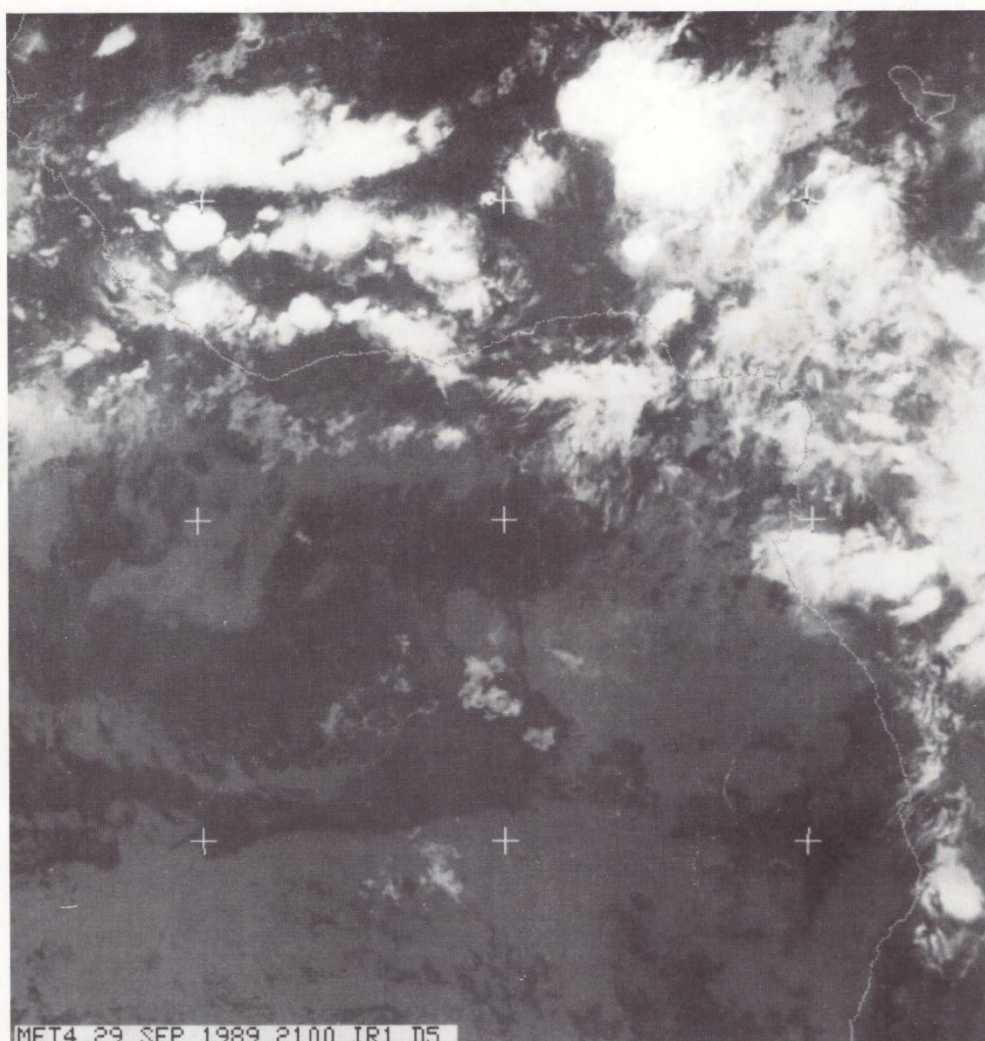




VEILLE CLIMATIQUE SATELLITAIRE



n° 35 - Novembre 1990

n° ISSN 1144-2026

par J. CITEAU, H. DEMARCO et Ph. GORYL

VEILLE CLIMATIQUE SATELLITAIRE

sur le plan de la méthode :

SOMMAIRE

CITEAU J. DEMARCO H. GORYL PH.	Position de la zone intertropicale de convergence le long de 28°W et température de surface de l'océan ..	page 3
LAHUEC J.P. CARN M.	Convergence intertropicale. L'intensité de la convection en octobre-novembre 1990	page 9
GUILLOT B.	Champs thermiques de surface en Afrique de l'Ouest d'août à octobre 1990	page 15
DIAGNE M. SONKO P.N.	Estimation de la pluviométrie décadaire par thermographie infrarouge Météosat : application au suivi de l'hivernage 1990 au Sénégal	page 20
LEFERT C. CORTIER B. CUNIN L.	Estimation des rendements en mil sur l'Afrique de l'Ouest pour la saison agricole 1990	page 27
SAGNA P.	Brusque refroidissement du temps à Dakar. Analyse de la situation météorologique du 12 au 16 janvier 1990	page 35
GUILLOT B.	Naissance de nuages convectifs en Afrique de l'Ouest : deux exemples remarquables	page 48

BRUSQUE REFROIDISSEMENT DU TEMPS A DAKAR. ANALYSE DE LA SITUATION MÉTÉOROLOGIQUE DU 12 AU 16 JANVIER 1990

par Pascal SAGNA*

La période hivernale se caractérise sous nos latitudes par un refroidissement relatif du temps. Dakar enregistre une température moyenne de 21°C en janvier. La baisse de température s'inscrit dans le cadre des échanges méridiens, qui se matérialisent par des advections successives d'air froid vers les basses latitudes et par des injections d'air chaud vers les moyennes et les hautes latitudes. Ce processus d'échanges méridiens contribue à l'établissement d'un certain équilibre thermique entre les différentes zones de la planète.

C'est dans ce contexte que le Sénégal a enregistré d'une manière générale, entre le 12 et 16 janvier 1990, une baisse sensible de la température, dont les effets se sont traduits sur la population par le port d'habits chauds, généralement gardés dans les placards. Plusieurs stations ont enregistré pendant cette période des précipitations. Celles-ci, plus connues sous le nom de « pluies de heug », conservent toujours leur caractère inattendu pour la population.

Pour trouver une explication à cette situation, nous sommes partis de la connaissance de la circulation tropicale, à laquelle nous avons ajouté une analyse des cartes synoptiques de surface et d'altitude, des radiosondages de Dakar et des images du satellite Météosat.

1. CIRCULATION HIVERNALE AU SÉNÉGAL

Pendant la période hivernale, la circulation de surface et des basses couches appartient, au niveau du Sénégal, au domaine tropical, dont la spécificité réside d'une part dans le cadre aérologique, délimité par les Hautes Pressions Tropicales qui l'enserment dans une structure en « V » renversé (Leroux M., 1983), et d'autre part dans les flux et discontinuités qui y apparaissent. Les Hautes Pressions Tropicales forment en altitude une ceinture anticyclonique à l'intérieur de laquelle s'individualise l'axe des Hautes Pressions Tropicales, qui sépare la circulation d'Ouest du domaine tempéré de la circulation d'est du domaine tropical. En dehors des situations de perturbations importantes les deux circulations restent nettement séparées.

La circulation tropicale est alimentée par de l'air provenant des moyennes latitudes, dont la pénétration à l'intérieur du domaine tropical se réalise par pulsations successives, qui se retrouvent dans la vitesse de l'alizé. Celui-ci est un flux issu des Hautes Pressions Tropicales et qui se dirige vers les Basses Pressions Intertropicales sans traverser l'équateur géographique. Il est généralement plus rapide en période hivernale qu'en période estivale, du fait de l'importance des échanges méridiens pendant cette saison.

La prise en compte des caractères thermiques, hygrométriques et de la trajectoire des flux permet de distinguer des variantes dans le flux d'alizé (cf. fig. 1). On peut ainsi parler de l'alizé maritime qui, lorsqu'il a une trajectoire terrestre importante, en fonction de la disposition des centres d'action, se continentalise et se transforme en alizé maritime continentalisé (Leborgne J., 1988). Dans une situation d'alizé maritime, le vent souffle généralement du secteur nord à nord-ouest et on a « un flux humide avec une forte variation diurne ; l'inversion de température est au voisinage de 950 mb et une couche saturée existe en deuxième partie de nuit à la base de l'inversion » (Dhonneur G., 1974). L'alizé maritime continentalisé est de secteur nord à nord-est. L'évolution de son humidité est plus importante et l'on constate un relèvement de l'inversion de température. Il existe aussi l'alizé continental ou harmattan qui peut avoir une composante nord-est à est et dont les caractéristiques principales sont la siccité de l'air et la sensation de chaleur qu'il apporte.

* Département de Géographie, Université C.A. DIOP Dakar Sénégal.

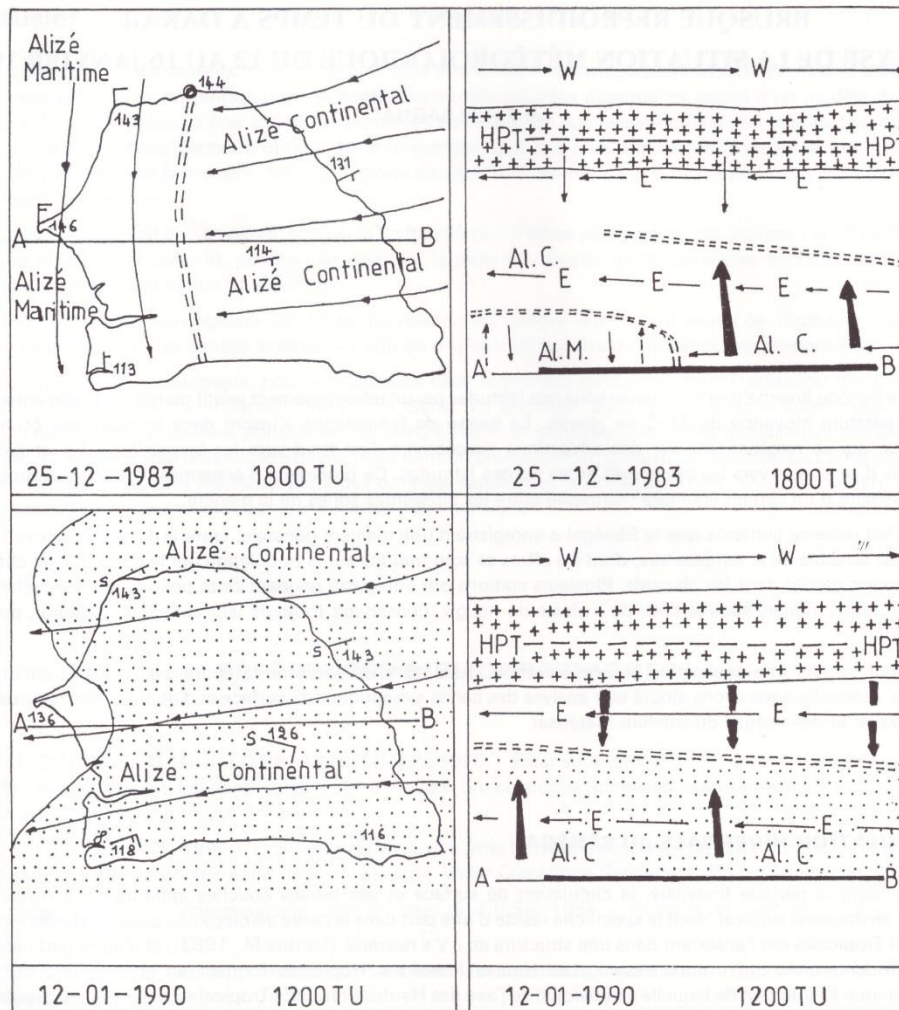


Figure 1. – SITUATIONS EN SURFACE ET COUPES ZONALES.

La stratification aérologique permet de différencier un alizé de type 1 (stable), d'un alizé de type 2 (instable) (Leroux M., 1983). Le premier est formé d'air provenant récemment des moyennes latitudes. De par son origine, la strate inférieure accuse un contraste thermique important par rapport au flux supérieur dont il est séparé par l'inversion d'alizé. Cette inversion « est d'ordre génétique, et la véritable inversion d'alizé correspond à l'inversion de subsidence ; cette inversion est déterminée par la lutte d'influence, d'une part des forces issues de la circulation générale et dirigées vers le bas et d'autre part des forces issues des influences de surface et dirigées vers le haut : l'altitude de l'inversion dépend donc des vigueurs respectives des forces en présence » (idem). L'alizé de type 1 se rencontre sur la face orientale des cellules anticycloniques subtropicales et se retrouve au Sénégal sous forme d'alizé maritime ou d'alizé maritime continentalisé, surmonté dans les deux cas par de l'alizé continental.

L'alizé de type 2 a acquis par rapport à l'alizé de type 1 qui lui a donné naissance de nouveaux caractères du fait de sa tropicalisation. Il devient plus instable, ce qui se traduit généralement par un relèvement de l'inversion d'alizé. Il se rencontre au Sénégal sous forme d'alizé continental. Il véhicule souvent des lithométéores (cf. fig. 1). L'alizé de type 2 se retrouve aussi sur la face occidentale des cellules anticycloniques subtropicales où, en fonction de sa trajectoire et du substratum, il peut arriver très humide et de ce fait potentiellement plus instable.

La circulation d'alizé qui prédomine en surface et dans les basses couches est remplacée en altitude, et parfois dès 3.000 m au-dessus de Dakar, par une circulation d'Ouest qui permet de saisir, d'une part la migration

Les noyaux de hautes pressions correspondent à un transport de froid vers les basses latitudes. Le premier noyau (1) (cf. fig. 3) provoque une hausse de +2,3 hPa à F'Derik, +2,5 hPa à Nouakchott et à Saint-Louis, +2,6 hPa à Nouadhibou et +3,1 hPa à Atar et Tidjikja. Avec la combinaison d'autres éléments météorologiques, il s'en est suivi une baisse des températures, par rapport à la veille, de -2°C à Saint-Louis, Nouakchott et Tidjikja et de -3°C à Nouadhibou et à Atar (cf. fig. 4). Le principal noyau de hautes pressions de la journée du 14 (noyau 4) (cf. fig. 5), centré au nord de la boucle du Niger, est accompagné d'une chute de la température de -3°C à Tombouctou, Néma et Aioun El Atrouss, et de -5°C à Tessalit (cf. fig. 6). Les noyaux de basses pressions suivent dans leur déplacement ceux de hautes pressions et correspondent à des hausses de températures, qui atteignent pour le noyau 3, le 13 janvier $+7^{\circ}\text{C}$ à Niamey et à Birni-N'Konni, et $+8^{\circ}\text{C}$ à Maradi et à Zinder. Ce même noyau provoque des hausses moins importantes le 14, avec $+2^{\circ}\text{C}$ à Mopti et à Bougouni, à la suite de l'affirmation progressive des facteurs locaux. Le noyau numéro 5 (cf. fig. 5) entraîne des augmentations de $+2^{\circ}\text{C}$ à Agadez et Tamanrasset (cf. fig. 6).

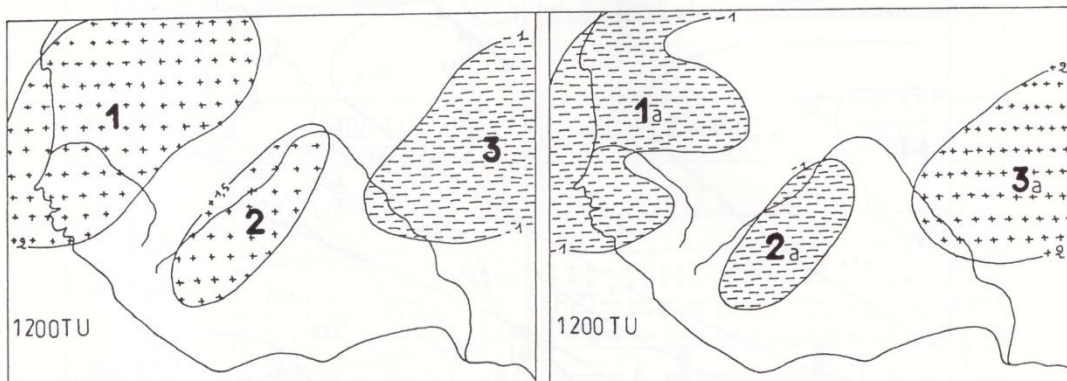


Figure 3. – **VAR. EN 24 HEURES PRESSION**
12/13-01-1990.

Figure 4. – **VAR. EN 24 HEURES TEMPÉRATURE**
12/13-01-1990.

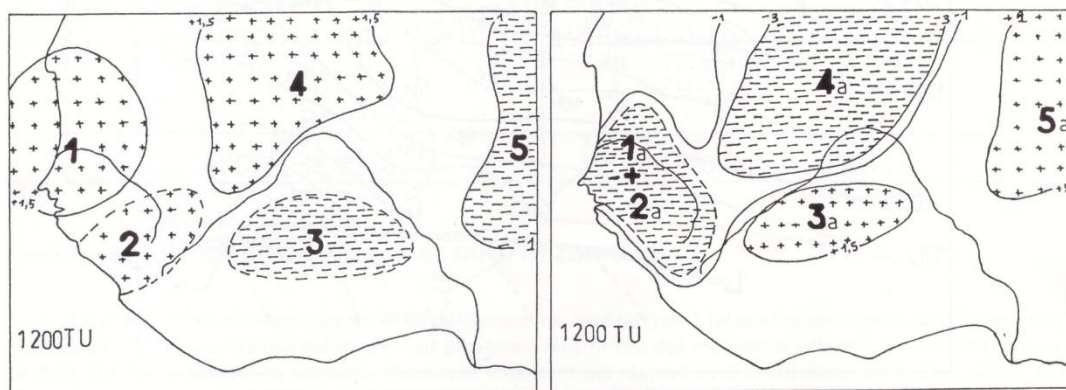


Figure 5. – **VAR. EN 24 HEURES PRESSION**
13/14-01-1990.

Figure 6. – **VAR. EN 24 HEURES TEMPÉRATURE**
13/14-01-1990.

L'analyse de la situation en surface montre que l'alizé, malgré sa continentalisation, peut conserver des caractères thermiques qui lui permettent de provoquer des chutes plus ou moins importantes de température sur une partie de son parcours. Ainsi, les advections d'air froid en provenance des moyennes latitudes ont entraîné, entre le 12 et le 16 janvier, d'une part des baisses de température et d'autre part des accélérations de la circulation d'alizé, ce qui a accru la sensation de fraîcheur ressentie par la population de Dakar.

2.2. Situation en altitude

La circulation en altitude est perturbée. En effet, la circulation rapide d'ouest, plus connue sous le nom de Jet Stream et qui se caractérise par des isohypses serrées et rectilignes, a fait place, entre l'Espagne et l'Afrique occidentale, à une circulation lente qui développe des vallées et des crêtes et qui a abouti à la formation de gouttes froides dont on peut suivre les différents déplacements (cf. fig. 7). Les ondulations qui sont apparues dans la circulation d'ouest en altitude « correspondent à des avancées opposées de l'air froid et de l'air chaud. Les vallées représentent un déplacement de l'air froid vers le sud, qui s'accompagne par conséquent d'un tourbillon relatif cyclonique, alors que les crêtes sont dues à une poussée vers le nord de l'air chaud, dont le tourbillon relatif diminue, donnant naissance à un mouvement tourbillonnaire anticyclonique » (Mounier J., 1979).

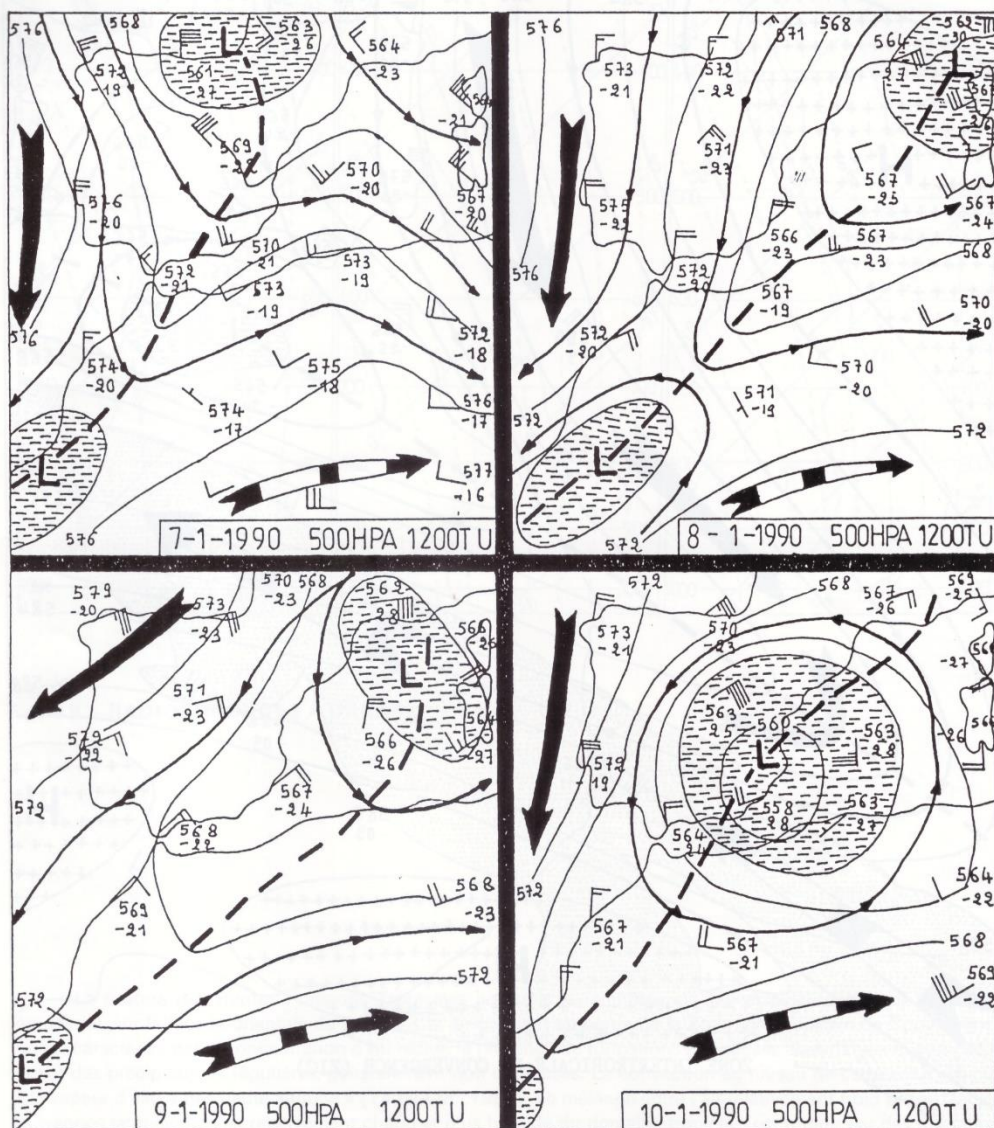


Figure 7. – DÉPLACEMENTS DE GOUTTES FROIDES DU 7 AU 10-1-1990.

Ainsi, à partir du 7 janvier 1990, l'allongement progressif de la vallée froide vers l'Afrique occidentale a accru la circulation méridienne et accentué le transport de l'air des moyennes latitudes vers le domaine tropical (cf. fig. 8). L'ampleur de la descente froide a provoqué la scission des Hautes Pressions Tropicales et lui a permis d'atteindre la zone tropicale, où elle a provoqué des baisses de température. La station de Sal, dans les îles du Cap Vert, a enregistré à 500 hPa en milieu de journée : -10°C le 9, -12°C le 10 et -14°C le 11 janvier 1990. Au même niveau et toujours à 12 H 00 TU, la station de Dakar a relevé : -6°C le 10, -8°C le 11, -9°C le 12, -11°C le 13 et le 14, -10°C le 15 et -12°C le 16. L'invasion en altitude de l'air des moyennes latitudes, plus connue sous le nom d'« invasion polaire », a contribué au rafraîchissement de l'atmosphère et a constitué de ce fait un autre élément d'explication du froid ressenti à Dakar.

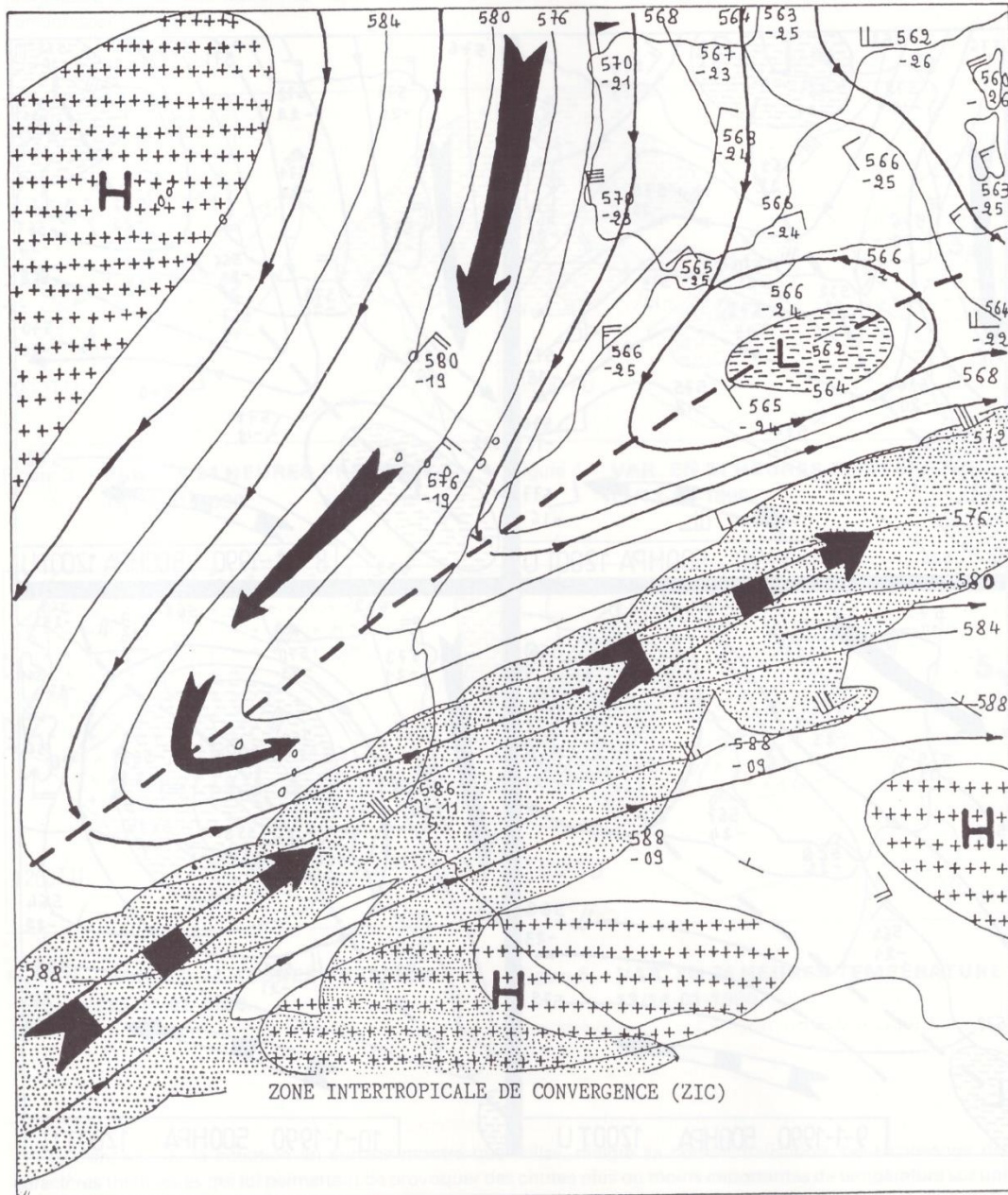


Figure 8. – 14 JANVIER 1990, 500 HPA, 12 H 00 TU.

Les radiosondages (cf. fig. 9) confirment la présence de l'air froid en altitude. Celui-ci est centré entre 600 et 500 hPa le 12 janvier 1990. Le renforcement de la coulée pendant les jours suivants est attesté par l'extension de la couche d'air froid, qui se retrouve jusqu'au-delà de 400 hPa (voir les journées des 13 et 14).

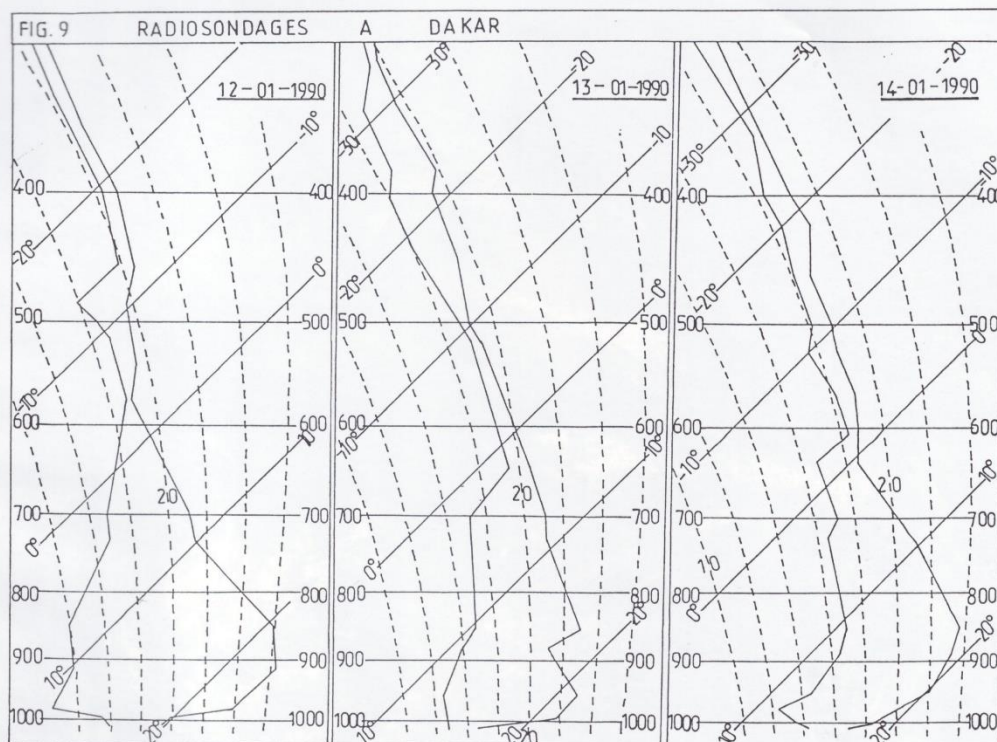


Figure 9. – **RADIOSONDAGES A DAKAR.**

La rupture des Hautes Pressions Tropicales a permis la remontée de l'air tropical, dénommé parfois air équatorial, sur la façade orientale du talweg. Cet air provient en partie de la Zone Intertropicale de Convergence, qui se caractérise par la concentration d'humidité, la présence de formations nuageuses abondantes et compactes et par des précipitations régulières, généralement non orageuses. La convection au niveau de cette zone véhicule « la vapeur d'eau à très haute altitude » (Yattara M., 1985). Le mélange entre l'air relativement froid provenant des moyennes latitudes et l'air relativement chaud et plus humide du domaine tropical s'est traduit par des formations nuageuses importantes au niveau de l'étage moyen, essentiellement des alto cumululus et des altostratus, et par des précipitations enregistrées dans plusieurs stations du Sénégal et de la Mauritanie. Les photos Météosat montrent l'alimentation de la perturbation en humidité à partir de la Zone Intertropicale de Convergence (cf. image Météosat du 13/1/1990 à 12 H 00 TU). Cette humidité est véhiculée par un jet subtropical rapide dont la vitesse dépasse 100

noeuds à l'intérieur du continent (cf. fig. 10). Le rôle déterminant de ce noyau de vents forts dans ce type de situation a été souligné par Lambergeon et al. (1981) et par Yattara et al. (1986). La chute des précipitations, accompagnée d'une couverture nuageuse considérable, a contribué à expliquer la baisse de la température à Dakar.

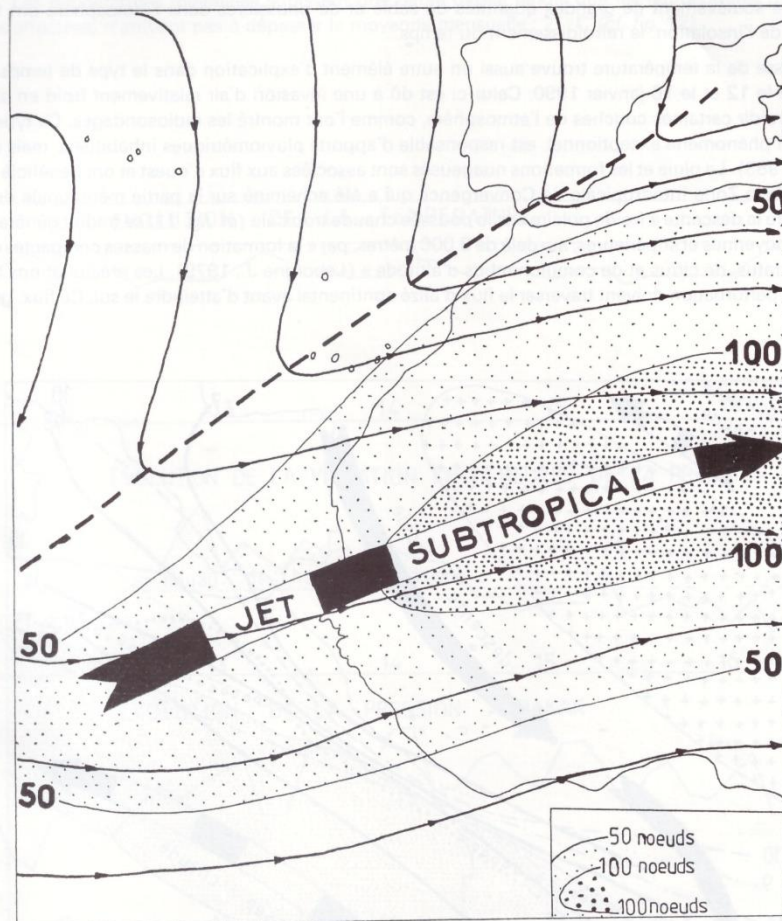


Figure 10. – 14-1-1990, 200 HPA, 12 H 00 TU.

3. REMARQUES ET CONCLUSIONS

Le refroidissement du temps observé à Dakar à partir du 12 janvier est le résultat de la conjonction de plusieurs manifestations météorologiques, aussi bien en surface qu'en altitude.

Il résulte tout d'abord d'une série d'advections d'air froid dans les basses couches des moyennes latitudes vers le cœur de la zone intertropicale. Ces advections sont matérialisées dans leur déplacement par des noyaux de hautes pressions, dont le caractère anticyclonique est lié à la nature de l'air. Ces noyaux se sont révélés comme étant des vecteurs de froid d'une manière relative, par opposition aux noyaux de basses pressions, qui sont apparus comme des sièges de hausses de températures. Notons que les advections d'air froid sont des phénomènes qui se manifestent régulièrement et qui contribuent à expliquer la grande variabilité du temps hivernal à Dakar, caractérisé cependant d'une manière générale, par l'absence de précipitations.

L'accélération de la circulation d'alizé qui accompagne les différentes advections favorise le soulèvement de poussières qui limitent la visibilité horizontale et verticale. La couche de poussières qui en résulte peut atteindre parfois plusieurs centaines de mètres d'épaisseur et parvenir à masquer totalement le soleil et ce pendant plusieurs heures, voire plusieurs jours (Courel M.F., 1985). Ces poussières interviennent « dans les transferts radiatifs atmosphériques » et provoquent « un affaiblissement du rayonnement solaire incident » (idem), ce qui se traduit par un moindre gain de chaleur au niveau du substratum. Ainsi, l'accélération du vent en surface et dans les basses couches, et le soulèvement de grandes quantités de sable et de poussières dans l'atmosphère ont favorisé, par l'atténuation de l'insolation, le refroidissement du temps.

La baisse de la température trouve aussi un autre élément d'explication dans le type de temps de « heug » observé entre le 12 et le 16 janvier 1990. Celui-ci est dû à une invasion d'air relativement froid en altitude qui a permis de refroidir certaines couches de l'atmosphère, comme l'ont montré les radiosondages. Ce type d'invasion, « sans être un phénomène exceptionnel, est responsable d'apports pluviométriques inhabituels, mais éphémères » (Leroux M., 1983). La pluie et les formations nuageuses sont associées aux flux d'ouest et ont bénéficié du potentiel précipitable de la Zone Intertropicale de Convergence qui a été acheminé sur la partie méridionale du talweg. La rencontre entre la descente « froide polaire » et la poussée chaude tropicale (cf. fig. 11) se traduit généralement dans les couches moyennes et supérieures, au-delà de 3.000 mètres, par « la formation de masses compactes d'altocumulus et d'altostratus, de cirrus et de cumulonimbus d'altitude » (Leborgne J., 1979). Les précipitations qui résultent de ce type de perturbation doivent traverser le flux d'alizé continental avant d'atteindre le sol. Ce flux, généralement

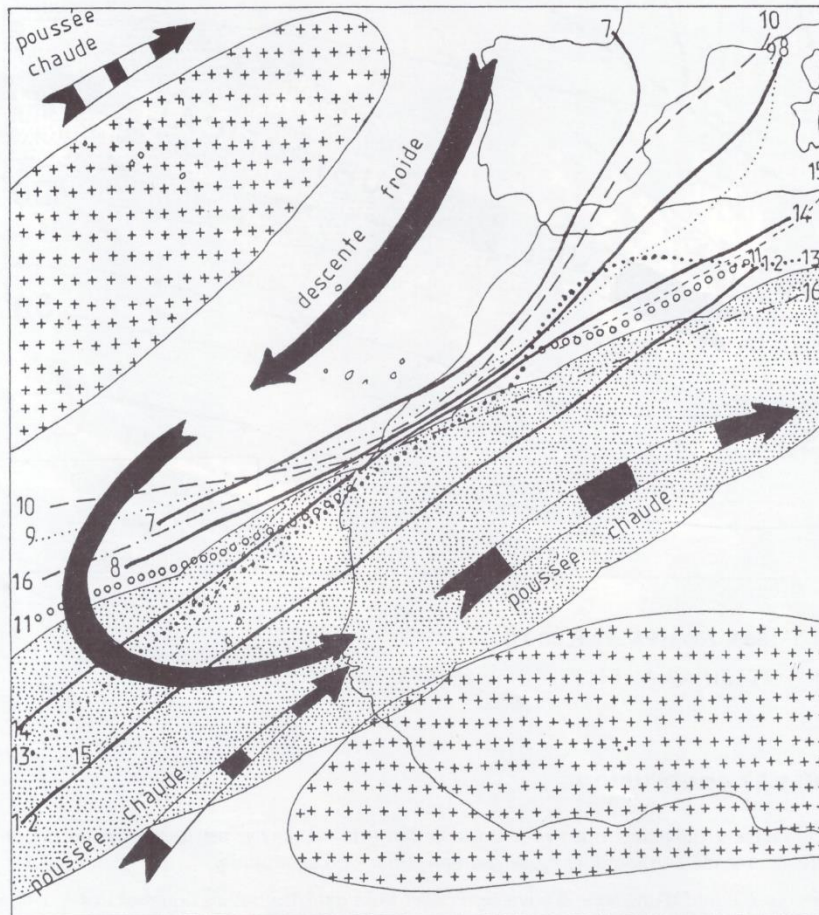


Figure 11. – POSITIONS DU TALWEG A 500 HPA DU 7 AU 16 JANVIER 1990.

sec, peut les absorber entièrement. Ce sont donc les plus puissantes perturbations qui parviennent à arroser le sol, après avoir humidifié les couches inférieures de l'atmosphère. Celle que nous venons d'étudier a déversé 6,6 mm à Saint-Louis, 2 mm à Dakar, 0,3 mm à Podor et des traces à Diourbel, Linguère et Matam. Ces données pluviométriques indiquent une raréfaction progressive des précipitations vers l'intérieur du pays, du fait de la continentalisation des flux. Les températures qui ont chuté à la suite de cette situation s'échelonnent entre 16°C, température enregistrée le 15 janvier à 18 H 00 TU, et 21°C qui est la température relevée le 12 à 12 H 00 et 15 H 00 TU. Les températures minimales subissent une faible baisse tandis que les températures maximales, qui sont les plus affectées, n'arrivent pas à dépasser la moyenne mensuelle : 21°C (cf. fig. 12).

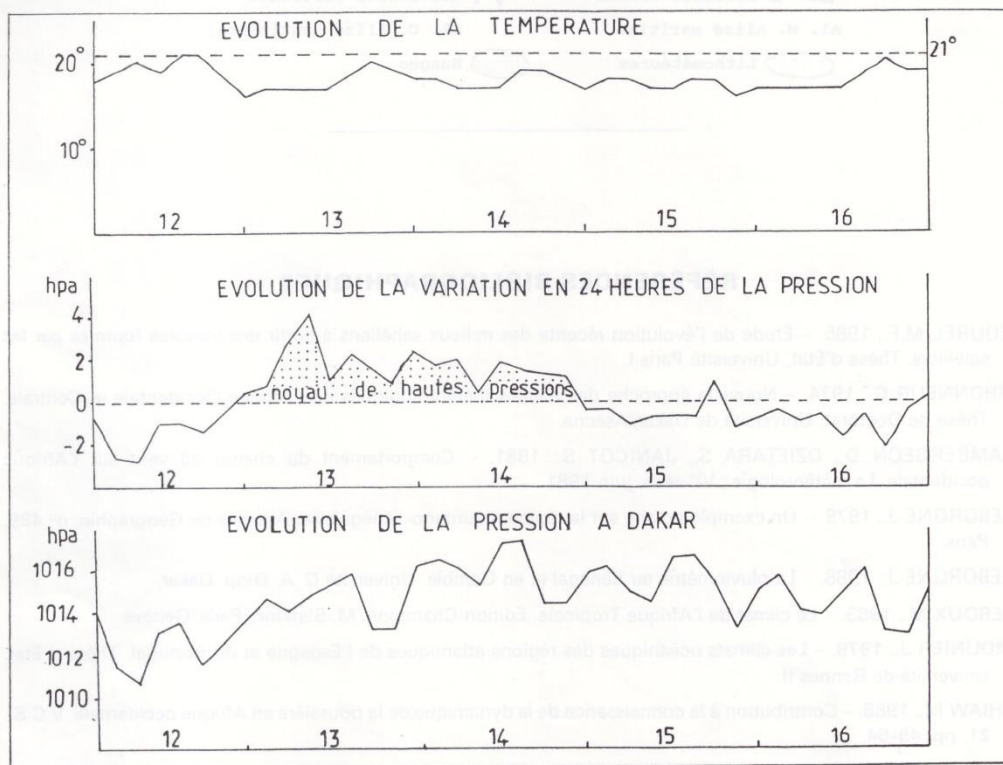


Figure 12. – SITUATION A DAKAR DU 12 AU 16 JANVIER 1990.

L'explication du refroidissement du temps peut se résumer en deux éléments liés, d'une part à une importante circulation méridienne en altitude, dont la durée a permis de maintenir un talweg pendant plusieurs jours sur le nord-ouest du continent africain et des formations nuageuses étirées depuis la Zone Intertropicale de Convergence, au niveau de l'Océan Atlantique, jusqu'au Maghreb (cf. image Météosat du 16/1/1990 à 12 H 00 TU), et d'autre part, à un déplacement de noyaux de hautes pressions, qui ont imprimé un cachet particulier à la circulation en surface, dans les basses couches, et à l'évolution du temps dans les régions traversées. C'est donc la circulation de l'air en surface et en altitude, liée aux échanges méridiens, et les conséquences météorologiques qui lui sont associées (formation de nuages, apparition de lithométéores, hausse de la pression, accélération de la vitesse du vent, réduction de l'insolation...) qui expliquent le refroidissement du temps observé à Dakar.

LEGENDE COMMUNE AUX FIGURES

—	1012 Isobare	H.P.T. : Hautes Pressions Tropicales
—	1015 Isobare	- - - Axe des H. P. T.
H	Hautes Pressions	(+++) Noyau de hausse
L	Basses Pressions	(---) Noyau de baisse
==	Equateur Météorologique	(50/50) Noyau de vent
- - -	Talweg	(I) Goutte froide
—	Flux	W E Composante zonale du vent
- - -	Flux de mousson	== Discontinuité d'alizés
→	Poussée chaude	=== Inversion d'alizé
→	Descente froide	↓ ↑ Mouvements verticaux
Al. M.	Alizé maritime	Al. C. Alizé continental
(•••)	Lithométéores	(•••) Nuages

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- COUREL M.F., 1985. – Étude de l'évolution récente des milieux sahéliens à partir des mesures fournies par les satellites. Thèse d'État, Université Paris I.
- DHONNEUR G., 1974. – Nouvelle approche des réalités météorologiques de l'Afrique Occidentale et Centrale. Thèse de Doctorat, Université de Dakar/Asecna.
- LAMBERGEON D., DZIETARA S., JANICOT S., 1981. – Comportement du champ du vent sur l'Afrique occidentale. La météorologie ; VI^e série, juin 1981.
- LEBORGNE J., 1979. – Un exemple polaire sur la région mauritano-sénégalaise. Annales de Géographie, n° 489, Paris.
- LEBORGNE J., 1988. – La pluviométrie au Sénégal et en Gambie. Université C. A. Diop, Dakar.
- LEROUX M., 1983. – Le climat de l'Afrique Tropicale. Édition Champion/M. Slatkine, Paris/Genève.
- MOUNIER J., 1979. – Les climats océaniques des régions atlantiques de l'Espagne et du Portugal. Thèse d'État. Université de Rennes II.
- THIAW M., 1988. – Contribution à la connaissance de la dynamique de la poussière en Afrique occidentale. V.C.S., 21, pp. 49-54.
- YATTARA M., 1985. – Note sur la situation synoptique de type invasion polaire du 29 décembre 1984 au 4 janvier 1985 sur le Sénégal, V.C.S., 5, pp. 49-58.
- YATTARA M. et THIAW M., 1986. – Note sur les pluies hors saisons du 15 au 21 décembre 1985 au Sénégal. V.C.S., 11, pp. 17-21.