P	%	P	%
Localité ↓							
Kandi	202	18	8,91	31	15,35	2	0,99
Malanville	98	2	2,04	16	16,33	1	1,02
Ségbana	88	0	0	1	1,14	0	0
Bassin de Kandi	388	20	5,15	48	12,37	3	0,77

Source : *Enquête Statistiques Agricoles (ESA), 1990, MDR.*

non gouvernementales opérant au Bénin), restent ancrés dans la tradition et les habitudes ancestrales.

L'agriculture extensive traditionnelle en rotation, malgré sa consommation d'espace permettait une plus grande marge de sécurité par la dispersion des exploitations, combinée à la longue jachère et aux cultures mixtes (poacées, légumineuses). Ce type d'agriculture s'avérait en outre économiquement profitable et sain. La culture de poacées facilitait le stockage sur de longs mois et donc la constitution des réserves dans des greniers. L'exploitation plus intensive des vallées dégageait des surplus régionaux facilement exploitable en cas de pénurie locale.

L'essentiel, estiment les paysans, c'est qu'il pleuve et que cette eau soit bien répartie dans le temps et l'espace. Selon les renseignements obtenus à Ségbana et Thya, il n'existe aucune solution pour améliorer la production en cas de mauvaise saison. L'eau est donc à la charnière des activités humaines sur le bassin de Kandi.

I.1.3 - La place des ressources en eau dans l'organisation de l'espace.

Primordiale dans les régions soudano-sahéliennes de l'Afrique de l'Ouest, l'eau constitue un facteur limitant du développement. L'importance de celle-ci s'accroît de plus en plus en raison de la priorité désormais reconnue à l'agriculture comme base du développement. Or l'eau disponible, susceptible de devenir ressource, provient des précipitations.

L'écart croissant entre la demande d'eau et la ressource disponible actuellement, surtout perceptible à travers des pénuries localisées, est l'un des défis importants auquel sont confrontés les habitants du bassin sédimentaire de Kandi. Ce dernier est sujet au double phénomène d'une augmentation rapide de la population et de limitations pluviométriques permanentes.

La région est pourtant drainée par d'innombrables cours d'eau dont le Niger et la Sota. On distingue des cours d'eau et de nombreux points ou plans d'eau (source, mare, étangs et marigots).

L'approvisionnement en eau est une lourde tâche essentiellement féminine qui vole aux femmes et aux jeunes filles une énergie et un temps précieux qui aurait pu être consacré à d'autres activités productrices.

L'approvisionnement en eau est facile de nos jours sur le bassin de Kandi en raison de l'existence de puits, de forages du Service de l'Hydraulique et de l'eau courante (d'après 53,12% des personnes interrogées). 46,88% pensent tout de même que l'approvisionnement en eau y est difficile en raison de la récession pluviométrique. Il réside un paradoxe entre le pourcentage en faveur de la facilité de l'approvisionnement en eau et celui fourni en faveur du tarissement des puits (56,25% des cas) et des points d'eau (92,26%)(⁷)

Le schéma d'ensemble de l'organisation des activités productives est pratiquement calqué sur la disponibilité de l'eau. Au Nord, de Alfakoara jusqu'aux abords du fleuve Niger, s'est développée une tradition pastorale alors que vers le Sud, c'est plutôt la tradition agricole qui prédomine.

Pendant la saison sèche, les populations utilisent l'eau des puits pour leurs besoins quotidiens. Mais dans la vallée du Niger et sur les basses terrasses de ce fleuve, l'eau sert à l'agriculture irriguée réduite aux périmètres rizicoles de Malanville et maraîchers de Bodjécali-Malanville-Garou ou encore les périmètres de pommes de terre de Guéné-Kargui

A l'opposée des cultures irriguées, les cultures pluviales sont pratiquées exclusivement pendant la saison humide ou hivernage. Les mois utiles aux cultures ne dépassent pas trois mois calendaires : juillet, Août et septembre. Malgré cette contrainte, les cultures pluviales occupent presque la totalité des habitants de la région.

L'activité principale des habitants du bassin de Kandi est l'agriculture. Mais on observe une forme d'occupation de l'espace qui correspond à l'élevage nomade, marquant la

(⁷) AGLI H. et LATE V. (1995). Récession pluviométrique et mutations socio-économiques dans le haut-Borgou : cas du plateau de Kandi, in «Récession pluviométrique et mutations socio-économiques dans le haut-Borgou. Laboratoire de climatologie, DGAT/FLASH/UNB, Cotonou, pp. 03-29.

présence d'un groupe socioculturel, les Fulbé, s'individualisant par des techniques originales adaptées au rythme des saisons⁽⁸⁾

Ce sont en fait ces cultures qui déterminent le gros de la production agricole annuelle et assurent l'essentiel de la subsistance des habitants.

1.2. LA PRODUCTION AGRICOLE

1.2.1 - Les plantes cultivées

On distingue de nos jours les cultures vivrières et les plantes destinées à la commercialisation ou culture de rente.

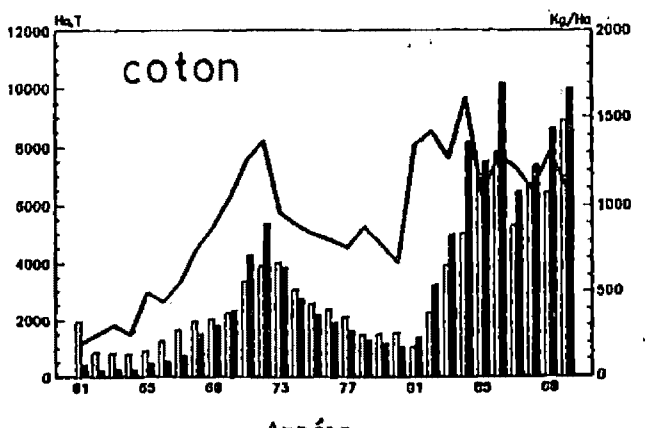
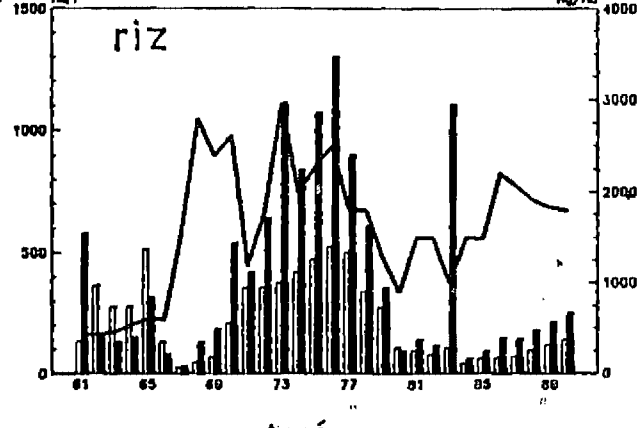
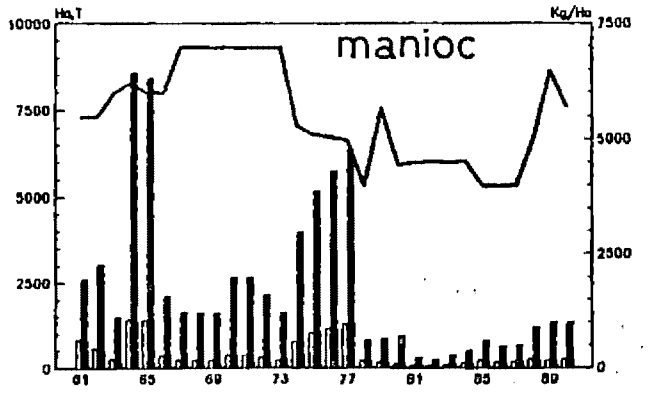
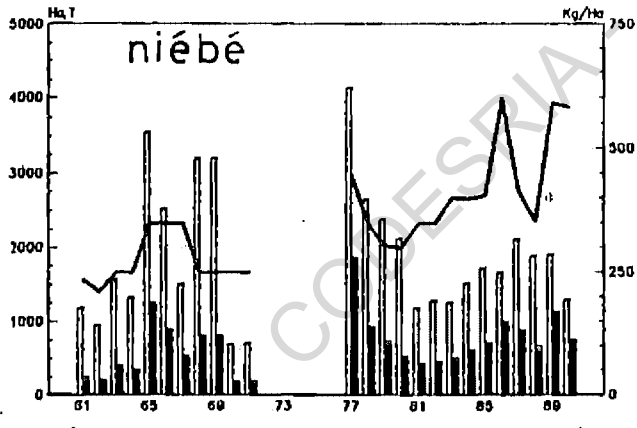
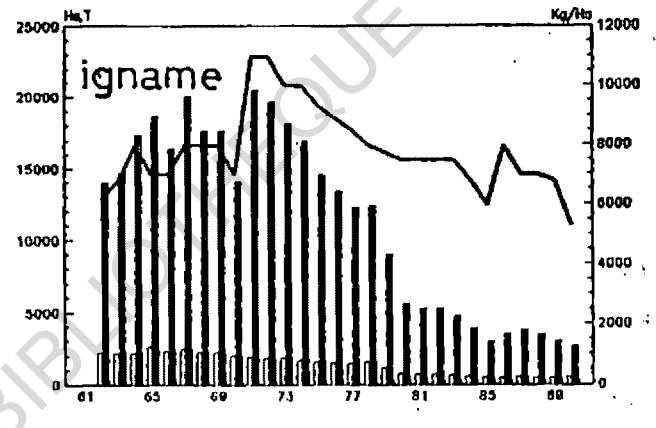
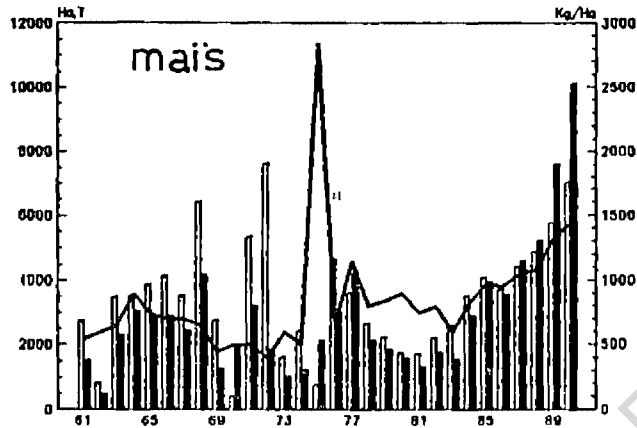
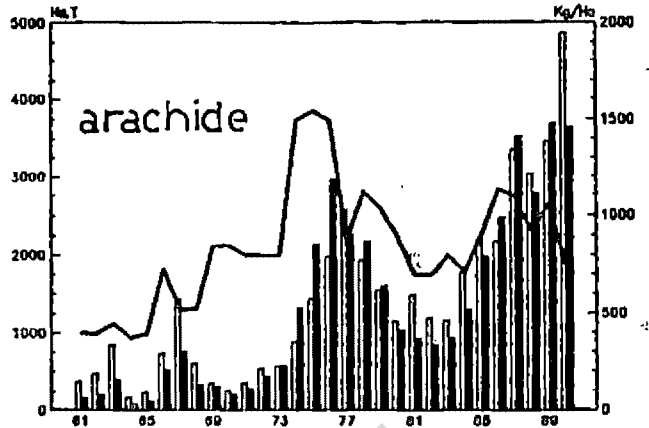
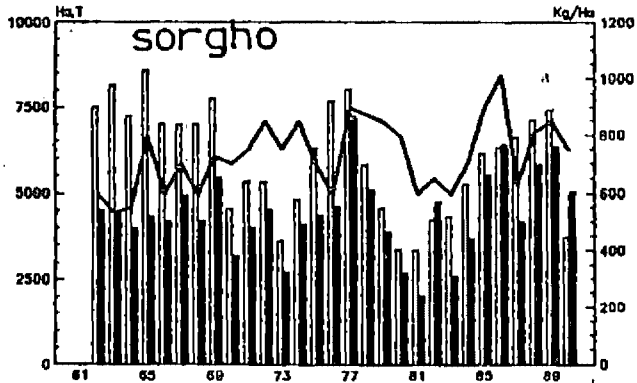
Par produits agricoles vivriers, il faut entendre toutes les plantes cultivées dont les racines, les tubercules, les grains constituent le fondement des habitudes alimentaires des sociétés traditionnelles, ce sont : le millet, le sorgho, le fonio, l'igname, la patate douce, le riz ouest-africain... Elles sont en général soit adaptées, soit résistantes à la sécheresse. Le maïs, l'arachide et le manioc sont adoptés et cultivés après leur introduction en Afrique vers le XVI^e et XVII^e. Le plus en vue des produits de rente est le coton après lequel vient l'arachide. Les habitants du bassin sédimentaire de Kandi ont une alimentation variée essentiellement basée sur le mil/sorgho et l'igname.

1.2.2 - Evolution de la production agricole de 1961 à 1990

Le bassin sédimentaire présente pour le mil et le sorgho, produits vivriers de consommation courante, une production déficitaire. Les légumineuses et le manioc sont cultivés en faible quantité. Par contre le coton est en nette progression sur tout le bassin de Kandi. L'analyse de la situation globale (fig. n°6, pp. 30-32) de la production agricole depuis 1961 est ci-après faite selon les catégories de cultures que sont les céréales, les légumineuses, les tubercules et le coton.

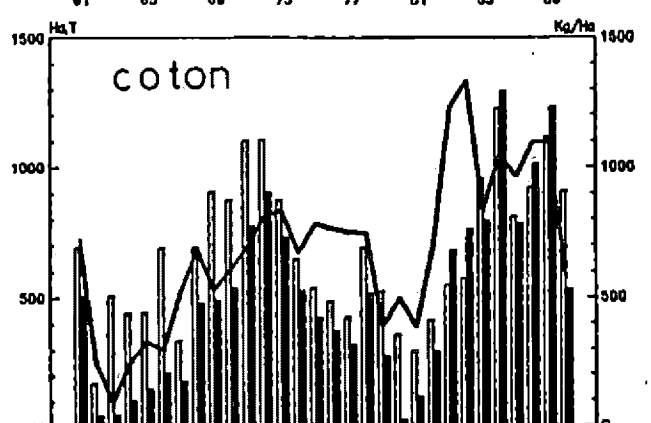
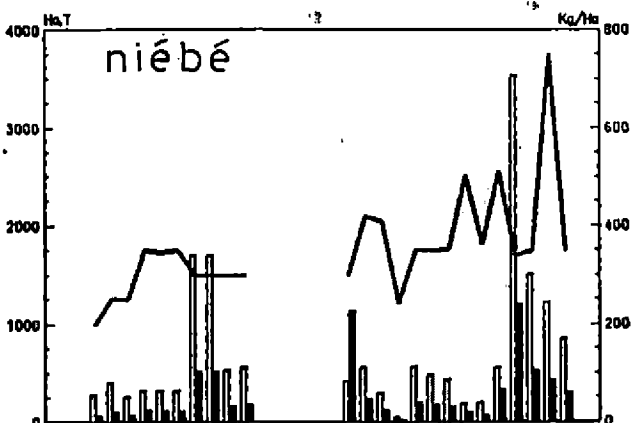
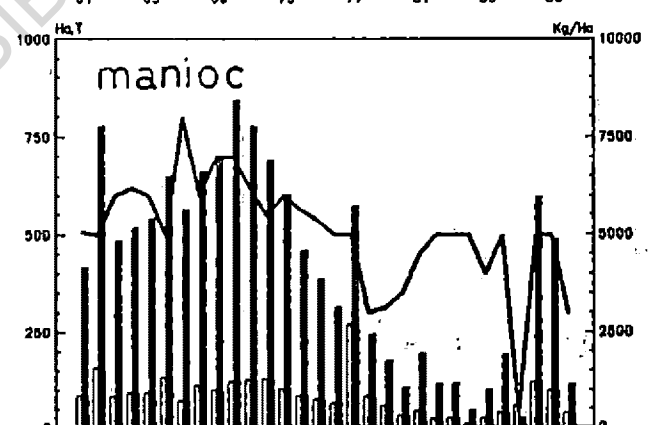
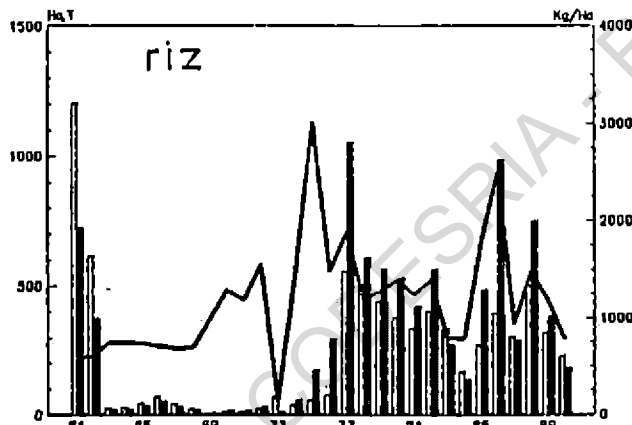
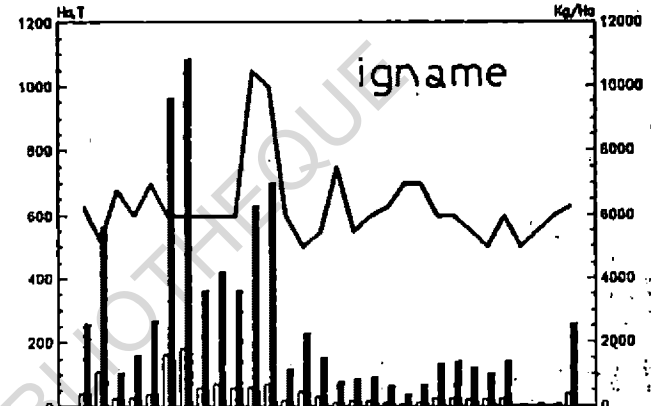
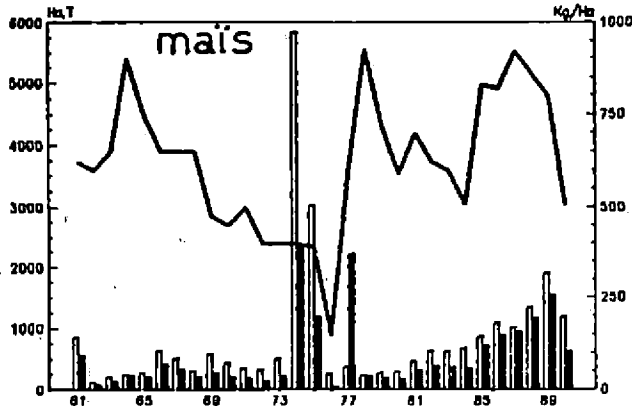
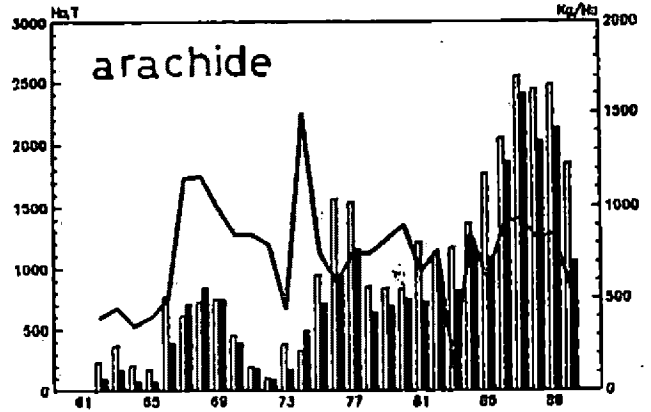
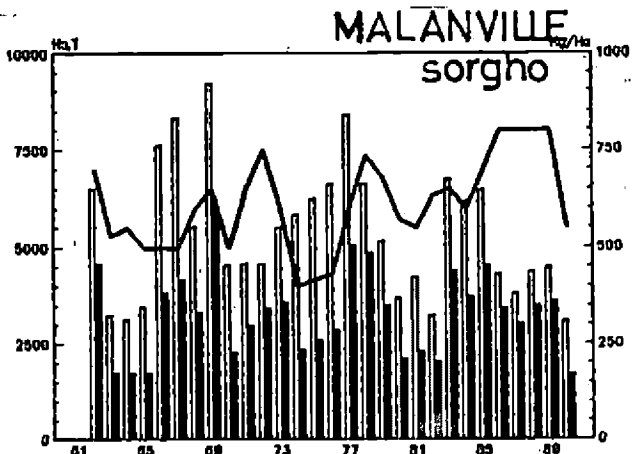
⁽⁸⁾ BIO BIGOU L.B. (1987) : Op. cit..

KANDI



Années

Années



Années

Années

SEGBANA

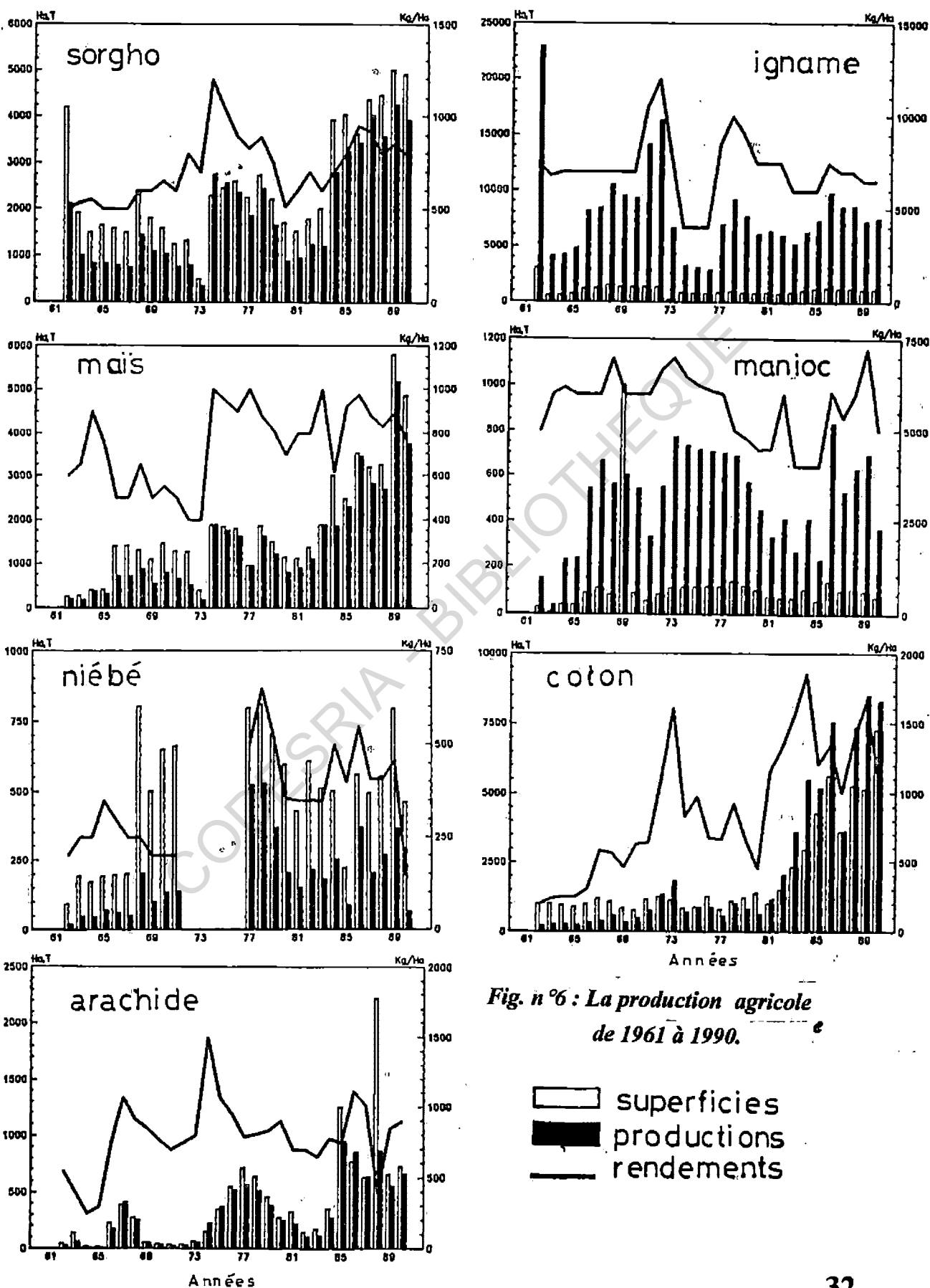


Fig. n°6 : La production agricole de 1961 à 1990.

1.2.2.1- les céréales

Sur le bassin de Kandi, le sorgho reste l'une des cultures dont la production est en évolution positive constante. En général, les surfaces emblavées sont très importantes: 9200 Ha à Malanville en 1969, 4999 Ha à Ségbana en 1989 et 8570 Ha à Kandi en 1965 pour les valeurs les plus fortes. Les plus faibles s'observent en 1980 et 1981 pour Kandi et Ségbana, en 1963 et 1964 pour Malanville. Dans ces trois localités les productions sont comparables. A Malanville, la production augmente malgré la diminution des emblavures. A Kandi et Ségbana cependant les fortes productions sont issues apparemment de l'augmentation des surfaces cultivées. Sur les trente ans la tendance est ainsi à la hausse.

Le plus grand tonnage de maïs enregistré à Kandi est réalisé en 1990 avec 10103,3 tonnes, 7026 Ha cultivées et un rendement de 1437,98 Kg/Ha. Le plus petit tonnage est réalisé en 1962 avec 480 tonnes tandis que le plus faible rendement est obtenu en 1969, 450 kg/Ha. L'année 1962 se distingue encore avec la plus faible emblavure: 800 Ha. Une pointe s'individualise en 1975. En 1977, on a une pointe secondaire à partir de laquelle la production décroît jusqu'en 1984. Au-delà de cette année, une évolution croissante et régulière apparaît nettement jusqu'en 1990. La courbe lissée marque une tendance à la hausse de la production du maïs à Kandi.

Les tonnages du maïs ne sont pas importants à Malanville. Le début des années 1960 est marqué par de bons rendements, 900 kg/Ha en 1964, 750 kg/Ha en 1965. Après cette dernière année, la production a baissé de façon régulière jusqu'en 1976, année de déficit creusé: 36,6 tonnes pour 224 ha soit un rendement de 150 kg/Ha. De meilleurs rendements ont été obtenus à partir de 1977, et une réelle progression des valeurs s'observe jusqu'en 1990. C'est durant cette période que sont les meilleurs rendements, les plus grandes superficies cultivées, et les meilleures productions: 2202 tonnes en 1977, 1514,7 tonnes en 1989.

La production de maïs varie entre 150 tonnes en 1962 et 5163 tonnes en 1989 à Ségbana. Les rendements passent de 400 kg/ha à 1000 kg/ha (1983,1977,1974). La plus grande surface cultivée est de 5791 ha. La plus petite taille est observée en 1962 (250 ha). Les surfaces cultivées sont toutes les années plus importantes que les productions à l'exception des années 1983,1977 et 1974. Les années 1980, et, particulièrement les cinq dernières années fournissent les meilleures valeurs d'emblavure et de production. De 1981 à 1990, la production évolue donc en général à la hausse.

A Kandi trois ensembles se dégagent dans l'évolution de la production du riz dont deux périodes de faible production (de 1961 à 1969 puis de 1978 à 1990) et une période de 1970 à 1977 où la production est significative. Les tonnages ne dépassent guère les 1500

tonnes (1976 avec 1300 tonnes, 1983 avec 1103 tonnes et 1973 avec 1110 tonnes). Les emblavures en riz ne sont importantes qu'au cours des années «70» : 520 ha en 1976, 499,25 ha en 1977. Pendant les années «80», les surfaces dépassent à peine la centaine d'hectares mais les rendements sont élevés : 2967 kg/ha en 1973 ; 2800 kg/ha en 1968, etc.

La situation de la production du riz est toute autre à Malanville, les années antérieures à 1976 sont dans l'ensemble des années de faible production. Les meilleures valeurs de production de riz se concentrent dans la période des vingt dernières années

(1050,70 tonnes en 1977 pour 553 ha et un rendement de 1900 kg/ha) . En général la production évolue en crescendo. Les tonnages sont ici comme à Kandi, du même ordre et s'explique par le sursaut de production lié aux aménagements hydroagricoles de la vallée du fleuve Niger.

1.2.2.2 - Les légumineuses

La progression de la production arachidière est à Kandi très appréciable. L'évolution régulière de la production de 1973 à 1976 et de 1982 à 1990 est remarquable. L'année 1990, en outre, a connu une forte emblavure (4860 ha) mais la plus grande production est obtenue en 1976 avec un rendement de 1541 kg/ha. La plus faible est de 54 tonnes seulement avec 375 kg/ha en 1964. La tendance à la hausse est nette pour les trente années.

Les superficies emblavées en arachide à Malanville varient beaucoup d'une année à l'autre. Trois ensembles se dégagent: un premier ensemble de faible production de 1970 à 1974, un second ensemble de production importante, mais peu variable, de 1966 à 1969 et de 1978 à 1983 ; et enfin un ensemble de production plus importante que les deux premières, de 1984 à 1989. Les années 1967, 1968 1969 et 1974 ont sur les trente années enregistré une production supérieure à la superficie , traduisant ainsi de bons rendements, (respectivement 1156, 1162, 1000 et 1500 kg/Ha). Pour toutes les autres années les superficies sont très importantes tandis que les productions restent faibles.

A Ségbana, les tonnages varient entre 4 tonnes en 1964 et 938 tonnes en 1985. Il s'observe trois pointes: celle de 1967 qui traduit un bon rendement ,1071 kg/Ha; celle de 1974 avec le plus fort rendement, 1500 kg/Ha. En 1968, la production arachidière à Ségbana connaît le plus sévère des déficits: 2216 Ha pour 860 tonnes; soit un rendement de 388 kg/Ha, l'un des plus faibles de cette localité en trente ans. Les superficies ont crû dans le temps, mais on observe de 1978 à 1983 une tendance à la baisse. Les grandes emblavures se situent entre 1976 et 1979 puis au-delà de 1984. La tendance générale de la production est à la hausse.

A Kandi, la tendance de la production du niébé est à la hausse sur les deux séquences. Mais les superficies ont été plus importantes. Les emblavures des années 1965, 1966, 1968 et 1969 font partie des plus remarquables. Les productions n'étaient pas moins importantes: 1240 tonnes avec 350 kg/Ha en 1965; 882,5 tonnes pour le même rendement en 1966; 800 tonnes avec 250 kg/Ha en 1968 et 1969. La plus grande emblavure est obtenue en 1977 avec 4120 Ha, une production de 1854 tonnes et 450 kg/Ha.

La production est faible de 1962 à 1967 à Malanville. Elle s'accroît de 1968 à 1971. A partir de 1977, la production croît insensiblement jusqu'en 1990. L'année 1987 se distingue par une grande emblavure, (3530 Ha) avec 1195 tonnes et 339 kg/Ha. Le plus fort rendement est obtenu en 1989: 750 kg/Ha. Les tonnages sont dans l'ensemble inférieurs à ceux de Kandi mais la production du niébé est en progression.

Les surfaces cultivées ont crû à Ségbana de 1962 à 1971. La production tend à la baisse sur les deux périodes où il y a eu enregistrement.

1.2.2.3 - Les tubercules

Les plus grandes valeurs de production d'igname ont été obtenues à Kandi pendant la décennie 1961-1970, avec une moyenne de 2000 à 2100 Ha et 15000 à 16000 tonnes. Pendant la décennie 1970, le graphe fait apparaître une baisse de la production jusqu'en 1980. La baisse de la production se prononce. On enregistre en effet la plus faible valeur de production, en 1990 : 2655,3 tonnes. Les surfaces et les rendements baissent en même temps que la production. Mais si le plus faible rendement est obtenu en 1990, 5300 kg/Ha, la plus petite valeur de surface consacrée à l'igname à Kandi est enregistrée en 1986.

Au total, les emblavures atteignent 2600 Ha en 1965, la production culmine à 20482 en 1971 tandis que les rendements ont atteint 11000 kg/Ha en 1971 et 1972. La tendance générale à la baisse est tout de même nettement remarquable.

Les emblavures en igname sont à Malanville moins importantes qu'à Kandi. Elles sont de l'ordre du millier. la plus forte production est de 1080 tonnes, obtenues en 1967 mais le rendement est faible. Ce dernier est important en 1971 (10500 kg/Ha) et en 1972, (10000 kg/Ha). Les surfaces cultivées sont très faibles: 180 Ha en 1967, apparaît comme la plus grande valeur sur trente années d'observation. En 1987, 1988, et 1989, le cumul donne un total de 3 Ha soit 1 Ha pour chaque année. La décennie 1961-1970 et les années 1971 et 1972 sont les années d'abondance d'igname à Malanville.

A Ségbana les tonnages sont à quelques exceptions près à l'image de ceux de Kandi. Les chiffres de production sont importants: en 1962, 22875 tonnes d'igname sont récoltées sur 3050 Ha avec un rendement de 7500 kg/Ha. De 1963 à 1972, on remarque une

croissance régulière de la production et des surfaces. Après une période de faible production, entre 1973 et 1976, la production reprend de l'importance jusqu'en 1990, mais sans une trop grande variation. La plus faible production se situe en 1976: 2804 tonnes réalisées sur 701 Ha soit 4000 kg/Ha. Le plus fort chiffre de rendement est obtenu en 1972 avec 12000 kg/Ha.

La production du manioc à Kandi intéresse surtout les décennies 1960 et 1970. Les fortes productions sont obtenues en 1964 et 1965, 8556 et 8400 tonnes. Les années 1974, 1975, 1976 et 1977 se distinguent également des productions importantes mais les meilleurs rendements ont été obtenus pendant les campagnes 1967 à 1973. Les plus grandes surfaces cultivées sont enregistrées en 1964 et 1965. En 1982, peu de terre a été affecté au manioc, 49 Ha seulement. De 1977 à 1987, Kandi connaît une période caractéristique de faible production en racine tubéreuse.

A Malanville la production du manioc n'est pas importante: 840 tonnes en 1970 apparaît comme la plus forte valeur. En 1984, 9 Ha seulement ont été consacrés à la culture du manioc, la production est de 45 tonnes. La production est en général significative dans les deux premières décennies. A partir de 1977, la baisse est nette. Les années 1988 et 1989 se distinguent néanmoins par leur production: 595 tonnes et 485. A Malanville, la production du manioc est tombée en désuétude depuis deux décennies. A Ségbana la situation est la même qu'à Malanville. Là, La séquence d'abondance se trouve centrée sur la période 1970-1980. On observe deux pics significatifs; l'un est observé en 1973 avec 770 tonnes, l'autre est observé en 1988 avec 624 tonnes.

Au total, il ressort de cette analyse que la production vivrière varie d'une localité à l'autre et d'une année à l'autre. Les céréales sont de loin les plus importantes. Le manioc, le haricot et l'arachide intéressent peu les populations du bassin de Kandi, tandis la production de l'igname décroît malgré la place de ce tubercule dans les habitudes alimentaires.

La situation du coton, la principale culture de rente, est tout autre.

1.2.2.4 - Le coton

Les tonnages du coton varient entre 193 et 10137 tonnes à Kandi. Les emblavures ont atteint 8922 Ha en 1990. Le meilleur rendement cultural est obtenu en 1984 avec 1617 kg/Ha. La production a régulièrement augmenté de 1961 à 1973. Mais les rendements sont restés faibles. Autrement dit, ce sont les surfaces cultivées qui augmentaient. Après 1973 l'augmentation des surfaces persiste jusqu'en 1980 alors que la production baissait régulièrement. A partir de 1981, on observe un accroissement significatif à la fois des

emblavures et des productions. Cependant de 1981 jusqu'en 1990, les productions sont supérieures aux emblavures. La tendance des valeurs lissées est nettement à la hausse.

Les chiffres de production du coton à Malanville sont moins importants qu'à Kandi. L'année 1983 n'a fourni que 25 tonnes. Par contre, on enregistre 1291 tonnes en 1986 et 1228 tonnes en 1989. Le plus fort rendement s'observe en 1984 avec 1333 kg/Ha. En 1983,

le rendement est de 1234 kg/Ha. Les surfaces ont crû régulièrement de 1961 à 1972, les productions aussi. Le lissage des valeurs donne une courbe à croissance régulière de 1961 à 1988.

Jusqu'en 1981, la production du coton à Ségbana se démarque à peine - des points de vue de la quantité et de l'évolution - de celle de la localité de Malanville. Les surfaces cultivées étaient toujours en hausse sans que la production ne soit véritablement élevée. En 1972 et 1973, années des plus fortes productions, les surfaces sont de 1212 et 1104 Ha. La production est de 1318 et 1779,81 tonnes soit un rendement de 1085 1225,97 kg/Ha . En 1989, on observe la plus forte valeur de production, 8457,9 tonnes avec 5126 Ha tandis que 1990 donne une production de 8260,44 tonnes avec 7246 Ha. Les moyennes mobiles indiquent un trend régulier, à la hausse, de 1961 à 1989.

En somme pour l'ensemble du bassin de Kandi (fig. n°7, p. 38), les céréales se retrouvent en tête tant pour les superficies, 20597,1 Ha, que pour les productions, 15076,1 tonnes. Avec 5941,7 Ha, les légumineuses apparaissent comme la seconde catégorie de culture importante. Le coton vient ensuite 5754,9 Ha avant les tubercules, 3390,1 Ha. Les tonnages de tubercules l'emportent cependant sur ceux des autres catégories de cultures. Les céréales occupent la seconde place avec 15076,1 tonnes. Malgré l'importance des surfaces consacrées aux légumineuses, les tonnages sont moins importants que ceux du coton, (carte n° 9, p. 39).

La production agricole peut augmenter ou diminuer selon que les surfaces cultivées sont plus ou moins importantes. Les bonnes semences et les techniques culturales contribuent à accroître la performance des cultures et par ricoché améliore la production. Mais l'élément fondamental qui rythme l'activité agricole voire l'activité socio-économique sur le bassin de Kandi est d'abord et avant tout la pluie. Celle-ci varie dans le temps et dans l'espace et peut déterminer une bonne ou une mauvaise récolte.

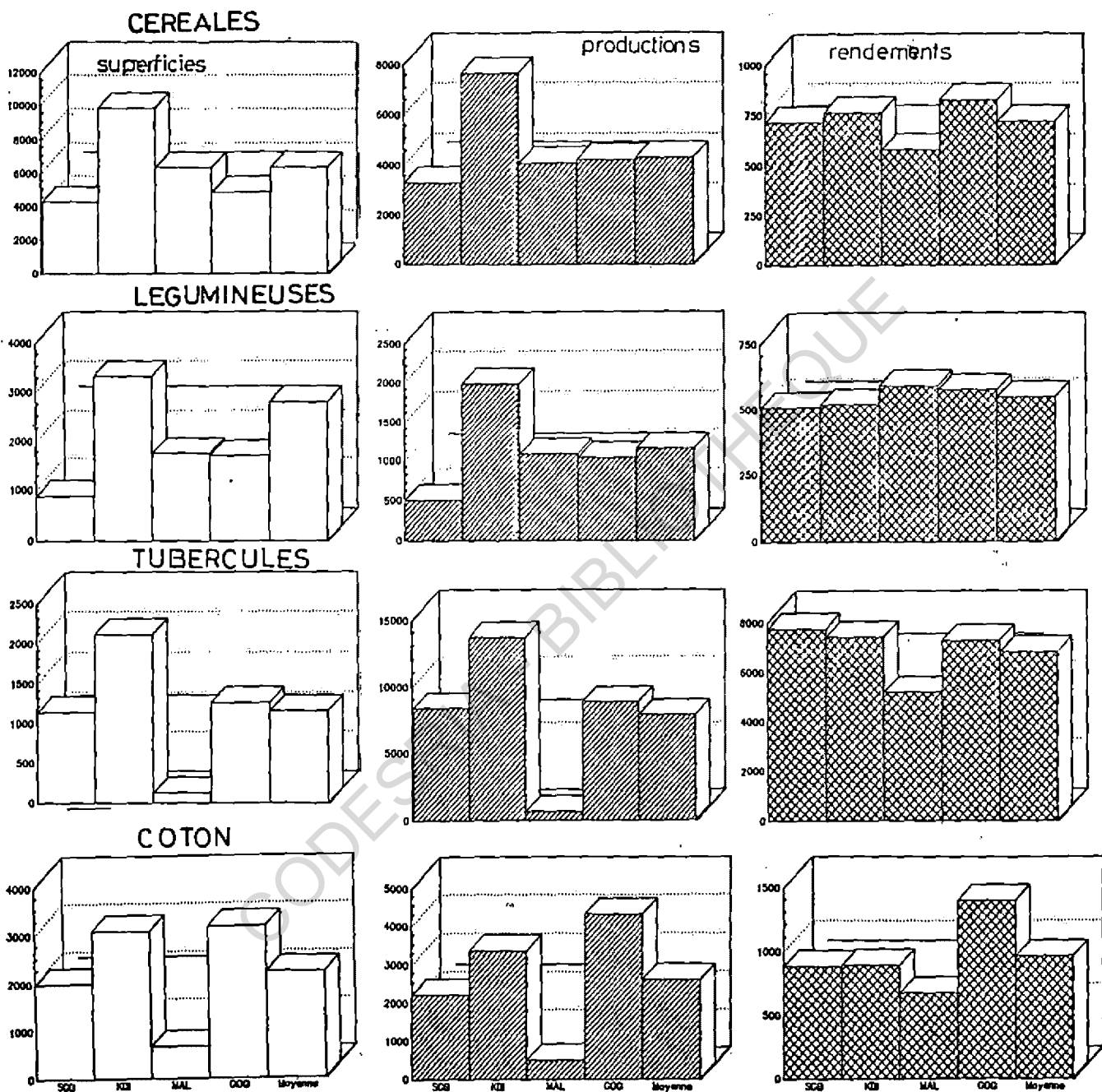


Fig. n° 7 : Production moyenne par catégorie de culture.

BASSIN DE KANDI
REPARTITION PAR CATEGORIE
DES PRINCIPALES CULTURES

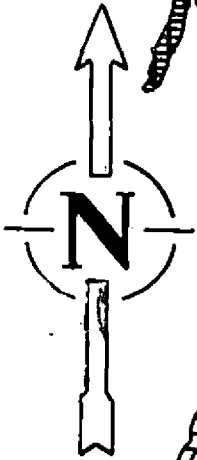
Superficies (Ha)

Productions (T)

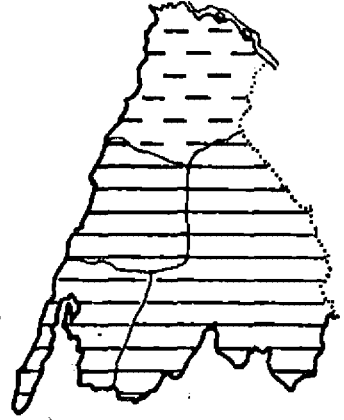
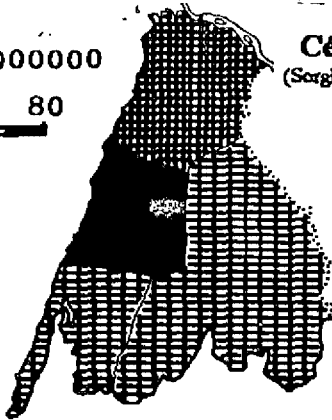
Rendements (Kg/Ha)

Echelle : 1/4000000

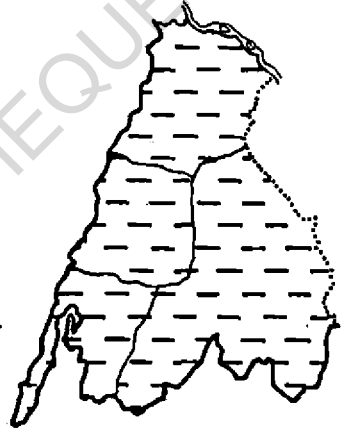
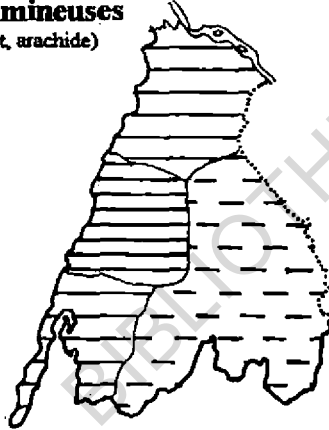
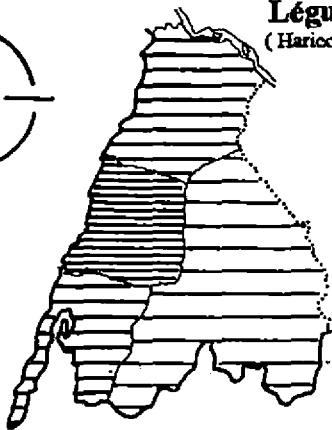
40km 0 40 80



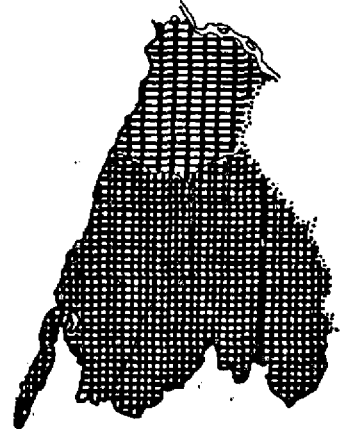
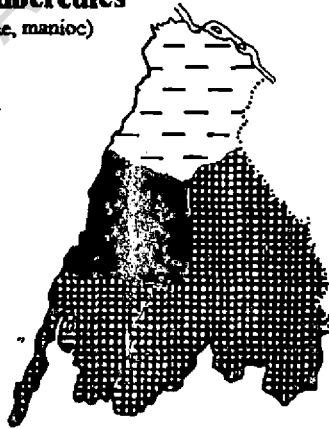
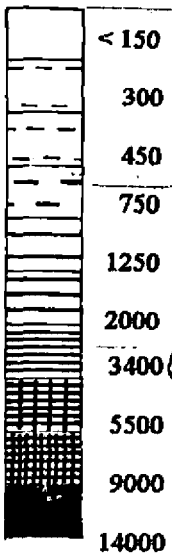
Céréales
(Sorgho, maïs, riz)



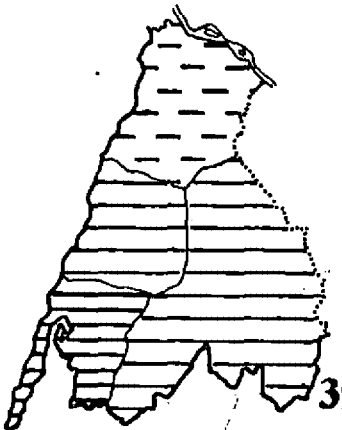
Légumineuses
(Haricot, arachide)



Tubercules
(Igname, manioc)



Coton



Chapitre deuxième : VARIABILITE DES RESSOURCES EN EAU ET DYNAMIQUE DES PRODUCTIONS AGRICOLES

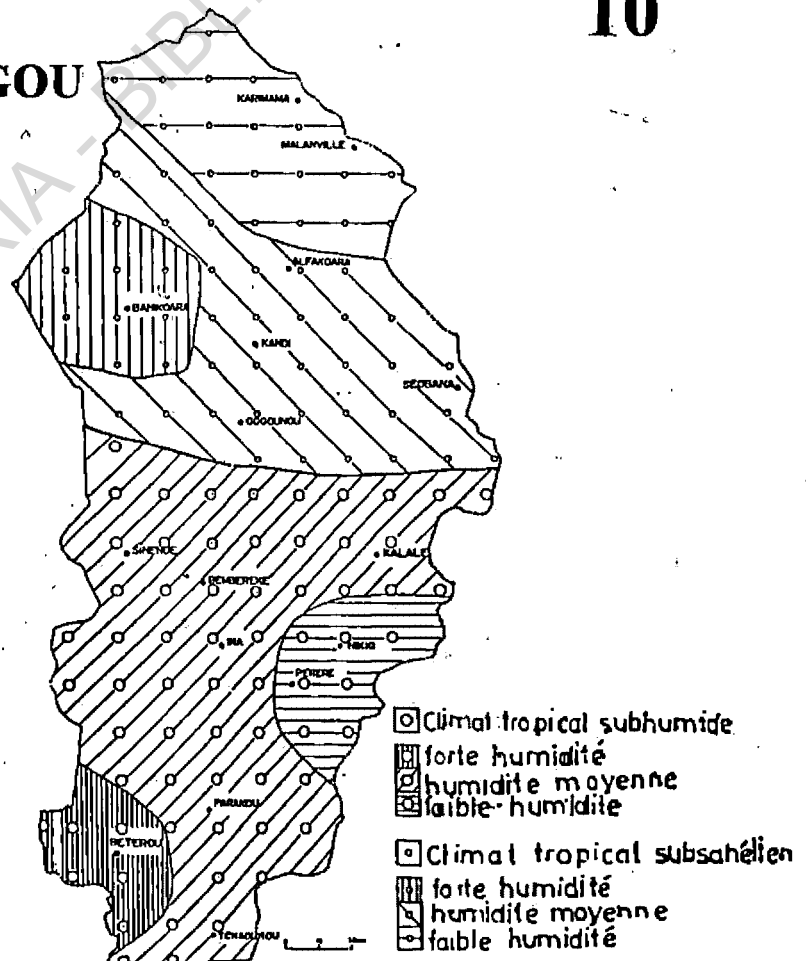
Les manifestations climatiques de l' Afrique Occidentale ont été largement examinées dans leur détail par beaucoup de travaux, , *B. FONTAINE* (1988) *M. LEROUX* (1983), *S. JANICOT* (1988), *V. MORON* (1993)... Bien d'autres recherches ont exposé le cas spécifique du Bénin , *M. BOKO* (1988), *F. AFOUDA* (1990), *E. B. BOKONON-GANTA* (1987). D'importants travaux ont été effectués depuis 1988 par le Laboratoire de climatologie de l'Université Nationale du Bénin. On peut citer *S. ISSA- MAMAN* (1990), *ZIME C. Amadou* (1992), *T. A. CONGAKOU* (1991). Le Borgou a été spécifiquement abordé par *I. ABDOULAYE* (1992) (carte n°10).

Il ressort de cet essai que l'ensemble du bassin de Kandi est sous influence du climat tropical subsahélien avec sept mois sec et trois mois humides. Le total pluviométrique varie entre 1000 mm et 800 mm en allant du sud au nord.

TYPOLOGIE DES CLIMATS DU BORGOU

10

D'après ABDOULAYE
Issifou, 1992.



2.1. LA DYNAMIQUE DE L'EAU

"La compréhension des faits géographiques les plus simples nécessite souvent une référence au climat et aux phénomènes météorologiques qu'il intègre"⁽⁹⁾. Sur le bassin de Kandi comme partout ailleurs au Bénin, seul le critère pluviométrique permet de caractériser le climat. C'est donc le paramètre précipitation qui sera examiné dans ce chapitre.

2.1.1 - La circulation atmosphérique générale en hivernage: facteurs explicatifs de la variabilité de l'eau

Compte tenu des objectifs fixés au départ pour cette étude d'une part et du peu d'intérêt de la saison sèche pour les activités agricoles d'autre part, seule la situation de la saison pluvieuse est évoquée.

Le type de temps de la saison pluvieuse est régi dans toute la ceinture intertropicale par le balancement saisonnier méridien de la zone de convergence intertropicale ZCIT, limite entre les circulations atmosphériques des deux hémisphères météorologiques. Sur le sous continent ouest-africain, ce mouvement est amplifié par la dépression thermique de surface qui se développe en été boréal et qui induit un phénomène d'aspiration. C'est le moment de l'hivernage qui correspond à la pénétration du flux de mousson frais, d'orages, de lignes de grains, d'amas convectifs ou poussées de mousson (zones B, C1, C2 de l'équateur météorologique).

2.1.1.1 - Mouvement saisonnier de la ZCIT, cellule de Hadley, Cellule de Walker et Southern Oscillation

La ZCIT et la cellule de type Hadley en été boréal sont responsables de la variabilité interannuelle des précipitations en Afrique de l'Ouest.

D'après *S.E. NICHOLSON* cité par *B. FONTAINE*, une récession correspondrait sous nos latitudes, à une intensification de la cellule de Hadley de l'hémisphère Nord. Bloquée près de l'équateur, la cellule intensifierait la subsidence sur le Sahel par sa branche descendante. Ce cas de figure serait observé en 1972 et 1967. Certains auteurs indiquent, en année déficitaire, une diminution de l'activité de la cellule de Hadley de l'hémisphère sud.

(9) Commentaire de l'éditeur sur la couverture de la nouvelle édition revue de VIERS G. (1968), *Elément de climatologie*. Collection Géographie, F. NATHAN, Paris, 224 pages.

Le système reliant les anomalies des courants de surface et de subsurface de l'océan Pacifique avec d'autres telles que les anomalies de la circulation de la cellule de Walker du Pacifique est connu sous le nom de ENSO (El Niño Southern Oscillation). L'ENSO anormal paraît avoir une influence négative sur la pluviométrie ouest-africaine⁽¹⁰⁾.

2.1.1.2 - Circulation régionale et locale.

Les anticyclones des Açores et de Sainte-Hélène, la température de la surface de la mer, les variations régionales dans le déplacement de la ZCIT et le flux de mousson du sud et les lignes de grains sont les principaux facteurs qui interviennent dans les variations pluviométriques autour du sous continent ouest-africain⁽¹¹⁾.

La circulation estivale moyenne de l'Afrique Occidentale est dans ses grands traits assez simple. Le flux humide de secteur Sud-ouest pénètre le continent plus ou moins profondément en fonction du gradient de pression et du gradient thermique qui s'installent entre l'Océan relativement frais et le désert surchauffé. En altitude, un flux d'Est généralisé circule à contre courant et sert de lit aux perturbations pluvieuses. Ce flux d'Est est marqué par deux axes de vents forts:

- le Jet Tropical d'Est, JTE, d'échelle planétaire venu des confins tibétains et du Sud-est asiatique qui se remarque particulièrement au niveau 150 hPa,
- le Jet d'Est Africain JEA résultant principalement de l'inversion du gradient thermique méridien dans les couches moyennes et qui intéresse surtout le niveau 600 hPa au dessus de la zone sahélienne.

Les mois anormalement secs ou anormalement pluvieux seraient liés:

- aux renforcements ou affaiblissements de pressions et de géopotential dans les couches moyennes sahéliennes,
- aux affaiblissements ou renforcements du champ de pression en surface sur le golfe de Guinée, sur la bordure nord de la cellule de Sainte-Hélène.
- à une position plus méridionale ou septentrionale de la trace au sol de la ZCIT - le Front Inter Tropical (FIT) - au dessus de la région.

⁽¹⁰⁾ FONTAINE B. (1988) : Etat moyen et dynamisme de la troposphère ouest-africaine : évolution saisonnière et variation selon la pluviosité d'hivernage, in « Climats et climatologie », volume d'hommage offert au Professeur Pierre. Pagny, pp. 185-204.

⁽¹¹⁾ PAGNEY P. (1976) : Les climats de la terre. Masson, Paris 115 p. et PEGUY P. Ch. (1970) : Précis de climatologie. 2è édition revue et remaniée 468 p..

De ce fait, le flux de mousson arrive aux latitudes du bassin sédimentaire de Kandi déjà affaibli et altéré, hygrométriquement parlant, par la longue traversée de l'interland continental. Les corrélations effectuées entre ces précipitations et quelques autres paramètres du climat montrent qu'il existe une certaine liaison entre l'évolution simultanée des paramètres considérés à l'échelle interannuelle.

A l'échelle annuelle, on constate que pour les années déficitaires, le nombre de jour de pluie (NJP) diminue dans 75% des cas. La température augmente dans 66,7% des cas. L'humidité relative diminue dans les mêmes proportions que la température tandis que la durée d'ensoleillement s'accroît dans 50% des cas. Quant à la vitesse du vent, elle s'affaiblit pour 57% des cas.

En année d'excédent pluviométrique, le NJP est élevé, dans 75% des cas, la température est basse alors que l'humidité relative et la vitesse du vent s'accroissent, 66,7 et 50% des cas. En années moyennes la situation est plutôt hétéroclite et la catégorisation se révèle difficile.

Au total on remarque que les pluies sont aussi bien sous influences relatives des conditions géographiques de l'espace étudié que celles météorologiques plus ou moins éloignées de cet espace.

2.1.2 - L'eau dans le paysage : les fondements pluviométriques des ressources en eau.

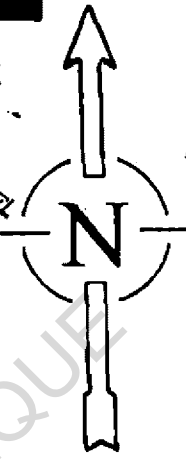
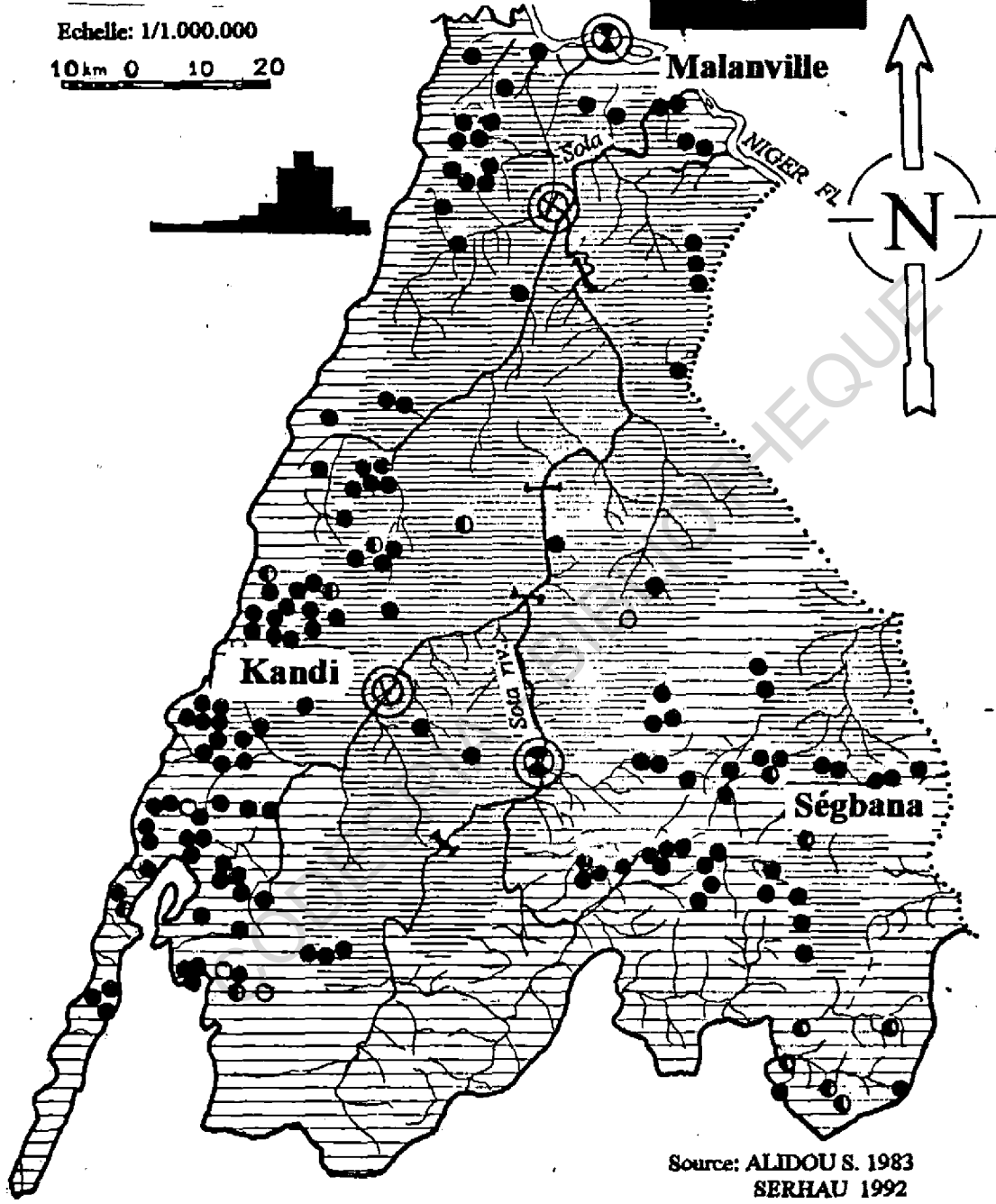
Les eaux de surface sont pour l'essentiel en liaison directe avec l'eau de pluie sur le bassin de Kandi (Carte n°11, p. 44). Dans ces propos, les eaux souterraines fossiles, captives, ou géologiques sont exclues en raison de leur grande profondeur, donc leur inaccessibilité aux communautés rurales. Par contre, les eaux de surface, notamment les cours d'eau.

Le temps de réponse entre les pluies et l'écoulement peut se révéler ainsi parfois très court même pour les cours d'eau les plus importants, cela, malgré l'encaissement. Du Sud vers le Nord, autour de la Sota s'organise un réseau dendritique qui connaît des manifestations hydrologiques spectaculaires. En période humide, les eaux montent brutalement. Grossie alors par d'innombrables petits ruisseaux, la rivière déborde parfois son lit et revêt à l'occasion un caractère torrentiel.

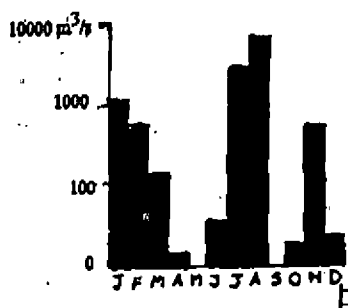
Mais le régime n'atteint son paroxysme qu'en Septembre et octobre. Le pic hydrologique a alors un léger décalage de un mois sur le pic pluviométrique. Le fleuve Niger en ce qui le concerne, admet un régime bimodal à la station de Malanville : le pic de Janvier à Avril est déterminé par l'arrivée des eaux issues des précipitations sur les régions

**BASSIN DE KANDI
HYDROGRAPHIE
ET HYDROLOGIE**

Echelle: 1/1.000.000
10km 0 10 20



Source: ALIDOU S. 1983
SERHAU 1992



- Station limnigraphique avec abris ARGOS pour télétransmission des données
- Projet d'abris ARGOS
- Puits
- Forage équipé de pompe manuelle
- Forage en projet
- Potentialité en eau favorable

- Potentialité en eau très favorable
- Cours d'eau saisonniers
- Cours d'eau permanents
- Site potentiel pour petite centrale hydroélectrique
- Cascade ou rapide

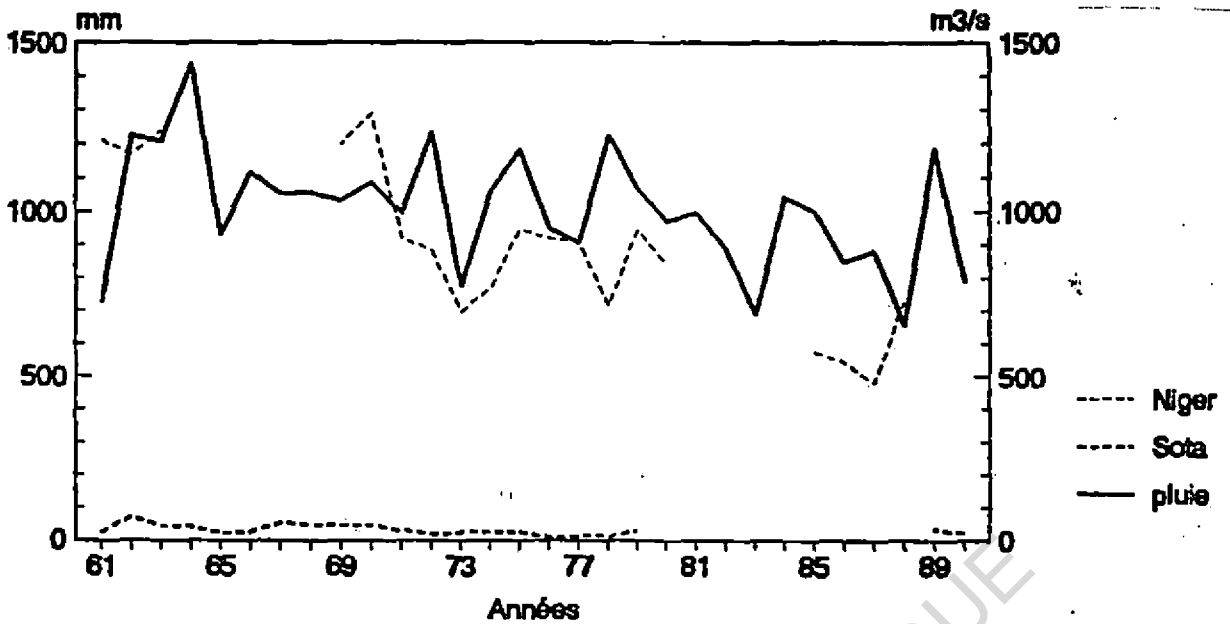


Fig. n° 8 : Evolution comparée des pluies et des débits annuels.

guinéo-maliennes, tandis que le second pic d'août à janvier est engendré par les précipitations sur les bassins versants des affluents de la rive droite en territoire du Bénin: la Mékrou, l'Alibori et la Sota. Les basses eaux se situent en Mai, Juin et Juillet. Les variations interannuelles (Fig. n°8) des débits moyens sont aussi dictées par l'évolution des pluies.

Les mécanismes de régulation entre les systèmes souterrains et de surface entrent en jeu tant en période humide ou d'abondance qu'en période de déficit (période sèche). Dans ces échanges interviennent des éléments lithologiques, stratigraphiques et hydrologiques.

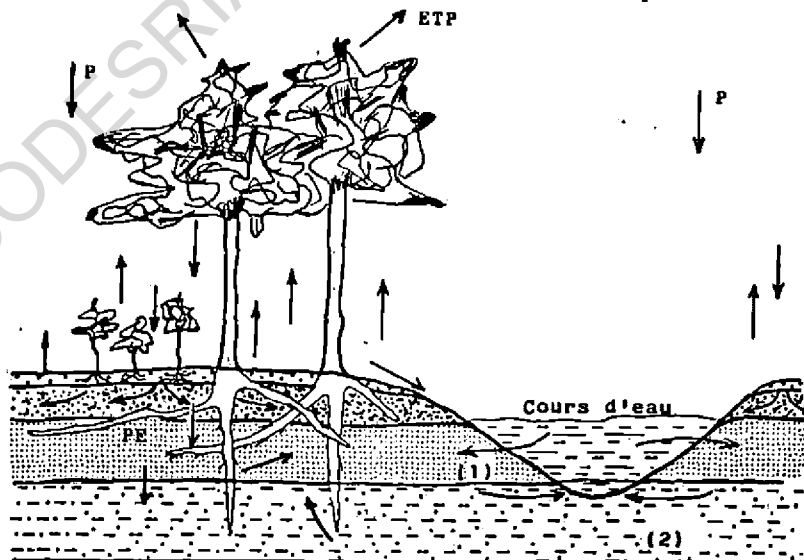


Fig. n° 9 : Schéma de l'organisation des échanges de l'eau dans le paysage.

P : précipitations, PE : percolation, ETR : évapotranspiration réelle,

~ Niveau piézométrique des hautes eaux ~ Niveau piézométrique de basse eaux

▨ Domaine non saturé ▨ Domaine de fluctuation ▨ Domaine saturé

En période de hautes eaux, le surplus de volume est déversé dans la nappe phréatique la plus proche (1). En période de basses eaux, on assiste plutôt à une alimentations des nappes vers le lit (2).

Mais il faut compter, dans ces mouvements de l'eau, avec une situation d'inertie de la nappe phréatique par rapport au lit. Les nappes ne sont chargées que suite à la " saturation" du lit. Le type d'échange décrit ici se passe sur matériaux perméables. Lorsque le matériau affleurant est imperméable et repose sur du matériau perméable, le cas des nappes semi-captives, l'échange s'effectue dans un seul sens c'est-à-dire de la nappe vers le lit. Lorsque le matériau est perméable sur une grande épaisseur, on assiste à une perte de débit du cours d'eau par infiltration. L'échange peut en outre être perturbé par l'installation d'un forage dont le débit est supérieur à 100 m³.

Ces indications sur la nature des échanges pluies-eaux de surface et eaux souterraines sont sommaires car il n'a pas été possible d'effectuer des mesures sur le terrain pour étayer cette analyse ne serait-ce que pour quelques sections de rivières. Toutefois, on peut déjà apprécier l'importance des précipitations dans le système et ajouter aux éléments lithologiques stratigraphiques et hydrologiques, responsables de la variabilité des ressources en eau, un autre paramètre non moins important: la variabilité pluviométrique.

2.1.3 - Rythme et régime pluviométriques sur le bassin de Kandi

Les précipitations sont irrégulières. La hauteur moyenne des pluies varie pour la normale étudiée, entre 1006,5 mm à Kandi au Sud et 796 mm à Malanville plus au nord, soit un gradient latitudinal de 1,8 mm par kilomètre dans des conditions supposées optimales. La Fig. n°10, p. 47, récapitule les anomalies observées sur les trois stations.

Il apparaît deux grands groupes d'années: le premier groupe, de 1961 à 1979 constitue le groupe des années de pluviométrie supérieure ou égale à la moyenne et le second groupe matérialise une période de récession assez nette allant de 1980 à 1990. La variabilité spatio-temporelle des précipitations est importante. L'année 1988 était par exemple très déficitaire à Kandi alors qu'à Malanville il s'agissait d'une année très pluvieuse. La catégorisation des années à l'aide des quintiles permet d'aboutir au constat ci-après :

2.1.3.1 - Variabilité spatio-temporelle en année excédentaire

Les précipitations des années 1962, 1964, 1975, 1978 couvrent à 100 % le bassin sédimentaire de Kandi. Au nombre des années excédentaires il faut ajouter les années suivantes: 1963, 1966, 1968, 1972, 1974, 1984 pour Kandi, et, 1977, 1985, pour Malanville.

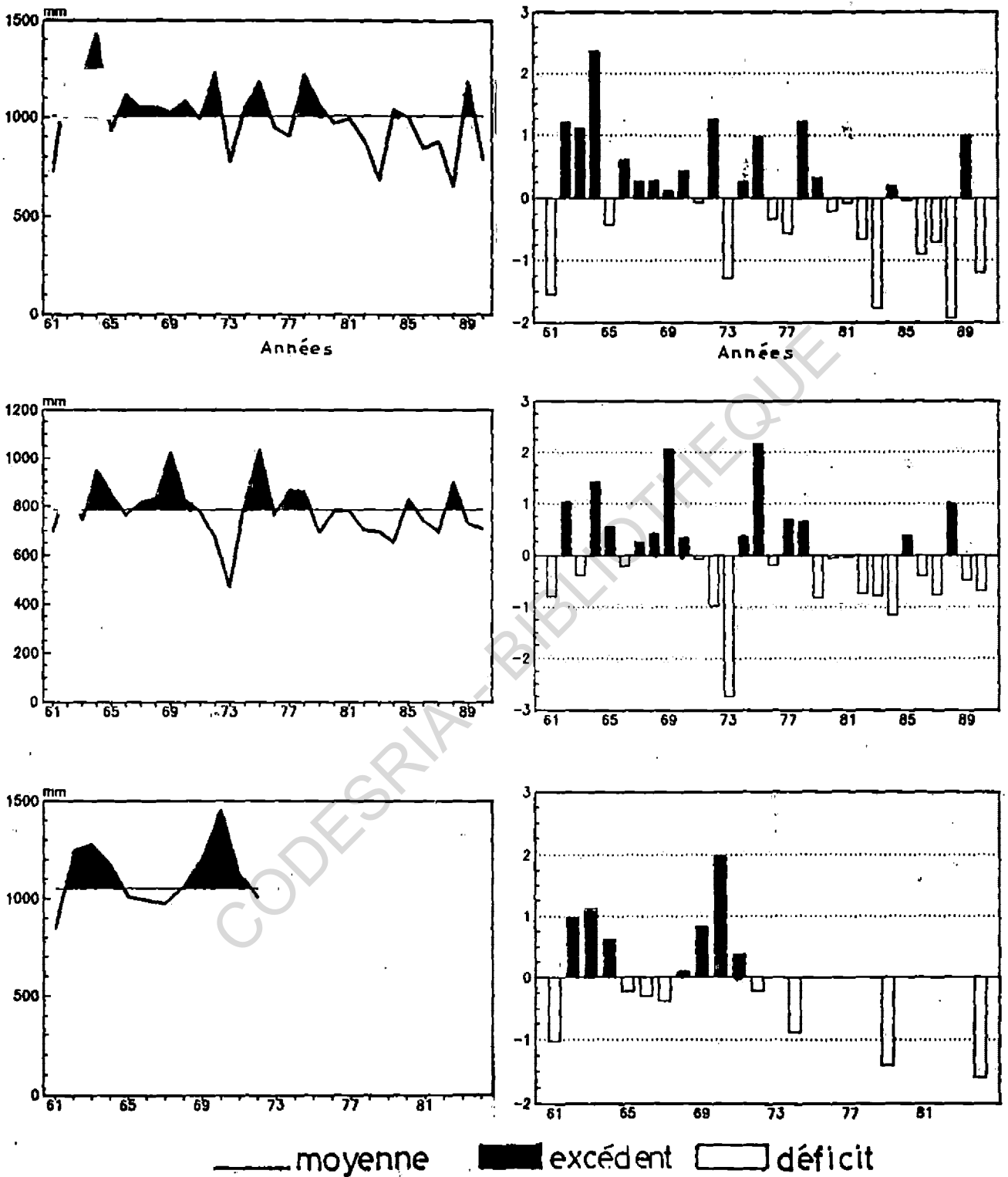


Fig. n° 10 : Evolution de la pluie et des écarts centrés et réduits de la pluie de 1961 à 1990.

En 1962, le maximum pluviométrique était centré sur le mois d'août pour toutes les stations: 360 mm à Kandi, 250 mm à Malanville et 428 mm à Ségbana. Il a plu de mars à novembre soient 8 mois pour Kandi et Ségbana et d'avril à Octobre pour Malanville. En 1964, on compte également 8 mois de pluies et on observe le pic en août avec 548 mm à Kandi, 319 mm à Ségbana 267,4 mm à Malanville (cartes N°12, p. 49).

En 1974, les pluies ont débuté à Kandi en Avril et ont cessé en octobre (7 mois avec un pic en Juillet). En 1963, elles ont commencé plutôt en Février. Après un arrêt durant tout le mois de Mars, les pluies reprennent en Avril et s'arrêtent en Octobre.

2.1.3.2 - Variabilité spatio-temporelle en années moyennes

En 1977, la station de Kandi compte 8 mois de pluies qui atteignent leur paroxysme en septembre avec 307,7 mm enregistrées en 24 jours. A Malanville on a 5 mois bien arrosés. Les pluies ont commencé en Mars. Elles marquent un arrêt et reprennent en Avril et finissent en Octobre. Le pic est observé au mois d'août 277 mm en 15 jours

En 1971, les pluies ont démarré en Février et ce sont interrompues en Octobre. Mais ici, le pic s'observe en Juillet (300,5 mm en 20 jours). Cinq mois (Mai à Septembre) sont intéressés par les pluies à Malanville cette même année. Toutefois la saison a débuté plus tôt (Février) mais il eut une récession en Avril. Le maximum pluviométrique s'observe en Août, soit 294 mm en 15 jours.

La station de Kandi enregistre en 1981 sept mois de pluies (Avril à Octobre). Le mois de Juillet enregistre la plus forte hauteur de pluie: 283,8 mm en 15 jours. A Malanville, six mois sont arrosés, Avril-Septembre.

2.1.3.3 - Variabilité spatio-temporelle en années déficitaires

Trois années s'imposent dans cette catégorie, ce sont: 1961, 1973 et 1983.

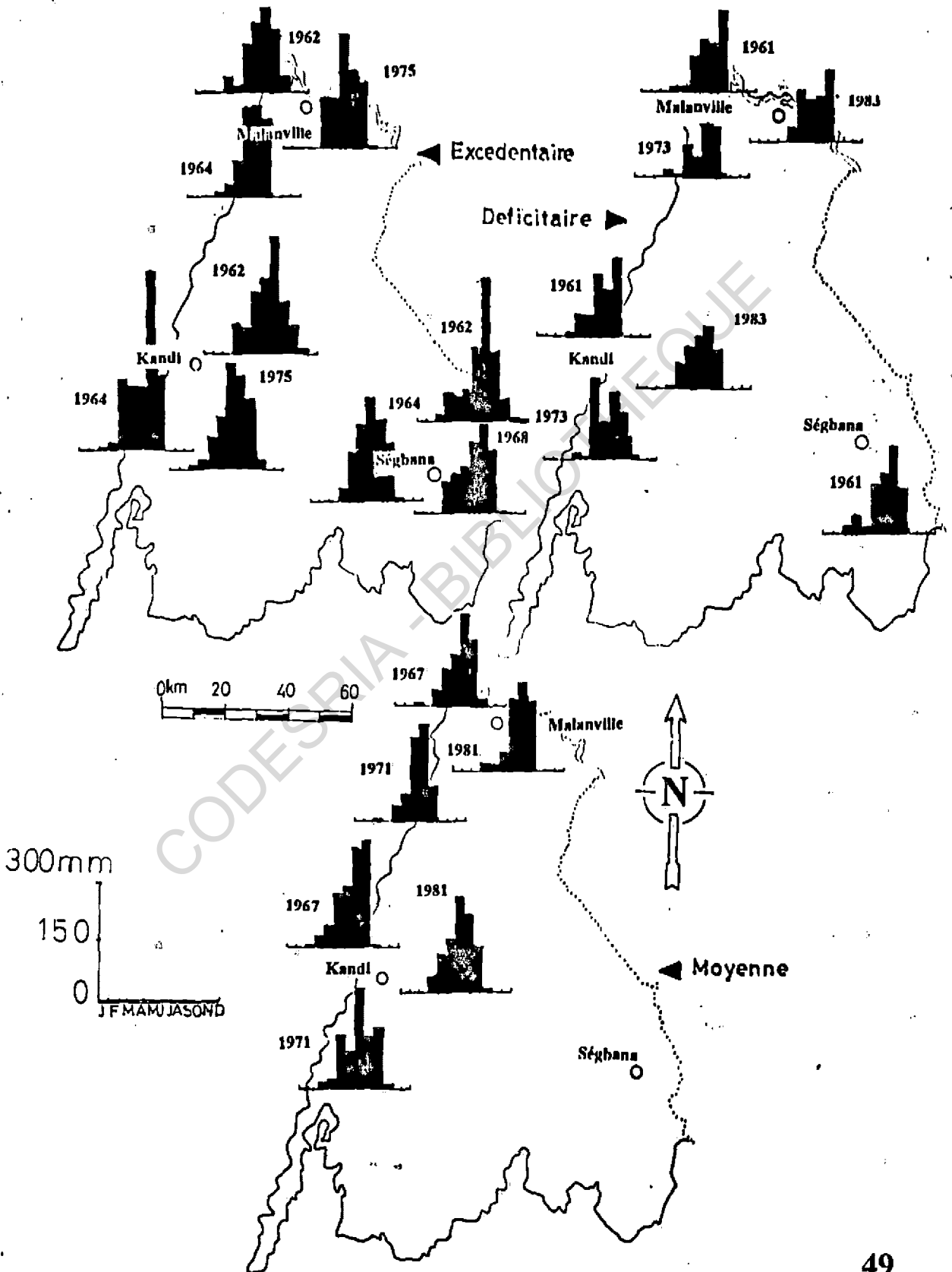
En 1961, il a plu à Kandi comme à Malanville pendant six mois allant d'Avril à Septembre.

En 1973, on compte 7 mois de pluies partout. Elles vont d'Avril à Octobre pour Kandi.

BASSIN DE KANDI

12

VARIABILITE SPATIO-TEMPORELLE
DES PRECIPITATIONS



A Malanville, les pluies commencent en Mars. Pour Kandi, la pointe se situe en Juin 252 mm en 15 jours tandis qu'à Malanville elle s'observe en Août 142,7 mm en 13 jours. Sur les 7 mois précédemment annoncés, seuls 4 tranchent et présentent des cumuls pluviométriques significatifs

En 1983, les pluies débutent en Avril et finissent en Septembre à Kandi; le pic est observé en Août, 187,4 mm en 15 jours. A Malanville, 6 mois sont pluvieux; il s'agit de : Mai, Juin, Juillet, Août, Septembre. Le maximum pluviométrique se situe en Septembre avec 220,9 mm en 9 jours. D'autres années déficitaires retiennent l'attention, ce sont : pour Kandi, 1988 qui se révèle la plus sèche en 30 ans pour cette station avec 655,1 mm en 66 jours de pluies et pour Malanville, 1984, avec 654 mm d'eau. On peut citer aussi les années 1972, 1976, 1982, 1986, 1987, 1990.

De l'analyse de ces figures se dégagent les constats suivants :

- l'extrême fluctuation du rythme pluviométrique. A l'inégale répartition en quantité et en intensité, il faut ajouter les décalages des démarrages de la saison des pluies, les récessions ou poches de sécheresse observables parfois pendant la saison humide surtout pour les années déficitaires.

- les pluies commencent en Mars ou Avril, quelque fois en Mai, culminent en Juillet, Août ou Septembre et offrent de ce fait une saison pluvieuse bien centrée sur l'été boréal.

- l'arrêt brutal des pluies observé sur toutes les années et toutes les stations en Septembre ou Octobre. On compte parfois jusqu'à 200 mm d'écart entre le dernier mois pluvieux et le premier mois de l'après saison humide (232 mm pour Septembre et 0 mm pour Octobre en 1964 à Kandi).

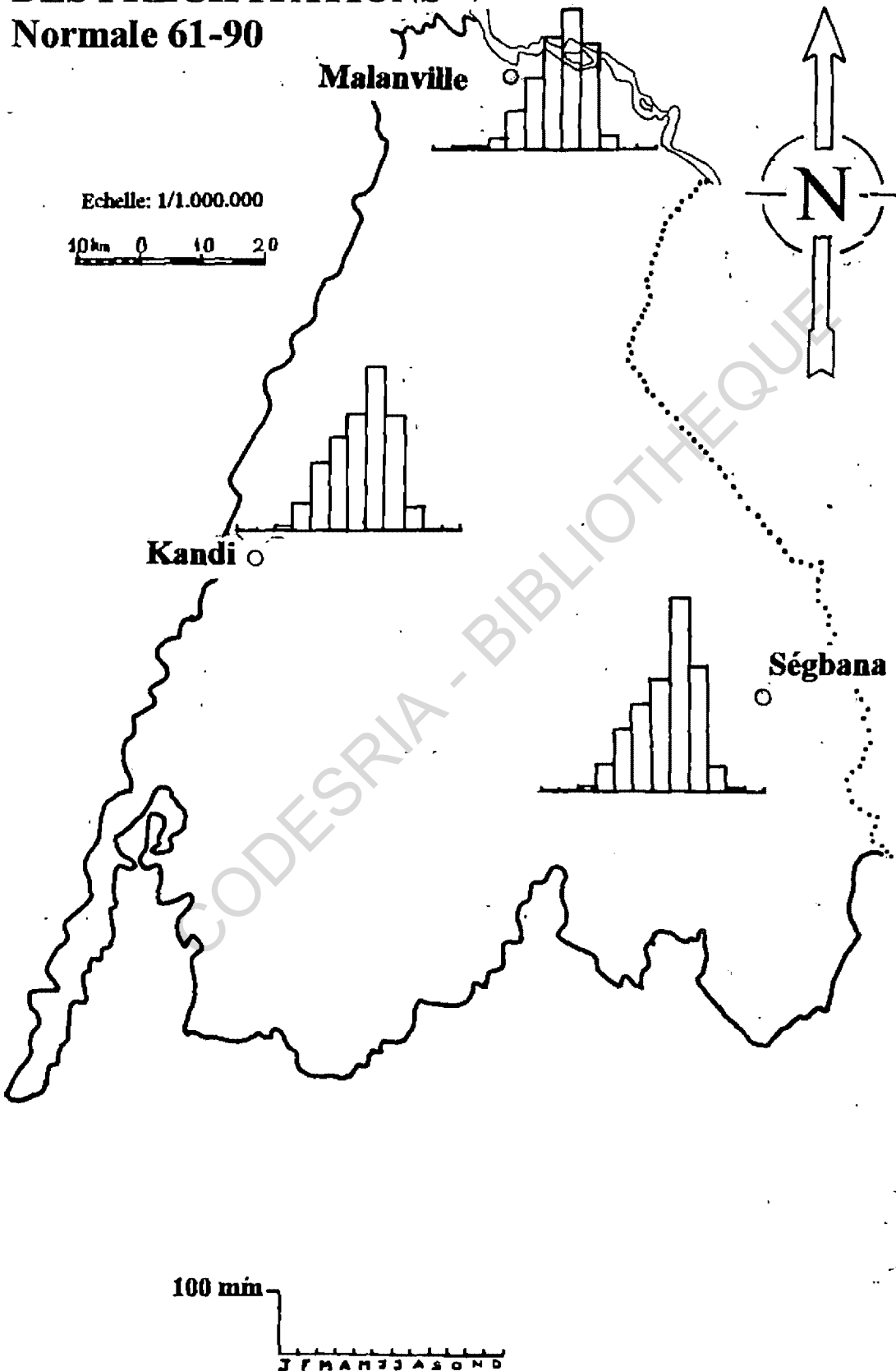
- et enfin la disparité entre le nombre de jour de pluies et la quantité de pluie d'un même mois considéré.

Ces considérations ont conduit à l'établissement de la **Carte n°13, p. 51.**

BASSIN DE KANDI

VARIABILITE SPATIO-TEMPORELLE
DES PRECIPITATIONS

Normale 61-90



Le paramètre précipitations est difficile à décrire car d'une part, du point de vue statistique, les cumuls pluviométriques s'éloignent souvent des populations gaussiennes et d'autre part, du point de vue météorologique, les précipitations présentent sous nos cieux un aspect convectif local très marqué, ce qui se traduit par une variation spatio-temporelle élevée et difficile à appréhender avec des images ponctuelles dans le temps et dans l'espace.

L'analyse des chroniques montre l'existence des séquences de périodes sèches, des séquences de périodes humides (cf. § 2.1.3), une persistance dans les anomalies (10 à 15 ans) avec des écarts à la moyenne importants (30 à 50 %). La période 1968 à 1990 s'individualise nettement par sa longueur et son intensité. La séquence 1980 à 1990 est statistiquement différent de la séquence 1961 à 1970.

Il a été indiqué que la seule étude statistique endogène de la pluviométrie était insuffisante pour comprendre et espérer prévoir ses variations dans le temps et dans l'espace. Il est alors nécessaire d'introduire des facteurs explicatifs, faisant intervenir des concepts physiques.

Dans tout ce qui précède, il a été question de la répartition spatio-temporelle de l'eau de pluie en surface, et de ce qui engendre cette répartition. Il convient maintenant d'envisager le comportement de l'eau dans le sol afin d'apprécier ce qui est échu aux plantes cultivées et bien entendu l'incidence de la disponibilité en eau sur la production.

2.2 - L'EAU ET LES CULTURES

2.2.1 - Disponibilité de l'eau de pluie: bilans d'eau

La quantification de la disponibilité en eau est possible à partir du calcul des bilans de l'eau. Il s'agit principalement du bilan climatique $P - ETP$ à partir duquel sont calculés les indices d'humidité $I_h = (P - ETP) / ETP$ (Annexe 2), et le bilan hydrique du sol ou bilan agroclimatique, dont les résultats et leurs interprétations font l'objet des lignes qui suivent.

2.2.1.1 - Bilan climatique et indices d'humidité

Kandi compte sept mois secs allant de janvier à avril, puis de octobre à décembre. Les mois de Mai et Juin sont mi-humides et mi-secs. Les mois humides sont au nombre de trois à savoir Juillet, Août et Septembre. Ces caractéristiques d'humidité s'observe

également à Ségbana où le mois d'Août présente une humidité supérieure à 2 en 1962, 1963, 1970 et 1979. La station de Malanville n'admet pas de mois excessivement humide. Le mois d'Août se trouve être ici aussi le plus humide, puis viennent respectivement Juillet et Septembre. Cette station compte huit mois secs, de Janvier à Mai et Octobre à Décembre.

2.2.1.2 - Bilan agroclimatique

En 1968, on compte à Kandi 11 décades de disponibilité de la réserve utile (RU). La RU s'est entièrement reconstituée à la troisième décade de Juin et s'est épuisée après la première décade d'Octobre. A Malanville on a 12 décades : de la deuxième décade de Juin à celle d'Octobre. Sur le reste de l'année, le déficit d'évaporation s'étend de Janvier à Mai, puis d'Octobre à Décembre. En outre l'eau s'est écoulée de Juin (2^e décade) à Septembre (1^{ère} décade).

En 1975, la reconstitution de la réserve utile a débuté à Kandi en Juillet (2^e décade). Elle atteint même la valeur maximale (100 mm) dès la décade suivante, se maintient pendant les deux mois qui suivent avant de s'épuiser à la mi-October. Ici aussi, les mois de Janvier à Avril (excepté la 2^e décade du mois) et mi-October à Décembre sont restés secs; l'écoulement intéresse ici deux décades. A Malanville, douze décades satisfont les besoins en eau des plantes. La reconstitution de la réserve utile a débuté à la 2^e décade de Juillet, l'épuisement intervient à partir d'October. La demande atmosphérique est très élevée en période sèche: Janvier à Avril et October à Décembre.

En 1978, à Malanville la reconstitution de la réserve utile commence fin Juin et s'interrompt tout le mois de Juillet; elle reprend dès la 1^{ère} décade d'Août pour amorcer son épuisement en October, soient deux mois de disponibilité. A Kandi, l'interruption intervient de la 2^e décade de Juin à la 1^{ère} décade de Juillet; la reconstitution atteint rapidement son paroxysme à la 3^e décade de Juillet jusqu'à la fin Septembre, d'où l'épuisement s'amorce. On compte ainsi 11 décades de RU satisfaisantes.

En année de déficit pluviométrique 1973, la RU s'est à peine reconstituée (2^e décade de Septembre). Elle disparaît aussitôt dès la décade suivante (mois d'octobre) sans avoir atteint la valeur maximale. 34 Décades sont sèches sur 36 en 1973; il n'y a du tout pas eu d'écoulement. Par contre on dénombre le plus grand nombre de décades de déficit d'évaporation. A Kandi, la situation est moins sévère; on a 7 décades de période végétative ou pouvant favoriser la végétation. La reconstitution remonte de la 1^{ère} décade de Juillet jusqu'à la 2^e décade de Septembre avec une poche sèche (3^e décade de Juillet). à la 3^e décade, la réserve facilement utilisable n'est plus qu'à 4,1 mm d'eau. La sécheresse s'étend de Janvier à Mai et de mi-October à Décembre.

En 1983, Kandi est marqué par la sécheresse. La reconstitution de la réserve facilement utilisable (RFU) n'est intervenue qu'à la 2^e décennie d'Août; elle s'interrompt pour une décennie avant de reprendre à la 3^e décennie et se maintient jusqu'à la 1^{ère} décennie d'Octobre seulement; soient cinq décades de disponibilité en eau. La sécheresse s'est en revanche étendue sur 31 décades. En 1983, la reconstitution de la RU a pris du temps. Une pluviométrie abondante de la 2^e décennie de Juin détermine d'abord, une 1^{ère} disponibilité quoique mineure, à la 1^{ère} décennie de Juillet. Les plantes manquent ensuite d'eau pendant un mois avant qu'il y ait reprise à la deuxième décennie d'Août. La RU ne connaît sa valeur maximale en cette année qu'en septembre (2 décades) et Octobre (1 décennie). Une amorce de baisse s'observe dès la 2^e décennie de ce dernier mois; l'épuisement intervient quelques jours après. Marquée par un retard dans un premier temps, l'année 1983 enregistre également en pleine saison humide une longue période sèche dommageable aux plantes. Ici aussi, l'importance du déficit d'évaporation est à remarquer. L'écoulement n'a intéressé que le mois de Septembre. La période humide s'est installée sur huit mois avec un mois sec intercalaire.

En 1987, la reconstitution de la RU à Malanville s'est effectuée entièrement à la deuxième décennie de Juillet. La RU ne s'épuise qu'à partir de début Octobre alors que la pluie est tombée depuis la 3^e décennie de Mars. Seulement la sécheresse des cinq suivantes décades ont rendu inefficaces ces précipitations. A Kandi, huit décades ont été susceptibles de fournir de l'eau aux plantes. Mais la reconstitution s'est faite très difficilement. La RU est maximale aux premières décades de Septembre et Octobre. Elle diminue aussitôt à la deuxième décennie d'Octobre. Un manque à gagner de 120 mm et 46,5 mm s'observe après les forts cumuls décadaires de Août (3^e décennie).

En ce qui concerne les années moyennes, en 1967 à Kandi, la RFU devient importante de la dernière décennie de Juillet à la 1^{ère} décennie d'Octobre, date après laquelle elle s'épuise brutalement. On compte néanmoins 8 décades satisfaisantes contre 5 à Malanville. De la 3^e décennie d'Août à la 1^{ère} décennie d'Octobre, en effet la RU est de 100 mm. Notons que la reconstitution et l'épuisement de la RFU sont intervenus brusquement.

En 1971, Malanville compte 8 décades de disponibilité en eau du sol. L'efficacité de la RU intervient de la 2^e décennie de Juillet à la dernière de Septembre. Après cette décennie la demande atmosphérique s'avère plus importante. A Kandi, la RU passe dès les premiers jours de Juillet à 68,2 mm. Elle est de 100 mm pour les 8 autres décades consécutives. La diminution intervient à partir de la 1^{ère} décennie d'Octobre. On a ainsi dix (10) décades de RU satisfaisantes.

En 1981, on a 8 décades à Kandi et 7 à Malanville. A Kandi, elles vont de la 3^e décennie de Juillet à la 2^e décennie d'Octobre tandis qu'à Malanville cette période s'étend entre

la première décade d'Août à celle d'Octobre. Dans cette localité les cinq premières décades ont connu d'écoulement alors qu'à Kandi celui-ci est plutôt rare et n'intéresse que les décades 3 des mois d'Août et Octobre.

Au total, en année d'abondance pluviométrique comme 1968, 1975 et 1978, les décades de RU efficaces et disponibles sont plus nombreuses (jusqu'à douze pour les années les mieux servies). En général les besoins des plantes sont largement couverts. Ce qui ne se vérifie pas en années de déficit pluviométrique, où, l'insuffisance quantitative de la RU (année comprise entre 2 et 8 décades) peut se combiner à des épisodes intercalaires de déficit en eau.

2.2.2 - Durée de cycles végétatifs et exigences hydriques des plantes cultivées

Les informations sur la durée de cycle végétatif et exigences hydriques des différentes plantes obtenues au CENAP ont été regroupées dans un tableau récapitulatif (tableau n° 5). Toutefois il se trouve en annexe (Annexe 3) de ce document un petit commentaire à ce propos.

Tableau n°5 : Durée de cycle végétatif et besoins en eau des cultures.

Cultures ↓	Durée en décades	Besoins en eau	
		Pluie (mm)	Moy/Déc (mm)
Sorgho-mil	15	400-550	26,6
Maïs	9	500	55,5
Haricot	8	400	50
Arachide	9-12	400-1200	44,4-100
Ignamé	27	1500	55,5
Manioc	18	1500	83,3
Coton	16-18	600-900	37,5-50
Riz	11	1000	90,9

Source : Centre National d'Agropédologie (CENAP), Agonkanmè, 1994.

2.2.3 - Analyse de la disponibilité et des besoins en eau des plantes par catégorie d'années et par culture.

Pour ces vingt jours de phases initiales le sorgho dit "Toko Bessenou" les besoins en eau restent constants; le coefficient cultural est de 0,46. Ce dernier s'élève de 0,55 dès la 3^e décade de végétation à l'unité à la fin de la phase de croissance qui dure 60 jours. A partir de ce moment les besoins décroissent mais restent supérieurs à ceux de la phase initiale entre 1 et 0,5.

Le maïs voit ses besoins augmenter dès la 2^e décade et cela pour 65 jours. A la fin de la phase de croissance, le coefficient cultural est de 1,05. La phase terminale ou finale connaît également une diminution des besoins.

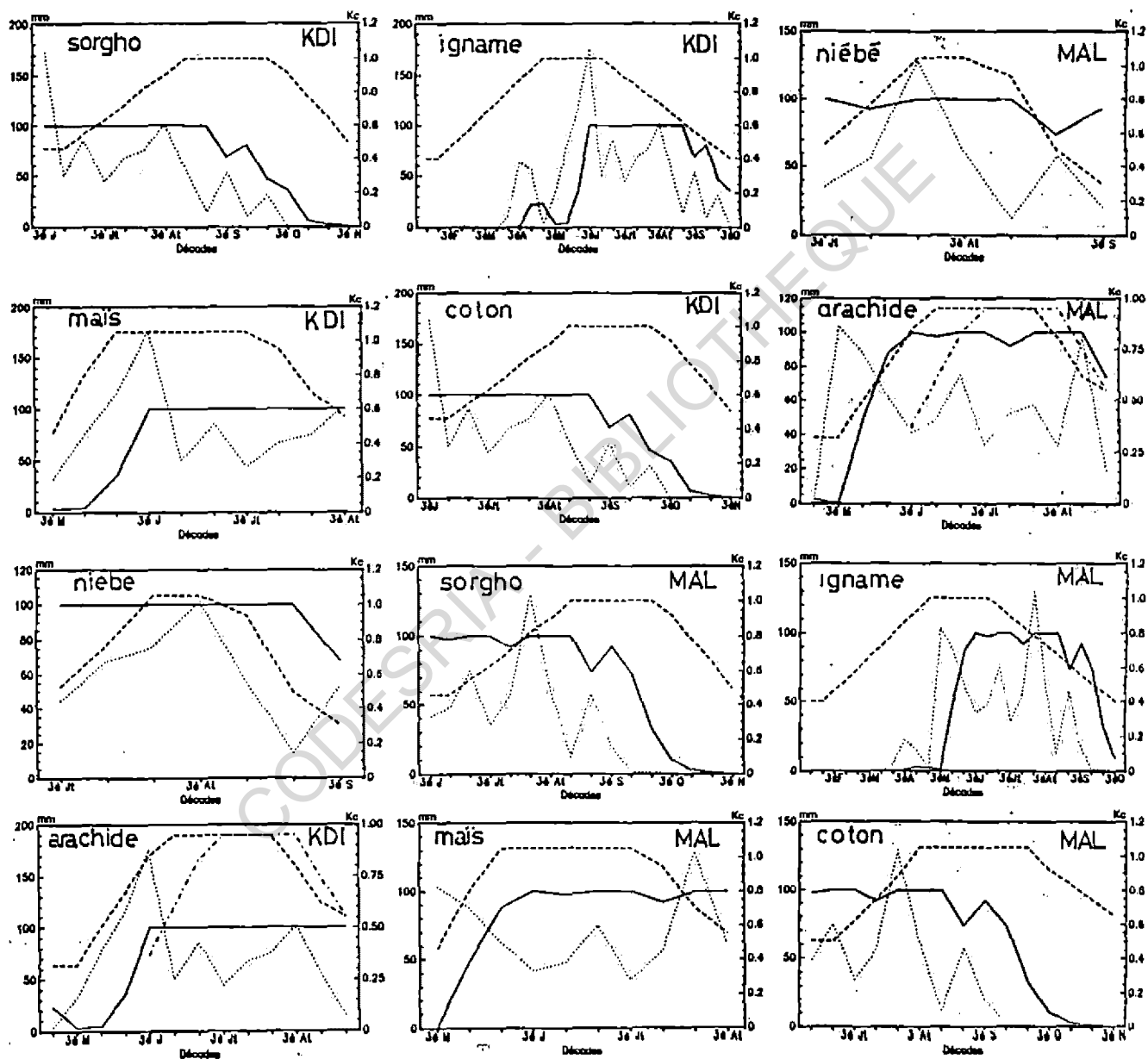
Exigeant en début de cycle, entre 0,53 et 1,05, le Niébé TVX 1850-01-F demande moins d'eau en fin de cycle, 0,30. Les besoins ne sont constants que sur deux décades à la fin de la phase de croissance et au début de la phase de reproduction. Pour ce qui concerne l'arachide TS 32-1, qu'il soit à court ou long cycle, résiste bien au déficit de début de saison. En revanche, les besoins croissent régulièrement après la phase initiale, sans pour autant atteindre l'unité. La phase de maturation demande moins d'eau (Fig. n°11, p. 57-59).

2.2.3.1 - Sorgho

Les besoins en eau du sorgho sont nettement satisfaits en 1968 à Kandi et cela tout au long du cycle végétatif de la plante. Les 4300 tonnes de sorgho sont ainsi logiquement attendus. Mais c'est à croire que cette abondance de l'eau ait été préjudiciable à la production. En effet on observe pour cette année l'un des plus faibles rendements: 600 kg/Ha. A Malanville les pluies ont été précoces. Ainsi seules les premières décades du cycle ont connu des conditions hydriques favorables. Mais l'indigence de fin de cycle n'a pas pour autant compromis la production, 3300 Kg pour 5500 Ha.

En 1973, les précipitations ont été précoces. la reconstitution de la RU s'est faite donc plus vite mais malheureusement, elle s'est épuisée aussi vite. Cet épuisement intervient juste au début du cycle végétatif de la plante. A priori la production devrait être

En 1968, Année pluvieuse

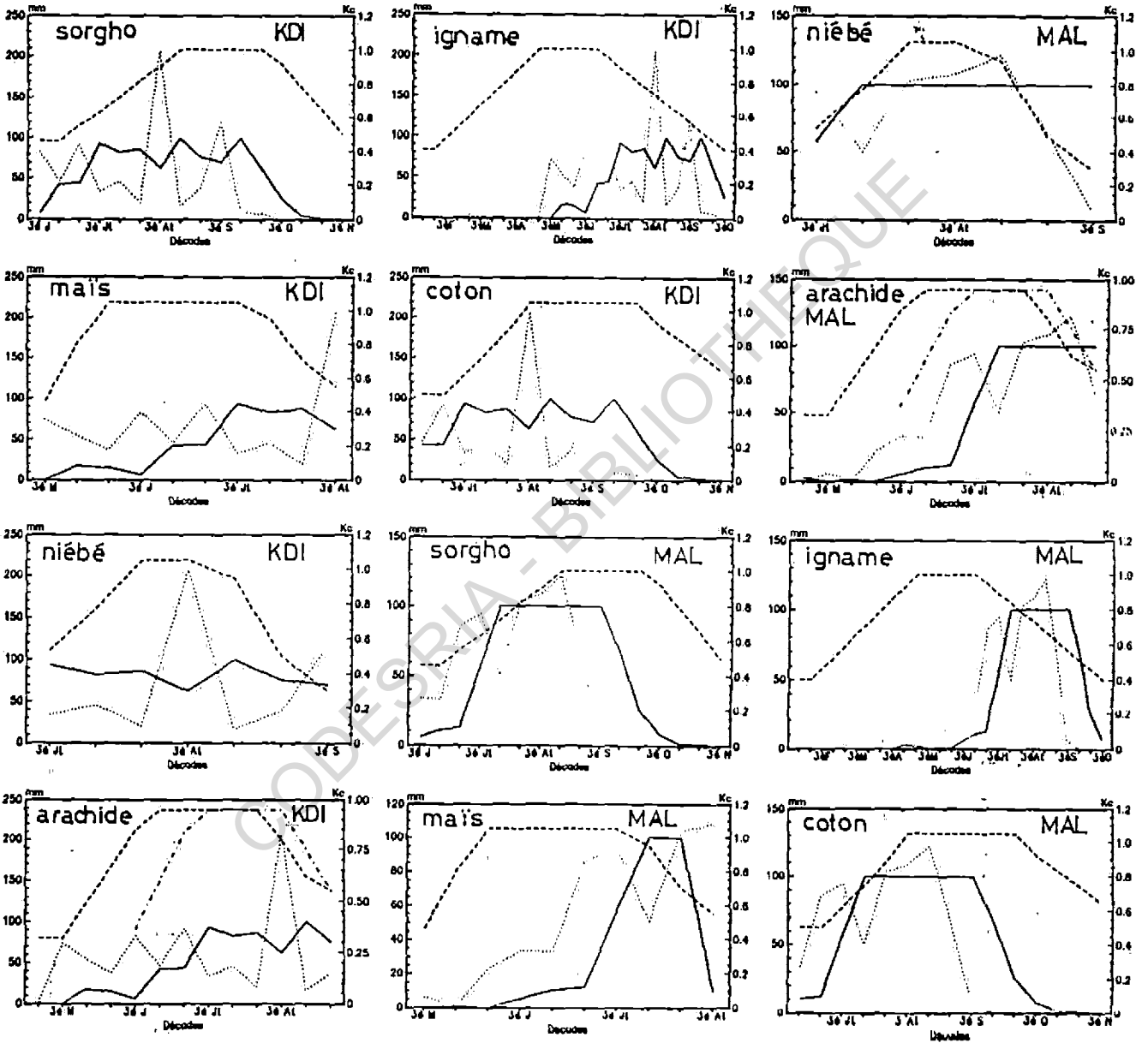


— pluie

--- Coefficient cultural

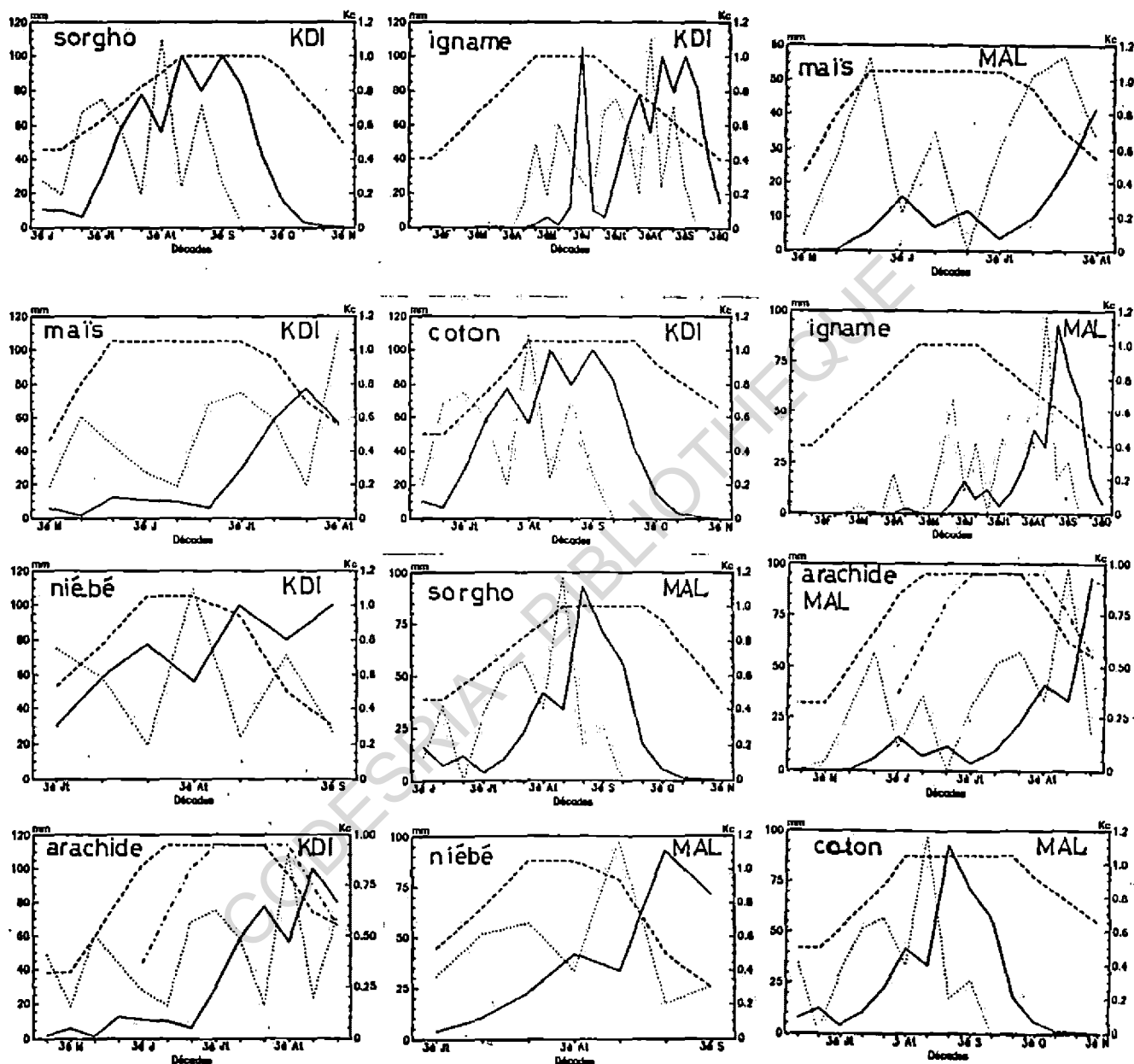
..... Réserve utile

En 1981, année moyenne



— pluie - - - Coefficient cultural Réserve utile

En 1973 et 1983, années sèches



— pluie - - - Coefficient culturels Réserve utile

Fig. n° 11 : Evolution de la pluie, de la reserve utile et des coefficients culturaux.

compromise: ce qui explique les 2700 tonnes obtenues pour 3600 Ha. L'offre en eau s'est réduite avant la fin du cycle du sorgho en 1973 à Malanville. La disponibilité de l'eau pendant cinq décades de forte demande en eau peut expliquer sans doute l'importance des tonnages observés en cette année (4373 tonnes) à Malanville.

La faible production enregistrée en 1981 à Kandi est imputable à la forte pluviosité. Cependant il faut tenir compte de la faiblesse des surfaces cultivées, 3330 Ha pour 1998 Kg. A Malanville le décalage entre l'offre (RU) et la demande (Kc) a deux conséquences: celle d'empêcher la plante de croître normalement et par suite logique, d'empiéter sur le tonnage du sorgho. En effet la plante a disposé de beaucoup plus d'eau qu'elle n'en a besoin au début du cycle, et lorsque les besoins ont crû, alors l'offre a diminué.

2.2.3.2 - Maïs

En 1968, les conditions hydriques sont satisfaisantes pour le maïs à Kandi. On note une évolution en phase dès les premières décades jusqu'à la fin du cycle. Mais même si à première vue cette situation fait penser à une forte production, ce qui est vrai ici, il faut ne pas perdre de vue l'importance des surfaces emblavées. 6400 Ha consacrées au maïs ont donné 4160 tonnes. Le chiffre de production n'est pas intéressant malgré une bonne satisfaction des besoins en eau du maïs à Malanville

Mais cela tient peut être aux faibles emblavures. Ce qui est sûr 1968 enregistre l'un des plus forts rendements des années considérées. La forte pluviosité en fin de cycle en est cependant pour beaucoup.

En 1973 à Malanville, la production du maïs a été compromise par la sécheresse. Pendant tout le cycle de la plante, la RU n'a pu être reconstituée. Le déficit accusé pendant les phases cruciales pourraient bien expliquer le faible tonnage: 205 tonnes pour 500 Ha. A Kandi, en 1983 l'évolution de la RU est comparable à celle observée en 1973 à Malanville. On ne s'étonne pas que dans ces conditions la production soit l'un des plus faibles.

Pendant les trois quarts de la durée du cycle végétatif du maïs en 1981 à Kandi, les besoins en eau n'ont été satisfaits. La reconstitution de la RU n'est survenue qu'à partir de la sixième décade, moment où la plante n'a vraiment pas besoin d'eau. La situation est semblable à Malanville. Durant cinq décades consécutives, la disponibilité de l'eau est restée faible. C'est donc seulement en fin de cycle que cette plante a bénéficié d'eau. Les 310 tonnes obtenues ne trahissent pas les faits.

2.2.3.3 - Niébé

L'abondance évidente de l'eau en 1968 explique le faible rendement, du moins, c'est ce que traduit les chiffres de production. Pour 3200 Ha de superficie on a 800 tonnes de niébé soit un rendement équivalent à 250 Kg/Ha à Kandi. Ce qui confirme une fois encore les nuisances que peuvent occasionner les fortes pluies pendant certaines phases de croissance de cette plante. A Malanville les besoins en eau du niébé ont été aussi largement couverts. La diminution pendant une quinzaine de jours semble avoir fait du bien à la plante. Malgré la reprise des pluies à la fin du cycle, l'année 1968 constitue le pic en vingt cinq ans des tonnages du niébé. Mais il faut signaler l'importance des superficies cultivées: 1700 Ha pour 510 tonnes.

En 1973 à Malanville, il n'y a pas eu d'enregistrement de production de haricot. L'offre hydrique étant largement en deçà de la demande de la plante, on peut présumer, que la situation a dû être "catastrophique". En 1983, à Kandi, alors que les besoins augmentaient, l'offre en eau a progressivement décliné, mettant ainsi la plante dans des conditions difficiles : 152 tonnes de niébé pour 433 Ha.

L'évolution de la RU en 1981 à Kandi est favorable au besoins hydriques du niébé. Mais le faible rendement du niébé n'a pas permis d'avoir un fort tonnage, 410 tonnes pour 1172 Ha. A Malanville par contre le niébé a trouvé en 1981 des conditions hydriques favorables à sa croissance. Mais le faible tonnage, 195 tonnes pour 558 Ha laisse penser à des dommages qu'auraient pu causer une abondance de l'eau en fin de cycle.

2.2.3.4 - Arachide

On note à Kandi une bonne réponse de l'offre à la demande en 1968 tant pour la variété de 90 jours que celle de 125 jours. L'évolution des besoins en eau est en phase avec l'évolution de la RU. Mais la production n'est pas importante. La persistance dans l'abondance de l'eau pourrait bien en être la cause, mais cette là, les emblavures en arachide ne sont pas importantes, 598 Ha. Les conditions hydriques sont également satisfaisantes à Malanville pour les deux variétés d'arachide. Mais la production arachidière a accusé le coup du trop plein d'eau.

En 1973, l'une et l'autre variété d'arachide n'a connu de conditions favorables à Malanville. Cela se ressent sur le chiffre de production, 167 tonnes pour 372 Ha cultivées. A Kandi, la variété de 90 jours a été quelque peu satisfaite en 1983, mais seulement pendant les dernières décades de son cycle. La saison a en revanche été mauvaise pour la

variété de 125 jours. Si les paysans de Kandi s'en étaient remis à la seule variété de 125 jours, la production arachidière aurait été sans intérêt; surtout que c'est seulement en fin de cycle que l'offre est importante. En revanche elle est satisfaisante pour la variété de 90 jours. On peut même parler d'évolution en phase. Mais le fait que l'offre ait été continue en fin de cycle végétatif a assurément eu un effet sur le rendement. A Malanville l'arachide de 90 jours a trouvé des conditions hydriques favorables, tandis que celui de 125 jours ne voit ses besoins satisfaits qu'en fin de cycle. Mais apparemment l'offre est restée importante après septembre. Ce qui aurait eu certainement un effet négatif sur le rendement. La production n'est cependant pas négligeable : 721 tonnes pour 1202 Ha.

2.2.3.5 - Igbame

Certes les conditions hydriques ont été favorables pour presque toutes les plantes, l'igbame y compris. Mais il ne faut ici pas oublier que les années soixante étaient celles des grandes emblavures en igbame. Cela pourrait bien expliquer les 17600 tonnes d'igbame obtenues en 1968 à Kandi. Malanville n'était pas en marge de cette situation 360 tonnes pour 60 Ha. L'évolution de l'offre en cette année est significative et convainc davantage que l'igbame est une plante de régions humides: une bonne réponse de l'offre à la demande en eau, la production s'est améliorée.

114 tonnes d'igbame ont été enregistrées en 1973 à Malanville, alors que la sécheresse qui avait sévi était sans précédent. Il est ainsi imprudent de vouloir lier cette bonne performance de l'igbame à l'abondance de l'eau en fin de cycle de la plante. Mais à l'opposé, l'idée que les paysans aient réussi à "caler" la culture sur une bonne période est probable: les paysans ont dû peut être fait des plantations tardives. Une situation similaire s'observe à Kandi. L'eau (RU) n'a été disponible qu'en fin de cycle de l'igbame. Mais ici, la production de cette année se trouve parmi les plus faibles: 4672 tonnes pour 623 Ha.

La production est meilleure en 1981 à Kandi, l'offre est satisfaisante, mais, les paysans n'ont consacré que 693 Ha à cette culture. Ce qui expliquerait la faible production. On observe un grand décalage entre le paroxysme de la demande en eau de l'igbame et celui de l'offre. Ce qui expliquerait la faible production de l'igbame: 63 tonnes.

2.2.3.6 - Coton

On ne peut ici se méprendre sur le caractère nuisible de l'abondance de l'eau pour le coton. Bien que l'offre soit réduite au milieu du cycle végétatif, l'eau ne s'est pas pour autant raréfiée, au contraire, cela a eu pour effet de diminuer le rendement: 753 Kg/Ha. Les besoins en eau du coton n'ont pas été satisfaites du début du cycle à la fin en 1968 à Malanville. Quatre décades à la fin du cycle ont manqué d'eau alors que la demande est restée forte. A l'opposée, la plante a eu droit à un surplus d'eau en début de cycle. Ce qui est tout aussi préjudiciable: pour 694 Ha on enregistra que 480 tonnes.

En 1973, on assiste à une mauvaise répartition de l'eau. Cependant les cinq décades de réponse favorable à de la demande ont été salutaires au coton en 1973 à Malanville: 732 tonnes. IL est à noter toutefois que les surfaces cultivées étaient importantes, 876 Ha. 4950,3 tonnes de coton sont obtenues en 1983, une année pourtant sèche. Certes on pourrait penser à la forte valeurs des superficies (3908 Ha), mais les explications se trouvent peut être dans une meilleure répartition de l'eau durant le cycle végétatif de la plante.

L'abondance de l'eau de l'année 1981 a été ressentie sur la production cotonnière à Kandi. Cette année les emblavures n'ont pas été importantes, 1025 Ha contre 1521 et 2260, respectivement en 1980 et 1982. Le début du cycle a été copieusement servi en 1981 à Malanville. Vers la fin du cycle l'offre a malheureusement baissé. Ce qui expliquerait la faible valeur de production enregistrée (113,3 tonnes).

La production des cultures est quoique l'on puisse penser, liée à la disponibilité de l'eau. Mais on a pu le constater, un trop plein d'eau peut être à la base d'une mauvaise production. L'abondance de l'eau introduit des nuisances dans la croissance normale des plantes, ce qui a une incidence certaine sur le rendement. Ainsi les pluies abondantes ou tardives qui interviennent vers la fin du cycle végétatif peuvent-elles avorter les fleurs du sorgho, du niébé et de l'arachide. Les cosses du niébé peuvent pourrir, les gousses de l'arachide peuvent germer tandis que le manioc se lignifie. En début de cycle, le maïs ou le sorgho copieusement arrosés végètent beaucoup. A l'opposé une indigence hydrique excessive est préjudiciable à la production du sorgho, de l'igname, du maïs etc.

Une bonne production dépend donc d'une bonne répartition de l'eau dans le temps. La plante doit ainsi avoir l'eau lorsqu'elle en a besoin et, lorsqu'elle en n'a point besoin, il ne doit pas en avoir. Ici se pose donc le problème du "calage" du calendrier agricole par rapport au déroulement de la saison.

Chapitre troisième : IMPLICATIONS SOCIO-ECONOMIQUES DE LA RECESSION PLUVIOMETRIQUE RECENTE

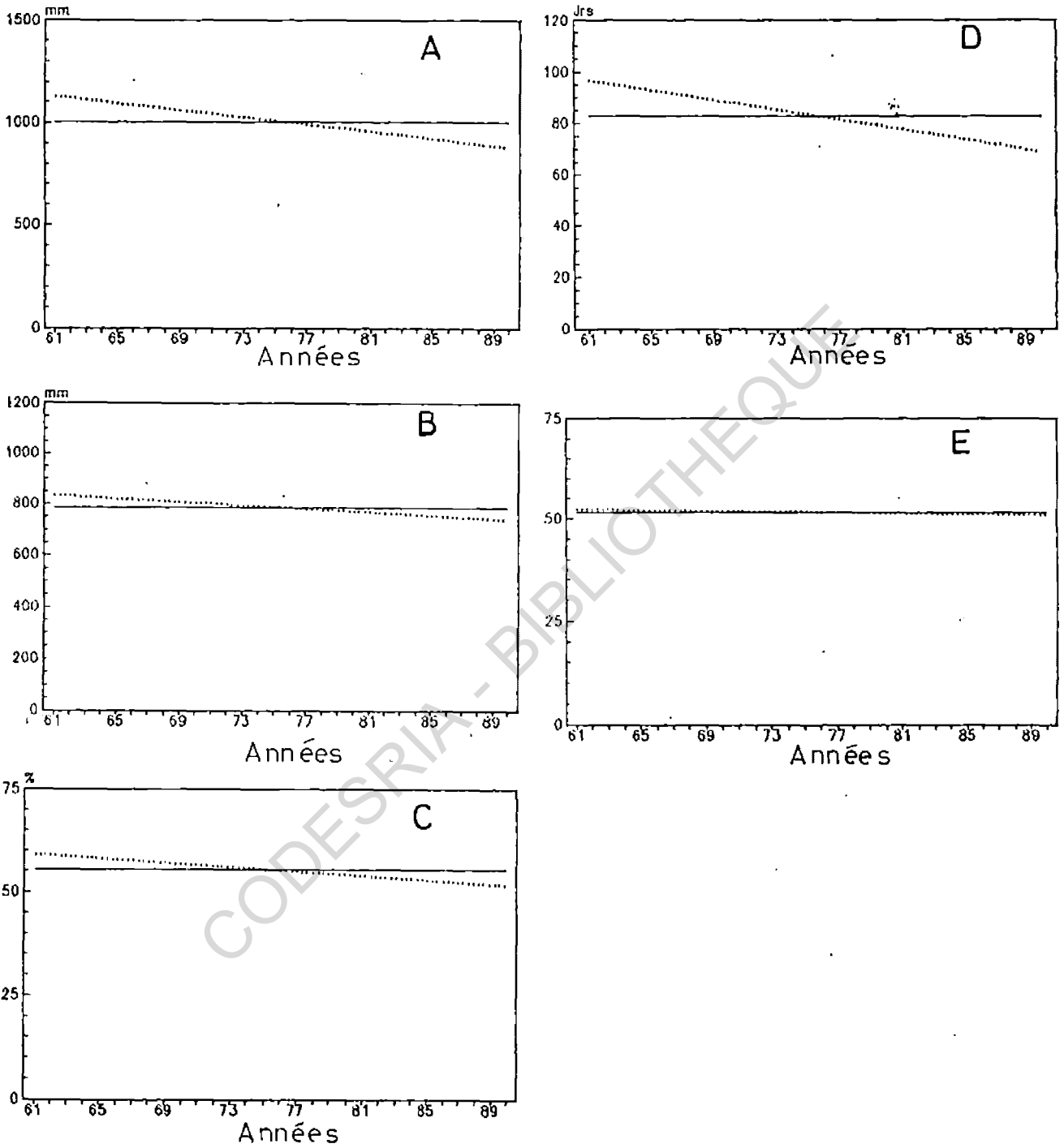
Il apparaît que la production agricole, et surtout son décollage vers l'amélioration et l'accroissement des produits sont radicalement pris à l'épreuve. On a pendant longtemps incriminé la vétusté des techniques culturales et jeté le dévolu sur les ennemis des plantes cultivées. Cependant, le réel problème de l'agriculture sur le bassin de Kandi est la récession pluviométrique qui dure depuis 1968.

3.1 - LA RECESSION PLUVIOMETRIQUE RECENTE

L'intensité avec laquelle sévit la sécheresse depuis 1968 jusqu'à nos jours (Fig. n° 12, p. 65) est sans précédent sur le bassin de Kandi.

Les déficits accusés dans le domaine sus-cité sont des plus prononcés. Les valeurs enregistrées sont largement inférieures à la normale à Malanville comme à Kandi en 1973, 1983, 1987 et 1988. Comme on l'a vu, l'indigence hydrique constatée sur le bassin de Kandi s'inscrit dans un cadre global d'échelon planétaire, régional et local. Au nombre des éléments locaux, on peut indexer à juste titre:

- une faible translation des masses d'air océaniques du Sud ou du Sud-ouest, induite par le faible pouvoir expulsif et ou aspirateur des centres actifs;
- l'occurrence des anomalies induites par le JEA, qui bloquent les transferts verticaux convectifs générateurs de pluie par condensation interposée de l'air en mouvement;
- un accroissement de la siccité de l'air en relation avec l'action anthropique sur un paysage végétal pauvre et fragile.



A : Pluie à Kandi B : Pluie à Malanville C : Humidité relative à Kandi
 D : Nombre de jours de pluie à Kandi E : Nombre de jours de pluie à Malanville

Fig. n° 12 : Tendence de la pluie, de l'humidité relative et du nombre de jours de pluie.

Cette péjoration est d'abord quantitative (655 mm en 1988 et 727 mm en 1961 à Kandi contre 1006 mm pour la normale, et, 472 en 1973 et 657 mm en 1987 contre 792 mm pour la normale à Malanville ensuite et surtout du point de vue de la variabilité spatio-temporelle, la mobilité des pluies est plutôt déconcertante. Le nombre de jours de pluie est positivement corrélé avec les cumuls pluviométriques annuels à Kandi tandis qu'à Malanville, la diminution des quantités de pluie semble être en liaison avec l'augmentation du nombre de jours. Il convient de mentionner ici l'importance des phénomènes thermodynamiques en l'occurrence les lignes de grains qui déterminent localement des surplus d'eau de pluie (ZIME C. A. 1992, Fig. n°13). Il arrive en effet que les 80 % ou plus du total mensuel soient enregistrés en 1 ou 2 jours seulement. Ce qui ne profite que peu ou pas du tout aux cultures.

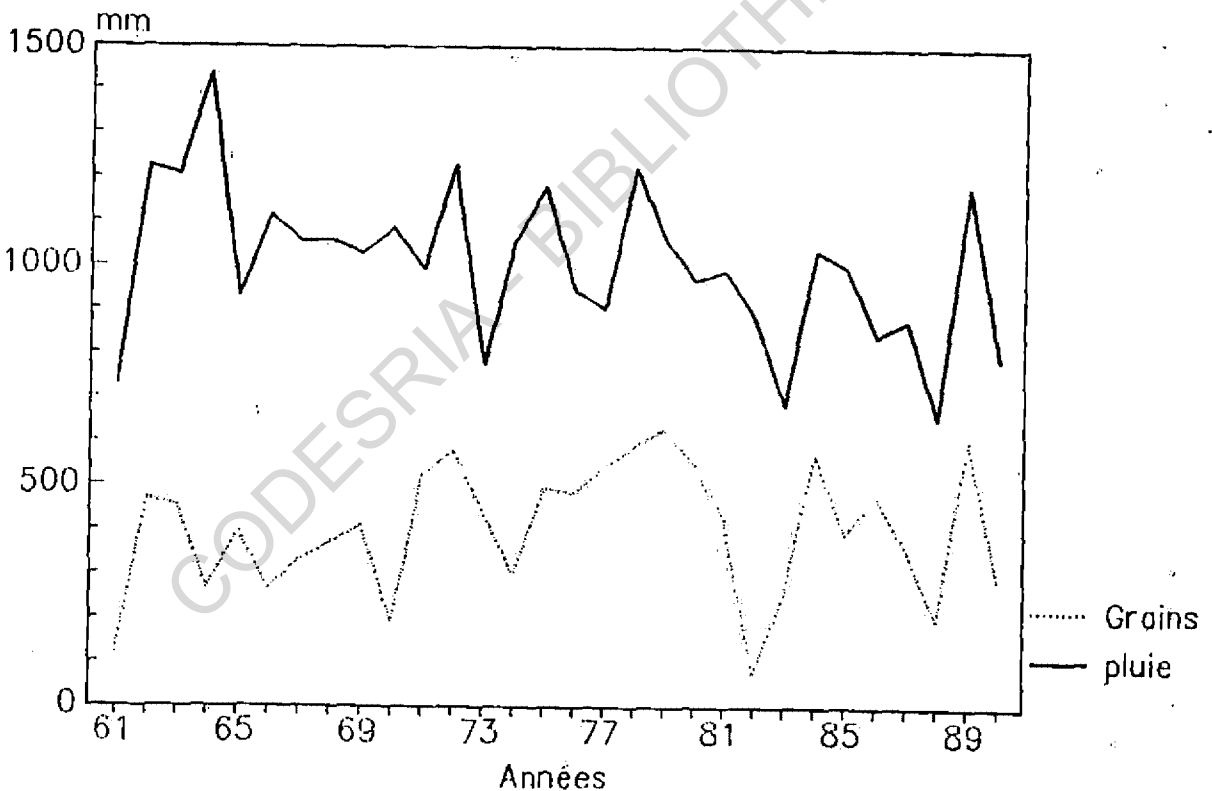


Fig. n° 13 : Pluie et lignes de grains à la station de Kandi.

Les pluies arrivent ou trop tôt ou trop tard. En 1987 par exemple, à Malanville les pluies démarrent en Mars (13 mm) et marquent un arrêt en Avril (qui ne connaît même pas de trace de pluie) c'est-à-dire, un ou deux mois avant la date habituelle de démarrage. Au pis aller, des récessions de quelques jours, pouvant aller jusqu'à deux décades et plus s'installent en pleine saison de pluie. L'état hygrométrique de l'air est tel que les jeunes pousses des plantes cultivées jaunissent et finissent par périr.

Statistiquement, il existe des liaisons négatives entre ces productions et la pluie: voici les résultats des corrélations effectuées pour toutes les cultures considérées.

Tableau n°6 : Coefficients de corrélation et de détermination entre les différentes cultures et la pluies

	Kandi				Malanville				Bassin de Kandi			
	r	R	NO	D L	r	r ²	NO	D L	r	r ²	NO	DL
Sorg.	-0,1	1,19	30	28	-0,1	3,64	29	27	-0,1	3,19	29	27
Mais	0,05	0,002	30	28	0,1	1,59	29	27	-0,1	1,39	29	27
Riz	-0,1	3,35	30	28	-	-	-	-	-	-	-	-
Ign.	0,07	0,61	30	28	-0,2	4,33	28	26	0,05	0,27	29	27
Man.	0,2	8,05	30	28	0,2	6,36	29	27	0,1	3,5	29	27
Arac.	-0,05	0,32	30	28	0,1	2,04	29	27	-0,1	1,23	29	27
Coton	-0,2	8,64	30	28	-0,2	8,79	29	27	-0,4	19,23	29	27

Avec : r : coefficient de corrélation,

R : coefficient de détermination, $r^2 \times 100$,

NO : nombre d'observation, $r^2 \times 100$.

DL : degré de liberté, DL = NO - 2

(-) : Coefficients non calculés faute de chiffres de rendement du riz.

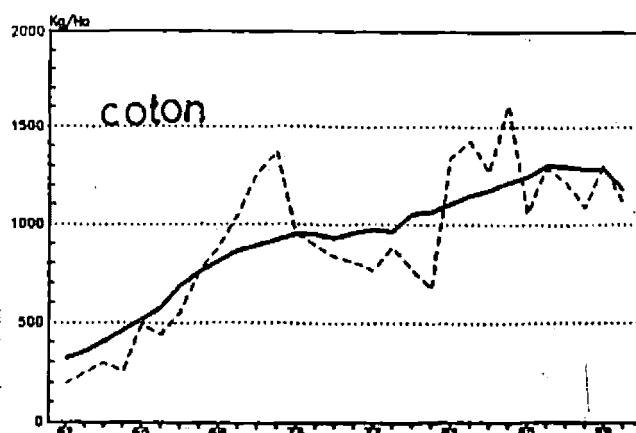
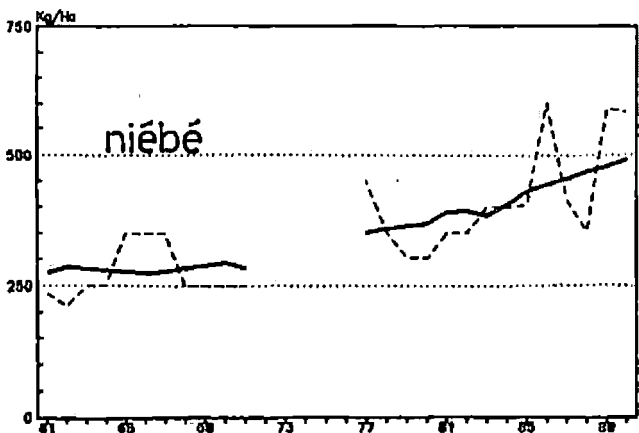
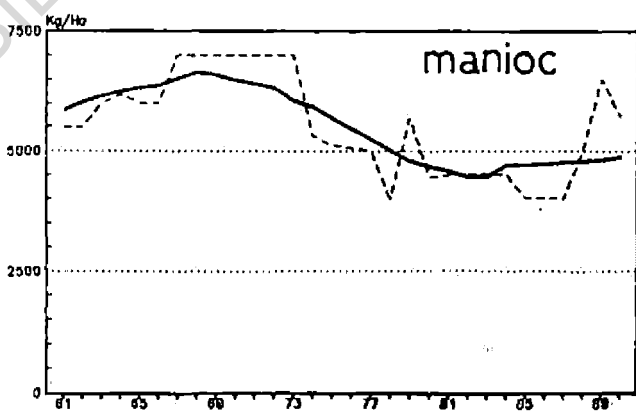
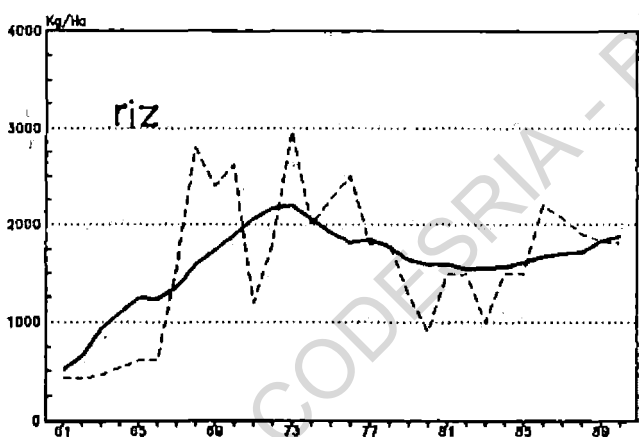
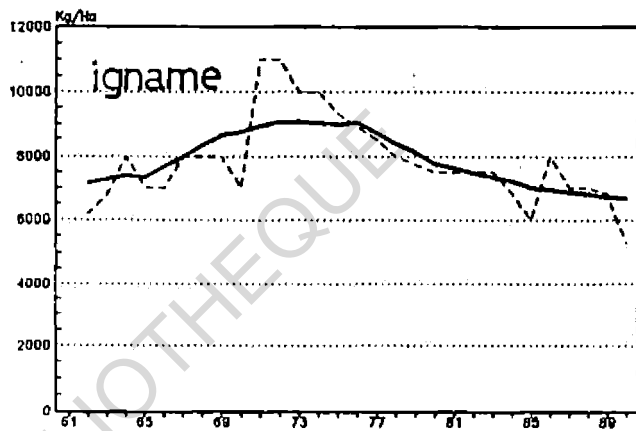
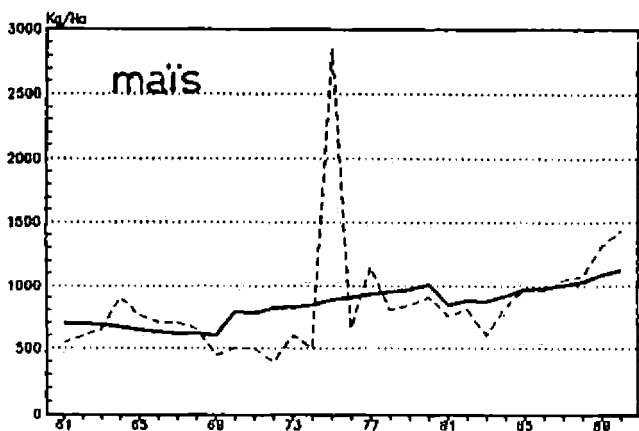
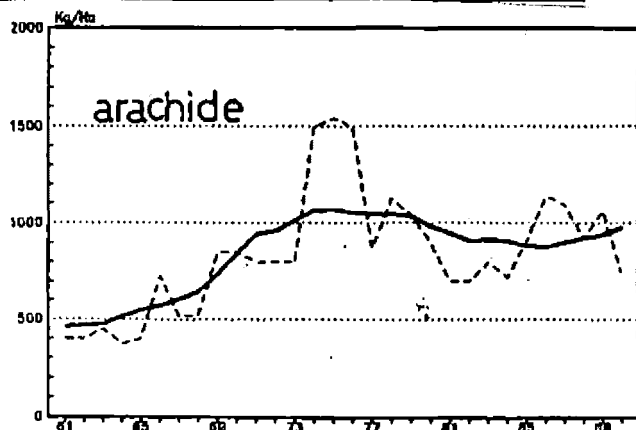
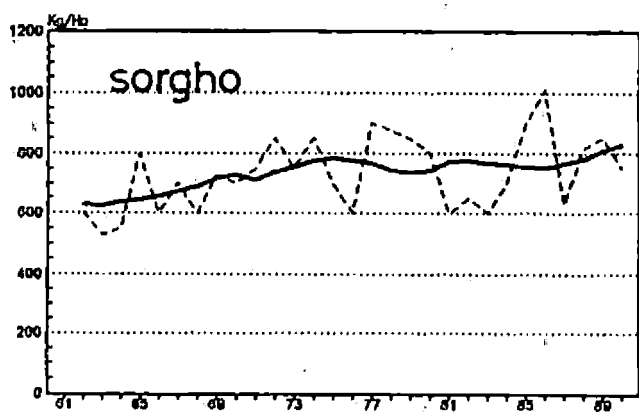
Ces données chiffrées ont été vérifiées et confrontées aux résultats d'enquête obtenus sur le terrain.

3.2 - LE PERIL DES CULTURES VIVRIERES ET L'ESSOR DU COTON

Les coefficients sont partout négatifs pour le sorgho, l'arachide, le coton et même le riz à Kandi. Rappelons enfin que les valeurs de l'ensemble du bassin de Kandi intègrent les chiffres de production de Ségbana.

La culture du sorgho est d'après les statistiques en nette progression (Fig. n°14, pp. 68-70). Cette situation tient plus de l'utilisation généralisée de variétés de sorgho améliorées et d'engrais, organique ou/et chimiques (toutes choses qui accroissent considérablement le rendement à l'hectare, jusqu'à 1,5 tonnes à Malanville et Kandi) que

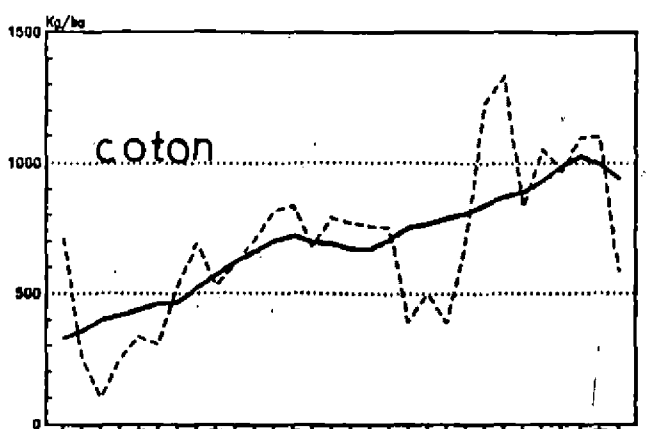
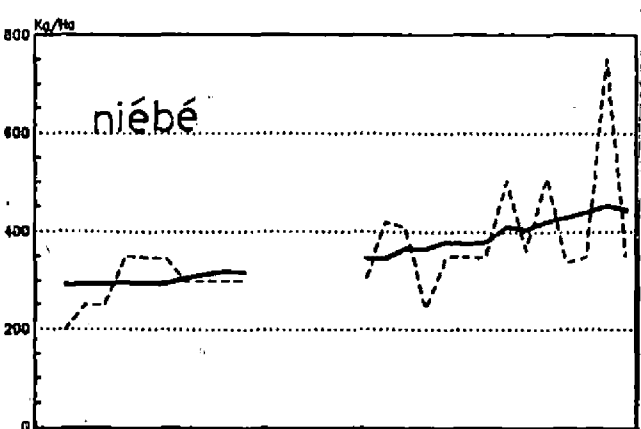
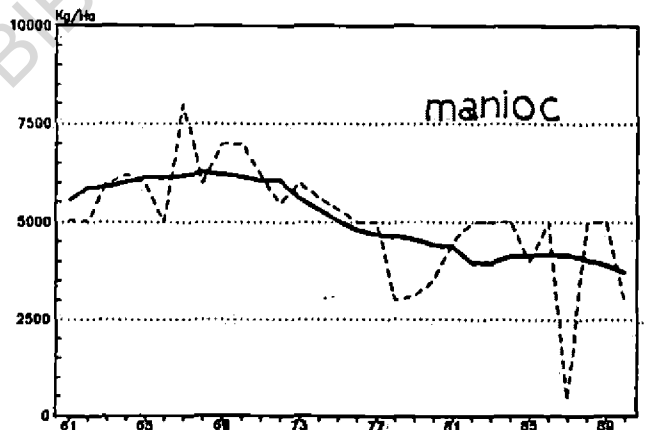
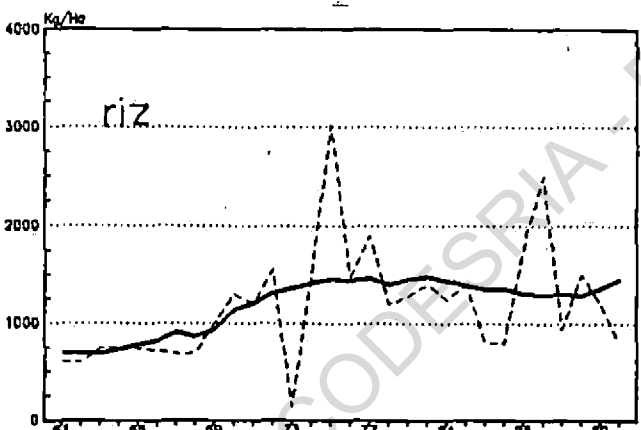
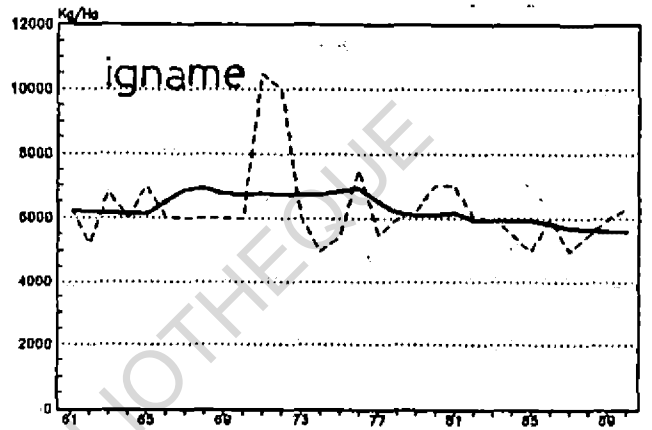
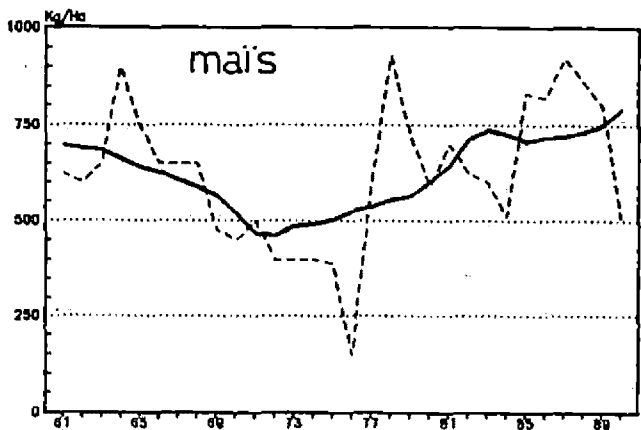
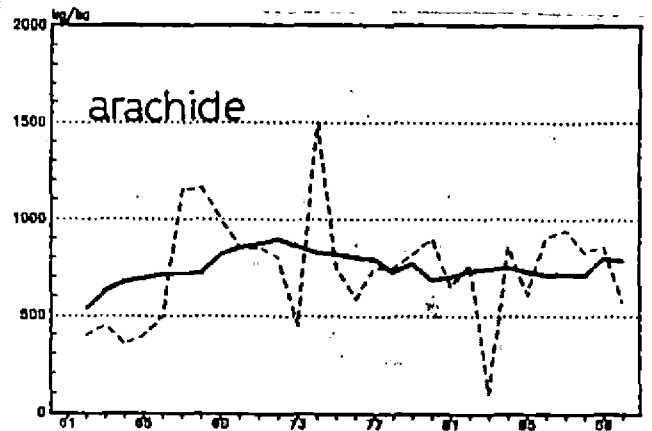
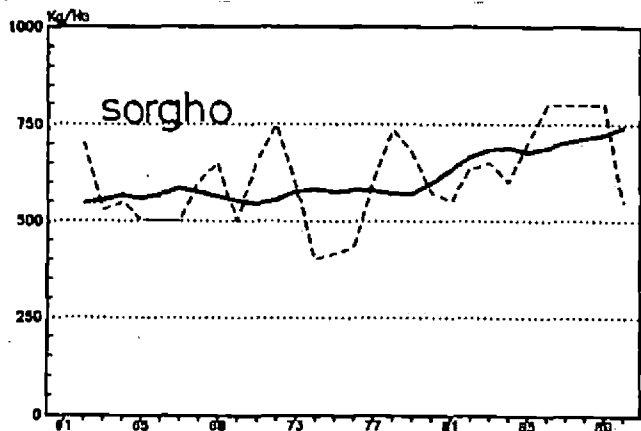
3.2. - Le péril des cultures vivrières et l'essor du coton



Années

Années

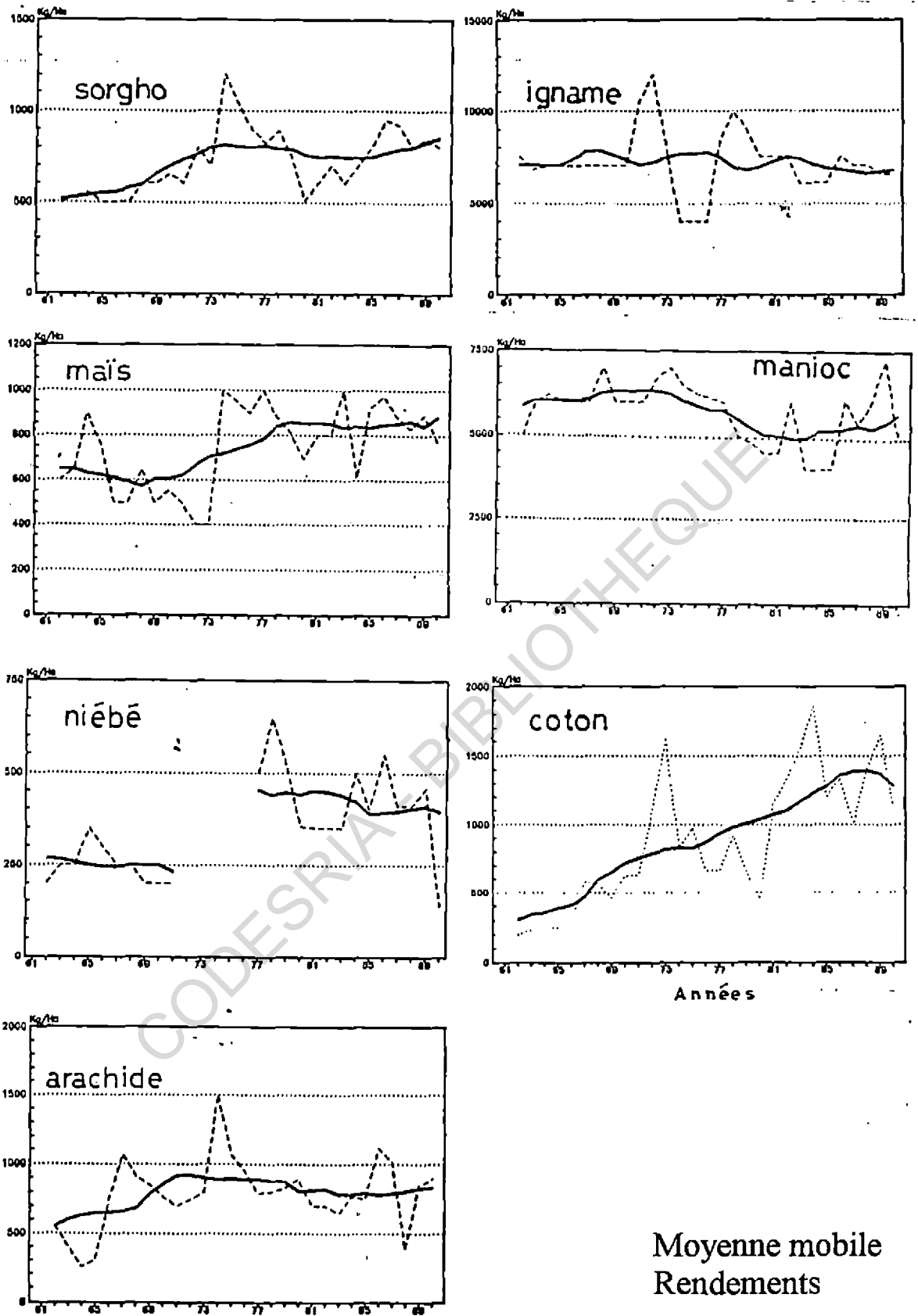
3.2. - Le péril des cultures vivrières et l'essor du coton



Années

Années

3.2. - Le péril des cultures vivrières et l'essor du coton



Moyenne mobile
Rendements

Fig. n° 14 : Trend de la production agricole à Kandi, Malanville et Ségbana.

d'une augmentation des superficies cultivées. Cependant, les informations recueillies sur le terrain à ce propos s'opposent aux statistiques.

L'ardeur pour la culture du sorgho semble n'être plus la même qu'il y a 30 ou 40 ans. Deux raisons fondamentales sont avancées par les habitants pour cela : d'abord, l'engouement pour le coton, ensuite, les incursions précoces des transhumants vers le sud. Afin d'assurer une "bonne dessiccation", le grain du sorgho est laissée sur les champs longtemps après la phase de maturation et les dernières pluies. Les champs se trouvent ainsi à la merci des transhumants et de leurs bêtes qui n'attendent vraiment plus l'installation complète de la période sèche avant de revenir vers les régions plus humides. Il y a même lieu de ce demander si ce retour hâté n'est pas lié à la précocité de la sécheresse au Nord.

Cela a aboutit à l'abandon progressif aussi bien du sorgho que des autres cultures vivrières. Un autre élément explicatif de cet abandon se trouve dans l'amélioration du pouvoir d'achat des paysans consécutive à la vente du coton. Cette amélioration leur offre la possibilité de s'approvisionner en vivres sur les marchés voisins de leur localité.

Le paradoxe entre les statistiques du sorgho et les résultats des enquêtes est remarquable. Deux explications sont possibles :

- soit les déclarations des habitants sont erronées,
- soit elles sont justes. Dans ce cas, cette progression de la production s'explique aisément, et se rapporte à l'utilisation presque généralisée des attelages et l'usage de plus en plus accru des intrants agricoles. Ce qui revient à dire que les effets pervers de cet abandon sont compensés par les performances des techniques culturales utilisées. Il reste que cette compensation est rendue précaire par la stagnation due au déséquilibre entre l'évolution démographique et la disponibilité alimentaire d'une part, puis la récession hydrique d'autre part.

La concentration de l'eau de pluie sur seulement trois mois, la faible importance quantitative et la mauvaise répartition de ces pluies ont conduit à l'adoption ou la mise en place d'habitude et méthode de travail diverses.

3.2.1 - Les stratégies paysannes

Il y a souvent incompatibilité entre la saison pluvieuse et les calendriers agricoles établis. Il n'existe apparemment aucune stratégie particulière contre les caprices de la nature outre les semis précoces, les semis tardifs, les semis répétés qui sont des pratiques courantes pour certaines cultures.

Néanmoins il faut remarquer qu'à part leur fonction de diversification des produits agricoles, les associations de cultures sont pratiquées dans l'espoir de limiter les effets néfastes d'une péjoration hydrique dommageable à la production globale de vivres.

Les buttes et les billons pour leur part, conditionnent le grossissement des tubercules et des racines tubéreuses, accroissent la rétention en eau des sols et assurent une meilleure conservation de l'eau qui est profitable aux plantes.

Le système dit « zaïre » est caractéristique de la zone de Malanville. Il consiste à ériger au pied des plants de mil des micro-reliefs en forme de croissant dans le fond desquels l'eau de ruissellement est recueillie et conservée afin d'accroître l'humidité.

3.2.2 - L'adoption de nouvelles méthodes et techniques de travail

Il n'est pas question de s'étendre une fois de plus sur l'usage de la traction animale, de la fumure chimique et des produits phytosanitaires. Il s'agit d'évoquer une pratique plus « originale » qui consiste à l'utilisation d'une main d'oeuvre agricole non plus familiale mais constituée d'ouvriers agricoles locaux, nationaux et étrangers.

Les ouvriers locaux et nationaux sont pour l'essentiel des colons agricoles en quête de meilleures conditions de vie, chassée par les contraintes pédoclimatiques ou sociales de leurs propres milieux. Ils s'installent et s'assimilent peu à peu aux autochtones après quelques années de travaux à la solde d'un producteur.

Les étrangers sont des migrants saisonniers du Burkina Faso, Niger et du Nigéria venus pour le négoce. Mais attirés par les possibilités de "gain facile" de la machine cotonnière, ils investissent les champs de coton, alimentant ainsi un système soutenu par un vaste réseau semi- licite.

Ce réseau est constitué de convoyeurs-facilitateurs, des agents garde-frontières et des paysans ou producteurs.

Le convoyeur-facilitateur va au-delà de nos frontières recruter des jeunes ruraux de 9 à 30 ans à qui ils promettent une promotion sociale. Ils organisent leur voyage avec la

complicité des garde-frontières qui au besoin fournissent des papiers sans réelle valeur administrative contre une somme d'argent variant entre 500 et 1500 FCFA.

Les ouvriers ainsi convoyés, sont livrés à eux-mêmes, mais très vite, ils sont sollicités par les producteurs de coton qui doivent leur assurer hébergement et restauration pendant la période du service.

Le travail (labours, semailles, sarclages, épandages des engrais, traitements phytosanitaires ou récoltes) s'effectue aussi bien dans les champs de coton que sur les autres champs de l'employeur. Les tarifs varient en fonction de la nature du travail. Les prix sont pratiqués à l'hectare, au demi hectare ou au quart de l'hectare à raison de 12.000, 6.000, et 3.000 FCFA. La rémunération se fait aussi par ligne de buttes ou de billons sarclée à 25 FCFA. Le revenu annuel est passé de 25.000 à 80.000 FCFA en dix ans.

3.3- DEGRADATION DU POTENTIEL PEDOLOGIQUE ET VEGETAL ET LE PROBLEME DE LA SECURITE ALIMENTAIRE

L'agriculture intensive est inconnue sur le bassin de Kandi. L'activité agricole est restée depuis toujours extensive. Cette technique de culture nécessite de l'espace, de l'espace vierge, fertile. c'est pourquoi les paysans s'acharnent sur les espaces verts, y compris les aires protégées.

La forte demande alimentaire induite aujourd'hui par la croissance démographique exerce une pression sur le monde biophysique. Néanmoins c'est moins sur l'envergure de l'espace affecté qu'il faut situer cette pression, mais sur son intensité. Les zones de Kandi Est, Angaradébou et le Sud-est de Ségbana sont concernées. Mais comment expliquer une telle situation du moment où l'on sait qu'en général les superficies emblavées en cultures vivrières ont très peu évolué. La réponse est toute simple. A la vérité, les cultures vivrières ne sont vraiment pas préjudiciables à l'espace et n'affectent que dans une moindre mesure le paysage.

En effet les plantes sont cultivées en association. Les rotations des cultures suivent des normes empiriques et tout le système répond à une organisation enracinée dans des principes socioculturels immuables qui étendent la période d'utilisation de la terre.

La situation est tout autre actuellement. Sur le terrain la suprématie du coton est incontestable. Les observations faites sur le terrain en période sèche sont époustouflantes.

Certes cette culture est peu exigeante en eau. Mais à l'opposé le coton est très friand de substances organiques. De plus étant pratiqué en culture pure, il lui faut de l'espace.

Pour optimiser les rendements, le champ de coton est au préalable débarrassé de tout corps végétal « gênant ». On n'y laisse plus d'arbres, fussent-ils utiles. C'est donc sur le sol découvert que sont pratiquées les cultures. Le drame n'est néanmoins pas là, il se situe dans

le raccourcissement de la durée d'utilisation de la terre, l'usage des engrais chimiques qui intervient dès la seconde année de culture exclusive de coton et celui catégorique des produits phytosanitaires : fongicides, pesticides, insecticide...

A cela il faut ajouter la diminution de la période de la jachère et qui suit la logique des comportements nouveaux adoptés par les paysans sur le bassin de Kandi.

Les surfaces cultivées en coton ont atteint ces dernières années des valeurs sans précédent. Cela au détriment de la production vivrière, mais et surtout au mépris des ensembles végétaux et pédologiques.

Il s'en suit une lente mais sûre détérioration du patrimoine paysagique dont la maigreur des formations végétales et les larges entailles de l'érosion pluviale ne sont que des séquelles encore réparables. La menace vient donc plutôt du déséquilibre écologique créé et entretenu par des pratiques peu orthodoxes.

Jusqu'à maintenant, le manque de terre n'était pas absolu; mais l'extension des champs combinée à l'utilisation du sol par les éleveurs exercent une pression croissante sur l'environnement et conduisent à un processus de dégradation du sol.

Les localités de Kandi, Malanville et une partie de celle de Ségbana, connaissent une sérieuse dégradation des sols et de la végétation due à un ensemble de facteurs démographiques, climatologiques et économiques. L'excédent de bétail cause une importante surcharge pendant la saison sèche. Par endroits, la forêt galerie a disparu. La forêt claire est réduite, et fait place à une savane arbustive et herbeuse qui draine depuis les années soixante-dix une transhumance accrue. Plusieurs troupeaux paissent sur les mêmes pâturages au cours d'une année.

En mettant à jour des problèmes d'ordres jusque là inconnus ou insoupçonnés, cette dégradation du paysage naturel introduit des complications nouvelles dans la vie des hommes.

Certes l'homme a modifié le paysage naturel dès l'instant où il fait intervenir de nouvelles données, mais on ne le dira jamais assez, l'engouement manifesté pour la filière coton contribue pour une grande part à l'accélération de la destruction des potentialités naturels du bassin sédimentaire de Kandi. Le climat s'est fait le complice de l'homme, mais cette complicité est insidieuse.

La persistance dans la sécheresse crée des conditions favorables à la culture de coton. L'accroissement de la production cotonnière, qui suppose les moyens que l'on sait, entame l'espace et ses composantes pédologiques et végétales. Les vents et les fortes températures, qui trouvent désormais un domaine de prédilection accentuent la siccité de

l'air qui contribue à l'entretien de l'indigence pluviométrique et donc la sécheresse climatique. Et le cycle reprend...
















L'absence d'un inventaire récent sur la composition floristique et faunistique du paysage est un handicap sérieux qui ne facilite pas l'exercice du diagnostic typologique du paysage et sa caractérisation, tandis qu'une analyse selon l'esprit de l'équipe d'Abidjan nécessite de gros moyens matériels, logistiques et financiers, puis du temps...

Par contre l'analyse diachronique des unités forestières de la Sota et de Goungoun (carte n°14, p.76 et n° 15 p. 77) entièrement implantées sur le bassin sédimentaire de Kandi révèlent d'intéressants éléments d'appréciation. En général, on observe une nette progression de la sylvie. Cette reconstitution du paysage végétal est sans doute favorisée par la mise en défens de ces espaces. On note ainsi en 1990, une remarquable extension de la savane boisée et de la savane arborée par rapport à l'état de départ en 1975.

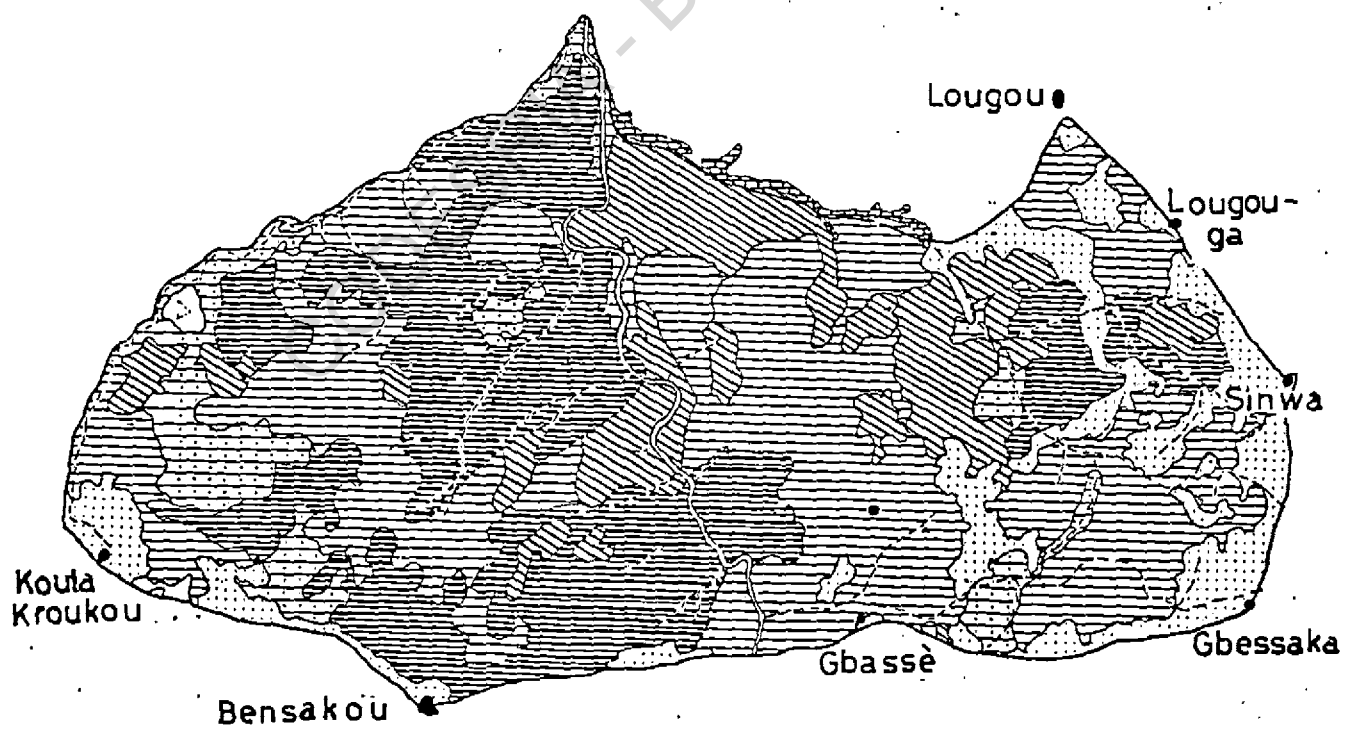
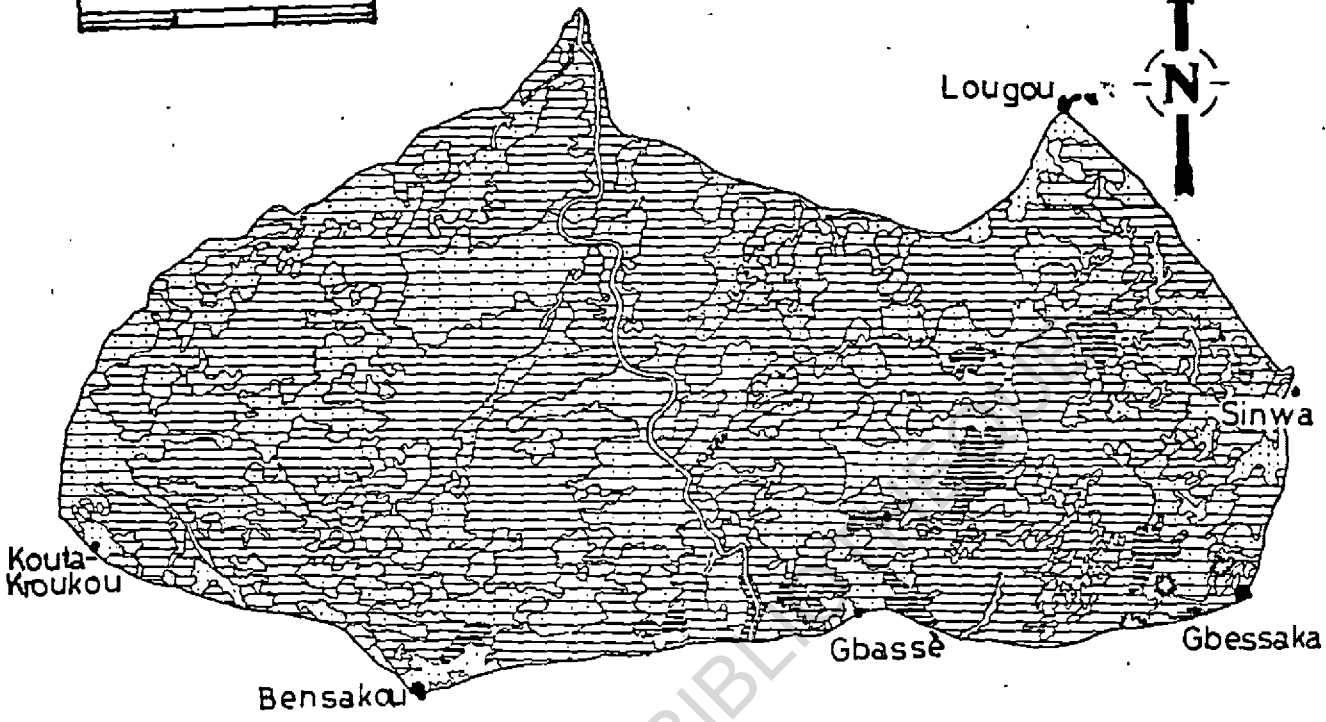
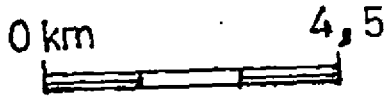
Parallèlement à cette évolution positive des formations végétales, on observe également un accroissement significatif des surfaces de culture et des jachères. Ce phénomène est localisé surtout aux abords des agglomérations riveraines des unités forestières. C'est le cas des localités de Bensakou, Gbassè, et surtout Gbessaka où le phénomène est très étendu. Idem pour Goungoun et Monkolé situés du côté ouest de la forêt classée de Goungoun.

Il s'agit là de situations anthropiques - qui peuvent conduire à l'extension et l'aggravation des effets écoclimatiques encore plus pernicieuses qui interpellent aussi bien la conscience des habitants du bassin de Kandi que celle du monde scientifique et des chercheurs - observables dans la partie septentrionale de la forêt classée de Goungoun : Il s'agit de l'extension vers le Sud de la savane arbustive, ou ce qui revient au même, le recul de l'aire des formations boisées suivant une direction Nord - Sud.

LEGENDE DES CARTES N° 14 ET N° 15.

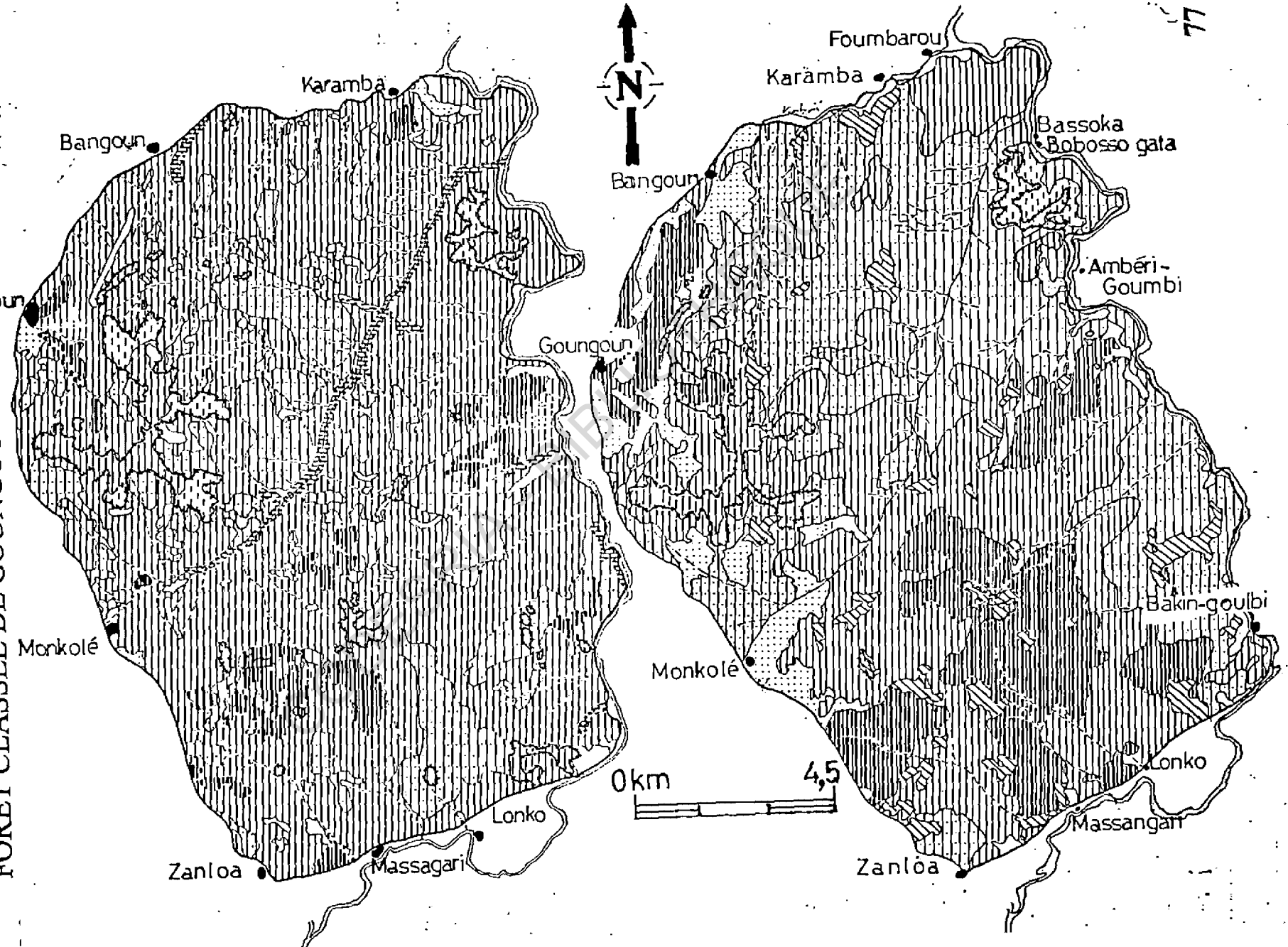
- | | | | |
|--|-------------------------|---|------------------------|
|  | savane boisée humide |  | galerie forestière |
|  | savane boisée sèche |  | végétation saxicole |
|  | savane arborée humide |  | cultures et jachères |
|  | savane arborée sèche |  | cours d'eau principale |
|  | savane arbustive humide |  | cours d'eau secondaire |
|  | savane arbustive humide |  | surface nue |
|  | végétation brûlée |  | affleurement rocheux |
|  | agglomération | | 75 |

OCCUPATION DU SOL FORET CLASSEE DE LA SOTA



15

OCCUPATION DU SOL FORET CLASSEE DE GOUNGOUN



Cette situation autorise à l'étape de la présente étude et par comparaison avec la récession pluviométrique observée, que l'on assiste sinon à une sahélanisation, du moins à un début de sahélanisation du bassin sédimentaire de Kandi. Il reste cependant qu'il faille affiner cette analyse dans le triple domaine phyto-pédo-climatique et les étendre à d'autres espaces similaires pour tirer des conclusions plus plausibles.

En revanche, on peut observer sur le terrain une présence remarquable des plantes types du monde sahélan dans les formations originellement soudanaises. Les individus sont relativement jeunes ; on distingue les épineux : *Balanites egyptiaca* et, divers *Acacia* (*seyal*, *senegalensis*, *nilotica*, ainsi que *albida*) puis des essences xérophiiles tels *Borassus eathiopum*, *Adansonia digitata*, ou encore *Ziziphus spp.*

Il y a ainsi des modifications très importantes et profondes qui interviennent. Mais de là à conclure à une "désertification" du bassin de Kandi, la chose est extrêmement délicate même si ces déséquilibres naturels s'accompagnent de sérieuses menaces à la sécurité alimentaire.

« Le secteur rural occupe sur le plan national, 70% de la population active du pays. Il contribue à 40% au PIB et croît au rythme annuel de 4% contre une croissance de 3,4% au niveau de la population. Dans ces conditions et au vu de nos diverses productions dans le domaine agricole peut-on parler d'autosuffisance alimentaire dans le contexte qui est le nôtre ? ». Telle est l'interrogation du rédacteur de « la lettre du gouvernement » n° 017 Avril 1994, page 25, qui continue en ces termes : « Plusieurs études signalent en effet que le Bénin est globalement autosuffisant en produits vivriers... Toutefois le taux de la croissance élevé de la population, la faiblesse du pouvoir d'achat des populations et l'inadéquation des systèmes locaux de conservation de denrées alimentaires rendent cette autosuffisance précaire. »

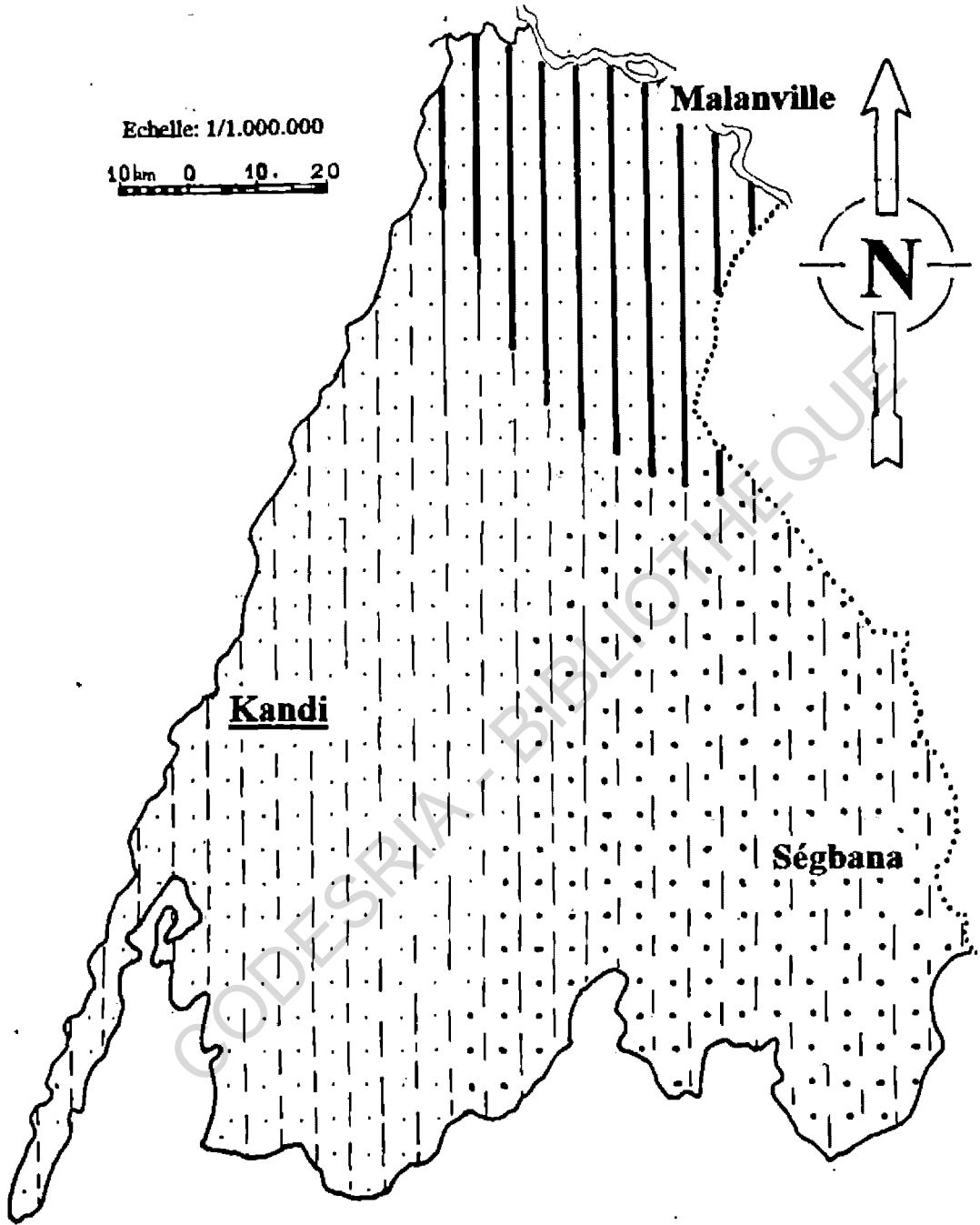
Sur le bassin de Kandi, il ne s'agit pas de précarité de l'autosuffisance, mais de menaces à la sécurité alimentaire puisqu'il apparaît nettement que cette région du Bénin est insuffisamment cultivée (carte n° 16, p. 79), du moins en produits vivriers.

Il est, dès cet instant, très difficile de parler de sécurité alimentaire puisque le vivrier n'est disponible que pendant quelques mois dans l'année: d' Octobre à Avril ou Mai. La période de soudure qui s'installe après, n'est pas moins une dure épreuve.

Le sac de 100 kilogrammes de sorgho varie entre 8000 et 25000 FCFA selon les années. L'igname, principal aliment, devient pour sa part, pendant cette période, une denrée rare, une denrée de riche.

BASSIN DE KANDI SECURITE ALIMENTAIRE

16



DISPONIBILITE ALIMENTAIRE



Fortement déficitaire



Peu déficitaire

ZONES A RISQUE



Négligeable



Négligeable mais à situation
alimentaire précaire

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Au terme de l'analyse, plusieurs éléments pourraient limiter la qualité des résultats de cette étude.

Les données pluviométriques sont complètes mais les valeurs de l'évapotranspiration potentielle (ETP) des stations de Malanville et de Ségbana sont déduites par interpolation (A. IGUE, 1987) de celles de la station de Kandi. Les observations débutent en 1965 et astreignent à commencer l'analyse à partir de cette année et à l'abandon des années antérieures dont 1961 (année de sécheresse absolue à Malanville) et 1964 (année de forte pluviosité à Kandi).

Les méthodes de redressement des valeurs introduisent forcément des erreurs d'appréciation dans l'analyse des variables. Il n'empêche néanmoins qu'ils facilitent le travail.

Les ajustements linéaires effectués sont une opération de schématisation des séries à une droite dont l'équation est de forme $Y' = ax + b$. Ils ne permettent qu'une vue théorique du comportement de l'information. Les corrélations calculées pour corriger les insuffisances de l'ajustement linéaire ne sont pas plus concluantes. En effet il est rare que les variations d'un paramètre puissent être expliquées par les variations d'un seul autre. Les coefficients de détermination révèlent l'intervention d'autres paramètres.

Une forte valeur du coefficient de corrélation r ne signifie pas forcément qu'il existe une relation de cause à effet entre les variables observées. Une faible valeur ne signifie pas non plus une faible liaison. En outre, la relation entre deux paramètres peut être non linéaire. Enfin une variable singulière peut influencer la régression.

Les résultats des mesures d'intensité de liaison entre l'eau de pluie et les cultures sont loin du seuil de significativité reconnu en corrélation linéaire. De plus les régressions effectuées devront être améliorées. Cette faiblesse de l'intensité des liaisons entre la pluie et les cultures d'une part, le faible coefficient de détermination d'autre part, rendent l'interprétation délicate.

En effet, si pour le manioc et l'igname la tendance à la baisse de production semble synchrone de la récession pluviométrique, c'est le cas inverse pour le coton et le sorgho. Toutefois l'évolution « positive » de la production de sorgho ne s'explique pas comme pour le coton par les conditions favorables de la récession pluviométrique qui sévit. Cette tendance à la hausse de la production du sorgho est sans doute liée à l'amélioration des techniques culturales. Du reste, la récession pluviométrique peut être préjudiciable à ces deux plantes si elle s'accompagne d'une mauvaise répartition dans le temps.

Enfin, la périodisation de la variation de l'eau est rendue vulnérable ou pratiquement inefficace pour contrôler la production agricole par l'impossibilité de maîtriser cette variabilité de l'eau, régie par des facteurs purement naturels, indomptables par l'homme.

Plusieurs autres facteurs entament la qualité des résultats obtenus. L'interprétation de ces derniers est ainsi délicate. Il importe de signaler que cette interprétation a pu certainement faire les frais d'une certaine subjectivité.

Cependant, en dépit de toutes ces observations, les hypothèses de départ sont confirmées dans l'ensemble.

La production agricole sur le bassin de Kandi évolue entre 1961 et 1990, de *la traditionnelle agriculture de subsistance au mercantilisme agricole organisé autour de la culture du coton en essor et au dépend de la production vivrière en perdition, alors que les ressources en eau s'amenuisent d'année en année. Les surfaces cultivées en produits vivriers diminuent, de façon générale, excepté le maïs dont la production suit l'évolution du coton, tandis que ce dernier « dévore » l'espace, menaçant de fait, l'équilibre biophysique du milieu déjà fragile et encore fragilisé.*

Certes les corrélations établies entre récession pluviométrique et les déficits de production agricole ne permettent pas de conclure à une liaison significative entre les deux paramètres (il fallait aussi compter avec le peu de fiabilité des statistiques officielles face à la réalité du terrain), mais, il est clair que, un déficit ou une abondance de l'eau, intervenant à une période précise de la croissance de la plante a une influence négative ou positive sur les volumes des productions.

Indépendamment de la disponibilité des ressources en eau, la production agricole fait intervenir d'autres facteurs. L'importance de la production de cultures tels que le coton et le maïs ou le péril de la civilisation de l'igname par exemple, s'expliquent autrement que par la récession pluviométrique.

Mais au-delà de cet antagonisme entre produits vivriers et le coton, se pose de façon sérieuse le problème de l'occupation anarchique de l'espace, de la déstabilisation de l'équilibre premier du milieu, et donc, le problème plus aigu de la survie des populations sur le bassin de Kandi.

Il convient alors de recentrer les concepts et programmes de développement du bassin sédimentaire de Kandi. Ce qui doit passer nécessairement par une réforme agraire et une réorganisation du monde rural en particulier, autour des intérêts réels des populations.

SUGGESTIONS

Le modèle d'exploitation agricole des pays dits « développés » ne doit pas être considérée comme une référence à suivre. Cela est d'autant plus vrai que les sols ici, du fait de leur faible profondeur, et le climat, en raison de son caractère aléatoire n'autorisent pas un déploiement de l'envergure des pays du Nord.

Quel développement agricole pour le bassin de Kandi

Le développement rural, comme beaucoup l'on compris très tôt, passe nécessairement par le développement agricole. Mais si cette politique de développement rural a échoué, c'est parce que les uns et les autres ont omis, un élément capital pour opérer un changement réel. Le système agraire tel qu'il se présente aujourd'hui, ne permet pas de rentabiliser les efforts fournis : il faut procéder à une réforme agraire qui somme toute gardera les aspects socioculturels positifs des régions concernées. Il faut penser à une redistribution des terres selon des normes qui permettent à la fois de promouvoir la production agricole et de préserver les écosystèmes fragiles.

La production agricole doit émaner d'un principe simple qui participe de l'intégration, *agriculture-élevage*. Diverses raisons militent en faveur de cette intégration :

- la première est d'ordre institutionnel. En effet, l'agriculture et l'élevage relèvent d'un même ministère. Cette association des fonctions se répercute sur le terrain et pour le cas du coton, on l'a vu, cette intégration constitue le socle, la base de l'essor.

- la seconde, tout aussi importante que la première tient du système agraire du bassin sédimentaire de Kandi. Le nombre limité de groupes socioculturels et leur appartenance à la même aire culturelle dont le système foncier est très peu ou prou diversifié, pratiquement sans contrainte excessive, la faible densité des populations et enfin la disponibilité des terres constituent un atout majeur. Il reste à fixer les exploitations agricoles dans l'espace et à motiver l'exploitant aux investissements fonciers et agricoles telles que la lutte anti-érosive, la fumure organique et la culture fourragère dont il peuvent tirer grand profit.

- La troisième raison, est d'ordre social et traditionnel. Les paysans ont l'habitude de remettre leurs animaux aux mains des bouviers éleveurs afin de se démettre des tâches quotidiennes d'entretien; ce qui du coup provoque une sous-utilisation du cheptel pendant la plus grande partie de l'année notamment dans les transports par charrettes.

Incontestablement, l'amélioration de cette situation passe par la fixation des animaux chez les paysans.

Trois propositions d'orientation générale de développement agricole durable peuvent être envisagées sur le bassin sédimentaire de Kandi : Ce sont les fermes écologiques, les grandes exploitations de cultures de rente et les aires de pâturage.

☞ Les fermes écologiques

Elles visent principalement la promotion d'une production agricole intégrée essentiellement tournée vers la subsistance des familles.

Pour une famille de six personnes, il faut huit (8) hectares qui peuvent accueillir à volonté un champ de vivres, de fourrages, une étable, une porcherie, une basse cour, des ruches...

La ferme écologique ne permet pas de grands rendements, mais assure la sécurité alimentaire de la cellule familiale. L'originalité de ce système d'exploitation exige néanmoins un minimum de connaissance de techniques nouvelles.

Enfin la ferme écologique modifie la trame du paysage agraire: la régularité des champs est plus nette mais l'habitat est dispersé.

La pratique des fermes écologiques n'exclut pas la production de cultures de rente qui s'inscrit dans un autre cadre.

☞ Les grandes exploitations de cultures de rente

La taille minimale de ces exploitations est de 10 hectares. A la différence des fermes écologiques qui sont des réalisations agricoles à l'échelon de la cellule familiale, les animateurs des grandes exploitations de culture de rente sont des investisseurs agricoles, dont l'action est purement commerciale. Ils se doivent de réaliser des profits, par conséquent s'évertueront à rentabiliser au maximum leur entreprise. Les exploitants s'inscrivent au registre de commerce et se déclarent au fisc comme opérateur économique agricole.

La production utilise des techniques culturales semi- modernes, l'attelage de boeufs ou d'ânes.

Ces exploitations nécessitent à vrai dire de gros moyens mais il suffit de créer des conditions, et la machine s'ébranlera. La principale difficulté pour cette entreprise reste au demeurant l'épineux problème de la redistribution des terres auquel il faut au préalable trouver de solution...

☞ *Les aires de pâturages*

La rigueur de la récession au Sahel a ainsi élargi les aires de pâturage et de transhumance des éleveurs du Burkina Faso, du Niger, et du Nigéria mais aussi bien ceux du Bénin dans les derniers retranchements humides et viables du bassin sédimentaires de Kandi et même au-delà.

Il existe depuis, des foyers de concentration où convergent divers troupeaux transhumants.

C'est justement ces foyers qu'il faut mettre à contribution. Des accords doivent au préalable être conclus au niveau local entre paysans et éleveurs sur les chemins que peut suivre le bétail à la recherche de points d'eau; sur les mesures à prendre pour éviter que les régions à pâturages ne se trouvent cernées par des champs; sur les périodes pendant lesquelles les éleveurs peuvent faire paître leurs troupeaux sur le champ de chaume, etc.

L'aménagement de ces foyers devrait intervenir pour permettre au éleveurs de rester plus à distance des zones agricoles et d'éviter les aires protégées. Evidemment il faudrait multiplier ces genres d'ouvrages afin d'éviter les surcharges. Les éleveurs devraient éviter de surcharger les zones de pâturages au moyen d'une réglementation de leur utilisation. La limitation de l'immigration incontrôlée des éleveurs étrangers s'impose. La faisabilité des aires de pâturages est peu probante. En effet, cette idée pourrait se heurter à l'insouciance des transhumants et, au coût élevé que suppose la logistique d'accueil et de contrôle.

BIBLIOGRAPHIE

- AGLI H et LATE V. (1995) : Récession pluviométrique et mutations socio-économiques dans le haut Borgou: cas du plateau de Kandi., in « Récession pluviométrique et mutations socio-économiques dans le haut Borgou ». Travaux et documents du Laboratoire de climatologie DGAT/UNB/FLASH, Cotonou, pp. 03-29.
- AFOUDA F. (1990) : L'eau et les cultures dans le Bénin Central et Septentrional : étude de la variabilité des bilans de l'eau dans les relations avec le milieu rural de la savane africaine. Thèse de doctorat nouveau régime, Paris, 428 p..
- ALIDOU S. (1983) : Etude géologique du bassin paléo-mésozoïque de Kandi. Thèse de doctorat d'Etat ès-Sciences Naturelles, UNB/Dijon, 328 p..
- BIO BIGOU L. B. (1987) : La vallée bénino-nigérienne au Bénin: population et développement. Thèse de doctorat nouveau régime , Dijon, 903 p..
- BOKO M. (1988) : Climat et Communautés rurales du Bénin : rythmes climatiques et rythmes de développement. Thèse de doctorat d'Etat ès-Lettres, Dijon, 608 p..
- BOUROCHE J-M & SAPORTA G. (1989) : l'analyse des données. Collection QSJ? n° 1854, PUF, 4è édition, Paris, 122 p..
- CASTANY G. (1962) : Méthodes d'études et de recherches des nappes aquifères. Bureau des Recherches Géologiques et Minières. Publida, Paris, 158 p.. + 5 planches Noir & Blanc.
- CHAVATTE D. (1994) : Les atouts du coton pluvial en Afrique intertropicale, eau et coton; in « Coton et développement » N°9, Mars 1994 -Trimestriel pp. 4 -7.
- CHITOU Dj. (1991) : Les cultures maraîchères dans la vallée du Niger : cas de l'oignon. Mémoire de maîtrise de Géographie, UNB, Cotonou, 103 p..
- CONGACOU T. A. (1991) : Climat et activités agricoles dans le Borgou méridional. Mémoire de maîtrise de Géographie, UNB, Cotonou, 116 p..
- CROWE P. R. (1971) : Concepts in Climatology. Geography for Advanced Study, Longman, London, pp. 401-519.
- DIRECTION DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE/ RECHERCHE APPLIQUEE EN MILIEU REEL (1992) : Recherche- Développement au Bénin: Acquis et perspectives. Actes du séminaire organisé à Cotonou du 3 au 7 Décembre 1990, DRA/RAMR, Cotonou, 182 p..
- GUILCHER A. (1979): Précis d'hydrologie, Marine et Continentale. Seconde édition entièrement refondue, Masson, Paris, 344 p..

HUETZ DE LEMPS A. (1970) : **La végétation de la terre**. Masson, Paris, 144 p., 76 figures et 15 planches.

IGUE O. J., BOKONON-GANTA B.E. et Collaborateurs (1990) : **Cartes de sécurité alimentaire du Bénin**. Projet de Sécurité alimentaire (SECAL) ONC/GTZ, Lares-sarl Cotonou, 28 planches en couleurs.

INTERNATIONAL FOUNDATION FOR SCIENCE (I.F.S) (1994) : **Systèmes agraires et agriculture durable en Afrique sub-saharienne**. Compte rendu du séminaire régional organisé par la Fondation internationale pour la science (I.F.S) du 7-11 février 1994, Cotonou, 634 p.

ISSA-MAMAN S. (1990) : **Les perturbations pluvio- orageuses au Bénin en 1987 à partir des images Météosat II**. Mémoire de maîtrise de Géographie, UNB 67 p..

JANICOT S. (1990) : **Variabilité des précipitations en Afrique de l'Ouest et circulations quasi stationnaire durant une phase de transition climatique**. Thèse de doctorat « Mention Météo ». 1ère et 2è parties , Paris VI, 178 p. + annexes.

LEBEAU R. (1972) : **Les grands types de structures agraires dans le monde**. 2è édition mise à jour, Masson, Paris, 120 p., 48 figures et 22 planches photographiques.

LEROUX M. (1983) : **Le climat de l'Afrique**. Thèse de doctorat d'Etat, 2 tomes éd. Champion.

LOUP J. (1974) : **Les eaux terrestres : hydrologie continentale**. Masson, Paris 176 p..

MAHE G. (1993) : **Les écoulements fluviaux sur la façade atlantique de l'Afrique: Etude des éléments du bilan hydrique et variabilité interannuelle, analyse de situation hydrodynamiques moyennes et extrêmes** . ORSTOM, Paris, 438 p..

MDR : **Pan de campagne (1961 à 1990)**

MDR : **Rapport annuels de campagne (1961 à 1990)**.

MEYNIER A. : **Les paysages agraires**. Armand Colin. Paris, 189 p..

MILLER A. (1976) : **Climatology**. Ninth edition reprinted by Methuen, London, pp. 101-162.

ORSTOM (1985) : **Climat et Développement : Colloque et Séminaires ORSTOM**, 195 p..

PAGNEY P. (1976) : **Les climats de la terre**. Masson , Paris, 151 p..

PAGNEY P. (1986) : **Etudes de climatologie tropicale**. Masson, Paris, 206 p..

PEGUY Ch. P. (1970) : **Précis de climatologie**. 2è édition revue et remaniée. Masson, Paris, 468 p., 119 figures, 20 tableaux et 3 hors-texte.

- PERARD J. (1992) : **Estimation des contraintes climatiques en Afrique tropicale. Approche méthodologique**, in « **Publication de l'Association Internationale de Climatologie** ». Vol. 5 CRC/ Université de Bourgogne, Dijon, pp. 99-104.
- PERARD J. ; ESCOURROU G. et Al (1988) (Sous la direction de) : **Climats et climatologie**, volume offert au professeur Pierre PAGNEY. Université de Bourgogne, CRC, Dijon, 537 p..
- PERROT M. (1992) : **L'eau , mythes et réalités**. Actes du colloque organisé à Dijon, du 18 au 21 novembre 1992, Dijon, 347 p.
- RICHARD CHORLEY J. (1977) : **Water, Earth, and Man: A Synthesis of Hydrology, Geomorphology and Socio-Economic Geography**. Methuen & Co LTD, London, pp. 169-208.
- RICHARD J. F. (1990) : **La dégradation des paysages, en Afrique de l'Ouest**. Actes du Séminaire UCADD / FLSH / DG, Dakar, 310 p..
- RINAUDO J. & COSTER R. (1977) : **Initiation aux sciences économiques**. Tome I F. Nathan. Millau 267 p..
- ROOSE E. J. (1975) : **Le problème de la conservation de l'eau et du sol en République Populaire du Bénin**. Mission consultation, CENAP, Cotonou, 134 p..
- SERHAU (1992) : **Atlas de la région nord du Bénin à 1/500.000**. Cotonou.
- SERO B. (1989) : **Les changements socio-économiques engendrés par la culture du coton dans le district rural de Sinendé**. Mémoire de maîtrise de Géographie, UNB, 94 p..
- de SOUZA S. (1976 : **Flore du Bénin**. Tome I, catalogue des plantes du Bénin, CENAP, Cotonou, 87 p..
- TAMOU M. (1991) : **Milieus naturels et mise valeur agricole dans le sud-est de la sous-préfecture de Ségbana**. Mémoire de maîtrise de géographie, UNB, 105 p..
- VAN DIEPPEN C. A. et AZONTONDE A. H. (1979) : **Détermination des dates de semis basée sur l'analyse fréquentielle de la pluviométrie décadaire au Bénin**. Etude n° 208 Projet d'Agropédologie FAO, Agonkanmè, 97 p..
- VIERS G. (1968) ; **Eléments de climatologie**. Masson , Paris, 224 p..
- ZIME C. A. (1993) : **Contribution à l'étude des précipitations dues aux lignes de grains au Bénin à partir des images Météosat II et des niveaux kérauniques**. Mémoire de maîtrise de Géographie, UNB, 89 p..

LISTE DES FIGURES

Page

1. Bloc diagramme du bassin sédimentaire de Kandi.....	7
2. Test d'homogénéité des paramètres du climat.....	12
3. Type d'habitat.....	21
4. Pyramide des âges.....	22
5. Calendrier agricole paysan.....	26
6. Evolution de la production agricole de 1961 à 1990.....	33-32
7. Production moyenne par catégorie de cultures.....	38
8. Evolution comparée des pluies et débits annuels des cours d'eau.....	45
9. Schéma de l'organisation des échanges de l'eau dans le paysage.....	45
10. Série de courbes évolutives de la pluie et variables centrées réduites.....	47
11. Evolution de la pluie, de la réserve utile et des coefficients culturaux.....	57-59
12. Pluie et ligne de grains à la station de Kandi.....	65
13. Tendance de la pluie, l'humidité relative et nombre de jour de pluie.....	66
14. Tendance de la production agricole.....	68-70

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1 : Etat des statistiques de production agricole.....	10
Tableau n°2 : Evolution des surfaces cultivées	20
Tableau n°3 : Répartition des parcelles selon utilisé des instruments utilisés	25
Tableau n°4 : Répartition des parcelles selon qu'on y ait pratiqué la fumure chimique, le traitement phytosanitaire ou utilisé les semences améliorées	27
Tableau n°5 : Durée de cycle végétatif et besoin en eau des cultures	55
Tableau n°6 : Coefficient de corrélation et détermination entre les différentes cultures et la pluie.....	67

LISTES DES CARTES

Carte n°1 : Situation du bassin sédimentaire de Kandi	4
Carte n°2 : Géologie.....	6
Carte n°3 : Découpage administratif	8
Carte n°4 : Réseau ASECNA	11
Carte n°5 : Pédologie.....	15
Carte n°6 : Aptitude des sols.....	17
Carte n°7 : Ecosystèmes naturels	18
Carte n°8 : Sociétés rurales.....	23
Carte n°9 : Répartition par catégorie des principales cultures	39
Carte n° 10 : Typologie des climats du Borgou	40
Carte n°11 : Hydrographie et hydrologie	44
Carte n°12 : Variabilité spatio-temporelle des précipitations	49
Carte n°13 : Répartition pluviométrique de la normale 1961-1990	51
Carte n°14 : Occupation du sol, forêt classée de la Sota	76
Carte n°15 : Occupation du sol, forêt classée de Goungoun	77
Carte n°16 : Sécurité alimentaire.....	79
Carte n° 17 : Végétation	

INDEX ALPHABETIQUE DE QUELQUES SIGLES ET ABREVIATIONS

- ASECNA** : Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne.
CARDER-BORGOU : Centre d'Action Régional pour le Développement Rural du Département du Borgou.
CENAP : Centre National d'Agropédologie.
CENATEL : Centre National de télédétection.
DL : Degré de Liberté.
ENSO : El Niño Southern Oscillation.
ESA : Enquêtes Statistiques Agricole.
ETP : Evapotranspiration potentielle.
FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
FIT : Front Inter-tropical.
Hpa : Hecto-pascal.
Ih : Indice d'humidité.
INSAE : Institut National de la Statistique et l'Analyse Economique.
Inst. : Instrument
JEA : Jet d'Est Africain.
JTE : Jet Tropical d'Est.
Kc : Coefficient cultural.
MDR : Ministère du Développement Rural.
Moy. : Moyenne
NJP : Nombre de jours de pluie.
NO : Nombre d'observation.
P : Précipitations.
r² : Coefficient de détermination.
r : Coefficient de corrélation.
RFU : Réserve Facilement Utilisable.
RS : Réserve de Survie.
RU : Réserve utile.
SERHAU SEM : Société d'Etude Régionale, d' Habitat et d'Aménagement Urbain, Société à Economie Mixte.
SRCV : Service de Recherche en cultures vivrières.
ZCIT : Zone de convergence Intertropical.



Table des matières

	Page
<i>DEDICACE</i>	<i>II</i>
<i>SOMMAIRE</i>	<i>III</i>
<i>AVANT-PROPOS</i>	<i>2</i>
INTRODUCTION	5
Chapitre premier : TYPOLOGIE DES STRUCTURES AGRAIRES SUR LE BASSIN SEDIMENTAIRE DE KANDI	14
1.1. LES FACTEURS DE PRODUCTION	14
1.1.1 - Disponibilité foncière, forme et taille des champs	14
1.1.2 - Sociétés, paysannat, techniques culturales culturales et recherche agronomique	22
1.2. LA PRODUCTION AGRICOLE	29
1.2.1 - Les plantes cultivées	29
1.2.2 - Evolution de la production de 1961 à 1990	29
1.2.2.1 - <i>Les céréales</i>	29
1.2.2.2 - <i>Les légumineuses</i>	34
1.2.2.3 - <i>Les tubercules</i>	35
1.2.2.4 - <i>Le coton</i>	36
Chapitre deuxième : VARIABILITE DES RESSOURCES EN EAU ET DYNAMIQUE DE LA PRODUCTION AGRICOLE	40

2.1. LA DYNAMIQUE DE L'EAU	41
2.1.1 - La circulation générale en été: facteurs explicatifs de la variabilité de l'eau	41
2.1.1.1 - <i>Mouvement saisonnier de la ZCIT, cellule de Hadley, cellule de Walker et southern oscillation</i>	<i>41</i>
2.1.1.2 - <i>Circulation régionale et locale</i>	<i>42</i>
2.1.2 - L'eau dans le paysage : les fondements pluviométriques de l'eau	43
2.1.3 - Rythme et régime pluviométriques sur le bassin de Kandi	46
2.1.3.1 - <i>Variabilité spatio-temporelle en année excédentaire</i>	<i>46</i>
2.1.3.2 - <i>Variabilité spatio-temporelle en année moyenne</i>	<i>48</i>
2.1.3.3 - <i>Variabilité spatio-temporelle en année déficitaire</i>	<i>48</i>
2.2. L'EAU ET LES CULTURES	52
2.2.1 - Disponibilité de l'eau de pluie : bilans d'eau	52
2.2.1.1 - <i>Bilan climatique et indice d'humidité</i>	<i>52</i>
2.2.1.2 - <i>Bilan agroclimatique</i>	<i>53</i>
2.2.2 - Durée de cycle et exigences hydriques	55
2.2.3 - Analyse de la disponibilité et des besoins en eau des cultures par catégorie d'années	56
2.2.3.1 - <i>Sorgho</i>	<i>56</i>
2.2.3.2 - <i>Maïs</i>	<i>60</i>
2.2.3.3 - <i>Niébé</i>	<i>61</i>
2.2.3.4 - <i>Arachide</i>	<i>61</i>
2.2.3.5 - <i>Igname</i>	<i>62</i>
2.2.3.6 - <i>Coton</i>	<i>63</i>

Chapitre troisième : IMPLICATIONS SOCIO-ECONOMIQUES DE LA RECESSION PLUVIOMETRIQUE	64
3.1. LA RECESSION PLUVIOMETRIQUE RECENTE	64
3.2. LE PERIL DES CULTURES VIVRIERES ET L'ESSOR DU COTON	67
3.2.1 - Les stratégies paysannes	72
3.2.2 - L'adoption de nouvelles méthodes et techniques de travail	72
3.3. DEGRADATION DU POTENTIEL PEDOLOGIQUE ET VEGETAL ET LE PROBLEME DE SECURITE ALIMENTAIRE	73
CONCLUSION	80
BIBLIOGRAPHIE	85
LISTE DES FIGURES	88
LISTE DES TABLEAUX	88
LISTE DES CARTES	88
INDEX ALPHABETIQUE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	89
ANNEXES	93

ANNEXES

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

Annexe 1:

TABLEAUX DE DETERMINATION DES QUINTILES

Station de Kandi.

Rang (i)	Année	Hauteur (mm)	Fréquence Empirique $F = \frac{i}{N+1} \times 100$
1	1988	655,1	3,22
2	1983	687,3	6,45
3	1961	727	9,67
4	1973	774,6	12,90
5	1990	789,3	16,12
6	1986	844,1	19,35
7	1987	879,2	22,58
8	1982	887	25,80
9	1977	905,5	29,03
10	1965	930,5	32,25
11	1976	947,1	35,48
12	1980	968,4	38,70
13	1981	993,8	41,93
14	1971	993,8	45,16
15	1985	994,1	48,38
16	1969	1001,2	51,61
17	1984	1029,4	54,83
18	1967	1041,9	58,06
19	1974	1055,5	61,29
20	1968	1055,6	64,51
21	1979	1057,8	67,74
22	1970	1066,3	70,96
23	1966	1087,2	74,19
24	1975	1117,2	77,41
25	1989	1183,9	80,64
26	1963	1207,8	83,87
27	1962	1226,1	87,09
28	1978	1227	90,32
29	1972	1233,1	93,54
30	1964	1436,6	96,77

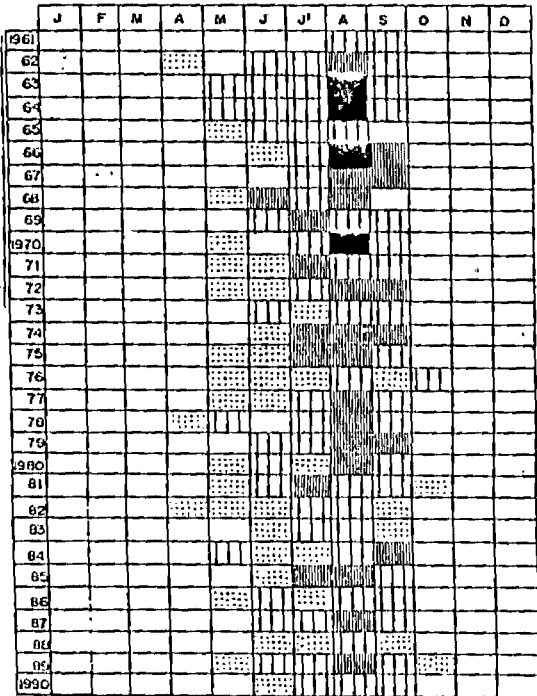
Station de Malanville.

Rang (i)	Année	Hauteur (mm)	Fréquence Empirique $F = \frac{i}{N+1} \times 100$
1	1973	472,2	3,22
2	1984	654,3	6,45
3	1972	675,3	9,67
4	1979	692,6	12,90
5	1961	696,4	16,12
6	1983	697,5	19,35
7	1987	698,7	22,58
8	1982	702,8	25,80
9	1990	708,5	29,03
10	1989	732	32,25
11	1986	741,5	35,48
12	1963	743,5	38,70
13	1966	763,9	41,93
14	1976	765,1	45,16
15	1971	779,3	48,38
16	1980	780,9	51,61
17	1981	784,3	54,83
18	1967	817	58,06
19	1970	827,9	61,29
20	1974	829,5	64,51
21	1985	832,1	67,74
22	1968	835,3	70,96
23	1965	850,7	74,19
24	1978	861,7	77,41
25	1977	866,6	80,64
26	1988	901	83,87
27	1962	906,2	87,09
28	1964	950,4	90,32
29	1969	1025,7	93,54
30	1975	1038,1	96,77

Annexe 2:

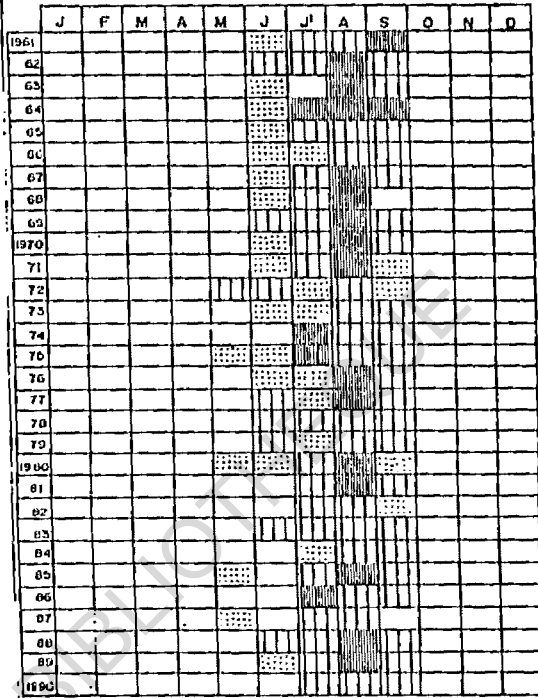
INDICE D'HUMIDITE

STATION DE KANO



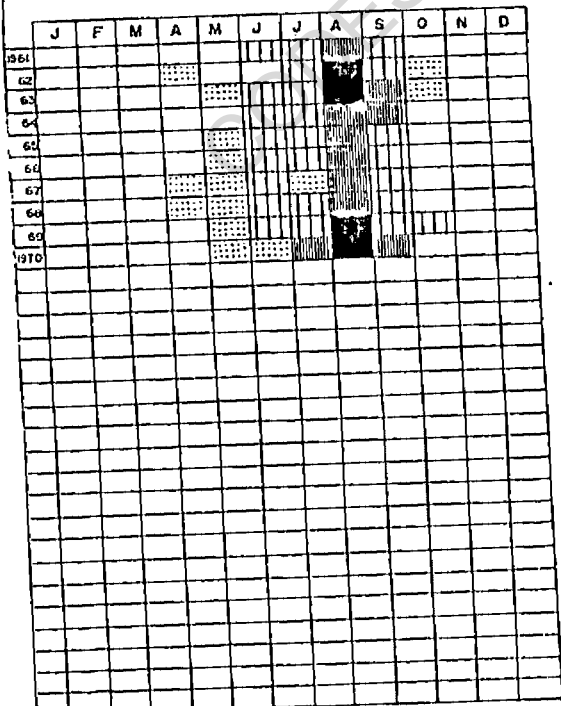
$$\text{indice d'humidité } h_h = \frac{P - ETP}{ETP}$$

STATION DE MALANVILLE



$$\text{indice d'humidité } h_h = \frac{P - ETP}{ETP}$$

STATION DE SEGBANA

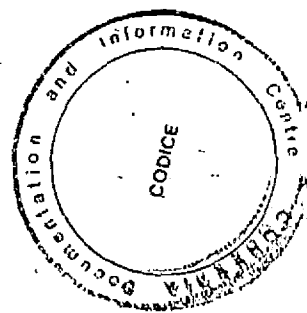


$$\text{indice d'humidité } h_h = \frac{P - ETP}{ETP}$$

RECAPITULATIF DE LA DUREE DES PERIODES HUMIDES

Station	1969	1973	1975	1976	1983	1986
MALANVILLE	•	•	•	•	•	•
BANGOLA	•	•	•	•	•	•
KANO	•	•	•	•	•	•
SEGBANA	•	•	•	•	•	•
KALALE	•	•	•	•	•	•
BEAUREPOND	•	•	•	•	•	•
DIA	•	•	•	•	•	•
NAKFI	•	•	•	•	•	•
PAROUNDI	•	•	•	•	•	•
ELEMOU	•	•	•	•	•	•
Summa	•	•	•	•	•	•

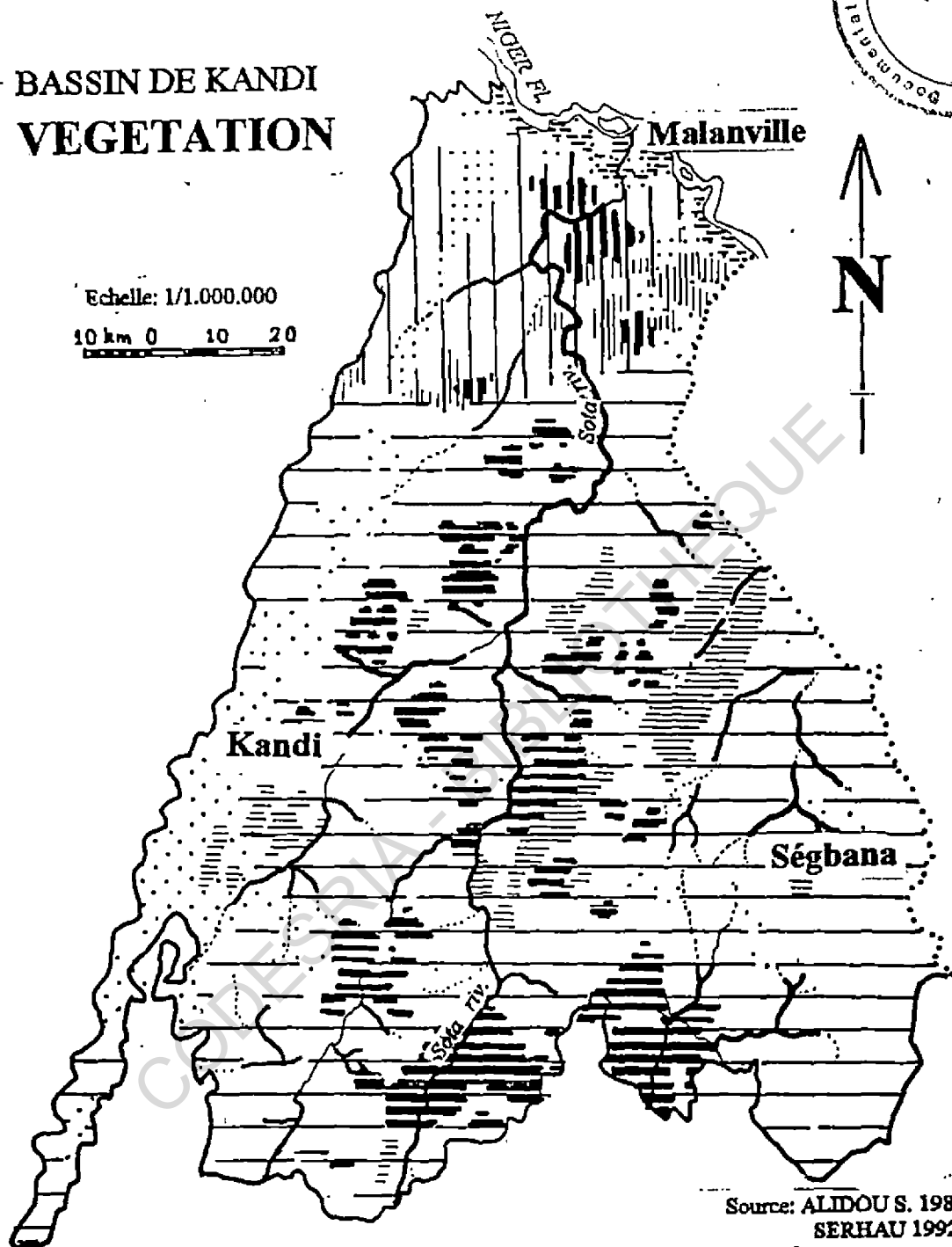
DECALÉS HUMIDES
 • 9 et plus
 • 12 - 18
 • 1 - 11



Annexe 3 :







BASSIN DE KANDI VEGETATION

Echelle: 1/1.000.000
10 km 0 10 20








Source: ALIDOU S. 1983
SERHAU 1992

ZONE TRES SECHE CONTINENTALES

-  Savane boisée
-  Savane arborée et savane arbustive
-  Savane à forte emprise agricole
-  Savane arborée et savane arbustive saxicole
-  Savane arbustive saisonnièrement inondée
-  Galerie forestière

ZONE SECHE CONTINENTALE

-  Savane boisée
-  Savane arborée et savane arbustive
-  Savane à forte emprise agricole
-  Galerie forestière
-  Savane arborée et savane arbustive saxicole