

ISSN 0850-1254

UNIVERSITÉ CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

**Annales de la Faculté
des Lettres
et Sciences Humaines**

ÉTHOS

ÉTUDES SUR L'HOMME ET LA SOCIÉTÉ



NOUVELLE SERIE

N° 43/B - 2013

FACULTÉ DES LETTRES ET SCIENCES HUMAINES
DAKAR

Annales de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines

DIRECTEUR : Amadou Abdoul SOW, Doyen de la Faculté

COMMISSION DES PUBLICATIONS

Moustapha TAMBA, Président

Saliou NDIAYE

Ramatoulaye DIAGNE-MBENGUE

Djibril SAMB

Souleymane Bachir DIAGNE

Aboubacry Moussa LAM

Alioune KANE

Ibrahima THIOUB

Amadou DIOP

Amadou Falilou NDIAYE

Jean-Baptiste NDONG

Lamine NDIAYE

Aminata NDIAYE

Les *Annales de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines* ont pour fonction essentielle de refléter la diversité et le dynamisme de la Faculté en permettant aux membres du corps enseignant de faire connaître les résultats de leurs recherches. Elles peuvent aussi accueillir des contributions de collaborateurs extérieurs.

Les manuscrits doivent être soumis en trois exemplaires accompagnés d'un résumé (de 15 lignes au maximum) en français et en anglais. Il faut également joindre aux textes une version électronique saisie sur P.C. (format RTF). Les manuscrits refusés ne sont pas renvoyés aux auteurs.

**Annales de la Faculté des
Lettres et Sciences Humaines**

ISSN 0850-1254

UNIVERSITÉ CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

**Annales de la Faculté
des Lettres
et Sciences Humaines**

ÉTHOS

ÉTUDES SUR L'HOMME ET LA SOCIÉTÉ



NOUVELLE SERIE

N° 43/B - 2013

FACULTÉ DES LETTRES ET SCIENCES HUMAINES
DAKAR

SOMMAIRE

A- ANTHROPOLOGIE

- Navigué Félicien COULIBALY**, Houphouët-Boigny, unité nationale et paix en Côte d'Ivoire : principes, compromis et compromissions.....9
- Roch Yao GNABELI, Dali Serge LIDA**, Formes et enjeux du don en contexte de crise armée. Etude de cas en Côte d'Ivoire (2002-2011)25

B- COMMUNICATION

- Moustapha GUEYE**, De la conflictualité de la sphère publique au Sénégal, entre consensus et conflit violent.....37

C- GEOGRAPHIE

- Mohamed Lamine NDAO, Aminata NDIAYE, Paul NDIAYE**, De la production à la cueillette : un effet inattendu de l'insécurité49
- Diatou THIAW**, Dynamique des paysages ruraux : dévitalisation ou innovation des systèmes de production dans la communauté rurale de Méouane (région de Thiès).....59
- Aminata NIANG Diène**, Les services à base communautaire : une alternative pour l'amélioration des connaissances et des pratiques en santé maternelle au Sénégal ?73
- Alimatou DOUKOURE, Paul NDIAYE, Aminata NDIAYE, Alioune BA**, Quartiers urbains et assainissement : processus, dysfonctionnements et effets sur la corniche ouest de Dakar85

Pascal SAGNA , Important refroidissement du temps à Dakar dans un contexte de réchauffement climatique : analyse de la situation météorologique des 16 et 17 février 2014.....	95
Cheikh FAYE, Amadou Abdoul SOW , Analyse de la variabilité des ressources en eau dans le bassin de la Falémé par modélisation hydrologique.....	119
Mamadou Bouna TIMERA , La décolonisation de l'éducation : la réforme de l'enseignement de la géographie en Afrique après les indépendances (1960-1972)	141

D- LINGUISTIQUE/GRAMMAIRE

Cheikh FALL , Le principe de lourdeur et de légèreté en grammaire arabe.....	155
Mamadou CISSE , Rationalisation linguistique en Gambie : attentisme ou interventionnisme contextuel ?	165

E- PHILOSOPHIE

Ouïsmane SARR , Aliénation et « fétichisme de la marchandise » dans le livre 1 du Capital.....	175
---	-----

F- PSYCHOLOGIE

Oumar BARRY , Fonctions exécutives, autorégulation et aptitudes liées à l'apprentissage durant la petite enfance.....	187
--	-----

G- SOCIOLOGIE

Souleymane GOMIS , Éducation traditionnelle au Sénégal : cas des Manjaques	197
Samba DIOUF , La prise en charge des enfants en situation de vulnérabilité dans la ville de Dakar : cas du centre « Taxawu Sunuy Xalés » dans la commune de Yoff.....	211

Moustapha TAMBA , L'Université Cheikh Anta Diop à l'épreuve de l'introduction de nouvelles langues étrangères et langues nationales.....	221
Victor Nfansou DIATTA , La narco économie dans les îles Karone de Casamance (Sénégal)	229

Achévé d'imprimer par Imprimerie Saint-Paul 4, rue Mbaye Gueye x Saint Michel-Dakar (Sénégal)
Dépôt légal : octobre 2014. Imprimé au Sénégal

IMPORTANT REFROIDISSEMENT DU TEMPS A DAKAR DANS UN CONTEXTE DE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE : ANALYSE DE LA SITUATION METEOROLOGIQUE DES 16 ET 17 FEVRIER 2014

Pascal SAGNA*

Résumé

Dakar a connu les 16 et 17 février 2014 un important refroidissement du temps lié à la conjonction de plusieurs phénomènes météorologiques observés aussi bien en surface qu'en altitude. Les données recueillies au sol ainsi que les cartes météorologiques élaborées par l'ASECNA et les radiosondages réalisés à Dakar ont permis de mettre en évidence les interrelations entre les phénomènes qui ont provoqué la chute des températures. Il s'agit essentiellement de la double présence de l'air froid aussi bien en surface qu'en altitude sur des épaisseurs différentes et du renforcement de la vitesse du vent qui a accentué la sensation de fraîcheur. La baisse de l'Axe des Hautes Pressions Tropicales et le relèvement de l'Inversion d'alizé jusqu'à 1500 m traduisent l'importance à la fois de l'influence des couches supérieures et des basses couches. Cette double influence a empêché la présence de l'alizé continental au-dessus de Dakar et favorisé le refroidissement de l'atmosphère. L'arrivée d'air froid à Dakar a ainsi provoqué la chute des températures de 3,7°C en surface, de 14,3°C à 500 m et de 12,3°C à 1000 m le 17 février 2014. Les vents ont atteint 39,6 km/h au sol, 71,3 km/h à 500 m et 61,6 km/h à 1000 m le 16 février 2014 à 12 heures. L'analyse de la situation météorologique révèle le rôle primordial de l'anticyclone des Açores et du renforcement de la circulation d'alizé maritime dans le refroidissement observé à Dakar.

Mots-clés : temps, changement climatique, situation météorologique

Abstract

Dakar has known the 16 and 17 February 2014 a significant cooling weather related to the conjunction of many meteorological phenomena observed on the surface and in altitude. Data collected on the ground as well as weather maps developed by ASECNA and soundings made in Dakar led to highlight the interrelationships between the phenomena that have caused the fall of temperatures. It is basically the dual presence of both cold air at the surface and aloft on different thicknesses and strengthening of the speed of the wind that has accentuated the feeling of freshness. The axis tropical high pressure downward and the increasing of the trade wind inversion up to 1500 m reflect the importance both of the influence of the upper and lower layers. This double influence has prevented the presence of the continental trade winds above Dakar and promoted the cooling of the atmosphere. The arrival of cold air in Dakar has thus caused the fall of temperatures of 3.7°C on the surface, 14.3°C at 500 m and 12.3°C at 1000 m on February 17, 2014. Winds reached 39.6 km/h on the ground, 71.3 km/h at 500 m and 61.6 km/h at 1000 m on February 16, 2014 at 12 hours. Analysis of the meteorological situation reveals the essential role of the anticyclone of the Azores and the strengthening of the maritime trade wind circulation in the cooling observed in Dakar.

Keywords: weather, climate change, meteorological situation

INTRODUCTION

La ville de Dakar a connu, du 16 au 17 février 2014, un temps relativement frais, qui a surpris les populations par son ampleur, sa persistance et par la vitesse des vents. Ceux-ci ont accentué la sensation de fraîcheur. Cet épisode se situe dans le prolongement de la très violente tempête de neige et de glace qui a frappé l'est des Etats-Unis les 12 et 13 février

* Laboratoire de Climatologie et d'Environnement (LCE), Département de Géographie, FLSH, UCAD.

2014 et qui a entraîné la fermeture de plusieurs écoles, la suppression de plusieurs milliers de vols d'avion, la privation d'électricité à des milliers de foyers, etc. Il intervient aussi pendant le mois le plus frais de l'année à Dakar, avec une température moyenne de 20,9°C, et qui se situe au cœur de la période hivernale de l'hémisphère nord, marquée par un important refroidissement du temps. Cependant, cet épisode, par ses caractéristiques en termes de transport de masse vers les basses latitudes, se traduisant par des chutes de températures et des vents violents, dans un contexte de réchauffement climatique, nous rappelle l'apparition de phénomènes météorologiques violents, de plus en plus fréquents, qualifiés parfois d'exceptionnels ou d'extrêmes et qui contrastent avec les situations régulièrement observées. C'est pourquoi, nous avons tenu à analyser la situation météorologique qui a prévalu, afin de mieux comprendre les interactions survenues dans les échanges méridiens et qui peuvent expliquer la baisse subite et importante des températures et les accélérations de la circulation.

Données

Pour cela, nous avons, tout d'abord, analysé les cartes synoptiques de surface et d'altitude, réalisées par le Bureau des Prévisions de l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar à Dakar-Yoff afin de bien cerner le champ de pression en surface et en altitude. Nous avons, ensuite, utilisé les radiosondages de 00 H et de 12 H pour caractériser le profil vertical de l'atmosphère au-dessus de Dakar et dégager la stratification aérologique de ces différents jours. Les données au sol ont été enfin recueillies à l'Agence nationale de l'Aviation civile et de la Météorologie pour bien comprendre l'évolution journalières des températures et des vents à ce niveau.

Méthodologie

Ainsi, après une présentation du profil vertical moyen de l'atmosphère au-dessus de Dakar, à travers des aspects tels que les types de vent en février, l'Inversion d'alizé et l'Axe des Hautes Pressions Tropicales, nous examinerons les mécanismes généraux d'explication des périodes de refroidissement du temps. Cela permettra de mieux comprendre la situation météorologique des 16 et 17 février 2014, notamment le champ de pression, la vitesse des vents, l'évolution des températures et plus particulièrement leur chute.

1. Profil vertical moyen de l'atmosphère au-dessus de Dakar

En période hivernale de l'hémisphère boréal, le profil vertical de l'atmosphère à Dakar, conformément à la stratification aérologique de la zone tropicale, se caractérise par une circulation d'alizé en surface et dans les basses couches, ayant une forte composante nord à est selon les situations météorologiques et la configuration des cellules anticycloniques de l'hémisphère boréal, et par une circulation d'ouest en altitude. Les deux circulations sont séparées par l'Axe des Hautes Pressions Tropicales dont la position moyenne en janvier-février est à 800 hPa (2000 m)¹.

1.1 Les types de vents en surface à Dakar en février

Les vents en surface à Dakar, en février, relèvent de la circulation tropicale qui, malgré ses spécificités, appartient à la circulation générale de l'atmosphère. Celle-ci est liée au rayonnement solaire, qui est variable d'un point à un autre de la surface terrestre. L'énergie reçue dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels nous avons l'angle d'incidence, la nature du substratum, l'importance de l'absorption atmosphérique, etc. De son importance résulte soit un bilan radiatif négatif, responsable de la création des Hautes Pressions Polaires, soit un

¹ Sagna P., 2005, Dynamique et évolution récente du climat dans la partie ouest de l'Afrique occidentale. Thèse de doctorat d'Etat, Université Cheikh Anta DIOP, t.1 270 p., t.2, 516 p.

bilan radiatif positif qui est à l'origine des Basses Pressions Intertropicales. L'opposition entre ces deux régions se traduit par des échanges méridiens d'énergie qui se réalisent surtout en surface des hautes latitudes vers les basses latitudes et, en altitude, en sens contraire. Ainsi, l'air froid des régions polaires s'écoule en direction des basses latitudes à travers les moyennes latitudes. De même, l'air chaud tropical peut se diriger vers les hautes latitudes en surface et dans les basses couches. Il en résulte un déplacement de **masses d'air** dont la zone de rencontre privilégiée est constituée par les moyennes latitudes, qui sont aussi connues sous le nom de zones tempérées.

La circulation d'alizé, qui prévaut en février à Dakar, provient de deux cellules anticycloniques, que sont l'anticyclone des Açores dans l'Atlantique nord et l'anticyclone Saharo-libyen. En fonction de la direction, de la vitesse, du substratum traversé et des caractères hygrométriques et thermiques, l'alizé prend des dénominations différentes. «Se distinguent ainsi: «l'alizé maritime» (Al.m.) à trajectoire océanique, donc généralement humide et aux écarts thermiques faibles, et «l'alizé continental» (Al.c.) marqué par la sécheresse et par des écarts diurnes importants; entre ces deux catégories principales existent des variétés intermédiaires telles que «l'alizé maritime continentalisé» (Al.m.c.) d'origine océanique et de trajectoire continentale, ou bien «l'alizé continental humidifié» (Al.c.h.), transformation d'un flux d'origine continentale qui acquiert une trajectoire océanique»².

Du point de vue de la stratification aérologique, il existe deux types d'alizé: l'alizé de type I et l'alizé de type II. A Dakar, peuvent se succéder dans le temps, en fonction des situations météorologiques, un alizé maritime de type I, provenant de l'anticyclone des Açores et un alizé continental de type II, issu de l'anticyclone Saharo-libyen.

L'alizé de type I est formé d'air provenant des moyennes latitudes et qui intègre la circulation tropicale. Cet air est relativement frais. Son origine lui confère un contraste thermique important par rapport à l'air subsidant. La limite, entre les deux, est matérialisée par l'inversion d'alizé dont le niveau est fort variable. «Si l'inversion est trop basse, les mouvements verticaux, qui transportent vers le haut la vapeur d'eau venant de l'océan, restent confinés dans une couche d'air d'épaisseur réduite et le niveau de condensation pourra ne pas être atteint» (Alt, 1976)³. D'une manière générale, «la présence d'une inversion permanente, empêchant tout mouvement convectif de quelque ampleur, et la sécheresse de l'air au-dessus de l'inversion sont des éléments peu favorables au développement ou au maintien des perturbations» (Alt, 1976)⁴. L'alizé de type I est relativement stable, c'est-à-dire que la densité de l'air est croissante à partir du haut, ce qui atténue fortement les mouvements ascendants. Ce flux se rencontre sur les faces orientales des cellules anticycloniques et de manière très fréquente à Dakar, notamment en période hivernale. Il représente, en février, 84 % des fréquences des vents en surface⁵.

L'alizé de type II a acquis, par rapport à l'alizé de type I qui lui a donné naissance, de nouveaux caractères. Il «s'est tropicalisé». Il est devenu plus instable, c'est-à-dire que les impulsions dirigées vers le haut s'amplifient et créent des mouvements ascendants importants. Les particules ascendantes peuvent se saturer au cours de leur détente adiabatique et permettre la formation de nuages cumuliformes. La limite supérieure de l'alizé de type II se relève progressivement. Sa turbulence augmente. L'inversion d'alizé peut atteindre 2 500 m voire

² Leroux, M. 1983, *Le climat de l'Afrique tropicale*. t.1 636 p, t.2 250 cartes, éditions H. Champion/M Slatkine, Paris/Genève.

³ Alt J., 1976, « L'expérience tropicale GARP dans l'Atlantique. Quelques résultats préliminaires », *In la Météorologie*, Vie série, n°6, pp. 123-189.

⁴ *Idem*.

⁵ Sagna P., 2005, *Idem*, p. 775.

3 000 m sur le continent. L'alizé de type II se rencontre sur les façades méridionales et occidentales des cellules anticycloniques. Il arrive à Dakar sous forme d'alizé continental ou encore d'harmattan et représente en février 2% des vents observés⁶.

Sur le plan de l'évolution du **temps**, l'arrivée de l'alizé maritime, généralement de type I à Dakar, se traduit par des températures fraîches et un vent fort soufflant par rafales tandis que la présence de l'alizé continental de type II s'accompagne d'une hausse des températures, d'un vent faible et d'une grande probabilité d'apparition de poussières. Le refroidissement du temps des 16 et 17 février 2014 s'inscrit dans la présence d'un alizé maritime dont les manifestations à travers les vitesses des vents et les conséquences à travers la chute des températures ont été impressionnantes.

1.2 L'Inversion d'alizé

L'Inversion d'alizé constitue une discontinuité horizontale entre deux strates de l'alizé. Il s'agit d'une limite entre deux flux dont le séjour à l'intérieur du domaine tropical est variable. Celui-ci confère aux flux, par rapport à leur origine, des caractères différents. C'est pourquoi, l'Inversion d'alizé « 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, entre 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 »⁷.

L'Inversion d'alizé se matérialise surtout par une discontinuité des températures. Elle marque une rupture dans le profil de la courbe d'état. Les températures évoluent différemment de part et d'autre du niveau d'inversion qui marque la séparation soit, entre l'alizé de type I et l'alizé de type II, soit entre l'alizé de type II et le flux d'est supérieur. Dans ce dernier cas, il n'est pas toujours facile à mettre en évidence compte tenu du rapprochement des caractères entre les deux flux.

L'Inversion d'alizé est aussi marquée par une différence d'humidité. La couche inférieure est plus humide. Lorsque le flux a un parcours océanique, l'humidité peut atteindre des valeurs importantes, ce qui entraîne la formation de nuages de type cumulus, stratus ou stratocumulus sous l'inversion de température. C'est pourquoi, l'Inversion d'alizé constitue aussi une discontinuité des formations nuageuses.

Elle est aussi une discontinuité de vents et de mouvements verticaux. Dans le premier cas, elle s'accompagne d'un cisaillement des flux de part et d'autre du niveau d'inversion. Dans le second cas, elle marque la limite entre la subsidence supérieure et la turbulence inférieure. Cette opposition de sens des mouvements verticaux entraîne la concentration d'une grande partie de la vapeur d'eau évaporée, notamment à la surface de l'océan, sous l'inversion. C'est aussi le phénomène de subsidence qui, tout en favorisant le blocage et l'étalement des formations nuageuses sous l'inversion, empêche la dispersion par le flux supérieur de la vapeur d'eau contenue dans les basses couches.

A **Dakar**, la mise en évidence du niveau d'inversion peut s'effectuer à partir des données de radiosondages. Le tableau 1 en donne une illustration entre le 6 et le 14 janvier 1999. Le niveau de l'Inversion d'alizé, après le dépouillement des données sur l'égramme, se retrouve entre 950 et 900 hPa, c'est-à-dire entre 500 et 1000 m. Il sépare, dans ce cas, un alizé maritime de faible épaisseur (de type I) d'un alizé continental qui le surmonte et qui atténue l'influence du premier sur le temps.

⁶ Sagna P., 2005, *Idem*, p. 775.

⁷ Leroux M., 1983, *Idem*, p. 190.

Tableau 1 : Niveau d'inversion à partir des radiosondages de janvier 1999 de Dakar-Yoff à 12 00 TU

hPa	6/01/1999		7/01/1999		8/01/1999		12/01/1999		13/01/1999		14/01/1999	
	T°C	T°d	T°C	T°d	T°C	T°d	T°C	T°d	T°C	T°d	T°C	T°d
700	7,6	-4,2	8,1	-1,4	6,1	-0,6	9,3	-26,5	8,0	-2,0	9,7	-37,7
800	15,1	3,6	13,6	-4,0	13,1	7,2	13,4	-31,0	14,6	-41,2	15,4	-26,5
850	17,9	6,8	15,5	0,9	15,0	9,2	14,9	-4,4	13,7	-35,0	13,1	-16,7
900	21,4	-2,4	17,7	-6,1	12,8	8,7	15,8	-1,7	12,4	-1,8	13,1	-6,4
950	21,9	-8,7	15,4	11,6	14,4	13,3	14,3	9,8	15,5	-0,2	13,0	8,7
1000	19,1	15,4	18,4	14,3	20,5	14,0	18,2	12,9	18,1	11,7	17,2	10,2
Sol	22,3	15,2	19,4	14,7	22,6	14,5	22,5	13,0	24,0	12,4	22,3	10,2

(En gris, le niveau d'inversion)

D'une manière globale, l'Inversion d'alizé est globalement plus basse en période hivernale qu'en période estivale à Dakar. L'explication principale réside dans la position moyenne de l'anticyclonique de l'Atlantique nord, de la tropicalisation plus ou moins importante de l'alizé maritime et des caractères thermiques ambiants qui favorisent ou non un plus grand réchauffement des flux. C'est pourquoi, l'analyse de l'environnement météorologique de Dakar les 16 et 17 février 2014 est important à prendre en compte dans la compréhension de ce qui s'est passé.

1.3 L'Axe des Hautes Pressions Tropicales

Cet axe constitue la limite entre, d'une part, les vents d'ouest qui appartiennent à la circulation des moyennes latitudes et, d'autre part, les vents d'est qui relèvent de la circulation tropicale (figure 1). Il se manifeste à partir des basses couches jusque dans la haute troposphère. Il épouse la forme des Hautes Pressions tropicales, constituées de deux ceintures anticycloniques qui se rejoignent en altitude et qui donnent à l'ensemble de la zone tropicale, selon la formule de Marcel Leroux, la forme d'un « V renversé »⁸. «Les Hautes Pressions Tropicales sont formées par l'air subsident issu des jets d'ouest des couches supérieures»⁹ et qui est contrebalancé par des mouvements ascendants liés au réchauffement du substratum à l'intérieur de la zone tropicale.

Le niveau de l'axe est un indicateur de l'épaisseur de la couche d'air tropical dans les basses couches et de l'influence plus ou moins importante des couches supérieures, avec leurs vents d'ouest, sur le temps observé en surface à Dakar. La figure 1 illustre parfaitement le niveau de l'Axe des Hautes Pressions Tropicales et la variabilité journalière de son niveau entre le 25 décembre 1992 et le 5 janvier 1993 avec une position moyenne autour de 800 hPa. L'influence tropicale est maximale les 27 et 28 décembre 1992, avec un niveau de l'axe au-delà de 700 hPa, permettant ainsi à l'alizé continental d'avoir plus de 3000 m d'épaisseur. L'influence des vents d'ouest est plus importante le 30 décembre 1992, ramenant ainsi le flux d'alizé continental à moins de 1500 m d'épaisseur. Une telle configuration se traduit par des modifications plus ou moins importantes du temps à Dakar.

⁸ Leroux, M. 1983, *Idem*, p. 169.

⁹ *Idem*.

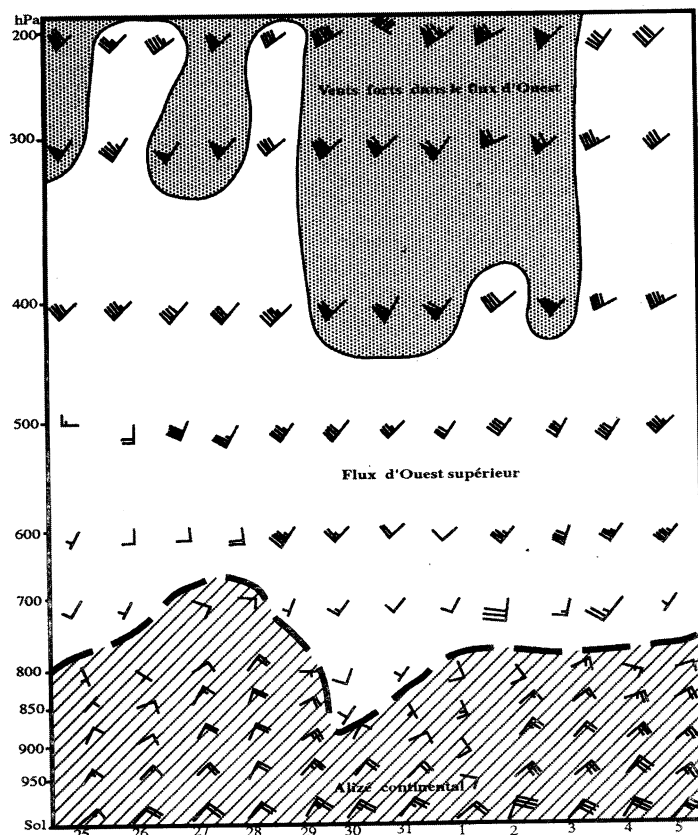


Figure 1 : Vents à Dakar du 25 décembre 1992 au 5 janvier 1993

2. Les principaux mécanismes du refroidissement du temps à Dakar

Entre décembre et mars-avril, plus particulièrement en février, le refroidissement du temps à Dakar est surtout lié, d'une part, à l'influence des masses d'air froid des moyennes latitudes à travers l'alimentation de la circulation d'alizé maritime en surface et dans les basses couches et, d'autre part, à des invasions polaires qui se réalisent en altitude et dont le niveau d'analyse optimale à partir des cartes météorologiques élaborée est à 500 hPa.

2.1 L'influence des masses d'air des moyennes latitudes

La dynamique du temps à Dakar, reste, tout de même, intimement liée aux échanges, entre les moyennes et les basses latitudes, qui se réalisent à travers l'arrivée de l'air polaire dans les basses latitudes. «L'appellation «air polaire», considérée de l'intérieur de la zone tropicale, recouvre certes des caractères massiques notamment thermiques plus ou moins accusés, mais également une origine, une trajectoire et un cadre, celui des échanges

méridiens»¹⁰. Ainsi, les zones tempérées et la zone tropicale sont étroitement interdépendantes et les échanges sont ininterrompus mais d'intensité variable.

L'importance des phénomènes associés à la pénétration de l'air polaire dans la zone tropicale dépend de la vigueur des écoulements provenant des moyennes latitudes. Leur puissance détermine aussi la profondeur de la pénétration dans la zone tropicale et les conséquences sur le temps qui vont se modifier au fur et à mesure que la tropicalisation s'effectue et que les facteurs locaux prennent plus d'importance.

Le suivi du déplacement des masses d'air dans les moyennes latitudes peut se faire à partir des Bulletins Météorologiques Européens (BME), disponibles à la Direction de la Météorologie Française à Paris. Il participe à l'explication de l'évolution du temps dans les basses latitudes, notamment à Dakar. Ainsi, le suivi d'une masse d'air de trajectoire américaine jusqu'au Maroc, du 24 décembre 1992 au 3 janvier 1993 (figure 2), contribue à expliquer l'influence, précédemment évoquée, des vents d'ouest, le 30 décembre 1992 au-dessus de Dakar, à travers l'allongement d'un talweg d'altitude à l'intérieur de la zone tropicale et l'écrasement de l'alizé continental par le flux d'ouest supérieur. D'autres masses, d'air de trajectoire scandinave, arrivent plus directement dans la zone des Açores et alimentent plus rapidement la circulation d'alizé maritime à Dakar.

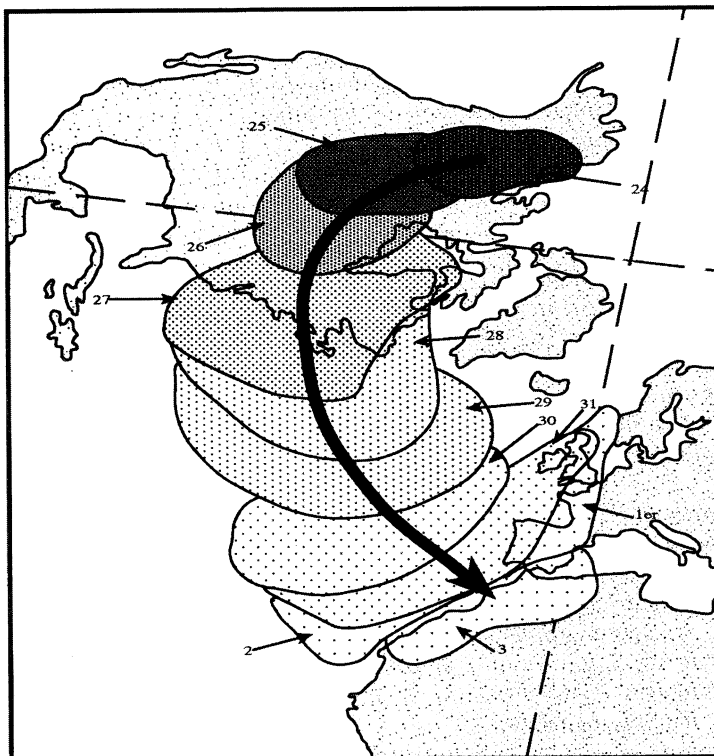


Figure 2 : Déplacement d'une masse d'air du 24 décembre 1992 au 3 janvier 1993

¹⁰ Leroux M., 1983, *Idem*, p. 296.

2.2 Les invasions polaires

L'évolution du temps à Dakar, pendant la période hivernale, est parfois perturbée par des interférences des moyennes latitudes sur la circulation tropicale. Celles-ci se manifestent aussi bien en surface par l'alimentation de la circulation d'alizé, dans les basses et moyennes couches, que dans les couches supérieures. Elles correspondent au «champ dit perturbé» qui «est en fait le seul champ vrai» car «il est la circulation dans sa dynamique vivante et réelle»¹¹. Elles peuvent entraîner la formation de perturbations tropicales, génératrices dans certaines conditions météorologiques de précipitations et d'un refroidissement du temps. La figure 3 constitue une illustration d'une invasion polaire.

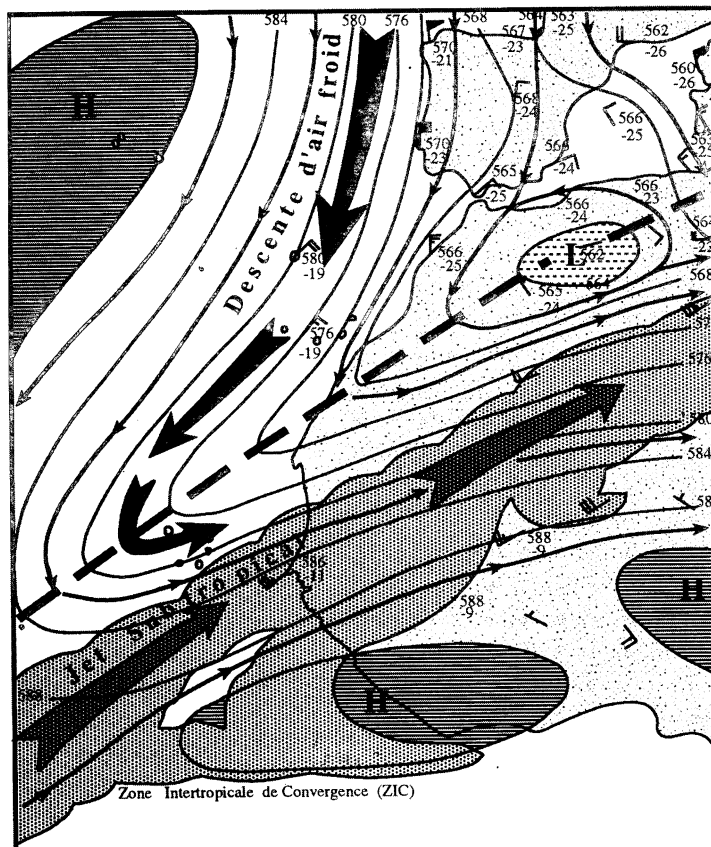


Figure 3: Situation d'invasion polaire le 14 janvier 1990 à 500 hPa à 12 00 TU

De telles situations se traduisent par des descentes d'air froid des moyennes latitudes vers les basses latitudes sur la partie occidentale du talweg et par des remontées d'air chaud et humide, véhiculé par le Jet Subtropical sur la partie orientale du talweg. La rencontre, entre

¹¹ Leroux M., 2000, *La dynamique du temps et du climat*, Editions Masson, 367 p.

les descentes d'air froid et les remontées d'air chaud, se traduit par des formations nuageuses abondantes au niveau de l'étage moyen. Il s'agit essentiellement d'altostratus et d'altocumulus qui peuvent être à l'origine de précipitations. La vapeur d'eau, utilisée dans la formation des nuages, provient, en grande partie, de la Zone Intertropicale de Convergence et elle est transportée par les vents d'ouest d'altitude. Cet aspect a été souligné par Yattara et Thiaw¹² dans une «note sur les pluies hors saison du 16 au 25 décembre 1985 sur le Sénégal». Ils y remarquaient que le Jet Subtropical, axé sud-ouest - nord-est, favorisait «la remontée de nuages convectifs équatoriaux (de la Zone Intertropicale de Convergence située sur le Nord de l'Amérique du sud) sur les régions tropicales», notamment sur l'ouest du continent africain et plus particulièrement, pour la situation du 14 janvier 1990, sur Dakar.

Les pluies, qui en résultent, sont connues sous diverses appellations: «*heug*» en Ouolof (langue nationale du Sénégal), «pluies de mangues», «pluies de hors saison», «petit hivernage», donnent un cachet particulier à la période hivernale, surtout caractérisée par l'absence de précipitations et par des manifestations de lithométéores provenant du Sahara ou de ses abords immédiats. Le terme de «petit hivernage» qui leur est attribué crée «une confusion, car ces précipitations ont des caractères différents et une toute autre origine que les pluies d'hivernage liées, elles, à la migration du Front Intertropical»¹³, c'est-à-dire de la trace au sol de l'Equateur Météorologique.

Les situations d'invasions polaires sont à l'origine de modifications importantes de l'évolution du temps au niveau des différentes stations intéressées par leurs effets. Celles-ci concernent tous les paramètres météorologiques. La conjonction de ces modifications peut, dans des situations météorologiques exceptionnelles, être à l'origine de catastrophes climatiques comme cela a été le cas en janvier 2002 au Sénégal et en Mauritanie. Le refroidissement du temps, qui s'en est suivi, a été à l'origine de morts d'hommes et de décimation d'une grande partie du cheptel dans le Ferlo¹⁴. Les températures sont ainsi passées de 24,7°C le 9 janvier 2002 à 15 h à Podor à 16,8°C le 10 à la même heure. A Matam, on a enregistré respectivement 29,0°C, 20,0°C et 17,0°C les 9, 10 et 11 janvier 2002 à 12 h, ce qui montre l'importance de la chute des températures et du refroidissement.

3. Analyse de la situation météorologique des 16 et 17 février 2014

Le Sénégal, à l'instar des autres pays de la planète, connaît une tendance globale à la hausse des températures moyennes obtenues au niveau des stations synoptiques principales. Aussi, l'évolution de celles de Dakar, tout en confirmant cette tendance, permet de diviser la période 1947-2013 en deux parties : une première période, relativement longue, allant de 1947 à 1994 avec des écarts normalisés globalement négatifs et, une seconde période, plus courte, de 1995 à 2013 avec des écarts plutôt positifs (figure 4). Elle renferme les quinze années les plus «chaudes» de Dakar, parmi lesquelles l'année 2010 a la température la plus élevée.

¹² Yattara M. et Thiaw M., 1986, Notes sur les pluies hors saisons du 15 au 21 décembre 1985 au Sénégal. *Veille Climatique Satellitaire*, ORSTOM/CMS, Lannion, n°11, pp. 17-21.

¹³ Leborgne J., 1979, « Un exemple d'invasion polaire sur la région mauritano-sénégalaise », *Annales de Géographie*, n°489, Paris, pp. 521-548.

¹⁴ Sagna P., 2005, *Idem*, p. 358.

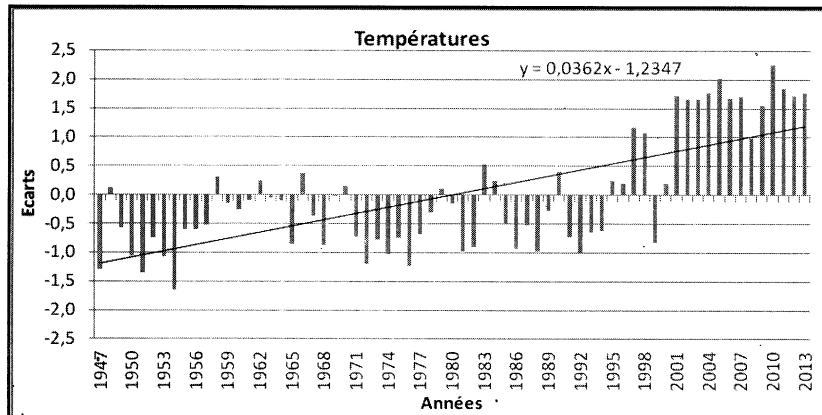


Figure 4: Evolution des écarts normalisés des températures moyennes à Dakar de 1947 à 2013

Le refroidissement du temps, des 16 et 17 février 2014, constitue ainsi un événement météorologique surprenant par son importance, dans un contexte de réchauffement global tel que souligné par le GIEC¹⁵, Cheikh Diop¹⁶, Marcel Leroux, 2002¹⁷, 2005¹⁸ et 2010¹⁹, Briche Elodie et al. 2010²⁰, et Pascal Sagna, 2008²¹. Pour bien le cerner, une analyse de la situation météorologique en surface et en altitude est indispensable afin de mieux entrevoir d'une part, les interactions entre les basses et les moyennes latitudes et, d'autre part, entre les basses, les moyennes et les hautes couches de la troposphère. La direction et la vitesse du vent ont été retenues, car dans une telle situation, un accroissement de la vitesse du vent, en fonction de sa provenance et de ses caractéristiques thermiques, peut accroître sensiblement la sensation de fraîcheur. L'analyse de l'ampleur des échanges méridiens a nécessité le recours aux cartes de 500 hPa, au niveau desquelles, les talwegs d'altitude peuvent laisser entrevoir les écoulements d'air froid.

3.1 Analyse de la situation en surface

La situation en surface est marquée par le déplacement d'une masse d'air froid dans les moyennes latitudes, de trajectoire américaine, qui est venue renforcer la pression de l'anticyclone des Açores. Celle-ci est passée de 1025 hPa le 13 à 1035 hPa les 14 et 15 février 2014 à 12 heures. Elle connaît toutefois des variations au cours des différentes heures

¹⁵ GIEC 2013, Changements climatiques 2013. Les éléments scientifiques. Résumé à l'intention des décideurs. OMM, PNUE, 34 p.

¹⁶ Diop C., 2013, Etude comparative des quartiers de Ndénatte, Nord-Foire-Azur, Hann-Montagne-VI et Hann-Maristes à Dakar : Caractéristiques climatiques, dégradation du cadre environnemental et impacts sanitaires. Thèse de Doctorat, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, 287 p.

¹⁷ Leroux M., 2002, Global Warming : mythe ou réalité, l'évolution réelle de la dynamique du temps. *Annales de Géographie*, vol 111, n°624, pp. 115-137.

¹⁸ Leroux M., 2005, Global Warming : Myth or reality? The erring ways of climatology. Praxis-Springer-Sciences, Environmental Sciences, London, Berlin, New-York, 506 p.

¹⁹ Leroux M., 2010, Dynamic analysis of weather and Climate, Atmospheric Circulation, Perturbations, Climate Evolution. Springer, Praxis Publishing, UK, 422 p.

²⁰ Briche E. et al. 2010, Analyse comparative des températures extrêmes de 1950 à 2100 issues des modèles ARPEGE-CLIMAT et LMD : intérêt pour l'activité viticole Champenoise. *Association Internationale de Climatologie*, vol 7, pp. 9-20.

²¹ Sagna P., 2008, L'évolution du climat au Sénégal. *Forum régional sur les changements climatiques en Afrique de l'Ouest*. Dakar, 6 et 7 septembre 2008, 15 p.

d'observations et de réalisations de cartes synoptiques. C'est ainsi que le maximum relevé le 15 février 2014 à 18 heures est de 1033,5 hPa. Parallèlement, l'anticyclone Saharo-Libyen se retrouve centré sur la Libye avec une pression centrale supérieure à 1020 hPa. Sur le Sénégal, le renforcement de la pression se remarque avec la position de l'isobare 1015 hPa qui, absent du pays le 15, se retrouve vers Banjul le 16 à 12 heures, soit une migration vers le sud de plus de 400 km en moins de 24 heures.

Entre les deux cellules anticycloniques se retrouve un couloir dépressionnaire depuis la France jusqu'en Guinée, en passant par l'Espagne, le Maroc, la Mauritanie et le Mali (figure 5). Il se comblera progressivement le 16 février 2014, à partir de 6 heures, permettant ainsi le rétablissement d'un col anticyclonique entre les deux cellules de hautes pressions (figure 6). A partir du 17, le couloir dépressionnaire se rétablit, facilitant davantage l'alimentation de la circulation tropicale à partir des moyennes latitudes. La disposition des anticyclones (Açores et Saharo-libyen) a vraiment facilité les écoulements d'air froid, à travers l'alizé maritime, vers le sud et les remontées des alizés continentaux vers le Maghreb, atténuant du coup fortement leurs influences sur Dakar.

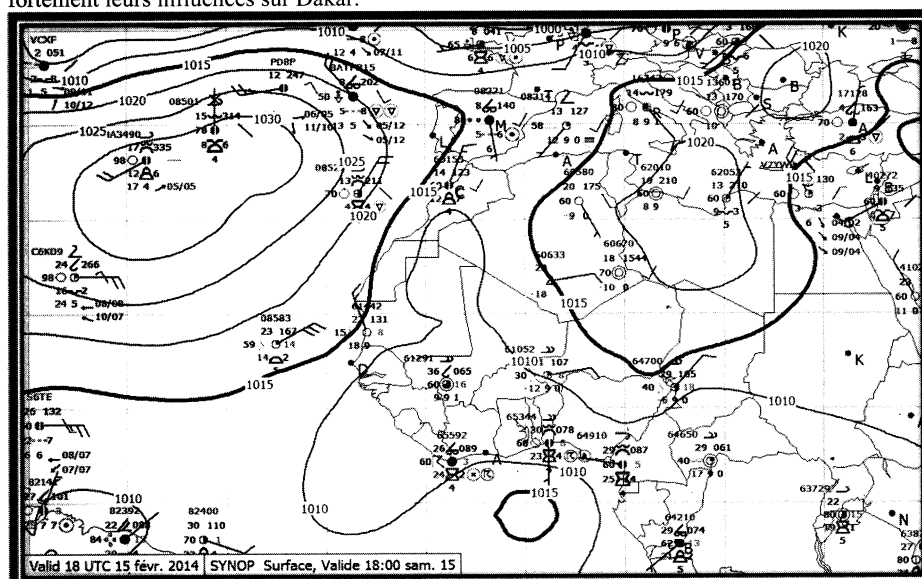


Figure 5: Situation météorologique en surface le 15 février 2014 à 18 00TU (Source : Bureau Unité Prévisions Protections des Services d'Exploitation de la Météorologie, ASECNA, Dakar-Yoff, Sénégal)

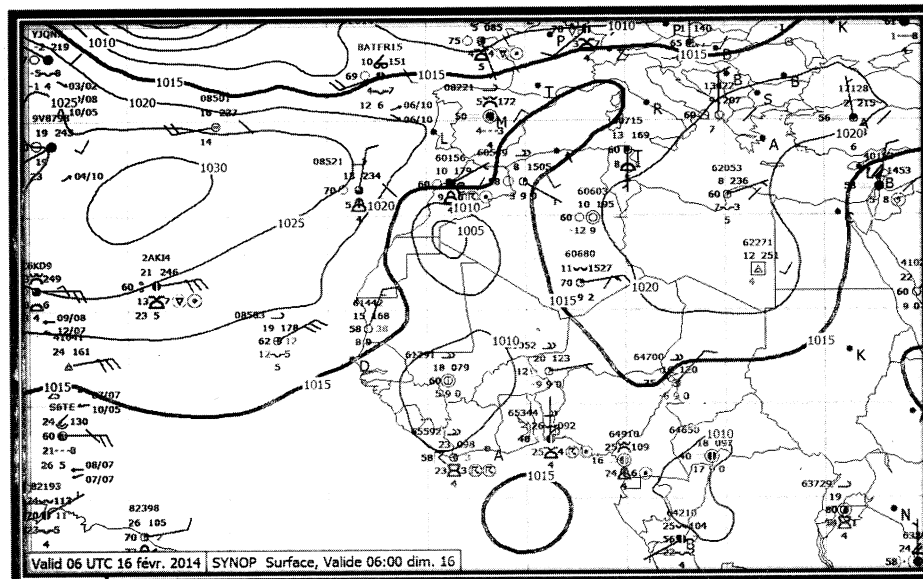


Figure 6: Situation météorologique en surface le 16 février 2014 à 06 00TU (Source : Bureau Unité Prévisions Protections des Services d'Exploitation de la Météorologie, ASECNA, Dakar-Yoff, Sénégal).

Ainsi, de l'anticyclone des Açores, s'écoulent des vents rapides en direction du sud atteignant des pics de 66 km/h à Nouadhibou le 16, 59,4 km/h le 16 et 51,9 km/h le 17 février 2014 à Dakar. A Sal, dans les Iles du Cap-Vert, la vitesse maximale enregistrée a été de 61,1 km/h le 16 février 2014. La vitesse moyenne du mois de février est de 20,6 km/h, tandis que celle du 16 est de 35,2 km/h à Dakar, ce qui fait 170,9 %. Cela montre le renforcement de la circulation d'alizé maritime depuis la zone des Açores. Ainsi, toute la façade maritime a connu, en surface, des vents violents dont la pénétration dans la zone tropicale, en direction de Dakar, a été facilitée par la configuration du réseau isobarique.

3.2 Analyse de la situation en altitude

La circulation en altitude se traduit par un échange méridien important entre les moyennes et les basses latitudes. Elle s'inscrit dans une rupture des Hautes Pressions Tropicales qui séparent, normalement, la circulation des moyennes latitudes qui est de composante ouest, de la circulation tropicale qui est essentiellement d'est. Cette rupture s'accompagne de la formation dans les moyennes latitudes d'un talweg, puis de son allongement vers les basses latitudes (figure 7). Ainsi, on note en altitude, le remplacement de la circulation zonale par une circulation méridienne, qui permet à l'air des moyennes latitudes de glisser, selon le point de vue de Le Borgne, «de long de la face orientale de l'anticyclone des Açores et d'atteindre les basses latitudes et à l'air chaud équatorial de s'infiltrer vers le nord sur l'autre face du talweg, le long de la cellule libyenne» (Le Borgne, 1979)²². Il reste bien entendu que l'air froid impose, du fait de sa densité, sa trajectoire à l'air chaud.

²² Leborgne J., 1979, « Un exemple d'invasion polaire sur la région mauritano-sénégalaise », *Annales de Géographie*, n°489, Paris, pp. 521-548.

La poursuite de l'allongement du talweg entre la Péninsule Ibérique et la Mauritanie a entraîné le développement d'une circulation lente entre ces deux espaces géographiques qui a abouti à la formation d'une circulation ondulatoire et d'une goutte froide sur le centre ouest de l'Algérie et le sud du Maroc (figure.8). Il ressort, de ce type de circulation, que les ondulations qui s'individualisent dans la circulation d'ouest «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, 1979)²³.

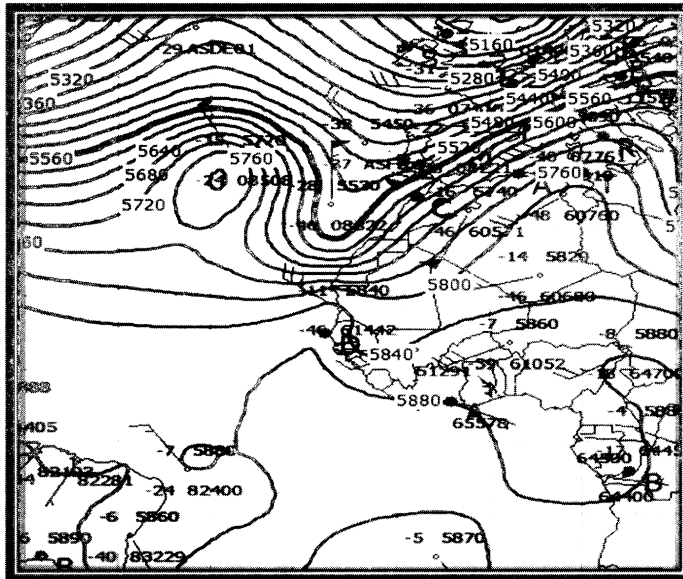


Figure 7: Situation météorologique du 15 février 2014 à 500 hPa à 12 00TU (Source : Bureau Unité Prévisions Protections des Services d'Exploitation de la Météorologie, ASECNA, Dakar-Yoff, Sénégal).

Ainsi, l'analyse de la situation météorologique en altitude a permis de cerner les conditions de rupture des Hautes Pressions Tropicales, de la mise en place d'un talweg dont le déplacement est lié à la circulation générale et de la pénétration d'air froid en altitude des moyennes latitudes vers les basses latitudes. Son influence s'accroît avec l'augmentation de la descente d'air froid et va concerner en premier lieu les couches moyennes et supérieures et ensuite les couches inférieures. Le contraste thermique et hygrométrique va se réduire entre les différentes couches de l'atmosphère. Cet échange méridien va progressivement contribuer à refroidir l'atmosphère entre la Mauritanie et le Sénégal et plus particulièrement à Dakar.

²³ Mounier J., 1979, Les climats océaniques des régions atlantiques de l'Espagne et du Portugal. Thèse de doctorat d'Etat, Université de Rennes II, 1221 p.

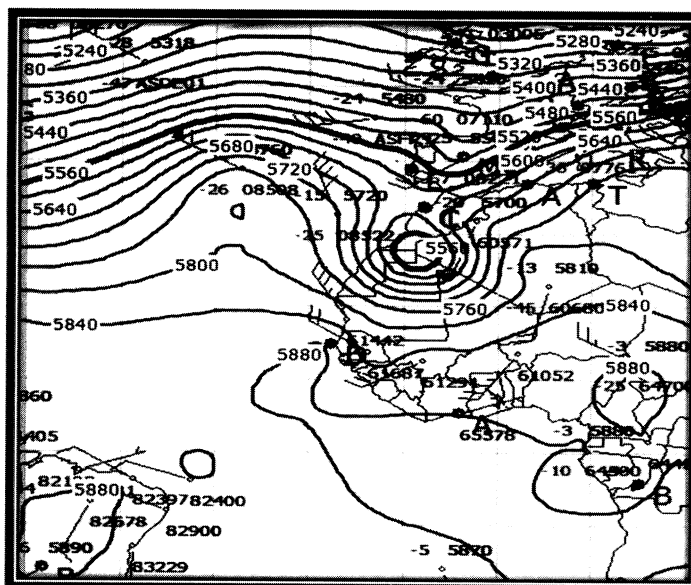


Figure 8: Situation météorologique du 16 février 2014 à 500 hPa à 12 00TU (Source : Bureau Unité Prévisions Protections des Services d'Exploitation de la Météorologie, ASECNA, Dakar-Yoff, Sénégal).

4. Analyse du profil vertical de l'atmosphère au-dessus de Dakar

La stratification aérologique, obtenue à partir des radiosondages, nous a permis de mettre en évidence la présence de l'alizé maritime, de l'alizé maritime continentalisé, de l'alizé continental et du flux d'ouest supérieur. La vitesse des vents dans les basses couches a été prise en considération pour mieux expliquer son influence sur la sensation de fraîcheur.

4. 1. Les vents en surface et dans les basses couches

Pour le 15 février 2014 à 0 heure, l'alizé maritime se retrouve du sol à 200 m et il est surmonté par de l'alizé continental jusqu'à 6 000 m. A 12 heures, seul l'alizé continental est présent en surface et dans les basses et moyennes couches jusqu'à 6 300 m. Une si importante épaisseur de l'alizé continental a des incidences certaines sur les températures, compte tenu de ses caractéristiques thermiques et hygrométriques.

L'alizé maritime réapparaît le 15 février 2014 à 0 heure sur 600 m, surmonté d'une part, par de l'alizé continental jusqu'à 4 000 m et, d'autre part, par le flux d'ouest supérieur au-delà de cette altitude. Il en ressort un abaissement du niveau de l'Axe des Hautes Pressions Tropicales et une réduction de plus de 2 000 m de l'épaisseur de l'alizé continental au profit des vents d'ouest plus frais et plus humides. A 12 heures, l'alizé maritime se retrouve jusqu'à 1000 m, tandis que l'alizé continental disparaît, laissant la place au flux d'ouest. Cette situation se maintient toute la journée du 16 février 2014. Cela favorise la superposition entre deux flux relativement frais, ce qui va impacter sur les températures mesurées au sol et en altitude en les abaissant. Le 17, l'alizé maritime et l'alizé maritime continentalisé occupent les basses couches jusqu'à 1 500 m et restent toujours surmontés par le flux d'ouest supérieur. Ce

n'est que le 18 février 2014 que l'alizé continental réapparaît en altitude, pouvant ainsi modifier l'évolution des températures vers la hausse.

La vitesse moyenne du vent en surface à Dakar en février est de 18,7 km/h selon les données obtenues à l'Agence nationale de l'Aviation civile et de la Météorologie du Sénégal. Celle de février 2014 représente 110,2 % et celle de la journée du 16 février 2014, qui est la plus importante du mois, 188,2 % par rapport à cette moyenne, ce qui illustre amplement l'augmentation globale de la vitesse du vent. En altitude, les vitesses sont plus importantes à cause de l'absence de rugosité. En prenant comme base d'analyse, la vitesse moyenne journalière la plus élevée au sol du mois de février 2014 (35,2 km/h) on note, d'une part, que celle-ci est régulièrement dépassée en altitude et plus particulièrement à 200 et 300 m et, d'autre part, que la journée du 16 février est la seule qui la dépasse, à tous les niveaux, entre 100 et 1000 m. En termes de rapidité des vents, cette journée est suivie par celle du 17 février 2014 (tableau 2). Les vitesses supérieures au double de cette vitesse moyenne (+ de 70,4 km/h) ne se retrouvent que le 16 février entre 400 et 900 m d'altitude, confirmant ainsi la particularité du 16 février 2014 en termes de renforcement de la circulation dans les basses couches de l'atmosphère.

L'évolution de la vitesse moyenne des vents, obtenue à partir des radiosondages de 0 et 12 heures de Dakar, confirme le renforcement de la circulation atmosphérique le 16 février 2014 dans les basses couches (figures 9, 10 et 11). En effet, elle a augmenté par rapport à la journée du 15 février 2014 de :

- 18,9 km/h le 16 et 11,7 km/h le 17 février au sol;
- 42,5 km/h le 16 et 30,1 km/h le 17 février à 500 m ;
- 33,8 km/h le 16 et 34,6 km/h le 17 février à 1000 m. Toutefois, à partir de 1 500 m la vitesse diminue, ce qui met en exergue les niveaux inférieurs dans l'explication de la sensation de fraîcheur dans cette situation météorologique.

Tableau 2 : Vitesses des vents dans les basses couches à Dakar du 14 au 16 Février 2014 à 00 et 12 00 TU

m	14 Février 2014		15 Février 2014		16 Février 2014		17 Février 2014		18 Février 2014	
	00 H	12 H	00 H	12 H	00 H	12 H	00 H	12 H	00 H	12 H
15000	30,2	2,2	15,8	10,8	14,8	19,8	24,5	10,8	15,8	11,5
1000	28,1	22,7	19,4	13,0	38,5	61,6	47,5	54,0	39,2	39,2
900	28,1	23,4	23,8	17,3	44,3	74,9	49,0	52,9	41,4	48,6
800	29,2	28,4	23,0	25,2	50,0	84,2	52,2	55,4	43,6	59,0
700	32,0	30,2	24,5	33,1	58,0	79,2	57,6	57,6	45,0	62,3
600	36,0	33,8	23,0	42,1	73,8	76,0	61,9	64,4	49,3	67,0
500	36,7	37,1	24,8	46,4	85,0	71,3	65,2	66,2	46,8	69,8
400	39,6	47,5	31,7	57,2	80,3	66,2	60,5	61,2	51,8	63,4
300	40,0	54,0	39,6	61,9	69,8	65,2	49,0	57,6	54,0	56,5
200	40,7	40,3	42,5	48,6	59,4	64,1	40,7	54,7	36,0	43,9
100	35,6	18,4	33,8	27,4	47,9	54,0	29,5	44,6	21,6	29,9
Sol	18,0	10,8	12,6	19,8	30,6	39,6	23,4	32,4	26,3	28,8

Légende	$V \leq 35,2$ km/h	$35,2 < V \leq 70,4$ km/h	$V > 70,4$ km/h
---------	--------------------	---------------------------	-----------------

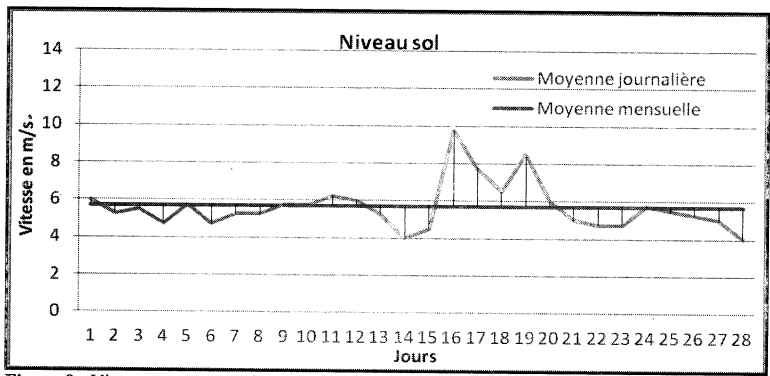


Figure 9 : Vitesses moyennes du vent au sol à partir des radiosondages de février 2014

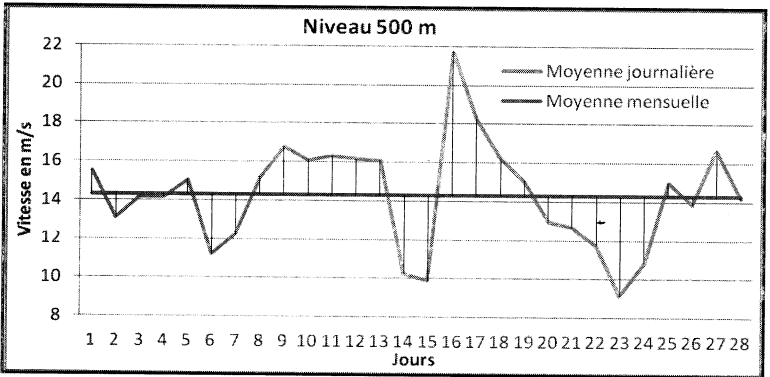


Figure 10 : Vitesses moyennes du vent à 500 m à partir des radiosondages de février 2014

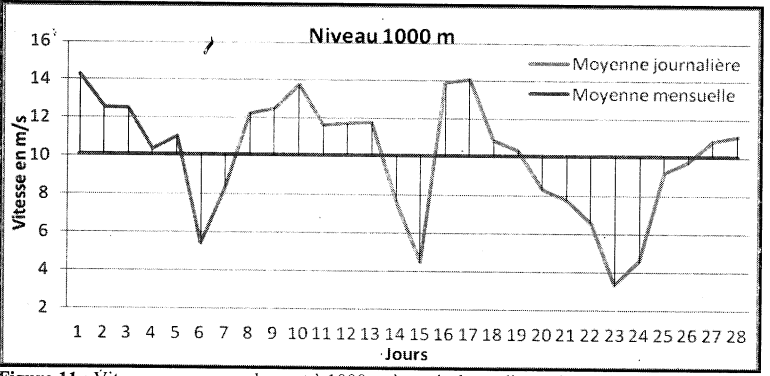


Figure 11 : Vitesses moyennes du vent à 1000 m à partir des radiosondages de février 2014

4. 2. Evolution du niveau de l'Inversion d'alizé en février 2014

Le niveau de l'Inversion d'alizé, qui permet au-dessus de la station de Dakar de déterminer l'épaisseur de l'alizé maritime, se situe en moyenne en février 2014 à 498 m d'altitude. Il a subi des modifications importantes les 16 et 17 février qui permettent d'expliquer le refroidissement du temps à Dakar. Ainsi, le 14 février, il se situe à 350 m et le 15 à 500 m d'altitude. A partir de là, il augmente brusquement pour atteindre 1 250 m le 16 et un maximum de 1 500 m le 17 avant de redescendre à 500 m le 18 et à 400 m le 19 février 2014 (figure 12). L'épaisseur de l'air frais est ainsi plus importante les 16 et 17 février 2014, influençant parallèlement l'évolution des températures en surface et dans les basses couches. Associée à des vents rapides, cela accroît la sensation de fraîcheur.

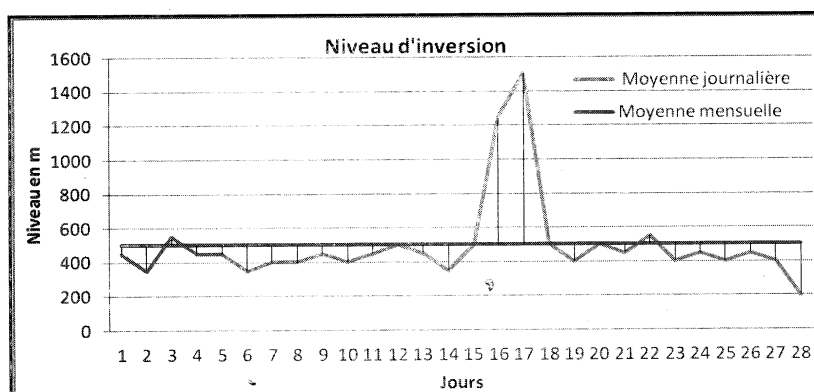


Figure 12 : Niveau moyen journalier de l'Inversion d'alizé en février 2014

4. 3. Evolution du niveau de l'Axe des Hautes Pressions Tropicales en février 2014

Le niveau moyen de l'Axe des Hautes Pressions Tropicales se situe à 4 295 m d'altitude en février 2014. Il se retrouve le 12 février 2014 à 13 500 m, ce qui dénote une très forte épaisseur des flux tropicaux au-dessus de Dakar. Cette situation entraîne un réchauffement relatif de l'atmosphère dans les basses, les moyennes et les hautes couches de la troposphère qui transparait avec le dépouillement des radiosondages de Dakar sur l'émagramme. A partir du 13 février, le niveau moyen de l'axe descend jusqu'à 8000 m, puis à 7 500 m le 14 et enfin à 3 750 m le 15 février 2014 (figure 13). Il atteint son niveau moyen le plus bas le 16 février 2014 en se retrouvant à 1 500 m, permettant ainsi une superposition de deux couches d'air relativement frais, l'alizé maritime en dessous de l'axe et le flux d'ouest supérieur au-dessus. Cette situation météorologique supprime la présence et l'influence de l'alizé continental et renforce les caractéristiques de l'alizé maritime, d'où la baisse des températures.

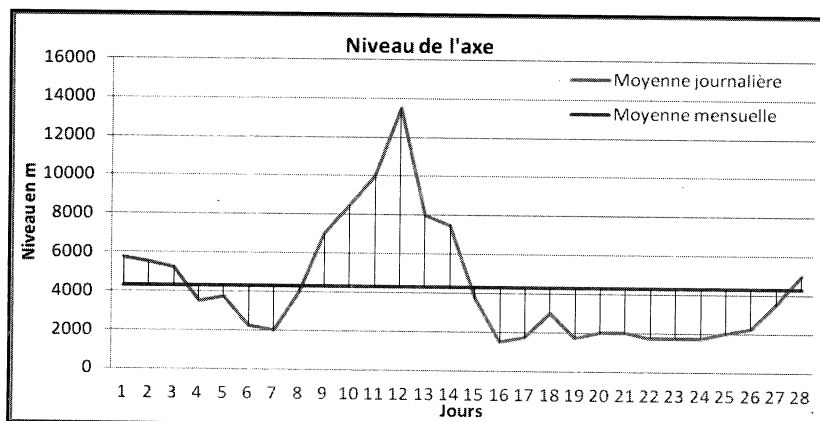


Figure 13 : Niveau moyen journalier de l'Axe des Hautes Pressions Tropicales en février 2014

4.4. Situation des couches d'air froid au-dessus de Dakar

Le profil moyen journalier de l'atmosphère, obtenu à partir des radiosondages de 0 et 12 heures, nous a permis d'analyser l'évolution des températures du sol à 300 hPa (environ 9600 m). L'exploitation de ces données, sur l'émagramme oblique à 45°, utilisé en météorologie, a facilité la détermination de la présence « d'air froid » dans certaines couches de l'atmosphère.

La journée du 14 février est marquée par une absence d'air froid du sol à 9 600 m. A partir du 15, l'air froid apparaît à deux niveaux : d'une part, du sol à 1000 hPa, soit environ sur 130 m, correspondant à l'influence de l'alizé maritime qui est surmonté par de l'air chaud lié à la présence de l'alizé continental et, d'autre part, en altitude, à partir de 5 100 m et sur une épaisseur de 3 050 m. Ainsi, cette double présence de l'air froid va contribuer à rafraîchir l'atmosphère. L'épaisseur de la couche d'air froid augmente le 16 du sol pour atteindre pratiquement 1 000 m tandis qu'en altitude, elle se rétrécit pour ne concerner que 1000 m. L'air froid s'affirme davantage dans les basses couches le 17 et se retrouve jusqu'à 1 300 m au-dessus du sol, tandis qu'en altitude son épaisseur n'est plus qu'environ de 600 m. Le profil moyen de l'atmosphère du 18 confirme la présence de l'air froid jusqu'à 1 000 m tandis qu'au-delà et jusqu'à 300 hPa sa présence n'apparaît plus sur l'émagramme.

Ainsi, le refroidissement du temps des 16 et 17 février 2014 est lié à la conjonction de la double présence d'air froid en surface et dans les basses couches et ce parfois jusqu'au-delà de 1 000 m d'altitude et en altitude sur des épaisseurs plus considérables. Toutefois, dans cette situation météorologique précise, l'influence des basses couches semble beaucoup plus déterminante à cause du renforcement de l'épaisseur de la couche d'air froid entre le 15 et le 17 février, en passant de 130 à 1300 m, mais aussi et surtout à cause de la persistance de la manifestation, c'est-à-dire de la présence au-dessus de Dakar de l'air froid. En effet, jusqu'au 18 février, la présence de l'air froid est encore perceptible sur l'émagramme jusqu'à 1000 m.

5. Impacts de la situation météorologique sur les températures à Dakar

La situation météorologique des 16 et 17 février 2014 a eu des impacts sur les températures aussi bien en surface qu'à 500 et 1 000 m. Au sol, la température moyenne de 0 et 12 heures, correspondant aux deux radiosondages journaliers, est de 19°C. La journée du 14 marque un pic de 21,1°C à partir duquel on note une baisse successive de la température,

avec notamment 19,7°C le 15, 18°C le 16 et 17,5°C le 17 (figure 14). La chute de la température en surface entre le 14 et le 17 est de 3,6°C.

A 500 m, pour une température moyenne mensuelle de 23,7°C, la valeur maximale de 27,8°C est enregistrée le 14 tandis que la valeur minimale de 13,5°C est intervenue le 17, soit une chute totale de 14,3°C. Ainsi, la température moyenne a baissé progressivement du 14 jusqu'au 17 puis elle a remonté jusqu'au 21 pour retrouver la moyenne du mois (figure 15).

A 1 000 m, la situation se ressemble sur bien des aspects à celle de 500 m. En effet, la température maximale moyenne se retrouve le 14 février avec 24°C tandis que la plus faible intervient le 17 avec 11,7°C, soit une baisse de 12,3°C (figure 16). A partir du 14, la température baisse légèrement le 15 avec 23,8°C, puis chute brusquement le 16 pour se retrouver à 17,2°C, soit une diminution de 6,6°C en 24 heures. L'épisode de fraîcheur, mis en évidence par les températures inférieures à la moyenne mensuelle, qui est de 21°C, a débuté le 15 et s'est poursuivi au-delà du 17 avec 15,5°C le 18, 18°C le 19 et 19,4°C le 20.

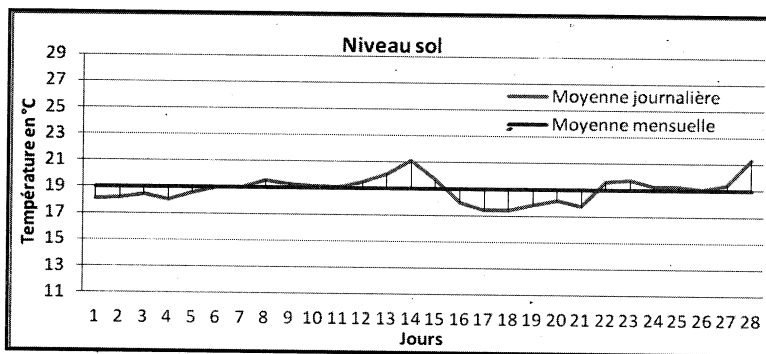


Figure 14: Températures moyennes journalières au sol à partir des radiosondages de février 2014

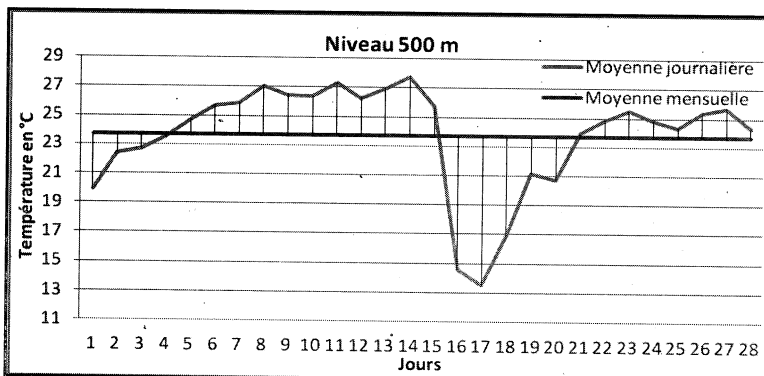


Figure 15: Températures moyennes journalières à 500 m à partir des radiosondages de février 2014

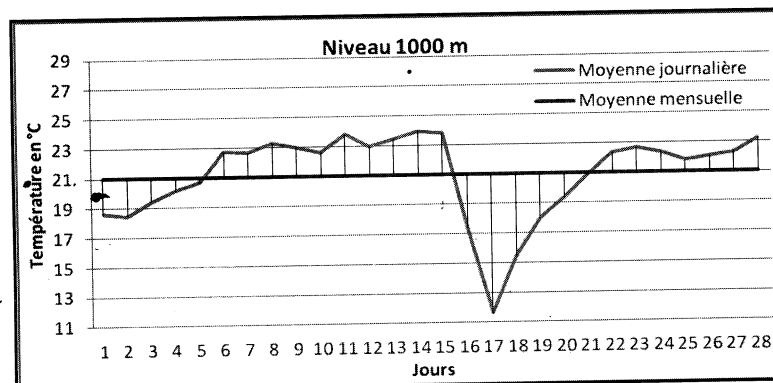


Figure 16: Températures moyennes journalières à 1000 m à partir des radiosondages de février 2014

Ainsi, la baisse des températures apparaît plus importante en altitude qu'en surface. En comparant les journées des 15, 16, 17 et 18 février 2014 avec celle du 14, qui est apparue à travers les radiosondages comme non concernée par le refroidissement du temps, et en privilégiant les basses couches jusqu'à 1 500 m, qui sont les plus affectées par la baisse des températures, on remarque que la journée du 17 est la plus concernée par la chute des températures. Les valeurs inférieures à -10°C se localisent essentiellement entre 200 et 900 m tandis qu'à 1 500 m la baisse est moins sensible (tableau 3).

Tableau 3 : Baisse moyenne des températures du 15 au 18 février 2014 par rapport au 14

m	14 Février	15 Février	16 Février	17 Février	18 Février
1500	20,0	+0,2	-2,9	-2,0	-2,8
1000	24,0	-0,2	-6,5	-12,3	-8,5
900	24,7	-0,3	-8,4	-12,4	-10,2
800	25,5	-0,7	-10,1	-12,6	-10,4
700	26,4	-0,9	-11,7	-12,8	-10,5
600	27,1	-1,5	-12,9	-13,1	-10,5
500	27,8	-2,0	-13,1	-14,3	-10,8
400	28,2	-2,6	-14,2	-14,8	-11,5
300	28,1	-3,5	-13,5	-14,2	-12,7
200	26,9	-3,4	-11,4	-12,2	-11,6
100	23,4	-4,7	-7,0	-7,9	-7,4
Sol	21,1	-1,4	-3,1	-3,7	-3,7

Légende	[0 ; -5]]-5 ; -10]]-10 ; -15]
---------	----------	------------	-------------

Dans cette situation météorologique, la journée du 15 marque une faible baisse des températures du sol (-1,4°C), à 1 000 m (-0,2°C), en passant par le niveau 400 m (-2,6°C) et 800 m (-0,7°C) et une légère hausse à 1 500 m (+0,2°C). Celle du 16 montre une importante baisse avec -3,1°C au sol, -14,2°C à 400 m, -10,1°C à 800 m et -6,5°C à 1 000 m. Pour le 17, on constate un maintien de la baisse avec un léger renforcement par rapport au 16, le tout se traduisant par -3,7°C au sol, -14,8°C à 400 m, -12,6°C à 800 m et -12,3°C à 1000 m. Un faible réchauffement s'amorce surtout en altitude avec -11,5°C à 400 m, -10,4°C à 800 m et -8,5°C à 1 000 m. Ce refroidissement global de l'atmosphère a été à l'origine de la forte sensation de fraîcheur ressentie par les populations dakaroises les 16 et 17 février 2014.

Un autre élément d'explication du refroidissement du temps est beaucoup plus lié à l'évolution des températures maximales journalières qu'à celle des températures minimales (figure 17). En effet, les températures minimales ont connu un léger pic le 14 février avec 17,5°C, puis une baisse progressive jusqu'au 18 avec 15,8°C, en passant par 16,6°C le 15, 16°C le 16 et 15,9°C le 17. La chute de la température est relativement faible avec 1,7°C. Des températures plus faibles ont été enregistrées notamment les 2, 4 et 21 février 2014.

Les températures maximales, quant à elles, ont connu une baisse beaucoup plus importante. A partir du pic, intervenu le 14 février 2014 avec 28,5°C, qui est le plus important du mois, les températures maximales journalières sont passées à 23,8°C le 15 et à 19,5°C le 16, correspondant au minimum enregistré pendant l'épisode de rafraîchissement du temps, mais aussi pendant tout le mois de février. A ce niveau, la chute entre le 14 et le 16 est de 9°C, ce qui est tout de même considérable pour la station de Dakar en l'absence de chute de précipitations. En effet, pendant les situations d'invasions polaires, les précipitations, associées à une couverture nuageuse importante, contribuent fortement à la baisse des températures, autrement dit, au rafraîchissement du temps. Ainsi, c'est l'affaiblissement des températures maximales journalières qui explique beaucoup plus la sensation de fraîcheur ressentie par les populations de Dakar les 16 et 17 février 2014.

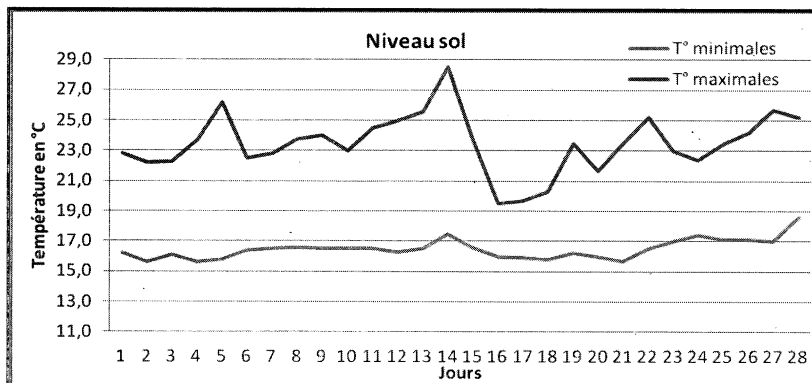


Figure 17: Evolution des températures maximales et minimales journalières en février 2014

L'amplitude thermique est aussi passée de 11°C le 14 à 3,5°C le 16 et à 3,8°C le 17, d'où le maintien de la fraîcheur les 16 et 17 février 2014. Ainsi, le faible écart thermique pendant toute une journée a aussi contribué à la sensation de fraîcheur.

CONCLUSION

Le refroidissement du temps des 16 et 17 février 2014 est dû à la conjonction de plusieurs facteurs dont les interactions ont abouti à une chute importante des températures.

Le premier élément concerne la rupture des Hautes Pressions Tropicales qui a permis, en altitude, la pénétration d'air froid, identifié à partir du profil vertical de l'atmosphère tel qu'il est obtenu avec le dépouillement des radiosondages, des moyennes latitudes vers les basses latitudes. La puissance de la descente d'air froid, son épaisseur en altitude et les niveaux de sa manifestation de plus en bas, perceptibles avec les positions successives de l'Axe des Hautes Pressions Tropicales, expliquent en partie, le refroidissement de l'atmosphère et la chute des températures à Dakar. L'écrasement progressif de l'alizé continental au profit des vents d'ouest d'altitude et sa disparition les 16 et 17 février 2014 a contribué à la baisse des températures à Dakar en permettant à l'air froid de s'imposer dans les couches moyennes.

Le deuxième élément se passe en surface et dans les basses couches et il concerne la présence d'air froid du sol jusqu'à 1 500 m. Son épaisseur lui permet de maintenir la fraîcheur au-dessus de Dakar jusqu'au-delà de 1 000 m et d'expliquer la baisse des températures qui dépasse régulièrement 10°C et qui atteint un maximum de 14,8°C le 17 à 400 m. La baisse de la température à partir de 200 m d'au moins 10°C concerne environ 600 m le 16, 800 m le 17 et 700 m le 18. Cette épaisseur explique, beaucoup plus que la présence d'air froid dans les couches moyennes, la chute des températures à Dakar les 16 et 17 février 2014.

Le troisième élément concerne le renforcement du champ de pression en surface sur l'Atlantique nord et plus particulièrement au niveau de l'anticyclone des Açores, qui s'est traduit par un resserrement du gradient de pression accompagné d'une accélération de la circulation de l'alizé maritime. Les vitesses les plus importantes se retrouvent le 16 février 2014 pratiquement du sol jusqu'à 1000 m, ce qui participe énormément à une sensation de refroidissement du temps. Ainsi, le refroidissement, aussi important du temps à Dakar s'explique par la combinaison de la double présence d'air froid et du renforcement de l'alizé qui en atteignant des vitesses inhabituelles, a contribué à la baisse importante des températures et à la sensation de fraîcheur ressentie de manière très particulière par les populations dakaroises les 16 et 17 février 2014.

Bibliographie

- ALT (J.), 1976, L'expérience tropicale GARP dans l'Atlantique. Quelques résultats préliminaires. *In la Météorologie*, VIe série, n°6, pp 123-189.
- BRICHE (E.), MADELIN (M.), BELTRANDO (G.) et KERGOMARD (Cl.), 2010, Analyse comparative des températures extrêmes de 1950 à 010 issues des modèles ARPEGE-CLIMAT et LMD : intérêt pour l'activité viticole Champenoise. *Association Internationale de Climatologie*, vol 7, pp 9-20.
- DIOP (C.), 2013, Étude comparative des quartiers de Ndénatte, Nord-Foire-Azur, Hann-Montagne-VI et Hann-Maristes à Dakar : Caractéristiques climatiques, dégradation du cadre environnemental et impacts sanitaires. Thèse de Doctorat, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, 287 p.
- GIEC 2013, Changements climatiques 2013. Les éléments scientifiques. Résumé à l'intention des décideurs. OMM, PNUE, 34 p.
- LEBORGNE (J.), 1979, Un exemple d'invasion polaire sur la région mauritano-sénégalaise. *Annales de Géographie*, n°489, Paris, pp 521-548.
- LEROUX (M.), 2010, Dynamical analysis of weather and Climate, Atmospheric Circulation, Perturbations, Climate Evolution. Springer, Praxis Publishing, UK, 422p.

- LEROUX (M.), 2005, Global Warming: Myth or reality? The erring ways of climatology. Praxis-Springer-Sciences, Environmental Sciences, London, Berlin, New-York, 506 p.
- LEROUX (M.), 2002, Global Warming : mythe ou réalité, l'évolution réelle de la dynamique du temps. *Annales de Géographie*, vol 111, n°624, pp 115-137.
- LEROUX (M.), 2000, La dynamique du temps et du climat. Editions Masson, 367 p.
- LEROUX (M.), 1996, La dynamique du temps et du climat. Editions Masson, 310 p.
- LEROUX (M.), 1983, Le climat de l'Afrique tropicale. t.1, 636 p, t.2 250 cartes, éditions H. Champion/M Slatkine, Paris/Genève.
- MOUNIER (J.), 1979, Les climats océaniques des régions atlantiques de l'Espagne et du Portugal. Thèse de doctorat d'Etat, Université de Rennes II, 1221p.
- SAGNA (P.), 2008, L'évolution du climat au Sénégal. *Forum régional sur les changements climatiques en Afrique de l'Ouest*. Dakar, 6 et 7 septembre 2008, 15 p.
- SAGNA (P.), 2005, Dynamique et évolution récente du climat dans la partie ouest de l'Afrique occidentale. Thèse de doctorat d'Etat, Université Cheikh Anta DIOP, t.1, 270 p. ; t.2, 516 p.
- YATTARA (M.) et THIAW (M.), 1986, Notes sur les pluies hors saisons du 15 au 21 décembre 1985 au Sénégal. *Veille Climatique Satellitaire*, ORSTOM/CMS, Lannion, n°11, pp. 17-21.

ANNALES DE LA FACULTÉ DES LETTRES ET SCIENCES HUMAINES
ÉTHOS, n° 43/B, 2013

SOMMAIRE

A- ANTHROPOLOGIE

Navigué Félicien COULIBALY , Houphouët-Boigny, unité nationale et paix en Côte d'Ivoire : principes, compromis et compromissions	9
Roch Yao GNABELI, Dali Serge LIDA , Formes et enjeux du don en contexte de crise armée. Etude de cas en Côte d'Ivoire (2002-2011)	25

B- COMMUNICATION

Moustapha GUEYE , De la conflictualité de la sphère publique au Sénégal, entre consensus et conflit Violent	37
--	----

C- GÉOGRAPHIE

Mohamed Lamine NDAO, Aminata NDIAYE, Paul NDIAYE , De la production à la cueillette : un effet inattendu de l'insécurité	49
Diatou THIAW , Dynamique des paysages ruraux : dévitalisation ou innovation des systèmes de production dans la communauté rurale de Méouane (région de Thiès)	59
Aminata NIANG DIÈNE , Les services à base communautaire : une alternative pour l'amélioration des connaissances et des pratiques en santé maternelle au Sénégal ?	73
Alimatou DOUKOURE, Paul NDIAYE, Aminata NDIAYE, Alioune BA , Quartiers urbains et assainissement : processus, dysfonctionnements et effets sur la corniche ouest de Dakar	85
Pascal SAGNA , Important refroidissement du temps à Dakar dans un contexte de réchauffement climatique : analyse de la situation météorologique des 16 et 17 février 2014	95
Cheikh FAYE, Amadou Abdoul SOW , Analyse de la variabilité des ressources en eau dans le bassin de la Falémé par modélisation hydrologique	119
Mamadou Bouna TIMERA , La décolonisation de l'éducation : la réforme de l'enseignement de la géographie en Afrique après les indépendances (1960-1972)	141

D- LINGUISTIQUE/GRAMMAIRE

Cheikh FALL , Le principe de lourdeur et de légèreté en grammaire arabe	155
Mamadou CISSE , Rationalisation linguistique en Gambie : attentisme ou interventionnisme contextuel ?	165

E- PHILOSOPHIE

Ousmane SARR , Aliénation et « fétichisme de la marchandise » dans le livre 1 du Capital	175
---	-----

F- PSYCHOLOGIE

Oumar BARRY , Fonctions exécutives, autorégulation et aptitudes liées à l'apprentissage durant la petite enfance	187
---	-----

G- SOCIOLOGIE

Souleymane GOMIS , Éducation traditionnelle au Sénégal : cas des Manjaques	197
Samba DIOUF , La prise en charge des enfants en situation de vulnérabilité dans la ville de Dakar : cas du centre « Taxawu Sunuy Xalés » dans la commune de Yoff	211
Moustapha TAMBA , L'Université Cheikh Anta Diop à l'épreuve de l'introduction de nouvelles langues étrangères et langues nationales	221
Victor Nfansou DIATTA , La narco économie dans les îles Karone de Casamance (Sénégal)	229