

Évaluation de la saison des pluies 1995 (mai à octobre) sur la zone intertropicale vue par Météosat à partir des images « nuages à sommet froid »

Cet article présente très succinctement les grands traits de la saison des pluies 1995 dans la partie boréale de la bande intertropicale vue par Météosat. Les grandes tendances de la saison des pluies 1995 sont appréciées :

- d'une part, à travers l'analyse des images mensuelles d'occurrences de nuages à sommet froid ($T^* \leq -40^\circ\text{C}$) supposés être pluvigènes (figures 1, 3, 5) ;
- d'autre part, à partir d'images-différence entre les synthèses mensuelles de l'année en cours et les synthèses moyennes correspondantes, établies à partir de notre base de données satellitaire 1986-1994 (figures 2, 4, 6).

Les techniques d'élaboration et d'analyse de ces images ont été souvent exposées, que ce soit dans la revue *Veille Climatique Satellitaire* ou, très récemment, dans l'ouvrage *Satellite et Surveillance du Climat. L'Atlas de Veille Climatique 1986-1994. Afrique et Atlantique intertropical* [1]. Nous n'en ferons donc ici qu'un bref rappel.

Rappel

Les nuages froids sont déterminés par seuillage thermique ($T^* \leq -40^\circ\text{C}$) des images horaires infrarouge Météosat (total théorique d'images traitées par décade : 240). Les fréquences d'apparition de nuages froids à l'échelle du pixel sont représentées ici sous forme d'image en résolution spatiale dégradée et en pourcentage du nombre d'images traitées. Étant donné que la plus grande partie des pluies, notamment dans les zones à climat soudano-sahélien fréquemment victimes de sévères séche-

resses, provient des nuages d'orage, une bonne reconnaissance de ces derniers permet, malgré certaines insuffisances de la technique, une approximation satisfaisante du champ de pluie dans le cadre d'une analyse synoptique. Nous signalerons également l'intérêt des images-différence à la moyenne. Nous disposons, en effet, d'observations satellitaires continues depuis 1986, soit dix années de fichiers « nuages à sommet froid ». Cette série a été jugée suffisamment longue pour justifier l'élaboration de moyennes décennales ou mensuelles significatives, utilisables en suivi opérationnel. La différence entre données mensuelles de l'année en cours et données mensuelles moyennes se révèle riche d'enseignements, car elle permet de juger, d'un mois à l'autre, de la qualité de la saison des pluies en termes d'anomalies de convection positives ou négatives.

Les grands traits de la saison 1995

Première caractéristique majeure : la persistance d'une activité convective océanique intense de mai à août

La première remarque qui vient à l'esprit, au vu de l'ensemble des images, concerne l'intensité de la convection sur l'océan Atlantique et le golfe de Guinée. Des anomalies positives, parfois très fortes comme en mai (figure 2A) et en août (figure 4B), se renouvellent de mois en mois, perpétuant une situation déjà rencontrée pendant tous les premiers mois de l'année 1995.

Cette caractéristique s'estompe largement au mois de septembre (figure 6A). En oc-

JEAN-PAUL LAHUEC
BERNARD GUILLOT
DOMINIQUE DAGORNE
JEANNINE PENNARUN

Antenne Orstom,
auprès du Centre de météorologie
spatiale de Météo-France,
BP 134, 22300 Lannion, France



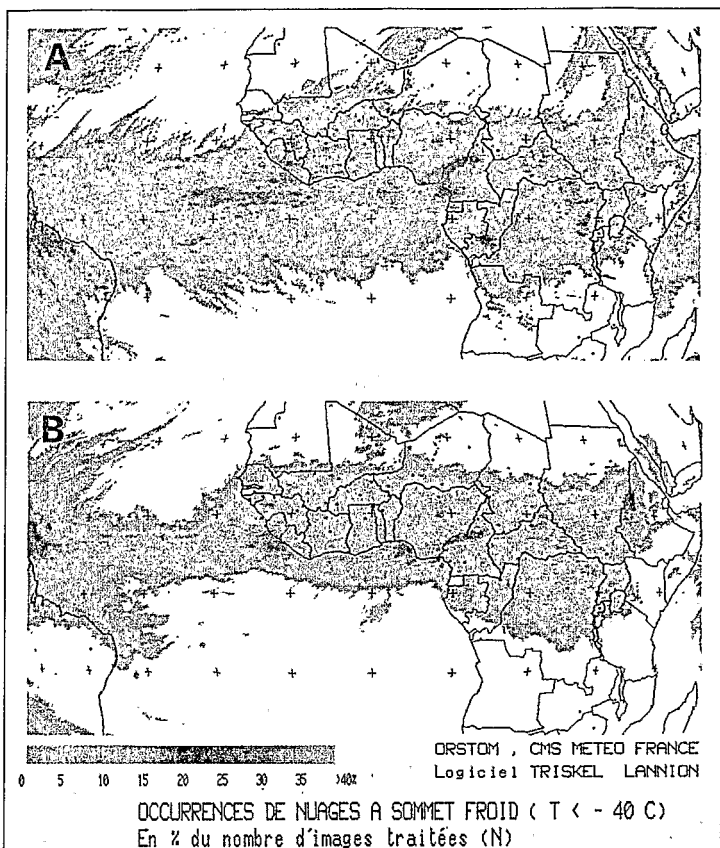


Figure 1. Intensité mensuelle de la convection. **A** : mai 1995, $n = 709$; **B** : juin 1995, $n = 686$.

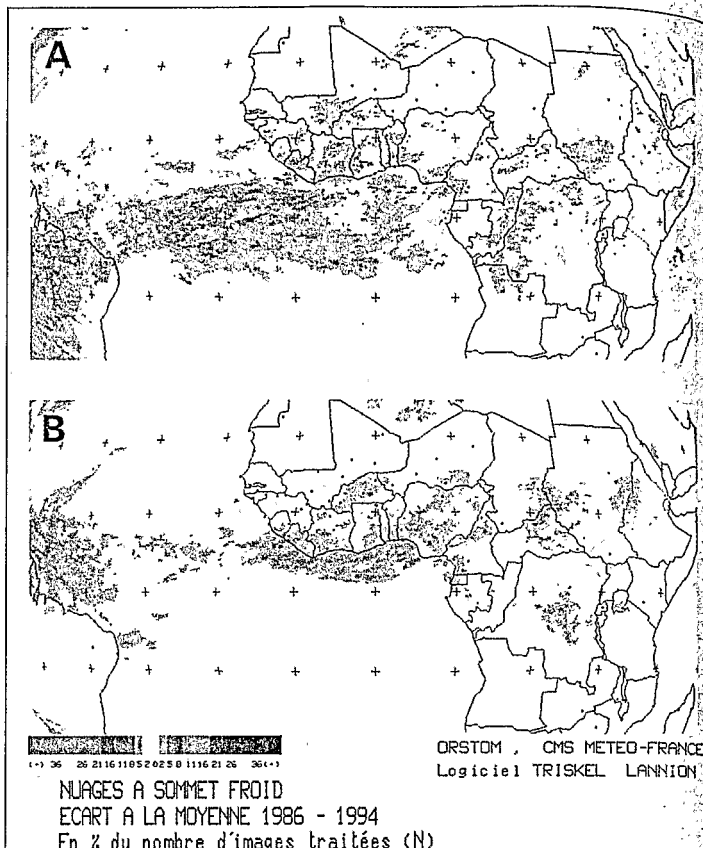


Figure 2. Écart à la moyenne mensuelle des pourcentages de nuages à sommet froid. **A** : mai 1995, $n = 709$; **B** : juin 1995, $n = 686$.

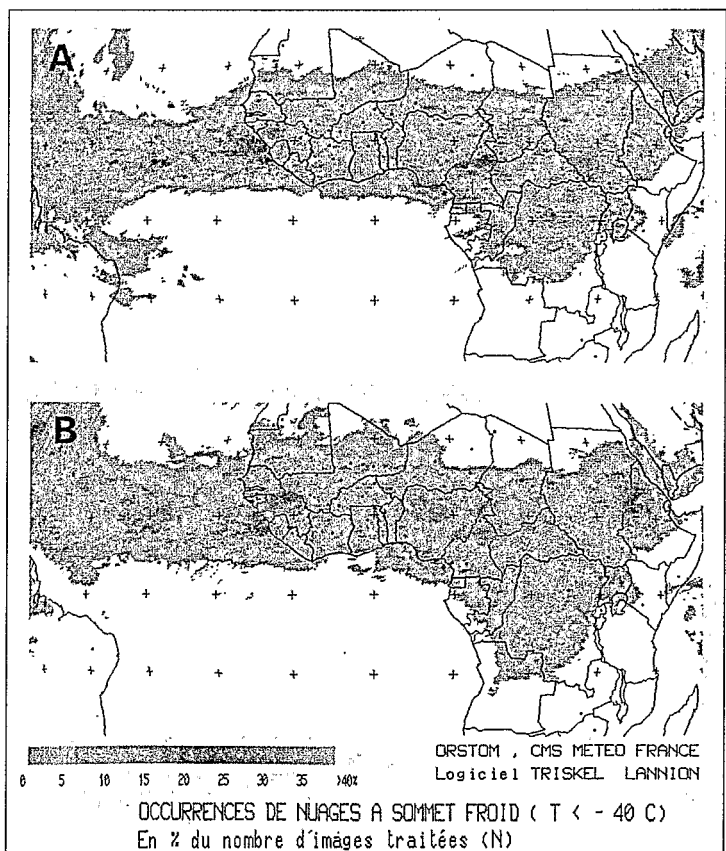


Figure 3. Intensité mensuelle de la convection. **A** : juillet 1995, $n = 731$; **B** : août 1995, $n = 697$.

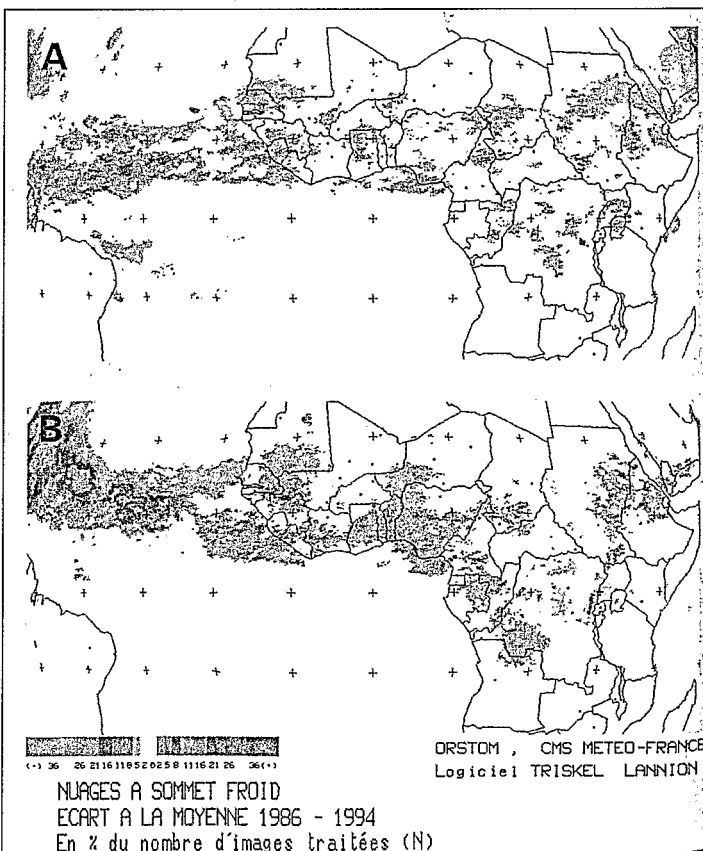


Figure 4. Écart à la moyenne mensuelle des pourcentages de nuages à sommet froid. **A** : juillet 1995, $n = 731$; **B** : août 1995, $n = 697$.

Glossaire :

Météosat : Satellite européen géré par l'organisation Eumetsat ; Géostationnaire à 36 000 km d'altitude au-dessus du point 0° de longitude et 0° de latitude ; fournit des images dans trois bandes spectrales : visible (0,5-0,9 µm), infrarouge thermique (10,5-12,5 µm) et vapeur d'eau (5,7-7,1 µm).

Infrarouge thermique : rayonnement émis en direction du radiomètre de Météosat par la surface terrestre (terre ou mer, surface sommitale des nuages épais, ou combinaison des trois) mesuré dans la bande spectrale (10,5-12,5 µm). Météosat mesure ce rayonnement toutes les demi-heures selon une échelle de comptes numériques allant de 0 à 255 qu'il est possible de transformer en valeurs de températures « approchées » (48 images par jour).

Pixel : de l'anglais *picture element* ou élément d'image : désigne la surface pour laquelle le radiomètre produit une mesure intégrée. Dans l'infrarouge, le pixel mesure 5 km de côté à la verticale du satellite (2 500 pixels sur l'ensemble d'une image Météosat).

Seuillage thermique : utilisation d'un seuil de température. Dans le cas présent, tout pixel pour lequel le satellite mesure une température inférieure ou égale à -40 °C est comptabilisé comme pixel « surmonté » par un nuage froid supposé pluvio-gène (cumulonimbus) ou, plus rarement, non pluvio-gène (cirrus).

Références

1. Lahuec JP, Guillot B, Dagorne D, Pennarun J. *Satellite et Surveillance du climat. L'Atlas de Veille Climatique : 1986 à 1994. Afrique et Atlantique Intertropical*. Paris : Orstom éditions, 1994 ; 91 p.
2. Lahuec JP, Pennarun J. Convergence intertropicale. L'intensité de la convection de février à mai 1995. *Veille Climatique Satellites 1995* ; 53 : 9-25.
3. Centre régional Agrhymet. *Bulletin de suivi de la campagne agricole au Sahel. Octobre 1995*. Niamey : Agrhymet, 1995 ; vol. 5, n° 6, 10 p. + annexe.
4. Centre régional Agrhymet. *Bulletin de suivi de la campagne agricole au Sahel. Spéciale production agricole. Novembre 1995*. Niamey : Agrhymet, 1995 ; n° 1 ; 10 p.

tobre (figure 6B), c'est une situation inverse qu'il convient de noter. L'Atlantique est en effet partagé entre une large plage d'anomalies convectives négatives, localement assez fortes (de 8 à 10 % d'écart à la moyenne), et une mince bande d'anomalies positives très modérées (2 à 4 % d'écart à la moyenne), s'étendant sur son flanc sud, indicatrice d'une migration précoce de la zone de convergence intertropicale vers le sud.

Il est à remarquer que les anomalies de convection océanique se prolongent, généralement, sur le continent et, à plus forte raison, sur les façades maritimes par des anomalies de même nature. À titre d'exemple, l'anomalie négative modérée, observée en octobre au large des côtes du Sénégal et de la Mauritanie, va de pair avec un déficit convectif modéré sur la façade ouest de l'Afrique. Les divisions temporelles retenues pour l'analyse de la convection océanique se retrouvent donc peu ou prou dans celle de la convection continentale.

Deuxième trait dominant : l'absence de situations extrêmes sur l'Afrique continentale

Les anomalies positives observées en mars et en avril se prolongeaient largement sur le continent africain, le long du golfe de Guinée en mars, et jusqu'aux latitudes soudanaises en avril [2]. L'hivernage avait donc débuté de manière précoce dans certaines régions comme le sud-est du Mali, le sud du Burkina Faso, le sud du Tchad. Il ressort de la lecture des figures 1A et 2A que ces conditions favorables perdurent sur tout le sud de l'Afrique de l'ouest en mai, ainsi que sur le sud-est du Mali et la moitié sud du Burkina Faso. Plus à l'est, du Niger à l'Éthiopie, ce sont les déficits convectifs modérés (écarts de -2 à -4 %) qui prédominent, indiquant ici un certain retard dans l'installation de la saison des pluies.

En juin (figures 1B et 2B), la convection présente une alternance remarquable d'aires faiblement excédentaires en nuages convectifs (massif éthiopien, Darfour, plateau de Jos, Est-Burkina Faso) et d'aires à situation normale ou faiblement déficitaire (Centre-Sud Soudan, Tchad, Ouest-Niger, Mali, Guinée, Sud-Sénégal). De nombreuses régions (notamment le Mali) connaissent donc une certaine baisse de la pluviosité en juin, se prolongeant d'ailleurs avec plus ou moins d'acuité durant les deux premières décades de juillet. Cette situation ne se débloque qu'en troisième décade de juillet, très riche en événements pluvio-convectifs. De ce fait, l'image des écarts à la moyenne du mois de juillet (figure 3A) laisse apparaître, du moins pour l'Afrique de l'Ouest, une large prédominance des aires excédentaires sur

les zones faiblement déficientes limitées à quelques aires au sud du Mali, à l'est du Burkina Faso et au centre-sud du Niger (Agadès-Zinder).

En août (figure 4B), les anomalies positives océaniques se prolongent, fort logiquement pourrait-on dire, sur la façade continentale ouest-africaine. Les taux d'occurrences, malgré des disparités locales entre les décades, se situent à un niveau élevé sur l'ensemble de la zone soudanienne. On peut donc conclure à un très bon mois d'août au plan pluviométrique, même si quelques régions comme le sommet de la boucle du Niger, l'est du Niger et le Tchad sahélien sont légèrement en deçà de la moyenne.

En septembre, les figures 5A et 6A font ressortir la prédominance des aires déficientes en nuages convectifs par rapport aux aires excédentaires, si ce n'est sur le nord du Sahel, balisé par une frange de faibles anomalies positives s'étendant de la Mauritanie au Soudan. Il convient, cependant, de signaler que les déficits restent le plus souvent compris dans la plus faible catégorie (écart négatif de 2 à 5 %). Ils ne peuvent donc être considérés comme des indicateurs de stress hydrique que, dans les zones déjà sensibles par suite de déficits pluviométriques antérieurs.

Au mois d'octobre (figures 5B et 6B), la tendance affichée en septembre concernant la réduction de l'activité océanique atlantique s'accroît fortement et va de pair avec une situation normale à faiblement déficitaire au nord du 10° degré Nord sur l'Afrique de l'Ouest. En revanche, au Tchad et au Soudan, les anomalies positives indiquent que, en octobre 1995, la saison sèche tarde à se mettre en place par rapport au calendrier moyen de ces dix dernières années.

Conclusion

La saison des pluies 1995 (mai à octobre) sur la bande intertropicale vue par Météosat est marquée par la persistance d'anomalies positives de convection océanique. Celles-ci sont associées à la permanence de températures de surface de la mer plus chaudes que la normale. Elles atteignent leur paroxysme en août, avec la genèse de nombreuses tempêtes tropicales évoluant très rapidement en cyclones : Félix en première décade, Humberto et Luis en troisième décade. Sur le continent africain, l'hivernage débute précocement, en avril, pour certaines régions de la zone soudanienne comme le sud du Mali, le sud du Burkina Faso et le sud du Tchad. Par la suite, l'analyse des images d'occurrences de nuages à sommet froid et des images-différence à la moyenne ne montre pas de

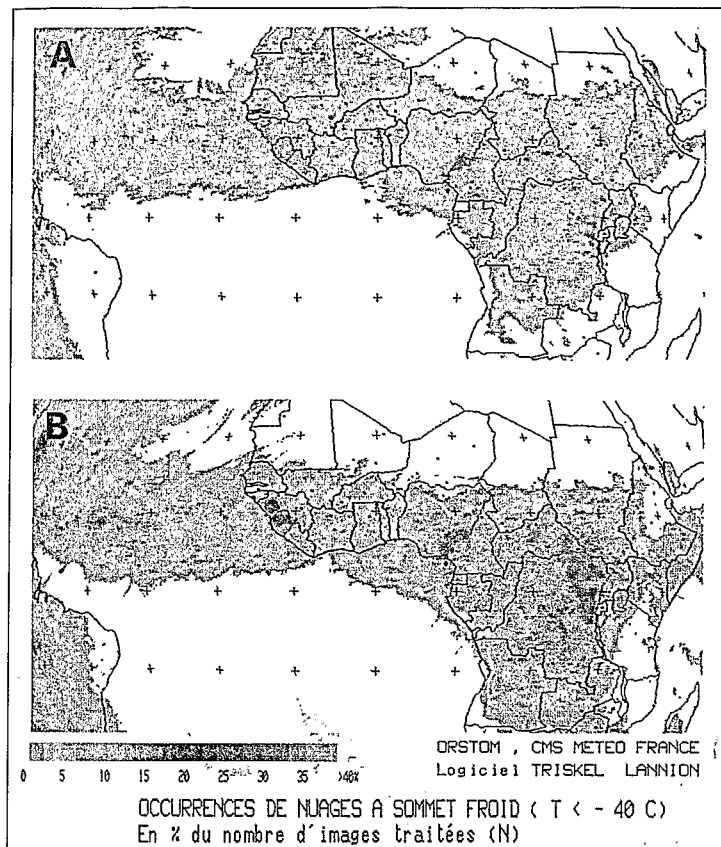


Figure 5. Intensité mensuelle de la convection. **A** : septembre 1995, $n = 654$; **B** : octobre 1995, $n = 716$.

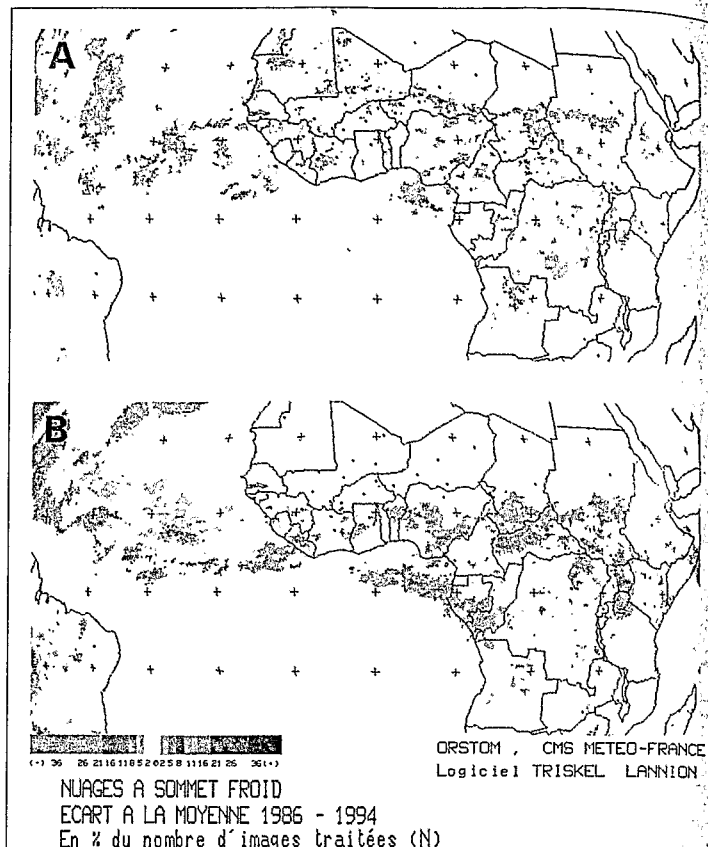


Figure 6. Écart à la moyenne mensuelle des pourcentages de nuages à sommet froid. **A** : septembre 1995, $n = 654$; **B** : octobre 1995, $n = 716$.

zones touchées de manière rédhitoire par l'absence prolongée de nuages à sommet froid ou, à l'inverse, par des excédents de convection renouvelés, comme ce fut le cas en 1994. Certaines régions affectées par une rémission de la saison des pluies en juin-juillet, comme le Mali, sont sauvées du stress hydrique par une pluviosité abondante en troisième décennie de juillet. Par ailleurs, les anomalies négatives de convection constatées en août, septembre et octobre restent généralement très modérées, excluant les interruptions brutales et précoces de la saison des pluies.

Dans le cadre d'une analyse synoptique, les conclusions relatives au suivi des fréquences d'occurrences de nuages à sommet froid sont transposables à l'évaluation globale de la pluviométrie et, par extension, à l'appréciation de la qualité de la campagne agricole elle-même. En ce qui concerne les pays du CILSS*, cela est largement confirmé à la lecture des différents Bulletins de suivi de la campagne agricole

au Sahel, publiés par le Centre Agrhy-met de Niamey. Par rapport aux normales 1961-1990, la pluviométrie a été, dans l'ensemble, normale à déficitaire [3]. Néanmoins, compte tenu d'une répartition temporelle des pluies sans période de sécheresse prolongée, « d'une façon générale, les conditions agrométéorologiques ont été favorables au développement des cultures » [4]. En conséquence, « les prévisions (de récoltes) laissent apparaître une produc-

tion céréalière brute au niveau régional inférieure à celle de 1994 (année humide), mais supérieure à la moyenne 1989-1994 » [4].

Hors des pays du CILSS, à notre avis, une région pourrait sans doute poser problème : il s'agit de la région frontalière de l'Éthiopie et du Soudan. Cette région présente, en effet, une anomalie négative de convection renouvelée de mois en mois, dont la plus sévère se produit en juillet

Résumé

L'hivernage 1995 est évalué à partir d'un suivi satellitaire routinier des manifestations orageuses liées à l'activité de la zone de convergence intertropicale. Des informations complémentaires, c'est-à-dire les écarts à la moyenne mensuelle permettant de juger chaque mois en termes d'anomalies de convection, ont été obtenues par comparaison entre les synthèses mensuelles de mai à octobre 1995 et les données moyennes mensuelles correspondantes calculées sur la période 1986-1994 (base de données connue sous le nom de *Atlas de Veille Climatique*).

Summary

The 1995 rainy season was assessed by routine satellite monitoring of storm events linked to the Intertropical Convergence Zone. Additional information, i.e. deviations from the monthly means, enables each month to be judged in terms of convection anomalies. This was done by comparing the May to October 1995 monthly syntheses to the corresponding monthly means computed for the period 1986-1994 (database known as the *Climatic Watch Atlas*).

* CILSS : (Comité inter-États de lutte contre la sécheresse au Sahel). Ce comité regroupe neuf États de l'Afrique de l'Ouest soudano-sahélienne (Cap Vert, Sénégal, Guinée Bissau, Gambie, Mauritanie, Mali, Burkina, Niger, Tchad).