

(présenté au colloque "crise de l'agriculture en Afrique")

ENVIRONNEMENT ET PRODUCTIONS AGRICOLES.
CAS DU BURKINA FASO

M. GROUZIS & J. ALBERGEL
(Ecologue) - (Hydrologue)

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT
EN COOPERATION
(ORSTOM)

BP. 1386 DAKAR SENEGAL

Décembre 1988

08 JUN. 1993

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 41610

Cote : B

~~270~~ EX 1

INTRODUCTION

La population du Sahel actuellement de 35 millions d'hommes comptera à la fin de la première décennie du XXI^{ème} siècle près de 70 millions d'individus, si les tendances actuelles se maintiennent (OCDE/CILSS 1984). Ces pays vivent une crise agricole intense, puisque l'augmentation de la production des denrées agro-alimentaires de l'ordre de 1,5 % par an au cours de ces dernières décennies, ne permet pas de satisfaire les besoins d'une population qui s'accroît au rythme de 2,7 % l'an (WALSH 1984). Cette situation de crise implique l'importation de plus en plus importante de céréales : 600 000 tonnes en 1960 à près de 1 500 000 tonnes en 1983-84, années où les conditions climatiques ont été particulièrement défavorables (OCDE/CILSS 1984 ; DUMONT et MOTTIN 1982). En effet la médiocrité des productions agricoles sont imputables pour partie aux conditions extrêmes de sécheresse qui sévissent sur les régions sahéliennes depuis plus de deux décennies. C'est ainsi que la sécheresse de 1968-1973 a fait chuter la production céréalière brute d'un peu moins de 15 % de la récolte moyenne d'une année normale au Sahel (SASSON 1986). De même le Sénégal n'a produit que 31 % de ses besoins céréaliers au cours de la saison agricole 1983-1984 (DUMONT 1986).

Il paraît donc intéressant d'étudier les effets des variations du climat, notamment de la pluviosité sur les productions végétales, tout en étant conscient que l'analyse de l'évolution de la production doit aussi nécessairement prendre en compte les réactions et les décisions des paysans par rapport à leur environnement socio-économique.

En prenant l'exemple du Burkina Faso, pays continental du bouclier ouest africain, ce travail tente, à l'aide d'une étude de la pluviosité annuelle, de mettre en évidence les variations climatiques récentes. Il montre l'impact de cette évolution sur les productions végétales (céréales, pâturages, coton) et mesure ses conséquences sur le milieu, compte-tenu des pratiques d'exploitation et de la croissance démographique.

I. EVOLUTION DE LA PLUVIOMETRIE

Le Sahel a suscité l'intérêt général à la suite des années de sécheresse exceptionnelle apparues au début de la décennie 1970. Il est vrai que cette période climatique défavorable a provoqué d'importantes difficultés sur le plan socio-économique, notamment dans le domaine de la sécurité alimentaire. De nombreux travaux (SIRCOULON 1976, NICHOLSON 1981, HARE 1983) ont alors été menés pour caractériser cette période de déficit exceptionnel. La légère rémission de la sécheresse observée dans certaine région en 1975 et 1976, plaidait en faveur d'un retour à des périodes plus favorables. En fait, avec plus de dix ans de recul, on cerne mieux l'événement et les années 1983-84, qui représentent un épisode déficitaire le plus grave jamais mesuré (SIRCOULON 1984) permettent de se rendre compte de l'ampleur du phénomène en cause.

De récentes études (CARBONNEL et HUBERT 1985, KATZ et GLANTZ 1986, ALBERGEL 1987) montrent que les pays de la zone soudano-sahélienne accusent depuis plus d'une quinzaine d'années des déficits hydropluviométriques particulièrement intenses.

Pour mettre en évidence les grandes tendances climatiques, la méthode des moyennes mobiles pondérées (OLIVRY 1983) a été appliquée aux séries pluviométriques de stations représentatives des différentes zones écologiques du pays. Inspirée des chaînes de MARKOV d'ordre 1, cette moyenne mobile pondérée considère chaque pluviométrie comme la somme d'une variable aléatoire et d'un polynôme fonction de l'ensemble des observations antérieures.

Les résultats portés sur la figure 1 et qui comparent pour les différentes stations les moyennes mobiles pondérées à la moyenne interannuelle donnent une image de l'évolution climatique pour l'ensemble du Burkina Faso. Trois périodes peuvent être distinguées pour les stations sahéliennes :

- la première s'étend du début des relevés jusqu'à l'année 1949 et se caractérise par une pluviosité proche de la moyenne ;
- la deuxième de 1950 à 1967 est définie par des années successives largement excédentaires ;
- une tendance générale vers un régime déficitaire caractérise la troisième période qui commence en 1968. Les données relatives aux zones plus méridionales offrent une évolution semblable. La seule différence sensible entre les deux zones climatiques concerne les années 1931-33, période pendant laquelle les stations sahéliennes dans leur majorité ont accusé un déficit par rapport à la moyenne contrairement aux stations soudaniennes.

En appliquant le test de LEE et HEGHINIAN (1977) à 42 chroniques pluviométriques de la zone sahélienne, HUBERT et CARBONNEL (1987) montrent que la série statistique des pluviométries annuelles n'est pas stationnaire et que la probabilité maximale dans ces séries d'avoir deux chronologies, dont les moyennes sont significativement différentes se situe entre 1969-1970 pour l'ensemble des séries. La non stationnarité du régime pluviométrique annuel est confirmée par SNIJDERS (1986) à l'aide d'un indice pluviométrique régional construit sur la base des données de 20 stations du centre et du nord du Burkina. Il est d'autre part intéressant de constater que la probabilité de déviation est pratiquement nulle entre les deux premières périodes précédemment décrites, alors qu'elle est maximale entre la seconde et la troisième. Ce résultat confère un caractère de singularité à la sécheresse actuelle par son poids dans les séries pluviométriques observées.

Le caractère exceptionnel de cette sécheresse depuis le début des observations météorologiques dans le SAHEL est attesté par GREGORY (1982) qui a étudié la probabilité d'avoir des réalisations consécutives inférieures à la moyenne sur les plus longues chroniques de pluie. De même ALBERGEL (1986) a compté en moyenne, dans la période 1969-1985, 5 valeurs inférieures à la décennale sèche déterminée sur la période antérieure à 1960 pour les principales stations du BURKINA.

La phase sèche qui s'est installée vers la fin des années 1960 se caractérise donc des autres périodes sèches connues (1913, 1931, 1939) par sa durée (plus de 18 ans dans certaines stations), son ampleur (fréquence élevée d'années exceptionnellement sèches) et son extension géographique.

II. IMPACT DES VARIATIONS CLIMATIQUES SUR LES PRODUCTIONS AGRICOLES

L'examen des variations interannuelles de la production des pâturages, des céréales et du coton, permet d'analyser l'effet d'une période sèche sur des types de cultures très différentes. On opposera ainsi les "cultures" extensives : pâturages naturels, culture céréalière pour laquelle le seul intrant est la force de travail, aux cultures intensives reposant sur une utilisation importante d'intrants : engrais, insecticides, travail du sol...

2.1. La production céréalière

Malgré la forte variabilité, l'évolution de la production céréalière (mil, sorgho, maïs, riz, fonio) au Burkina Faso (figure 2), fait apparaître une progression lente de la production.

L'accroissement annuel de la production (1,07 % depuis 20 ans), ne permet pas de satisfaire les besoins d'une population dont l'accroissement annuel pendant la même période est de l'ordre de 1,7 %.

L'ajustement de cette production à un modèle statistique est impossible en raison de la très forte variabilité des valeurs due notamment à la nature même des données dont l'estimation comporte une marge d'erreur notoire, et la relative dépendance de la production aux aléas climatiques. Ainsi, la comparaison des variations de la production (figure 2) aux caractéristiques climatiques (figure 1), permet de localiser la majorité des années de déficit céréalier dans les années sèches (1971-73, 1976, 1980, 1983-84). cependant, la coïncidence d'années de déficit céréalier (1964-65-66) avec des périodes pluviométriques favorables,

montre que toute la variation de la production n'est pas imputable au seul facteur pluviométrique.

2.2. La production des pâturages sahéliens du bassin versant de la Mare d'OURSI

A défaut de statistiques sur la production des pâturages, les données relatives aux herbages du bassin versant de la Mare d'Oursi (nord du Burkina Faso) ont été retenues (GROUZIS et SICOT 1980, GROUZIS 1988).

Les mesures effectuées depuis 1976 sur la pluviométrie, le ruissellement (CHEVALLIER *et al.*, 1985) et la biomasse de la strate herbacée du bassin versant (*in* GROUZIS 1984) ont permis de formuler pour le bassin versant d'Oursi, la phytomasse en fonction des précipitations moyennes du bassin par la relation linéaire :

$$Y \text{ g}_{\text{ms}} \cdot \text{m}^{-2} = 0,21 P_{\text{m}} + 14,2 \text{ (GROUZIS, 1988)}$$

L'application de cette relation aux pluviométries moyennes annuelles du bassin donne (figure 3) les variations interannuelles de la production de la strate herbacée et de la charge en bétail en considérant les normes couramment utilisées en matière de pastorales : UBT = 250 kg ; besoin d'entretien = 6,25 kg de matière sèche par jour ; taux d'utilisation du fourrage sur pied = 40 % (BOUDET 1975).

le réseau pluviométrique couvrant le bassin ayant été retiré les données relatives à ces années sont issues des mesures de la station météorologique de JALAFANKA auxquelles a été appliqué un coefficient d'abattement moyen de 0,88 (moyenne 1976 à 1981).

La figure 3 permet d'observer une très forte variabilité de la production annuelle (du simple au double). Les années 1983, 1984 et 1985 fortement déficitaires sur le plan pluviométrique ont enregistré les productions les plus faibles. La comparaison des années 1983 et 1985 à la production fréquentielle permet de situer la production de herbages de ces années à des valeurs inférieures à la centennale défavorable ($P = 60,6 \text{ g}_{\text{ms}} \cdot \text{m}^{-2}$)

Soulignons aussi que si l'on se réfère à l'effectif du cheptel présent au niveau de la Mare d'Oursi estimé par LHOSTE (1977), il y aurait en 1983 une surcharge d'au moins 9 000 UBT;

Ces résultats, montrant l'influence des aléas climatiques sur la production des pâturages, n'ont rien d'étonnant puisque les formations herbeuses sahéliennes sont essentiellement constituées de thérophytes, c'est-à-dire de plantes annuelles dont le cycle végétatif est étroitement lié au cycle pluviométrique.

2.3. La production cotonnière.

L'observation de la figure 4 (a, b, c) montre une progression spectaculaire de la production. Celle-ci est davantage due à l'accroissement des rendements qu'à l'extension des surfaces cultivées. Ces dernières se sont stabilisées à 72 000 ha en moyenne depuis l'année 1967-1968, alors que le taux d'accroissement annuel moyen du rendement est de 12 % depuis la même année (ALBERGEL *et al.*, 1985). On enregistre au cours de la campagne 1986-1987 une très forte augmentation (32 % par rapport à 1985) des surfaces cotonnières malgré la dégradation des cours mondiaux excluant toute augmentation du prix d'achat.

La production annuelle et les rendements du coton ne peuvent être corrélés à la pluie annuelle, aussi bien à l'échelle nationale que régionale (ALBERGEL *et al.*, *loc. cit.*, LECAILLON et MORRISON 1984). Par contre, les variations du rendement annuel peuvent être ajustées à une courbe logistique de la forme :

$$Y = K / (1 + m e^{-at})$$

Cette courbe représente l'influence des seules paramètres maîtrisables. En effet, les coefficients de corrélation linéaire montrent que la production théorique définie par cet ajustement, est significativement liée à chacune des variables : surface labourée ($r = 0,94$), engrais ($r = 0,95$) et insecticide ($r = 0,97$) pour 17 années de production. Par contre l'écart des productions observées à cette courbe reflète l'influence du facteur pluie. En effet, cet écart peut être exprimé en fonction des pluies annuelles de trois postes pluviométriques de zones rurales à forte densité de culture cotonnière par la relation :

$$E = 0,37 P_1 + 1,62 P_2 + 1,19 P_3 - 2,59$$

dans laquelle :

E = (production ajustée - production observée)/production ajustée

P = pluie annuelle en mètre de Houndé(P1), Dionkélé (P2), Tougan (P3).

Les fluctuations de la production observée autour de la courbe théorique peuvent être importantes. Les écarts sont plutôt positifs pendant la période de pluviométrie fortement excédentaire (1954-1969) et plutôt négatifs ou faiblement positifs au cours de la période de la sécheresse mise en évidence précédemment.

Ces faits illustrent bien qu'à risque climatique de même intensité, l'impact sur les productions agricoles est d'autant plus significatif que le caractère extensif du système d'exploitation est marqué.

A partir de 1985 la forte augmentation des surfaces cultivées s'accompagne d'un fléchissement du rendement puisque les valeurs de ces années restent au dessous de la courbe théorique de progression du rendement.

III. IMPACT SUR LE MILIEU.

Pour faire face aux besoins d'une population de plus en plus importante en raison de la forte croissance démographique et pour s'adapter aux conditions de plus en plus drastiques de ces dernières années, le paysan développe des techniques extensives d'exploitation.

Les cultures s'étendent au dépens des jachères, des bas-fonds (peu cultivés au Sahel jusqu'à la récente période de sécheresse) et des zones sensibles à l'érosion. Ainsi TOUTAIN et DEWISPELAERE (1978) notent pour le Sahel burkinabé, entre 1955 et 1974, un accroissement des surfaces cultivées au rythme de 2,25 % par an, chiffre très voisin de la croissance démographique. Parallèlement, on peut affirmer que le système de culture se dégrade :

- recul des jachères, développement des cultures continues (BERNUS *et al.*, 1984) ;
- abandon de la gestion collective des terroirs villageois (MARCHAL, 1982) ;
- évolution des pratiques culturales intensives sous parc à *Acacia albida* vers une agriculture extensive sur champs de brousse (HERVOUET 1980).

Sur le plan pastoral la logique est comparable. L'éleveur tend à augmenter l'effectif du cheptel pour accroître les chances de reconstitution du troupeau en cas d'accident climatique. De ce fait le milieu surexploité n'est plus en mesure de répondre aux besoins du bétail.

Ce système d'exploitation caractérisé par une consommation d'espace, associé à la contrainte sécheresse, induit globalement une dégradation du milieu.

C'est ainsi qu'en une dizaine d'années (1971-1980), les forêts classées ont régressé de 36 % au profit de la mise en valeur agricole (UNSO 1983) ;

- que les galeries forestières de la région de Bobodioulasso ont perdu plus de 50 % de leur longueur entre 1955 et 1974 (TERRIBLE 1982) ;

- que les surfaces dégradées ont quadruplé de 1955 à 1974 dans la région sahélienne d'Oursi-Gorom (DEWISPELAERE et TOUTAIN 1976 a et b) ;
- que la production fourragère a diminué de 20 à 25 % entre 1955 et 1974 sur l'ensemble du Sahel burkinabe (TOUTAIN et DEWISPELAERE 1978).

Les conséquences de cette dynamique régressive se concrétisent au niveau de la dégradation des sols. En effet, dénudés ceux-ci sont soumis aux phénomènes érosifs qui se manifestent par un décapage de l'horizon superficiel et par une baisse de fertilité due à l'entraînement des particules fines et des éléments solubles (phénomène de lixiviation superficielle, ROOSE 1977).

GROUZIS (1988) souligne la fragilité de l'équilibre des écosystèmes sahéliens et leur grande sensibilité aux interactions des différents facteurs écologiques. Il rapporte que de nombreux systèmes écologiques sahéliens ont dépassé des niveaux permettant la régénération naturelle et le renouvellement des ressources.

De même l'étude du terroir de Boulsa situé en bordure du plateau mossi, et à la limite nord de la zone soudanienne, par VALENTIN et ALBERGEL (1986) montre que les transformations du paysage sous l'action conjuguée de la sécheresse et de l'extension des zones de culture modifient beaucoup l'équilibre hydrique : augmentation très sensible de l'aptitude au ruissellement de ce bassin en 1984 (année sèche) par rapport aux années 1960 (années excédentaires). Il ressort de cet exemple que l'imperméabilisation relative du milieu engendre deux conséquences contraignantes pour l'agriculture, d'une part, la réduction de la disponibilité en eau du sol, et d'autre part, le risque de submersion dans les bas-fonds.

CONCLUSION

Les productions agricoles sont déterminées par des facteurs liés aux techniques d'exploitation (travail, fertilisation, traitement phytosanitaire, utilisation de variétés améliorées...), au domaine socio-économique (régime foncier, rémunération, circuits de commercialisation ...) et aux conditions de l'environnement (climat, sols, facteurs biotiques...).

La persistance d'années pluviométriquement déficitaires depuis 1968, la répétition d'années exceptionnellement sèches, la généralisation géographique du déficit pluviométrique caractérisent les variations récentes du climat au Burkina Faso.

La comparaison des productions agricoles aux variations pluviométriques, fait apparaître une relative dépendance de la production céréalière et des pâturages sahéliens aux aléas climatiques. Par contre la production cotonnière continue de progresser malgré des déficits pluviométriques importants. Ce sont les écarts à la tendance générale, imputables aux facteurs maîtrisables, qui reflètent les variations pluviométriques.

L'exemple du coton a été retenu pour illustrer le caractère intensif de la culture en raison de la disponibilité des données. Il est vrai que comparer cultures vivrières et végétation naturelle à la culture du coton paraît critiquable en raison de la sensibilité différente des espèces à la sécheresse, et de l'influence de la répartition pluviométrique sur les rendements. La considération de ces facteurs demande des investigations beaucoup plus poussées qui ne sont pas intégrées dans notre niveau de perception, qui s'adresse à un bilan annuel à l'échelle du pays. Localement, des pratiques intensives plus traditionnelles (culture continue au niveau des auréoles villageoises soit sous parc à *Acacia albida*, soit sous fumure avec gestion collective) se sont montrées plus performantes que les pratiques extensives pour la même céréale.

A notre niveau d'étude le facteur pluie annuelle s'avère être discriminant et l'analyse des trois productions agricoles retenues montre que l'impact des sécheresses se manifeste beaucoup plus dans le cas des systèmes extensifs d'exploitation.

De plus il apparaît que les techniques actuelles d'exploitation, caractérisées par une consommation d'espace, sont responsable de la dégradation du milieu : régression du couvert végétal, érosion, chute de la réserve hydrique du sol, baisse de la fertilité et diminution des capacités de régénération des phytocénoses. Ces derniers caractères deviennent des facteurs contraignants non aléatoires et qui viennent exacerber les effets de la sécheresse. L'influence de ces nouveaux facteurs contraignants sera d'autant plus accentuée que le seuil de l'équilibre écologique sera atteint ou même dépassé.

Pour atténuer les effets du risque sécheresse qui est réel, et limiter la généralisation des contraintes liées au substrat, il serait vitale de modifier les techniques d'exploitation pour les adapter davantage à la situation de dégradation actuelle du milieu.

Des solutions techniques telles que : fumure, lutte anti-érosive, économie de l'eau, pratiques agroforestières..., éprouvées expérimentalement et déjà divulguées ne se sont pas révélées à la hauteur des résultats escomptés. En effet, elles ne sont pas suffisamment intégrées dans les préoccupations paysannes ni adaptées à leurs moyens. Une convergence entre ces solutions techniques et les pratiques paysannes devraient permettre d'améliorer la situation de crise ou tout au moins limiter les effets de la contrainte écologique. En effet les relations significatives entre les variations climatiques et les productions agricoles ne doivent pas occulter les relations qui existent entre ces situations de crise agricole et le système économique international.

REMERCIEMENTS : Les auteurs tiennent à remercier vivement les organismes suivants pour leur accueil et pour avoir facilité la collecte des données de base : AVV , IRAT, IRHO, ICRISAT, IITA, FDR, CILSS, FAO, SOFITEX, CIEH, DHER, INSD et le Centre ORSTOM de OUAGADOUGOU.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBERGEL J., CARBONNEL J-P., VAUGELADE J., 1985. Aléas climatiques et productions agricoles : le coton au Burkina. *Acta Oecologica, Oecol. Applic.*, 6, 3, 199-211.
 - ALBERGEL J., 1986. Evolution de la pluviométrie en Afrique soudano-sahélienne. Exemple du Burkina Faso. *Conférence CIEH, Ouagadougou*, 18 p.
 - ALBERGEL J., 1987. Genèse et prédétermination des crues au BURKINA FASO. Du m² au km², étude des paramètres hydrologiques et de leur évolution. *Thèse de doct. Un. Paris 6. Coll. Etudes et Thèse éd. de l'ORSTOM*. 341 P.
- ALBERGEL J., VALENTIN C., 1986. "Sahélisation" d'un petit bassin versant soudanien : Kognere-Boulsa au Burkina Faso. Colloque Nordeste-Sahel, IHEAL, Paris, 14 p.
- BERNUS E., FAUCK R., MARCHAL J-Y., 1984. Le Sahel et ses problèmes : l'apport de la recherche. *Afrique contemporaine, La Doc. Française*, 129, 11-17.
- BOUDET G. 1975. *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères*. IEMVT, Ministère de la Coopération, 254

- CARBONNEL J-P., HUBERT P., 1985. Sur la sécheresse au Sahel de l'Afrique de l'Ouest. Une rupture climatique dans les séries pluviométriques du Burkina Faso (ex Haute-Volta). *C. R. Acad., Sc., sér. II*, tome 301, n°13, 941-944.
- CHEVALLIER P., CLAUDE J., POUYAUD B., BERNARD A., 1985. *Pluies et crues au Sahel. Hydrologie de la Mare d'Oursi (Burkina Faso 1976-1984)*. Tr. et Doc., ORSTOM, Paris, n° 190, 251 p.
- DUMONT R., 1986. *Pour l'Afrique, j'accuse*. Plon Ed., 458 p.
- DUMONT R., MOTTIN M-F., 1982. *L'Afrique étranglée*. Le Seuil Ed., coll., "Points Politique", 288 p.
- DEWISPELAERE G., TOUTAIN B., 1976a. Un exemple de dégradation du couvert végétal sur une dune continentale fixée dans le Sahel voltaïque. *Photointerprétation n° 3, fasc.1*.
- DEWISPELAERE G., TOUTAIN B., 1976b. Estimation de l'évolution du couvert végétal en 20 ans, consécutivement à la sécheresse dans le Sahel voltaïque. *Photointerprétation, n°3, fasc.1*.
- GREGORY S., 1982. Spatial patterns of sahelian annual rainfall, 1961-1980. *Arch. Met. Geoph. Biokl., ser. B*, 31, 273-286.
- GROUZIS M., 1984. Pâturages sahéliens du nord du Burkina Faso. Capacité de charge, production fréquentielle et dynamique de la qualité fourragère. *ORD Sahel, FED, ORSTOM, Ouagadougou*, 35 p.
- GROUZIS M., 1988. *Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso)*. ORSTOM Ed., Coll. Etudes et thèses, Paris, 336 p.
- GROUZIS M., SICOT M., 1980. A method for the phenological study of browse populations in the Sahel : the influence of some ecological factors, in "*Browse in Africa, the current State of knowledge*", Symposium international sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba, 8-12 avril 1980, LE HOUEROU ED., 233-240.
- HARE F.K., 1983. Climate and desertification. A revised analysis. World Meteorological Organisation, WCP, 44, 149 p.
- HERVOUET J-P., 1980. Du *Faidherbia* à la brousse. Modifications culturelles et dégradation sanitaire. ORSTOM, Ouagadougou, 26 p.
- HUBERT P. CARBONNEL J-P., 1987. Approche statistique de l'aridification de l'Afrique de l'Ouest. (soumis pour publication *J. of Hydrology*), 11 p., 2 tab., 10 fig.
- KATZ R.W., GLANTZ M.H., 1986. Anatomy in rainfall index. *Monthly Weather Review*, 114, 764-771.
- LECAILLÓN J., MORRISSON Ch., 1984. *Politiques macroéconomiques et performances agricoles. Le cas de la Haute-Volta*. OCDE, Centre de Développement, Paris, 146 p.
- LEE A.F.S., HEGHINIAN S.M. 1977. A shift of the mean level in a sequence of independent normal random variables. A bayesian approach. *Technometrics*, vol. 19, n°4, 503-506.
- LHOSTE P., 1977. Etude zootechnique. Inventaire du cheptel. ACC Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan (Haute-Volta). DGRST-IEMVT, 49 p.
- MARCHAL J-Y., 1982. Facteurs climatiques limitants et calamités agricoles en région de savane : Yatenga, Pays Mossi, Haute-Volta, *Hérodote*, 24, 68-94.

NICHOLSON S.E., 1982. A note on sub-saharan rainfall in the years 1976-1980. Worcester, Mass. Clark University, 17 p.

OCDE-CILLS, 1984. Propositions pour une stratégie révisée en 1984 de lutte contre la sécheresse et de développement dans le Sahel. Sahel D(84)251 Prov., 56 p.

OLIVRY J.-C., 1983. Le point en 1982 sur la sécheresse en Sénégal et aux Iles du Cap-Vert. Examen de quelques séries de longue durée (débits et précipitations). *Cah. ORSTOM*, sér., Hydrol., XX, 1, 47-69.

ROOSE E., 1977. *Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest. Vingt années de mesures en petites parcelles expérimentales*. Tr. et Doc. ORSTOM, Paris, n° 78, 108 p.

SASSON A., 1986. *Nourrir demain les hommes*. UNESCO, Sextant, 767 p.

SIRCOULON J., 1976. Les données hydropluviométriques de la sécheresse récente en Afrique intertropicale. Comparaison avec les sécheresses "1913" et "1940". *Cah., ORSTOM*, sér., Hydrol., XII, 2, 75-124.

SIRCOULON J., 1984. Quinze années de sécheresse au Sahel. Impact sur les ressources et moyens de lutte. "Proceedings of the 5th International Conference of water resources and mangement water in the year 2000", Athènes, 1-4 octobre 1984, 3-15.

SNIJDERS T.A.B., 1986. Interstation correlation and nonstationarity of Burkina Faso rainfall. *Journal climate and applied meteorology*, 25, 524-531.

TERRIBLE M., 1982. Occupation du sol en Haute-Volta, son évolution entre 1952-1956 et 1975. Centre Régional de Télédétection de Ouagadougou, 31 p.

TOUTAIN B., DEWISPELAERE G., 1978. *Pâturages de l'Ord du Sahel et de la zone de délestage au nord-est de Fada N'Gourma (Haute-Volta)*, 3 tomes, IEMVT, Etudes agrostologiques n°51.

UNSO 1983. *Plan national de lutte contre la désertification en Haute-Volta*, 56 p., + annexes.

WALSH J., 1984. Sahel will suffer even if rains come. *Science* vol., 224, n° 4648, 467-471.sr

Figure 1 : Evolution de la pluviométrie annuelle aux principales stations. Courbes lissées.

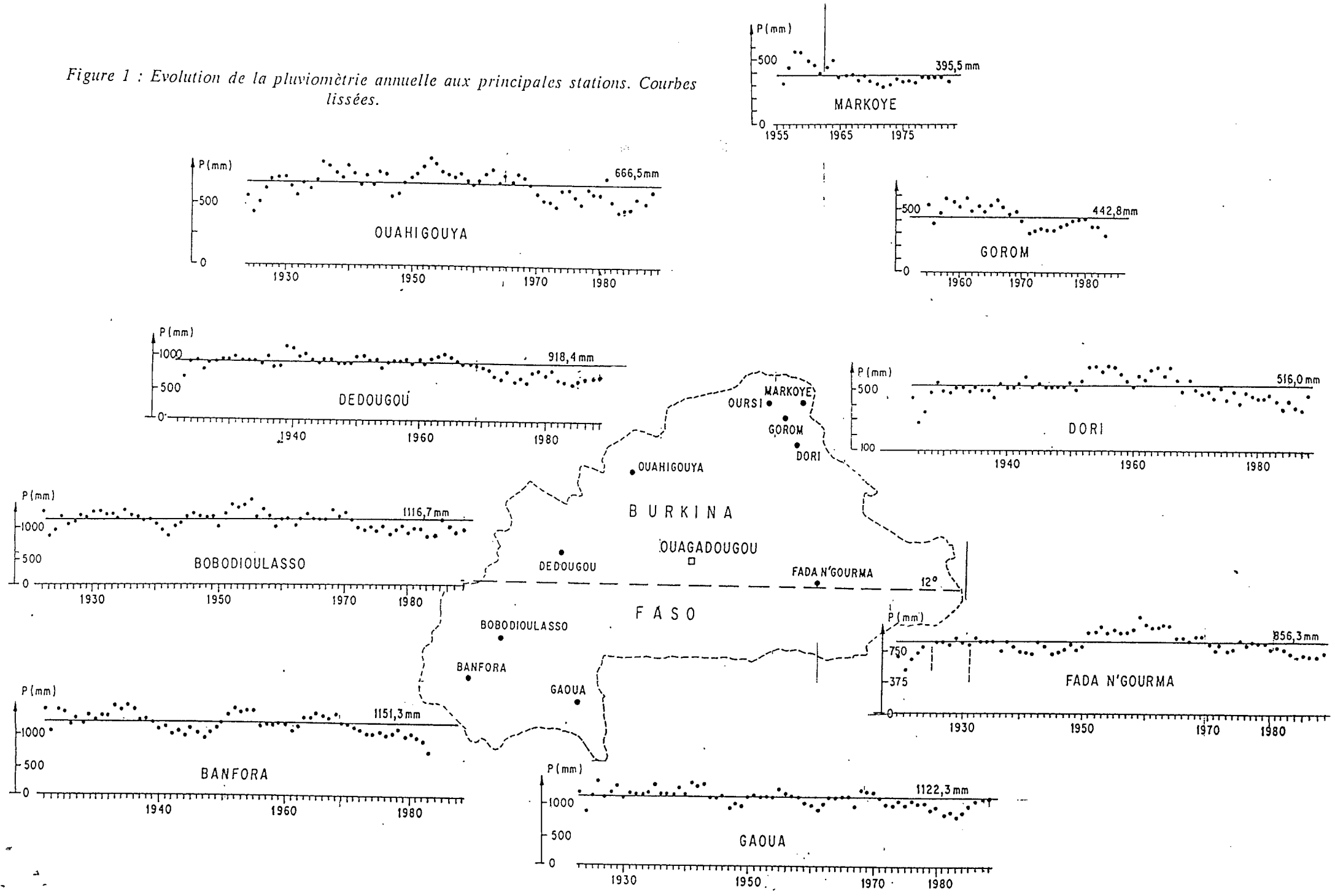
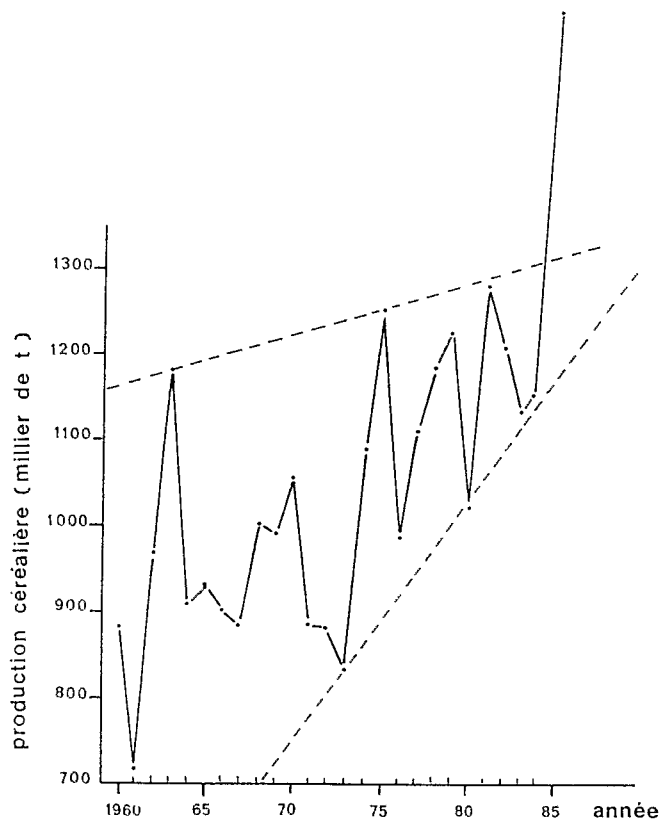


Figure 2 : Evolution de la production céréalière.



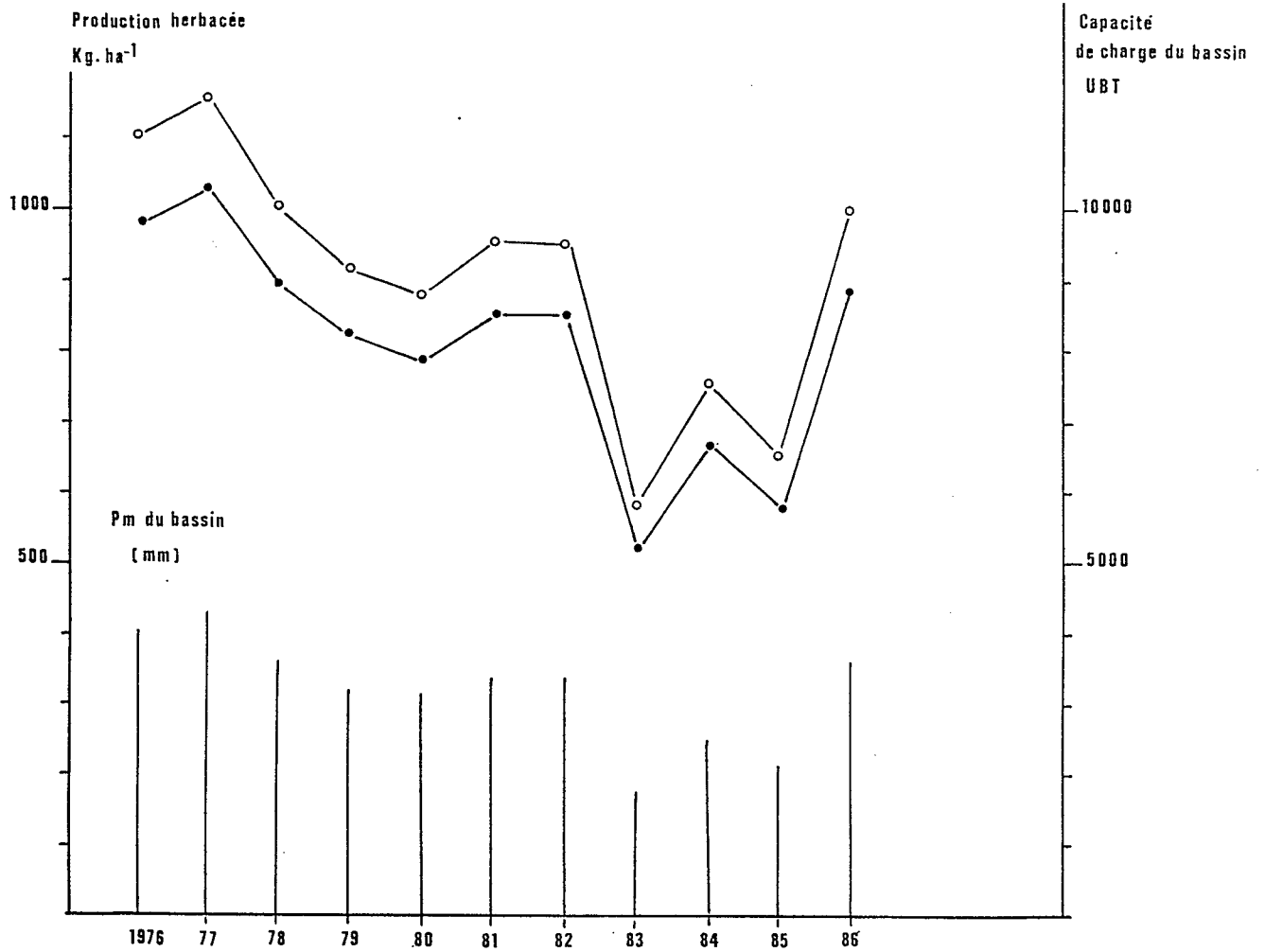


Figure 3. Variations interannuelles de la production herbacée et de la capacité de charge du versant de la mare d'Oursi.

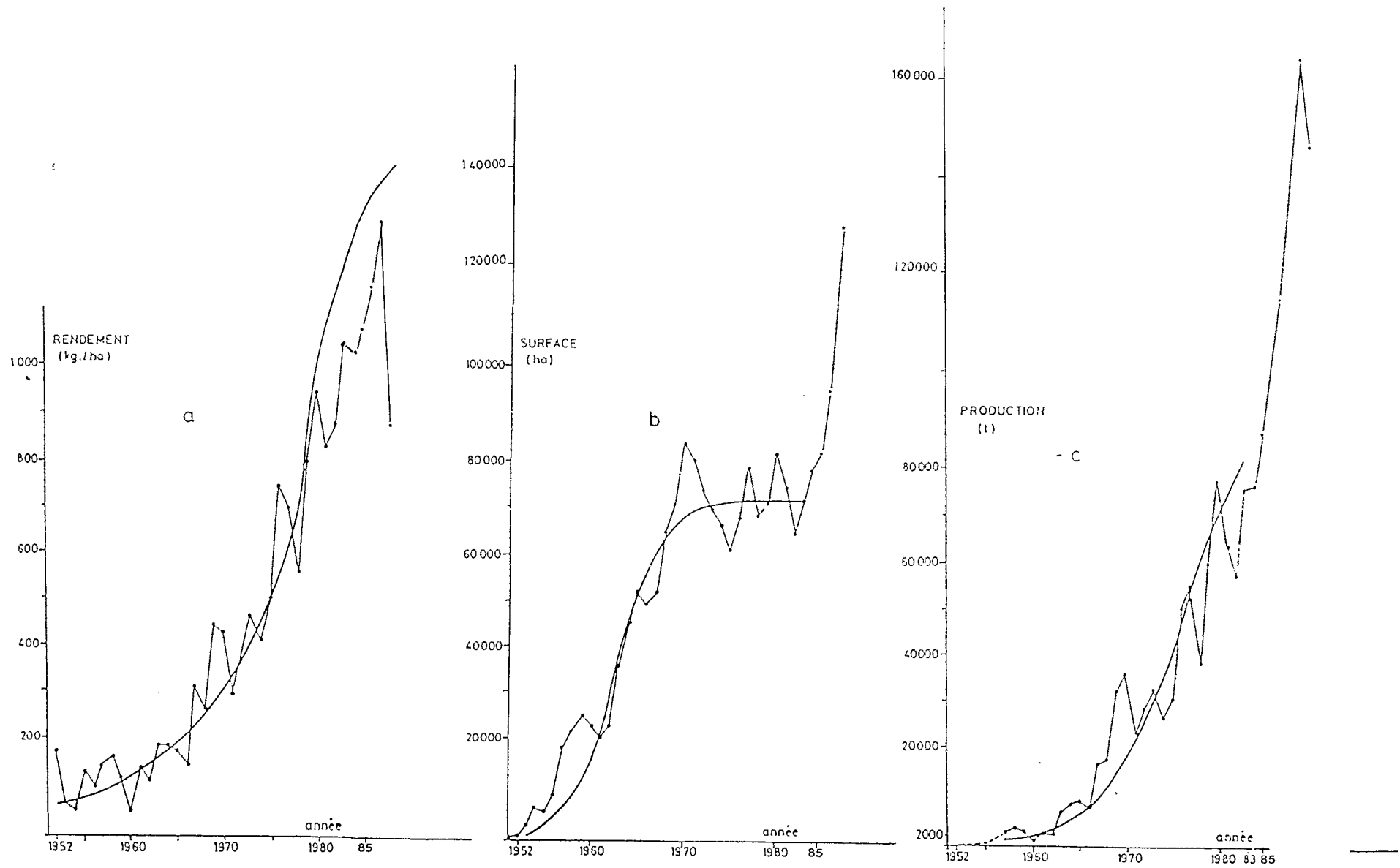


Figure 4. Evolution de la production, du rendement et des surfaces cultivées en coton.