

CONVECTION ET PLUVIOMETRIE EN AFRIQUE DE L'OUEST BILAN PROVISOIRE POUR LA SAISON 1986

1^{er} mai - 31 octobre

Par J.P. LAHUEC, M. CARN* et B. GUILLOT

Dans le bulletin n° 14 nous avons publié le bilan des occurrences de nuages à sommet froid pour le début de l'hivernage 1986. Ce bilan intermédiaire s'avérait très prometteur et confirmait les principaux résultats de l'analyse faite en 1985, notamment la distinction d'aires d'influences quant à la répartition de l'activité convective et la possibilité d'un zonage géographique à partir du rapport : nombre de nuages répertoriés/pluviométrie des stations du réseau synoptique.

Les résultats publiés aujourd'hui se rapportent au bilan saisonnier en 1986, du 1^{er} mai au 31 octobre, dates communément admises comme limites extrêmes du début et de la fin de la saison des pluies en Afrique soudano-sahélienne. Le délai très court entre la date de fin de collecte des données et la date de parution de ce numéro de la Veille Climatique Satellitaire (VCS), nous impose une analyse rapide et partielle de l'information dont nous disposons. Il faut donc considérer les résultats proposés ci-dessous comme transitoires et susceptibles de modifications et d'amélioration après obtention et traitement de toutes les données, notamment de la pluviométrie des pays n'appartenant pas au Comité InterEtats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (CILSS). Ces préliminaires étant exposés, nous analyserons successivement les champs d'occurrences de nuages à sommet froid, le champ pluviométrique, puis la relation entre les deux séries de données, obtenue à travers l'étude de la répartition géographique du PCb (pluie moyenne par nuages à sommet froid répertoriés).

1.) Le champ d'occurrences de nuages à sommet froid.

Le champ d'occurrences de nuages à sommet froid est illustré par la fig. 1 et la fig. 2 (isocontours). Le bilan des occurrences se rapporte à la période du 1^{er} mai au 31 octobre, soit 184 jours de traitement. Le nombre d'images traitées est de 1038 sur un total théorique de 1104 soit 94 %, performance à mettre à l'actif de la chaîne d'acquisition du centre de météorologie spatiale de Lannion (1). Le traitement ne prend en compte que six images par jour, à 9, 12, 15, 18, 21 et 24 h 00 TU. Bien que la nécessité s'en fasse sentir, il a été impossible pour diverses raisons d'obtenir les deux images supplémentaires qui auraient permis d'avoir une image toutes les 3 heures. Nous limitons le commentaire à 20° est ; dans ce cadre, nous reconnaissons les zones d'influences décrites en 1985 (Bulletin VCS n° 12) et 1986 (VCS n° 14). Leurs limites sont fondées sur l'intensité du phénomène convectif et sur l'organisation des isocontours :

— l'« Afrique sahélienne » : isocontours d'allure zonale au nord de 12° nord, nombre d'occurrences faible ;

— le « bloc guinéen » : isocontours démontrant une poussée des influences atlantiques guinéennes se faisant sentir jusqu'à Bamako, Odienné et Bobo Dioulasso, importance du relief, nombre d'occurrences moyen à élevé ;

— la boucle du Niger : pas de véritable organisation des isocontours, nombre d'occurrences faible à moyen (33 à 80). Dans cette aire il faut à nouveau relever des creux dans l'activité convective, d'une part au centre de la Côte d'Ivoire (33 à 48 occurrences, quelques pixels dans la catégorie 25 à 32), d'autre part au Togo et au Bénin (nombre d'occurrences 41 à 61) ;

— l'« Afrique nigériane » : organisation des isocontours dépendant des reliefs, nombre d'occurrences très élevé sur les hauteurs (plus de 177), plus faible dans la dépression de la Bénoué (73 à 88) ;

— le sud-ouest de la région étudiée : isocontours parallèles à la côte, nombre d'occurrences faible à moyen — moins de 80 —, influences australes évidentes.

A partir de 18° est, l'organisation des isocontours rattache cette zone à l'auréole de l'Afrique centrale, très reconnaissable sur la figure 1.

*Antenne ORSTOM au CMS de Lannion.

(1) Le total théorique est impossible à atteindre, compte tenu d'impératifs techniques très divers : maintenance Météosat, diffusion interrompue depuis Darmstadt...



Figure 1. — **SOMME DES OCCURENCES DE NUAGES A SOMMET FROID POUR L'HIVERNAGE 1986 (1^{er} AU 31 OCTOBRE 1986).**

Les couleurs représentent les nombres d'occurrences, du vert (0), au noir (226 et plus), suivant l'échelle suivante :

- de 1 (vert) à 40 (bleu le plus clair) chaque nombre est représenté par une couleur ; la limite entre le violet très clair (presque blanc) et le violet foncé est à 15 et elle marque souvent un front externe important.

- pour le reste de la série, une couleur représente des classes de cinq nombres, de 41 à 225. La limite entre ocre et rouge est à 65 ; elle entoure assez bien le creux prononcé du centre de la Côte d'Ivoire. Les jaune-orange sont entre 101 et 110 et ils dessinent les enveloppes de maxima. Les rouges carmin et sang couvrent les classes 111-115 et 116-120, après quoi viennent des verts et des bleus (entre 121 et 150).

On remarquera la différence existant entre le front sud des nuages, presque rigoureusement est-ouest et rectiligne sur le golfe de Guinée, et progressivement, proche de la côte, à la côte, puis sur mer le long des rivages orientaux (de 16° sud au Cap Lopez = Gabon), et le front nord, rectiligne à l'est, jusqu'à l'ouest du lac Tchad, puis très festonné, souvent distendu au-delà, et enfin axé vers le sud-ouest à partir de 14° ouest.

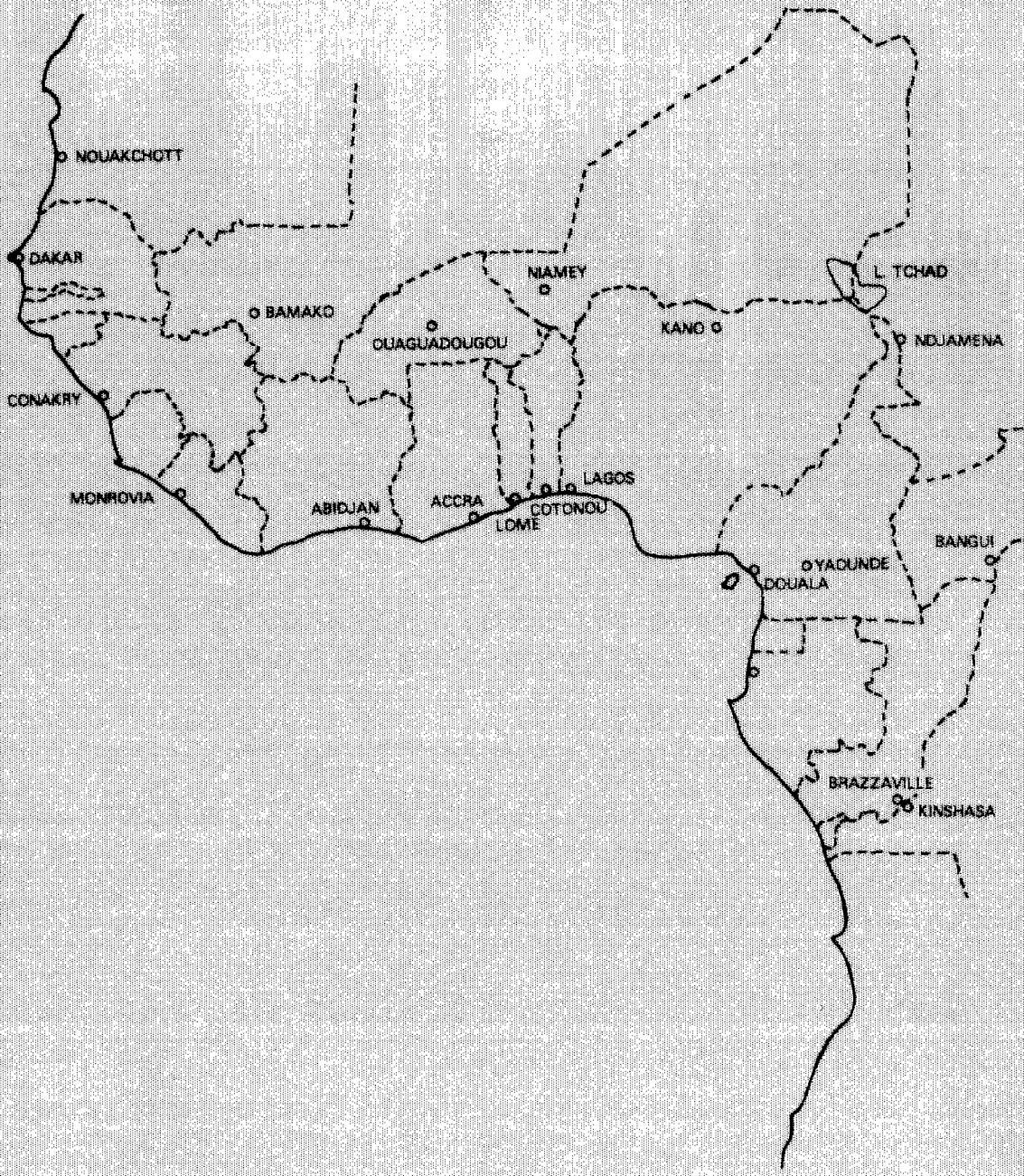
20°

10°

0°

10°

20°



20°

10°

0°

10°

----- Limites d'état

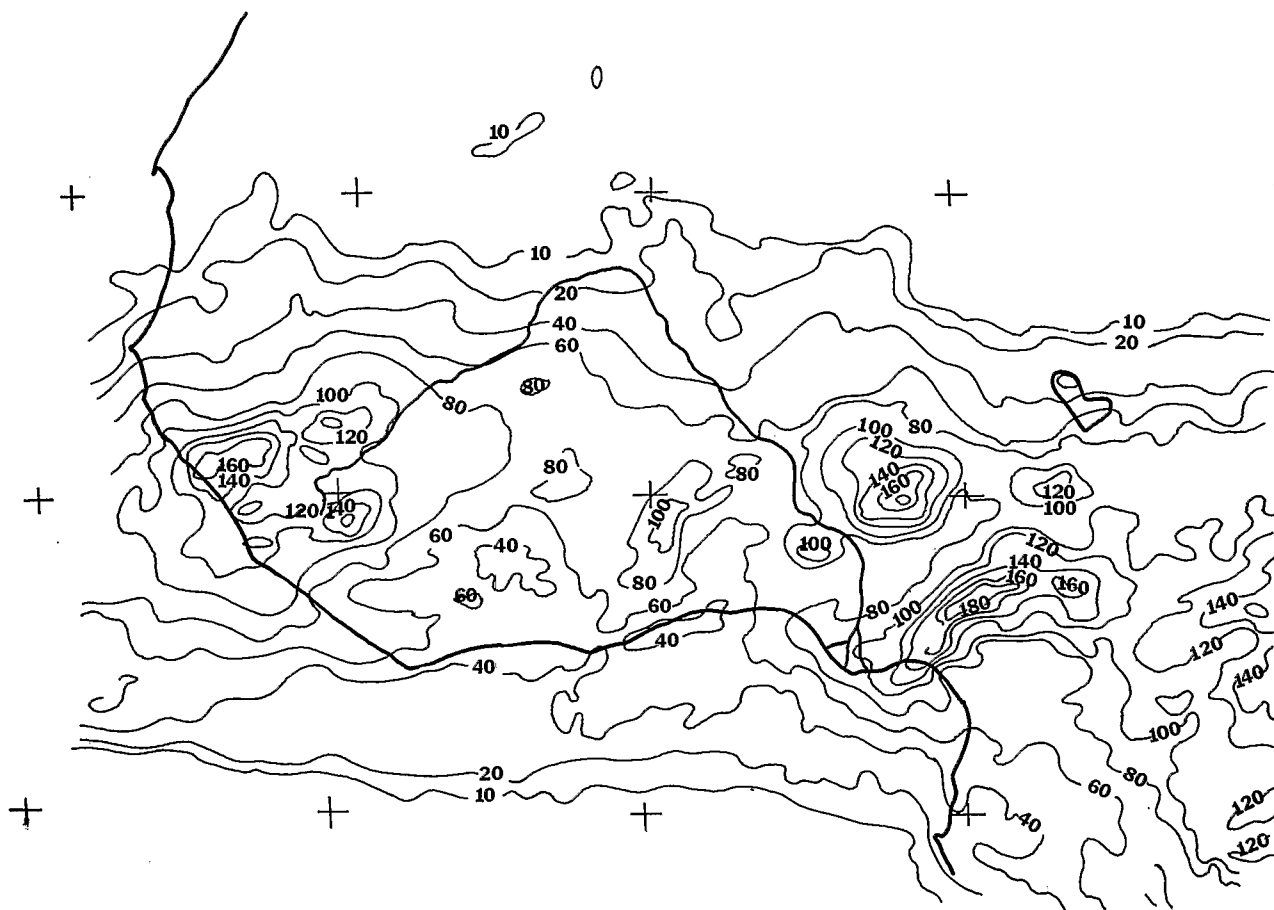


Figure 2. — **CHAMP D'OCCURRENCES DE NUAGES A SOMMET FROID, 01 MAI - 31 OCTOBRE 1986 ; N = 1038 IMAGES.**

2.) Le champ pluviométrique (fig. 3).

Le champ pluviométrique a été établi d'après les données fournies par le centre Agrhymet de Niamey. Le commentaire ne peut en être que partiel dans l'attente de l'incorporation des données du réseau secondaire et des autres pays (Côte d'Ivoire, Togo, Bénin,...).

Nous avons noté que la pluviométrie de la saison 1986 s'avère être voisine de la normale et souvent excédentaire par rapport aux normales saisonnières (Bulletin VCS n° 15 — J.P. Lahuec — L'intensité de la convection en Afrique intertropicale).

Le commentaire de la figure 3 n'apporte guère d'éléments originaux par rapport à la structure zonale des isohyètes habituellement décrite. En ce qui nous concerne, il est important de noter :

- le fort gradient entre Dakar (388 mm) et Ziguinchor (985 mm) ;
- le gradient encore plus fort aux confins de la frontière du Mali et du Sénégal ainsi que la remontée des isohyètes vers le nord au sud-ouest du Mali ;
- la remontée sensible des isohyètes au nord de Birni N'Konni et de Zinder, en direction des contreforts de l'Aïr.

En sens inverse, nous relèverons le creux pluviométrique du quart nord-ouest du Sénégal, très profondément marqué de Louga à Diourbel, le thalweg pluviométrique de l'est du Burkina Faso et de l'ouest du Niger, et celui qui affecte l'extrême sud-est du Niger (Maine Soroa, Diffa, N'Guigmi). Nous citons à dessein ces trois zones car elles correspondent parfaitement à une succession de déficits dans l'activité convective maintes fois constatés dans le commentaire des bilans décennaires (Bulletins N^{os} 13 et 14).

3.) Le rapport pluviométrie/nombre d'occurrences de nuages à sommet froid.

a) Répartition géographique.

La figure 4 montre la distribution dans l'espace du rapport pluviométrie/nombre d'occurrences de nuages à sommet froid. A la pluviométrie enregistrée dans les stations du réseau Agrhymet est associée une

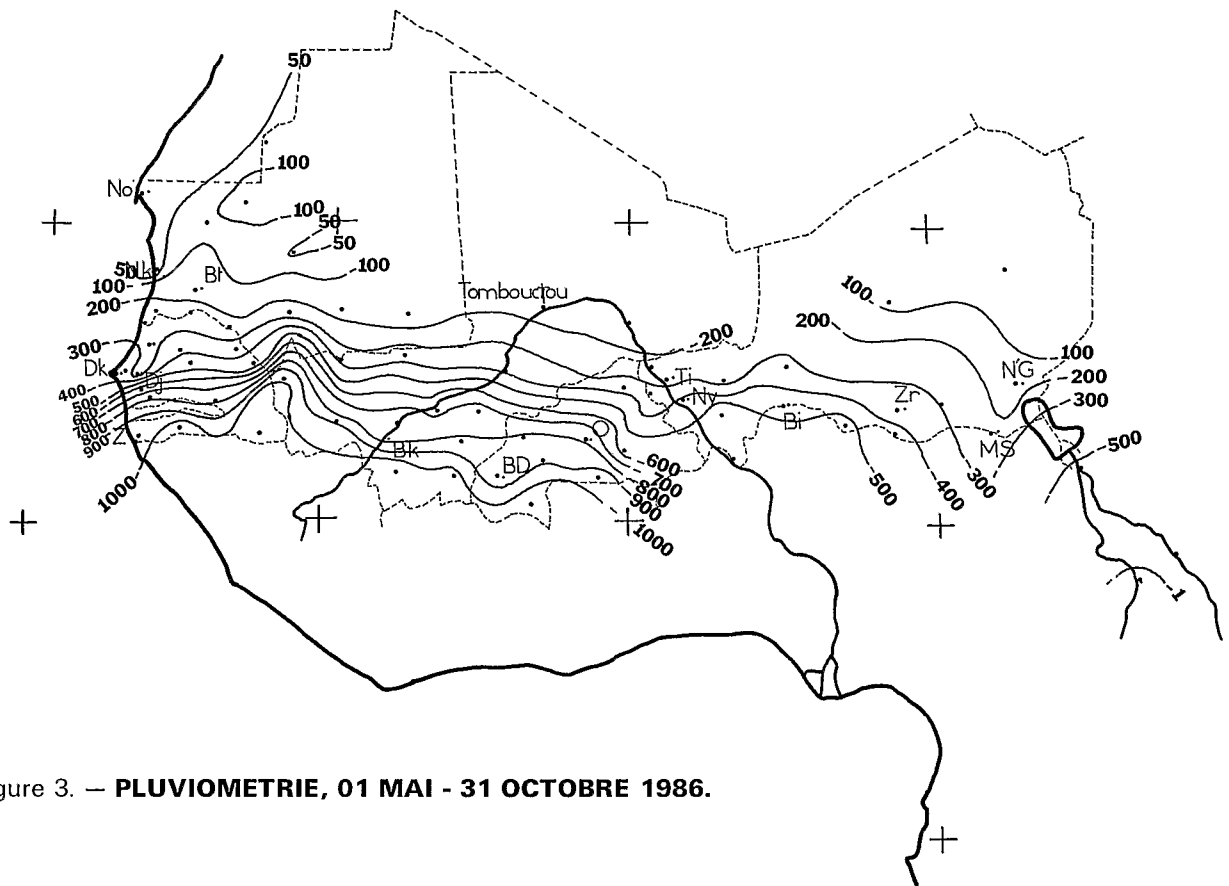


Figure 3. — PLUVIOMETRIE, 01 MAI - 31 OCTOBRE 1986.

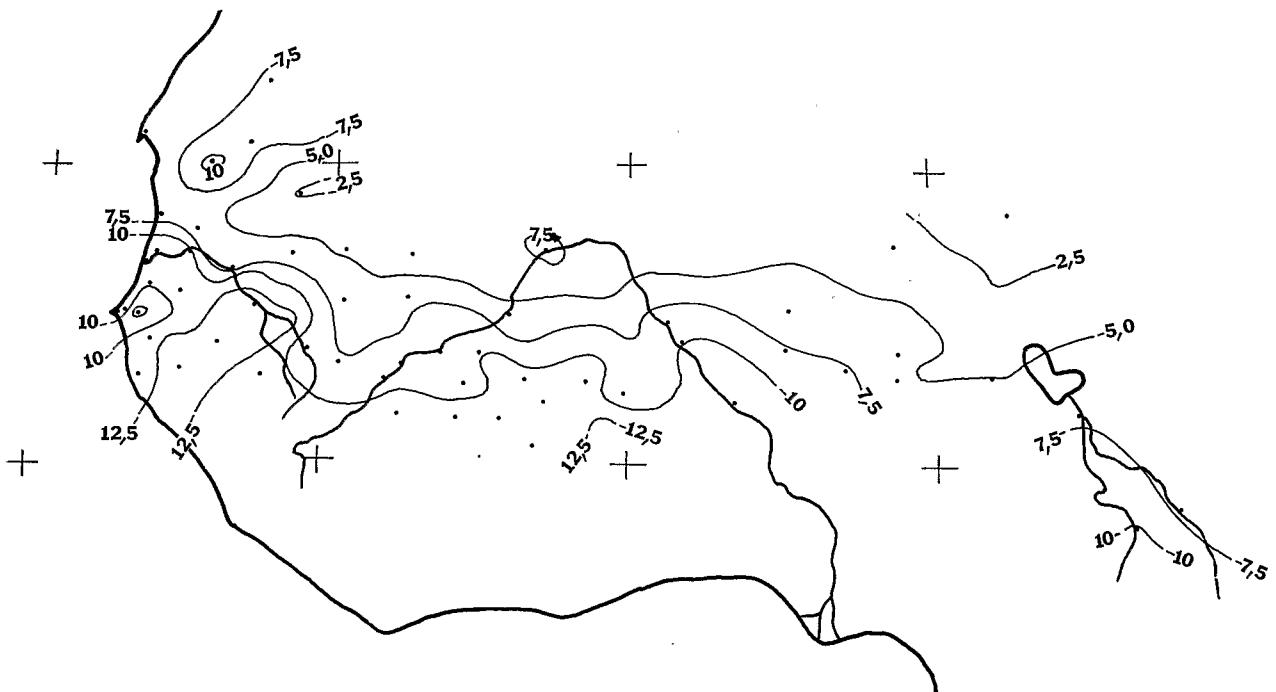


Figure 4. — RAPPORT PLUVIOMETRIE-OCCURRENCES DE NUAGES A SOMMET FROID (PCb), 01 MAI - 31 OCTOBRE 1986.

moyenne du nombre d'occurrences mesuré dans les 9 pixels centrés sur ces stations ; pour des raisons de commodité nous le désignons par la formule abrégée PCb, soit la pluviosité moyenne par nuage convectif, Cb étant le sigle conventionnel des cumulonimbus.

Nous avons distingué trois zones homogènes :

- le sud du Mali et l'ouest du Burkina Faso, jusqu'à Ouagadougou (PCb compris entre 10,1 et 11,8) ;
- le centre du Mali, le nord et l'est du Burkina Faso, ainsi qu'une partie de l'ouest du Niger, de Niamey-Tillabéry à Birni N'Konni (PCb compris entre 7 et 9,5) ;

— une bande sahélienne, plus ou moins festonnée, dont les PCb varient entre 5 et 7, et qui s'étend de Nouakchott (Mauritanie) à Maine Soroa (Niger).

Le cas du Sénégal et de la Gambie est à traiter séparément, car la répartition des PCb révèle une organisation géographique différente, en deux bandes orientées schématiquement sud-ouest nord-est ; la plus au sud a des PCb variant entre 12,5 et 15, et ils sont inférieurs à 10 dans la seconde. Ces deux bandes sont entourées d'une auréole de rapports compris entre 10 et 12, dont l'organisation révèle aussi des influences de sud-ouest.

b) Corrélation pluviométrie-occurrences de nuages à sommet froid ; étude des effets régionaux et de l'effet de latitude.

Les mesures de pluviométrie enregistrées sur l'ensemble de la zone sont assez fortement corrélées : $r = 0,89$, avec la fréquence d'apparition des nuages à sommet froid, pour la période considérée (fig. 5).

Le déficit de corrélation semble en fait lié à l'immensité du territoire couvert, avec les variations que cela ne peut manquer d'introduire sur des facteurs tels que le relief, l'hydrographie, la végétation, l'influence maritime. Il y a également dans cette incertitude une part de responsabilité à imputer à l'algorithme, qui n'élimine pas des nuages froids faiblement ou non pluviogènes (altocumulus, cirrus) et qui en rejette d'autres (stratus) plus chauds qui précipitent. L'effet le plus apparent, la zonalité des courbes d'isovaleurs du PCb le montre, est cependant celui de la latitude ; c'est aussi le plus simple à mettre en évidence.

Le graphique de la figure 6 représente la relation latitude-PCb, pour 61 stations synoptiques, réparties sur l'ensemble de la zone. Si l'on excepte la station de Tombouctou (point marqué T sur la figure) ainsi que les deux stations les plus méridionales (Moundou et Sahr) on constate que les points se répartissent de façon sensiblement linéaire, en deux groupes de valeurs, délimités par les courbes enveloppes a et b.

Les équations des droites de régressions calculées par chacun de ces deux ensembles sont : $Y_a = 1,174a + 29,59$, et $Y_b = -0,639b + 18,74$, et les coefficients de corrélation de 0,91 et 0,86.

On observe ainsi des effets régionaux au sein du paramètre latitude. Les stations du groupe a sont situées à l'ouest du méridien 12° ouest ; l'ensemble b comprend les autres stations de la frange sahélienne continentale (entre 12° ouest et 15° est), ainsi que quatre : Nouakchott, Boutilimit, Djourbel et Ziguinchor, de la zone proche du littoral sénégal-mauritanien, ceci montrant que la répartition en deux groupes n'est qu'imparfaitement régionalisée. On notera enfin que, selon l'équation de la droite b nous devrions avoir, dans les conditions de 1986, une absence totale de pluie au-delà de la latitude 18°74 (valeur moyenne entre 12° ouest et 15° est), valeur qui se rapproche assez de la climatologie, puisqu'elle correspond à l'isohyète moyenne interannuelle de 50 mm de l'atlas de Leroux (M. Leroux, 1983, Le Climat de l'Afrique tropicale, II, carte 143).

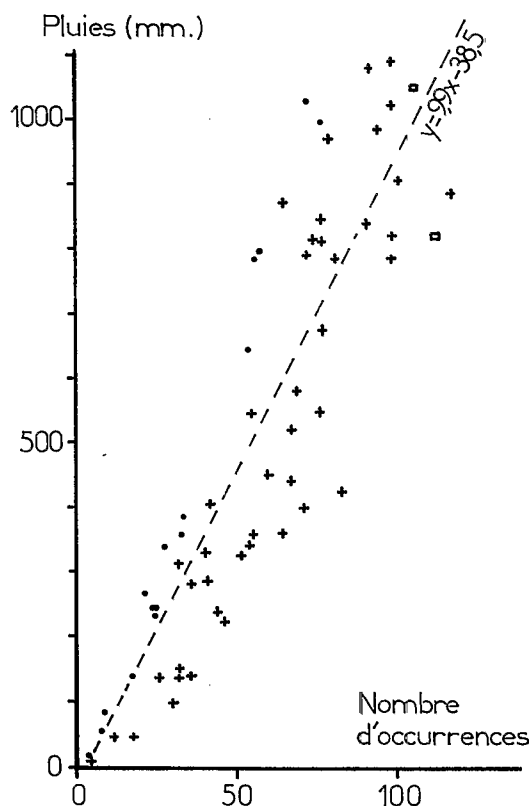


Figure 5. — **RELATION PLUIE-OCCURRENCES DE NUAGES A SOMMET FROID, 01 MAI - 31 OCTOBRE 1986.**

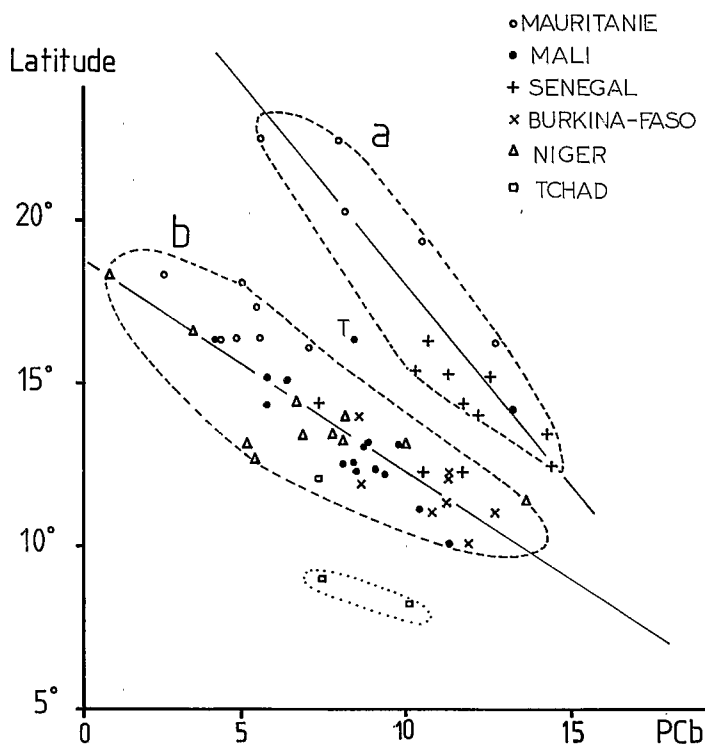


Figure 6. — **RELATION LATITUDE/PCb, 01 MAI - 31 OCTOBRE 1986.**

Une analyse par zones échelonnées du nord au sud (fig. 7) précise davantage la croissance vers le sud de « l'efficacité » des nuages et l'augmentation très significative des taux de corrélation lorsqu'on prend cet effet en considération. La pente des droites, de plus en plus grande, de la zone 1 (PCb moyen : 5,6) à la zone 3 (PCb 11,3) traduit l'accroissement de la pluie moyenne par nuage. Les coefficients de corrélation sont très forts si l'on tient compte des effets secondaires cités plus haut et on peut estimer que l'on atteint à peu près les limites de la précision absolue que l'on peut espérer à cette échelle. Ils permettent d'en déduire très valablement, sur toute l'étendue étudiée, le total saisonnier des pluies reçues de mai à octobre 1986. Nous poursuivons l'étude aux niveaux mensuel et décadaire ; il nous semble d'ores et déjà acquis qu'en traitant davantage d'images par jour (jusqu'à 24, ce qui est réalisable facilement avec une chaîne de traitement dédiée), on aura des données utilisables en des temps d'observation très courts. Les principaux objectifs : bilan en début de saison, pour en déduire les précipitations prévisibles ultérieurement, et bilan saisonnier pour repérer les zones déficitaires, et la répartition d'une pénurie éventuelle, seront atteints.

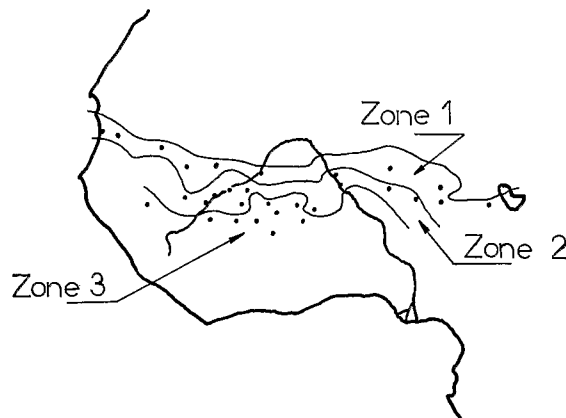
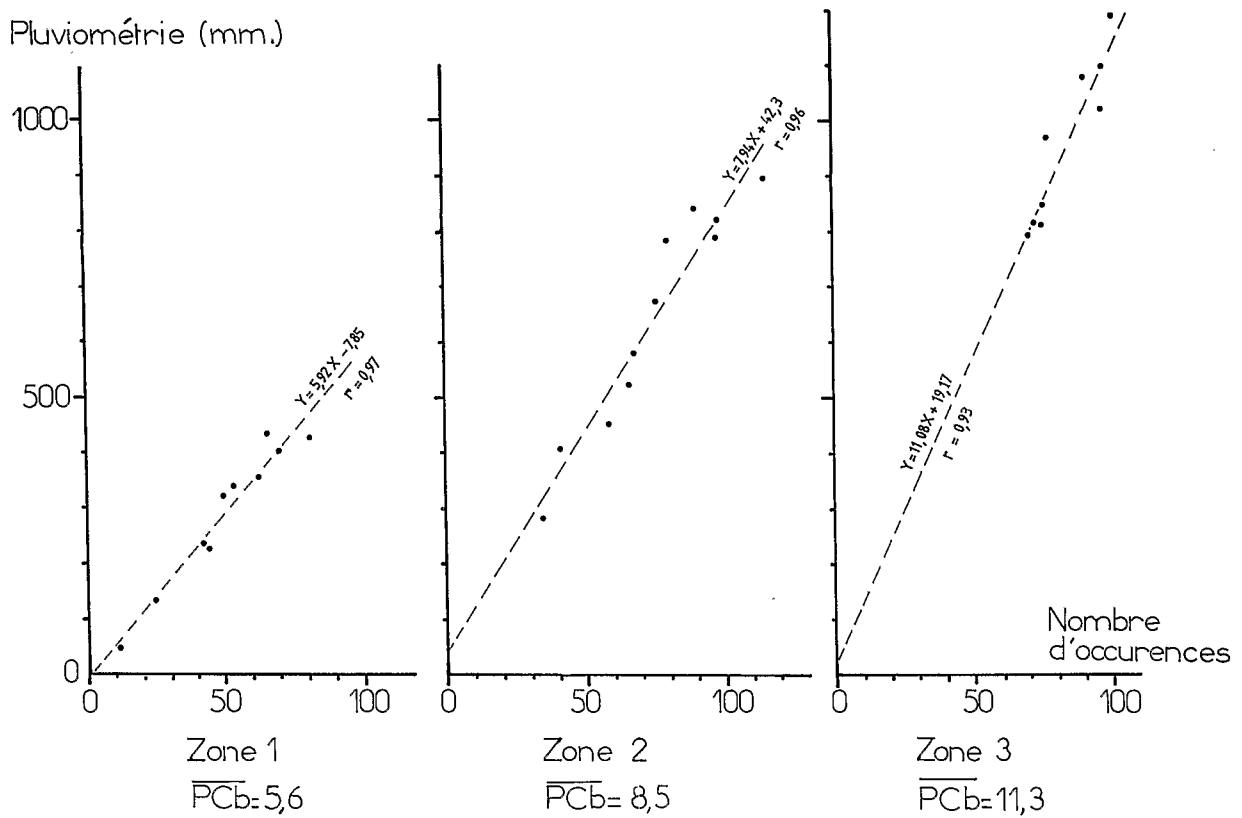


Figure 7. — RELATION PLUVIOMETRIE-OCCURRENCES DE NUAGES A SOMMET FROID PAR ZONES, DU NORD VERS LE SUD.

Ministère des Relations Extérieures — Coopération et Développement

VEILLE CLIMATIQUE SATELLITAIRE

METEOROLOGIE NATIONALÉ ET ORSTOM., CMS LANNION - METEOSAT, 21 SEPTEMBRE 1986, 12H00 TU, COMPOSITION VISIBLE - INFRAROUGE

