

CORRÉLATION ENTRE LA PLUVIOMÉTRIE ET LA MÉNINGITE À MÉNINGOCOQUE AU NIGER

M. JACKOU-BOULAMA, R. MICHEL, L. OLLIVIER, J.B. MEYNARD, P. NICOLAS, J.P. BOUTIN

Med Trop 2005 ; 65 : 329-333

RÉSUMÉ • En 1963, Lapeyssonnie décrivait la méningite à méningocoque comme un problème épidémiologique spécifiquement africain sévissant sur un mode endémo-sporadique à fort caractère saisonnier. Il soulignait le rôle de la sécheresse dans la survenue des épidémies de méningites dans une zone qu'il nommait « ceinture de la méningite ». L'objectif de ce travail était d'étudier la liaison entre la pluviométrie et le taux d'incidence de la méningite à méningocoque déclarée au Niger de 1996 à 2002. L'incidence cumulée de la méningite à méningocoque déclarée au cours de cette période au Niger était de 58 277 cas. Le taux d'incidence moyen annuel était de 82,2 p.10⁵ habitants. Deux années épidémiques étaient identifiées, 1996 et 2000, avec respectivement 183 et 140 cas p.10⁵ habitants. Sur la période d'étude, le taux d'incidence augmentait au cours de la saison sèche. Avec le retour des premières pluies, on notait une diminution du taux d'incidence. Le calcul du coefficient de corrélation entre la pluviométrie et le taux d'incidence mensuel des méningites montrait une corrélation négative significative entre ces deux facteurs ($r = -0,27$; $p = 0,01$). La souche de méningocoque du groupe A semblait prédominer mais les souches de méningocoque du groupe W135 ont fait leur apparition dans les prélèvements effectués depuis 2002. La survenue d'épidémies de méningites à méningocoque est multifactorielle. Une modélisation des déterminants de la survenue de ces épidémies permettrait l'application de mesures préventives en amont de la stratégie de détection précoce des épidémies proposée par l'Organisation mondiale de la santé.

MOTS-CLÉS • Méningite - *Neisseria meningitidis* - Epidémies - Pluviométrie.

CORRELATION BETWEEN RAINFALL AND MENINGOCOCCAL MENINGITIS IN NIGER

ABSTRACT • The term « meningitis belt » was coined by Lapeyssonnie in 1963 to describe a zone in Africa where epidemic meningitis occurs sporadically during the dry season. The purpose of this study was to evaluate the relationship between the recorded rainfall and reported incidence of meningococcal meningitis in Niger from 1996 to 2002. A total of 58 277 cases of meningococcal meningitis were reported in Niger during the study period. The mean annual incidence was 82.2 per 10⁵ inhabitants. Two epidemic years occurred during the study period, i.e., 1996 with 183 cases per 10⁵ inhabitants and 2000 with 140 cases per 10⁵. The incidence increased during the dry season and decreased at the beginning of the rainy season. Calculation of the correlation coefficient between rainfall and incidence of meningococcal meningitis showed a statistically significant negative correlation ($r = -0.27$; $P = 0.01$). *Neisseria meningitidis* sero-group A was predominant but strains of *Neisseria meningitidis* sero-group W135 have been found in specimens collected since 2002. Outbreaks of meningococcal meningitis epidemics are multi-factorial. Multivariate analysis of all factors would allow implementation of preventive measures earlier than the epidemic prediction strategy based on threshold rates proposed by the World Health Organization.

KEY WORDS • Meningitis - *Neisseria meningitidis* - Epidemics - Rainfall.

La méningite à méningocoque est une affection bactérienne due à *Neisseria meningitidis*, diplocoques à coloration de Gram négative dont on distingue une douzaine de sérogroupes (1). Elle existe dans de nombreuses régions du globe sur un mode sporadique. En 1963, Lapeyssonnie décrivait cette affection comme un problème épidémiologique spécifiquement africain sévissant sous un mode endémo-sporadique à fort caractère saisonnier (2). Il décrivait une zone

dans la région de savane subsaharienne qu'il nommait « ceinture de la méningite ». Cette ceinture qui s'étend du Sénégal à l'Ethiopie concerne, selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), partiellement ou en totalité, dix-huit pays subsahariens dont le Niger (3). Elle coïncide avec une zone de pluviométrie limitée entre l'isohyète 300 mm au nord et l'isohyète 1100 mm au sud. Le méningocoque A y est responsable d'épidémies survenant tous les quatre à six ans environ.

Lapeyssonnie a souligné le rôle de la sécheresse dans la survenue des épidémies de méningites à méningocoque dans la zone de la ceinture de la méningite. Selon lui, le facteur pluviométrique intervient directement dans la survenue d'épidémies de méningites mais aussi indirectement en influençant l'implantation de collectivités humaines importantes (2).

Quarante ans après, nous avons mené une étude dont l'objectif était d'étudier la liaison entre le facteur pluviométrique

• Travail du Département d'épidémiologie et de santé publique (M.J.B. Epidémiologiste au CERMES de Niamey ; R.M., L.O., J.B.M. assistants des hôpitaux des armées, J.P.B. Professeur du Service de santé des armées) et du Centre collaborateur de l'OMS de référence et de recherche pour les méningocoques (P.N., Spécialiste du Service de santé des armées) de l'Institut de médecine tropicale du Service de santé des armées,
• Correspondance : M. BOULAMA-JACKOU : BP 13725 Niamey, Niger : tel : 00 227 99 65 92.
• Courriel : m.jackou@free.fr
• Article reçu le 4/06/2003, définitivement accepté le 6/04/2005.



Figure 1 - Carte du Niger (Source : Magellan geography™) et isohyète 300 mm (2).

métrique et le taux d'incidence de la méningite à méningocoque au Niger et donc d'estimer la persistance de la théorie de Lapeyssonnie.

Contexte géographique

Situé en Afrique de l'ouest en plein cœur du Sahel, le Niger est un pays continental et enclavé (Fig. 1). Trois climats y sont décrits. Au nord de l'isohyète 300, le climat saharien règne sur le désert du Ténéré, l'Air et Agadez (départements de Diffa et d'Agadez). Les pluies y sont rares voire inexistantes. Au sud de cet isohyète, les climats sahélien et soudanien comportent deux saisons ; une longue saison sèche d'octobre à juin au cours de laquelle souffle l'harmattan, vent sec et chaud et une courte saison des pluies de juin à septembre. A l'extrême sud-ouest, la zone soudanienne avec des précipitations annuelles moyennes de 800 à 850 mm (de juin à septembre) constitue la partie la plus arrosée du pays.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Notre étude était une étude longitudinale des cas de méningite à méningocoque déclarés par les médecins des 38 circonscriptions médicales du Niger à la Direction du système national d'informations sanitaires de 1996 à 2002.

Les définitions de cas utilisées dans les circonscriptions médicales étaient celles proposées par l'OMS et rappelées ci après. Un cas suspect est défini chez l'adulte et l'enfant de plus d'un an par la présence d'une fièvre supérieure ou égale à 38,5°C avec raideur de nuque et/ou pétéchies ou purpura. Chez l'enfant de moins d'un an il est défini par la présence d'une fièvre et d'un bombement de la fontanelle. Un cas probable est défini comme un cas suspect ayant un liquide céphalo-rachidien (LCR) trouble avec présence de diplocoques Gram négatif, ou encore un cas suspect dans un contexte épidémique. Un cas confirmé est un cas suspect ou probable chez lequel des antigènes solubles de méningocoque

sont détectés dans le LCR ou ayant une culture positive à *Neisseria meningitidis* du LCR.

La population du Niger était issue des estimations données dans le rapport national sur le développement humain du Niger de 1998 (4) faites à partir des données du recensement de 1988. L'accroissement annuel de la population du Niger était estimé à 3,3 % entre 1996 et 2002 et supposé stable dans le temps et à travers tout le pays. Notons que dans le calcul de l'estimation de la taille de la population, il n'a pas été possible de prendre en compte les migrations saisonnières des populations ainsi que les migrations des zones rurales vers les centres urbains.

Une année épidémique était définie comme une année où le taux d'incidence annuel cumulé de méningites bactériennes dépasse 100 cas pour 100 000 habitants (5). Une année inter-épidémique était une année entre deux années épidémiques.

Les données de pluviométrie (hauteur des précipitations) sont recueillies quotidiennement au niveau de quatre stations météorologiques : Niamey, Agadez, Zinder et Tahoua. Pour notre étude, les données concernant la pluviométrie de janvier 1996 à décembre 2001 ont été obtenues auprès de l'École africaine de la météorologie et de l'aviation civile (EAMAC) de Niamey. Le cumul mensuel a été calculé en additionnant les données journalières fournies par l'EAMAC.

Concernant le diagnostic biologique des cas, les prélèvements de LCR ont été recueillis par le Centre de recherches médicales et sanitaires (CERMES) (6) à Niamey où sont réalisés le diagnostic d'infection à *Neisseria meningitidis* et le groupage. Un échantillon des souches isolées est acheminé au centre collaborateur OMS de référence et de recherche pour les méningocoques de l'Institut de médecine tropicale du service de santé des armées (IMTSSA) à Marseille. Ces souches sont contrôlées, caractérisées par leur type et leur sous-type par méthode ELISA et leur séquence type par la technique des séquences de loci multiples. Les données bactériologiques utilisées pour notre étude ont été obtenues auprès de ce centre collaborateur OMS.

Les données collectées ont été saisies sur Excel® et analysées sur Epi Info® 6.04dfr. Une analyse descriptive de la méningite au Niger et des données de pluviométrie a été réalisée. La corrélation entre le taux d'incidence de la méningite au Niger et la pluviométrie mensuelle a été évaluée par le calcul du coefficient de corrélation de Pearson sur l'ensemble des données mensuelles de pluviométrie et d'incidence de la méningite à méningocoques de 1996 à 2001.

RÉSULTATS

La population totale du Niger était estimée à 9,8 millions d'habitants en 1998. Les trois départements les plus peuplés étaient Tillabéri, Maradi et Zinder. Les moins peuplés étaient Diffa et Agadez (Tableau I).

Tableau I - Population du Niger estimée en 1998 selon le département

Département	Tillabéri	Maradi	Zinder	Tahoua	Dosso	Niamey	Agadez	Diffa	Total
Population (x1000)	2 239,1	1 794,9	1 775,8	1 573,8	1 320,6	580,2	295,2	204,9	9 784,5
Superficie (km ²)	97 251	41 796	155 778	113 371	33 844	25 590	667 799	156 906	1 292 335
Densité (hab/km ²)	23,02	42,95	11,40	13,88	39,02	22,67	0,44	1,31	7,6

Tableau II - Incidence et taux d'incidence annuels des méningites à méningocoque déclarées au Niger de 1996 à 2002.

Année	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Incidence annuelle	16 745	4 930	2 328	5 603	14 633	8 833	5 205	58 277
Taux d'incidence annuel p.10 ⁵ h.	183,0	52,1	23,8	55,4	140,2	81,9	46,7	82,2

Incidence de la méningite à méningocoque au Niger

De 1996 à 2002, 58 277 cas de méningite à méningocoque ont été déclarés au Niger, avec des incidences annuelles comprises entre 2 328 et 16 745 cas (Tableau II). Au cours de cette même période, 5 217 décès par méningite à méningocoque ont été déclarés au Niger. La mortalité spécifique par méningite à méningocoque était la plus élevée en 1996 et en 2000 avec respectivement 1 573 et 1 076 décès déclarés.

Le taux d'incidence moyen annuel était de 82,2 p.10⁵ habitants sur l'ensemble de la période d'étude. Deux années épidémiques étaient identifiées ; 1996 et 2000 avec respectivement 183 et 140 cas p.10⁵ habitants (Tableau II).

Les cas déclarés étaient répartis de façon très inégale selon le département et selon la saison. La figure 2 donne le taux d'incidence annuel moyen de 1996 à 2002 des méningites à méningocoque déclarées au Niger selon le département. Ce taux d'incidence était le plus élevé dans les départements des zones sahélienne et soudanienne. Il était le plus faible dans les départements de la zone aride (Agadez

et Diffa) situés tous les deux en grande partie au nord de l'isohyète 300, en dehors de la ceinture définie par Lapeyssonnie.

L'incidence déclarée était maximale en mars et avril, saison sèche pendant laquelle souffle l'harmattan. Elle était la plus faible en août et septembre pendant la saison des pluies. Le taux d'incidence mensuel au cours de la période d'étude est représenté par la courbe de la figure 3. Cette courbe illustre le caractère «endémo-sporadique à renforcement saisonnier» des méningites à méningocoque au Niger.

Association entre la méningite à méningocoque et la pluviométrie au Niger

Sur la période d'étude, les stations ayant enregistré les plus hauts niveaux de précipitations annuels étaient respectivement Niamey, Zinder, Tahoua, situés tous les trois au sud de l'isohyète 300 et en dernier lieu Agadez, située au nord de cet isohyète, en dehors de la ceinture de Lapeyssonnie. La pluviométrie mensuelle moyenne et le taux d'incidence mensuel des méningites à méningocoques déclarées au Niger de 1996 à 2001 sont représentés en parallèle sur la figure 3. Sur

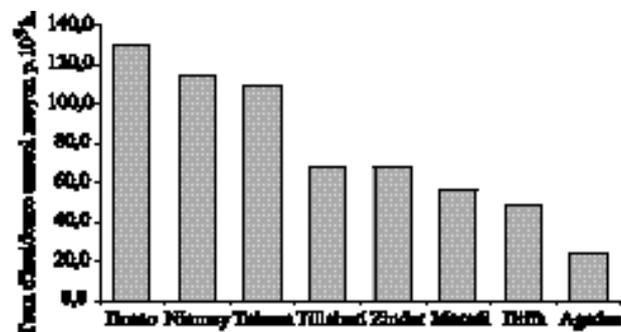


Figure 2 - Taux d'incidence annuel moyen de 1996 à 2002 des méningites à méningocoque déclarées au Niger selon le département.

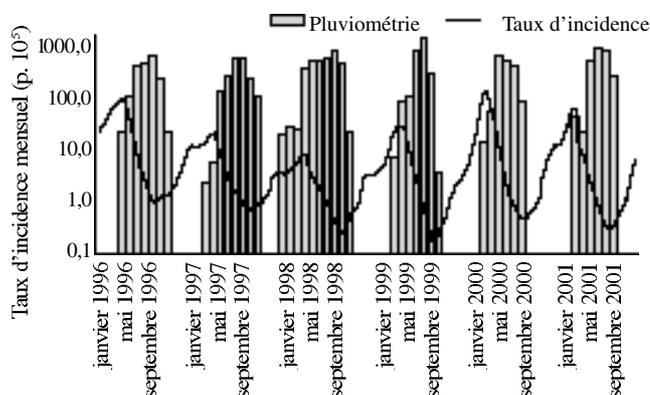


Figure 3 - Taux d'incidence mensuel des méningites à méningocoques déclarées au Niger et pluviométrie mensuelle moyenne du pays de 1996 à 2001.

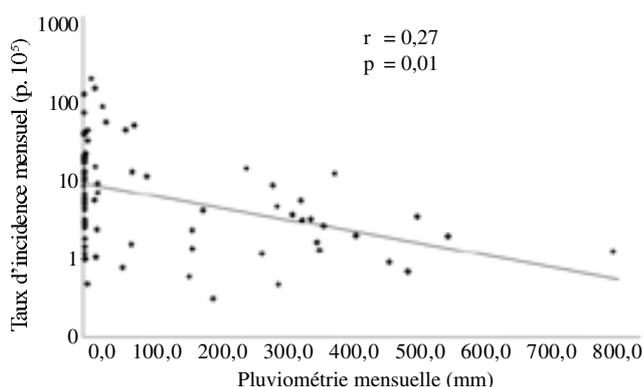


Figure 4 - Taux d'incidence mensuel des méningites à méningocoque déclarées au Niger de 1996 à 2001 selon la pluviométrie mensuelle.

la période d'étude, le taux d'incidence augmentait au cours de la saison sèche et diminuait avec les premières pluies, à partir du mois d'avril. Il était le plus faible en août et septembre, au moment où la pluviométrie était la plus élevée.

La figure 4 représente la corrélation entre le taux d'incidence mensuel des méningites à méningocoque déclarées au Niger de 1996 à 2001 et la pluviométrie mensuelle. Il existait une corrélation négative significative entre la pluviométrie et le taux d'incidence mensuel des méningites à méningocoque au Niger ($r = -0,27$; $p = 0,01$).

Résultats bactériologiques de la méningite à méningocoque au Niger de 1996 à 2002

Parmi les 113 prélèvements de LCR adressés de 1996 à 2002 par le CERMES au centre collaborateur OMS, 92 (81%) étaient exploitables. Le sérotype n'a pu être identifié sur 16 d'entre eux. Lorsque le groupe était identifié, le méningocoque A était retrouvé 68 fois et le méningocoque W135 six fois. Au cours de notre période d'étude, la souche de méningocoque du groupe A semblait donc prédominer au Niger. Notons cependant que les souches de méningocoque du groupe W135 n'ont fait leur apparition que dans les prélèvements effectués depuis 2002.

DISCUSSION

De 1996 à 2002, 58 277 cas de méningite ont été notifiés et deux années épidémiques identifiées au Niger. En 1996 le nombre de cas déclarés au Niger représentait 12,5 % des 250 000 cas estimés dans toute l'Afrique subsaharienne cette même année (7).

Une variation saisonnière et régionale du taux d'incidence des méningites à méningocoque était notée. L'épidémiologie de la méningite à méningocoque au Niger est marquée par le fait que le pays est divisé en deux par l'isohyète 300 ; au nord de cet isohyète, le Niger aride où il n'a jamais été décrit de grande épidémie, au sud, le Niger sahélo-soudanien où est concentrée la majorité de la population et où sévissent les épidémies de méningites à méningocoque.

Les données recueillies pour notre étude tendent à confirmer qu'au nord de l'isohyète 300 et malgré la faible pluviométrie, le taux d'incidence des méningites à méningocoque est plus faible que dans les limites de la ceinture de la méningite. Ce paradoxe s'explique en partie par l'absence d'implantation de collectivités humaines importantes favorables à la transmission du méningocoque au nord de l'isohyète 300 (2). Des auteurs ont suggéré une extension vers le sud des limites de cette ceinture (8). Notre étude ne permettait pas de vérifier ces hypothèses.

Sur l'ensemble du pays, une corrélation négative significative entre la pluviométrie et le taux d'incidence mensuel de la méningite était notée, permettant de confirmer la persistance du lien entre sécheresse et augmentation du taux d'incidence des méningites à méningocoque au Niger.

Enfin, notre étude a confirmé la prépondérance ancienne du sérotype A au Niger (9) et a observé l'émergence des cas liés au méningocoque W135 à partir de 2002. Ce phénomène a été décrit par ailleurs au Cameroun (10), au Burkina Faso (11) et au Sénégal (12).

Notre étude possède cependant des limites susceptibles d'être à l'origine de biais.

L'incidence de la méningite à méningocoque au Niger est sans doute sous-estimée par le système de surveillance épidémiologique, en particulier en raison des cas n'ayant pas donné lieu à une consultation ou des cas vus en consultation mais non notifiés.

Le respect des critères de déclaration des cas était impossible à vérifier. Cependant, pour introduire un biais d'information, il faudrait que le non-respect de ces critères soit lié à la saison.

Un biais d'information peut être lié au délai entre la survenue d'un cas et sa notification. Dans ce cas, les méningites survenant principalement en fin de saison sèche seraient déclarées en début de saison des pluies. La conséquence serait une sous-estimation du coefficient de corrélation. Dans notre étude, la corrélation entre la pluviométrie et le taux d'incidence de la méningite à méningocoque ($p = 0,01$) est probablement sous-estimée et l'association qui existe réellement entre ces deux facteurs plus importante encore.

Le calcul des taux d'incidence à partir des estimations de l'évolution de la population a pu entraîner une mauvaise estimation de ces taux. Cela n'a cependant eu aucune conséquence sur l'estimation du coefficient de corrélation puisque la même erreur était faite quelle que soit la saison.

La survenue d'épidémies de méningites à méningocoque est multifactorielle. Elle est liée à la présence simultanée d'une souche virulente, d'une population réceptive et de facteurs favorisants.

Les données de pluviométrie disponibles au Niger ne sont que parcellaires et ne permettent pas une analyse précise de la corrélation entre la pluviométrie et la survenue des épidémies à l'échelle d'un département par exemple. Cependant, dans la zone de la ceinture de la méningite, l'existence d'une association entre les épidémies de méningite et la période de faible pluviométrie a déjà été décrite (13, 14). Il serait intéressant, dans une étude plus précise, d'étudier le rôle simultané de plusieurs facteurs tels que la densité de

population, la température et l'hygrométrie de l'air sur la survenue d'épidémies de méningite à méningocoque. Une modélisation des déterminants de ces épidémies permettrait l'application de mesures préventives en amont de la stratégie de détection précoce des épidémies proposée par l'Organisation mondiale de la santé (5) et discutée par certains auteurs (15).

L'importance de cette prévention et de cette lutte est majorée par deux phénomènes. Le premier est la probable diminution de l'intervalle de temps séparant deux grandes épidémies (16). Le deuxième est l'émergence du méningocoque W135 (11, 17).

CONCLUSION

Quarante ans plus tard, nos résultats rejoignent les observations et théories de Lapeyssonnie à plusieurs niveaux. Tout d'abord, au Niger, la limite nord de la ceinture de la méningite se situe probablement toujours au niveau de l'isohyète 300 mm. Les données de la surveillance épidémiologique tendent à confirmer que les départements situés dans la zone aride, au nord de cette limite, ont des taux d'incidences inférieurs à ceux des autres départements. Enfin, il existait toujours une corrélation entre la sécheresse et le déclenchement des épidémies de méningite à méningocoque au Niger.

RÉFÉRENCES

- 1 - NICOLAS P, DEBONNE JM, MARTET G - *Neisseria meningitidis* et méningites. *Med Trop* 1999; **59** : 68-78.
- 2 - LAPEYSSONNIE L - La méningite cérébro-spinale en Afrique. *Bull World Health Organ* 1963; **28** Suppl : 1-114.
- 3 - WHO - Epidemics of meningococcal disease, African meningitis belt, 2001. *Weekly Epidemiol Rec* 2001; **37** : 282-288.
- 4 - Bureau du coordonnateur Résident du Système des Nations Unies. Rapport national sur le développement humain Niger. Niamey, République du Niger; 1998.
- 5 - LEAKE JA, KONE ML, YADA AA *et Coll* - Early detection and response to meningococcal disease epidemics in sub-saharan Africa: appraisal of the WHO strategy. *Bull World Health Organ* 2002; **80** : 342-349.
- 6 - CHIPPAUX JP - Le CERMES de Niamey au Niger : centre de recherche sur les méningites et les schistosomoses. *Med Trop* 1998; **58** : 199-203.
- 7 - BERTHERAT E, YADA A, DJINGAREY MH, KOUMARÉ B - Première épidémie de grande ampleur provoquée par *Neisseria meningitidis* W135 en Afrique. *Med Trop* 2002; **62** : 301-304.
- 8 - MOLESWORTH AM, THOMSON MC, CONNOR SJ *et Coll* - Where is the meningitis belt? Defining an area at risk of epidemic meningitis in Africa. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2002; **96** : 242-249.
- 9 - DJIBO S, NICOLAS P, ALONSO JM *et Coll* - Outbreaks of serogroup X meningococcal meningitis in Niger 1995-2000. *Trop Med Int Health* 2003; **8** : 1118-1123.
- 10 - FONKOUA MC, TAHA MK, NICOLAS P *et Coll* - Recent increase in meningitis caused by *Neisseria meningitidis* serogroups A and W135, Yaounde, Cameroon. *Emerg Infect Dis* 2002; **8** : 327-329.
- 11 - TAHA MK, PARENT DU CHATELET I, SCHLUMBERGER M, SANOU I - *Neisseria meningitidis* serogroups W135 and A were equally prevalent among meningitis cases occurring at the end of the 2001 epidemics in Burkina Faso and Niger. *J Clin Microbiol* 2002; **40** : 1083-1084.
- 12 - NDOYE B, COLBALCHINI P, NICOLAS P *et Coll* - A propos des premiers cas sénégalais de méningites à méningocoques W135 de séquence type (ST)-11. *Med Trop* 2003; **63** : 191-193.
- 13 - GREENWOOD BM, BLAKEBROUGH IS, BRADLEY A *et Coll* - Meningococcal disease and season in sub-saharan Africa. *Lancet* 1984; **1** : 1339-1342.
- 14 - CAMPAGNE G, SCHUCHAT A, DJIBO S *et Coll* - Epidemiology of bacterial meningitis in Niamey, Niger, 1981-96. *Bull World Health Organ* 1999; **77** : 499-508.
- 15 - DE CHABALIER F, DJINGAREY MH, HASSANE A, CHIPPAUX JP - Meningitis seasonal pattern in Africa and detection of epidemics: a retrospective study in Niger, 1990-98. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2000; **94** : 664-668.
- 16 - WENGER JD, PERKINS BA - Patterns in the emergence of meningococcal disease. In «SCHELD W *et coll*, editors. - Emerging infections 1». ASM press ed, Washington (DC), 1998, pp 125-136.
- 17 - NICOLAS P - Epidémie de méningite à méningocoques de sérotype W135 en 2000 et 2001. *Med Trop* 2001; **61** : 259-261.