



Revue Scientifique du Tchad

Série B - décembre 2015

Editions CNAR

PREFACE

La revue scientifique du Tchad est une revue à comité de lecture reconnue par le CAMES. En attendant son indexation, nous collaborons avec l'Université Cheikh Anta Diop et l'Institut Polytechnique de Dakar pour les publications mutuelles des articles de nos chercheurs. Elle sera publiée à partir de cette année en deux séries ; vous tenez entre vos mains l'édition de la série « B » du premier semestre parue en Janvier 2016 qui aborde plusieurs problématiques.

D'abord celle de l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau destinée à la consommation dans la ville de N'djamena. Sur chaque échantillon ont été déterminés les paramètres physico-chimiques (le potentiel d'Hydrogène (pH), la température (T°), la conductivité électrique, la turbidité et les ions calcium, magnésium, sulfates, fluorures et nitrates). Les résultats obtenus montrent que les teneurs des paramètres étudiés sont conformes aux normes de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson sauf les ions calcium dont leurs teneurs sont élevées.

L'Institut de Recherches en Elevage pour le Développement (IRED) a mis en place le Réseau d'Observation des Pâturages Naturels du Tchad (ROPANAT) qui a été créé en 1988 par le Service d'Agropastoralisme. Son article est consacré à la situation des pâturages naturels en 2013. Il confirme la solide détermination de l'IRED à valoriser l'utilisation des images satellitaires dans le suivi de la dynamique de la végétation eu égard aux multiples problèmes posés par la gestion durable des ressources pastorales.

L'état de lieux de différents moyens de lutte contre la désertification au Tchad entrepris par la population et le gouvernement est décrit ainsi qu'une proposition d'un autre moyen de lutte basé sur l'utilisation des cuiseurs solaires. Il s'agit du séchoir et du cuiseur solaires qui exploitent gratuitement l'énergie solaire thermique pour la préparation des aliments. L'utilisation de ces matériels contribue à atténuer non seulement la production des gaz à effets de serre et protège aussi les arbres et forêts considérés comme dépôt de carbone pour stopper l'avancée du désert.

La détermination des complications Obstétricales chez les grandes multipares dans les Hôpitaux Universitaires de Yaoundé fait l'objet d'une étude prospective, descriptive. Pendant la période d'étude, il a été recruté toutes les grandes multipares dont l'âge gestationnel était supérieur ou égal à 28 semaines, qui étaient admises en salle d'accouchement dans l'un desdits hôpitaux. Ces femmes ont été suivies pendant le travail et les deux premières heures du post-partum. L'atonie utérine était la complication obstétricale la plus observée chez nos parturientes grandes multipares. La réduction de sa fréquence passe une bonne surveillance du travail, une meilleure gestion active de la troisième période de l'accouchement et un suivi adéquat de la période du post-partum immédiat.

Les collections paléontologiques du Tchad sont présentées dans un intérêt scientifique très important, qui résulte de leur impact sur nos connaissances de l'« Origine et l'Histoire de la Famille Humaine ». Ces collections « vivantes » sont régulièrement alimentées par les nouveaux fossiles issus des fouilles sur le terrain menées dans le cadre du programme de recherche de la Mission Paléoanthropologique franco-tchadienne (MPFT) depuis 1994. Elles constituent aujourd'hui une des plus riches collections paléontologiques d'Afrique Centrale, en particulier pour la période du Mio-Pliocène (de -7,3 à 3 Ma). Plus de 20 000 spécimens ont été mis au jour, 18343 ont été déterminés puis inventoriés et sont aujourd'hui inscrits dans une base de données informatisée.

Signalons par ailleurs la création de la sous-section IEEE du Tchad affiliée à la section du CANADA et dans laquelle plusieurs chercheurs de différentes institutions de l'enseignement supérieur se sont déjà inscrits.

Sans conteste, les chercheurs et enseignants chercheurs tchadiens publient de plus en plus et nous comptons sur leur ardeur pour pérenniser la publication régulière de la revue scientifique du Tchad dans les deux séries et relever le défi de cinq années d'observations réglementaires accordées par le CAMES pour une parution soutenue avant son accréditation en tant que revue indexée.

Le Directeur de publication

Mahamoud Youssouf Khayal

SOMMAIRE

	Pages
01- Etude de la qualité physico-chimique des eaux des stations de pompage de la Société Tchadienne des Eaux et des forages manuels des quartiers périphériques de Nadjamena í . <i>MAHAMAT SEID A.M, MAOUDOMBAYE THEOPHILE², SOUDY I.D, AHMAT ALTIDJANI , AHMAT MOHADJER</i>	4 - 18
02- Surveillance continue des ressources pastorales et alertes précoces : Situation de la végétation en 2013 í í í í í í í í í í í í í í í í í . <i>OUEDDO DASSERING</i>	19 - 25
03- Cuiseur et séchoir solaire comme moyen de lutte contre la désertification au Tchad í . <i>A. KRIGA, M. BARKA et A. C. MAHAMAT</i>	26- 39
04- Les Complications obstétricales chez les grandes multipares en salle de travail et dans le post-partum immédiat dans les Hôpitaux Universitaires de Yaoundé í .. <i>L. FOUMSOU, P.N.NANA, R. MBU, N. FOMULU, R.I.J LEKE.</i>	40 - 48
05- Les Collections Paléontologiques du Tchad : gestion et valorisation par/pour la recherche, les scolaires-lycéens et le grand í í í í í í í .. <i>Nékoulngang Djétounako Clarisse, Géraldine Garcia, Dominique Moncondhuy, Likius Andossa, Mackaye Hassane Taisso, Patrick Vignaud et Michel Brunet</i>	49 - 63
06- Variation de la feuillaison des gommiers de <i>Acacia senegal</i> (L.) Willd. en plantation dans la région du Chari Baguirmi (Tchad) í í í í í í í í <i>Fidèle Tonalta NGARYO, Oumar SARR, Jhonn LOGBO, Léonard-Elie AKPO</i>	64 - 75

Etude de la qualité physico-chimique des eaux des stations de pompage de la Société Tchadienne des Eaux et des forages manuels des quartiers périphériques de N'djamena

MAHAMAT SEID A.M¹, MAOUDOMBAYE THEOPHILE², SOUDY I.D³, AHMAT ALTIDJANI⁴, AHMAT MOHADJER⁵

^{1,2}Faculté des Sciences et Techniques de l'Université de Doba,

³Institut de Recherche en Elevage pour le Développement-Tchad

^{4,5}Faculté des Sciences Exactes et Appliquées de l'Université de N'djamena

Correspondant : 66 29 67 16 /99 86 88 01, seidaligarga@gmail.com

Résumé

L'eau destinée à la consommation nécessite une excellente qualité physico-chimique et microbiologique. Cette source de vie constitue un des produits alimentaires les plus contrôlés. Elle doit répondre non seulement aux exigences de qualité, mais également doit être conforme vis-à-vis d'un ensemble de normes de potabilité et ne doit contenir aucun micro-organisme, aucun parasite ni aucune substance constituant un danger potentiel pour la santé humaine.

Le présent travail a été effectué dans la ville de N'djamena et a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux des stations de pompage de la Société Nationale d'Eau au centre ville et des forages à motricité humaine dans les quartiers périphériques. Au total, 18 échantillons ont été prélevés dont 9 dans le centre ville et 9 autres dans les quartiers périphériques. Sur chaque échantillon ont été déterminés les paramètres physico-chimiques (le potentiel d'Hydrogène (pH), la température (T°), la conductivité électrique, la turbidité et les ions calcium, magnésium, sulfates, fluorures et nitrates). Les résultats obtenus s'étendent dans les eaux des stations de pompage de la STE et des forages manuels des quartiers périphériques respectivement de : température (28,0 à 36,1°C et 29,5 à 30,3°C) ; pH (6,5 à 8,5 et 6,3 à 7,6) ; conductivité électrique (201 à 671 µS/cm et 136 à 533 µS/cm) ; turbidité (0,01 à 0,18 UTN et 1,25 à 5 UTN) ; calcium (54 à 268 mg/L et 65 à 443 mg/L) ; magnésium (2,18 à 57 mg/L et de 15 à 90 mg/L) ; sulfates (2 à 47 mg/L et 2 à 18mg/L) ; fluorures (0,0 à 0,61 mg/L et 0,12 à 0,98 mg/L) et nitrates (1,5 à 18,2 mg/L et 0,1 à 0,6 mg/L). Les résultats obtenus montrent que les teneurs des paramètres étudiés sont conformes aux normes de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson sauf les ions calcium dont leurs teneurs sont élevées. Sur la base des paramètres analysés, la qualité des eaux des stations de pompage de la SNE et des forages manuels est acceptable.

Mots clés : Qualité physico-chimique, eaux, stations de pompage de la STE, forages manuels, N'djamena/Tchad

Abstract

Water intended for consumption requires an excellent physico-chemical and microbiological quality. This source of life is one of the most controlled food products. It must meet the requirements not only of quality, but also must be consistent with a set of standards as regards cleanness and must not contain any micro-organism, no parasite and no substance which constitutes a potential danger to human health. This work has been carried out in the city of N'Djamena and it aims to assess the physico-chemical quality of pumping station of the National Company of Water in the city centre and that of water manual drillings, in the outlying areas. In total 18 samples have been taken of which nine in the city centre and 9 others in the outskirts. The physico-chemical parameters have been determined on each sample, that is, the hydrogen (potential (pH), the temperature (T°), the electric conductivity, the turbidity, the calcium ions, the magnesium, sulfate, the fluoride and the nitrate). The findings stretch from pumping station water of the NCO to manual drillings in the outskirts and are as follows: temperature (28,0 to 36,1°C and 29,5 to 30,3°C) ; pH (6,5 to 8,5 and 6,3 to 7,6) ; Electric conductivity (201 to 671 µS/cm and 136 to 533 µS/cm) ; turbidity (0,01 to 0,18 UTN and 1,25 to 5 UTN) ; calcium (54 to 268 mg/L and 65 to 443 mg/L) ; magnesium (2,18 to 57 mg/L and of 15 to 90 mg/L) ; sulfates (2 to 47 mg/L and 2 to 18mg/L) ; fluoride (0,0 to 0,61 mg/L and 0,12 to 0,98 mg/L) and nitrates (1,5 to 18,2 mg/L and 0,1 to 0,6 mg/L). the findings show the content of studied parameters are consistent with WHO standards as far as drinking water quality is concerned, except calcium the content of is high. On the basis of the analyzed parameters, the quality of the pumping station water of the NCW and that of manual drillings are acceptable.

Key words: *physico-chemical Quality, water, pumping station of the NCW, manual drillings, N'Djamena/Chad*

I- Introduction

L'eau, source de vie, constitue un facteur très important et indispensable pour la vie des hommes, des animaux et des plantes. L'eau peut aussi être source de maladies du fait de sa contamination par des déchets ménagers, industriels, agricoles, par des excréta et divers déchets organiques (OMS, 2003). L'usage de l'eau à des fins alimentaires ou d'hygiène nécessite une excellente qualité physico-chimique et microbiologique (Doubi, 2013). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S), 2,6 milliards de personnes dans le monde n'ont pas accès à l'eau potable et 1,8 millions dont 90% d'enfants de moins de cinq ans en meurent chaque année surtout dans les pays en développement où les mesures d'hygiène et les infrastructures sanitaires de base sont insuffisantes ou inexistantes (Tony et Maude, 2005). Les maladies "hydriques" comme le paludisme, l'hépatite, le choléra, la bilharziose, la fièvre typhoïde et les diarrhées tuent quotidiennement 30 000 personnes dans les pays du sud (ONU, 2009).

Le Tchad ne dispose ni d'une station de traitement des eaux usées ni d'une station de traitement des déchets domestiques et/ou industriels. Les quelques sociétés à caractère industriel que compte le pays déversent directement leurs déchets tant solides que liquides dans la nature sans aucun traitement préalable. A Ndjamen, il existe de services de nettoyage et/ou de collecte de déchets mais leur tâche ne se limite que sur les axes bitumés. Le réseau d'adduction d'eau publique ne suit pas l'extension galopante de la ville. Dans les quartiers périphériques, les ménages utilisent l'eau de puits ouverts ou de forages à pompe manuelle pour leurs différents besoins. Afin de contribuer au contrôle de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine dans la ville de Ndjamen, cette étude a porté sur les caractéristiques physico-chimiques des eaux des stations de pompage de la SNE et de forages manuels des quartiers périphériques.

II- Matériel et méthodes

- Présentation de la zone d'étude

Ndjamen est la capitale administrative et la plus grande ville de la République du Tchad. Elle se situe au confluent des fleuves Chari et Logone et comptait 1.092.066 habitants et sa superficie est de 416,738834Km² (RPGH2, 2012). Administrativement, elle est subdivisée en 10 communes urbaines, érigées en arrondissement (Djim-adjim, 2013). Il importe, cependant, de distinguer les quartiers du centre-ville et ceux de la zone périphérique. Les quartiers du centre-ville se situent dans les 2^e, 3^e, 4^e, 5^e et 6^e arrondissements et dans une partie du 1^{er} arrondissement. Le centre-ville bénéficie d'un réseau d'eau potable et d'électricité à près de 100 pour cent, même si les délestages sont fréquents (FAO, 2012). Ces derniers temps, avec les travaux d'aménagement de la ville, il bénéficie aussi en grande partie de voies urbaines revêtues d'asphalte. Les quartiers périphériques se situent dans les 7^e, 8^e, 9^e, 10^e arrondissements et dans une partie du 1^{er} arrondissement. Il s'agit en général de nouveaux quartiers qui se sont développés anarchiquement, sans plan de lotissement préalable (FAO, 2012). Dans ces quartiers, les populations s'approvisionnent en eaux de puits ouverts ou de forages à motricité manuelle.

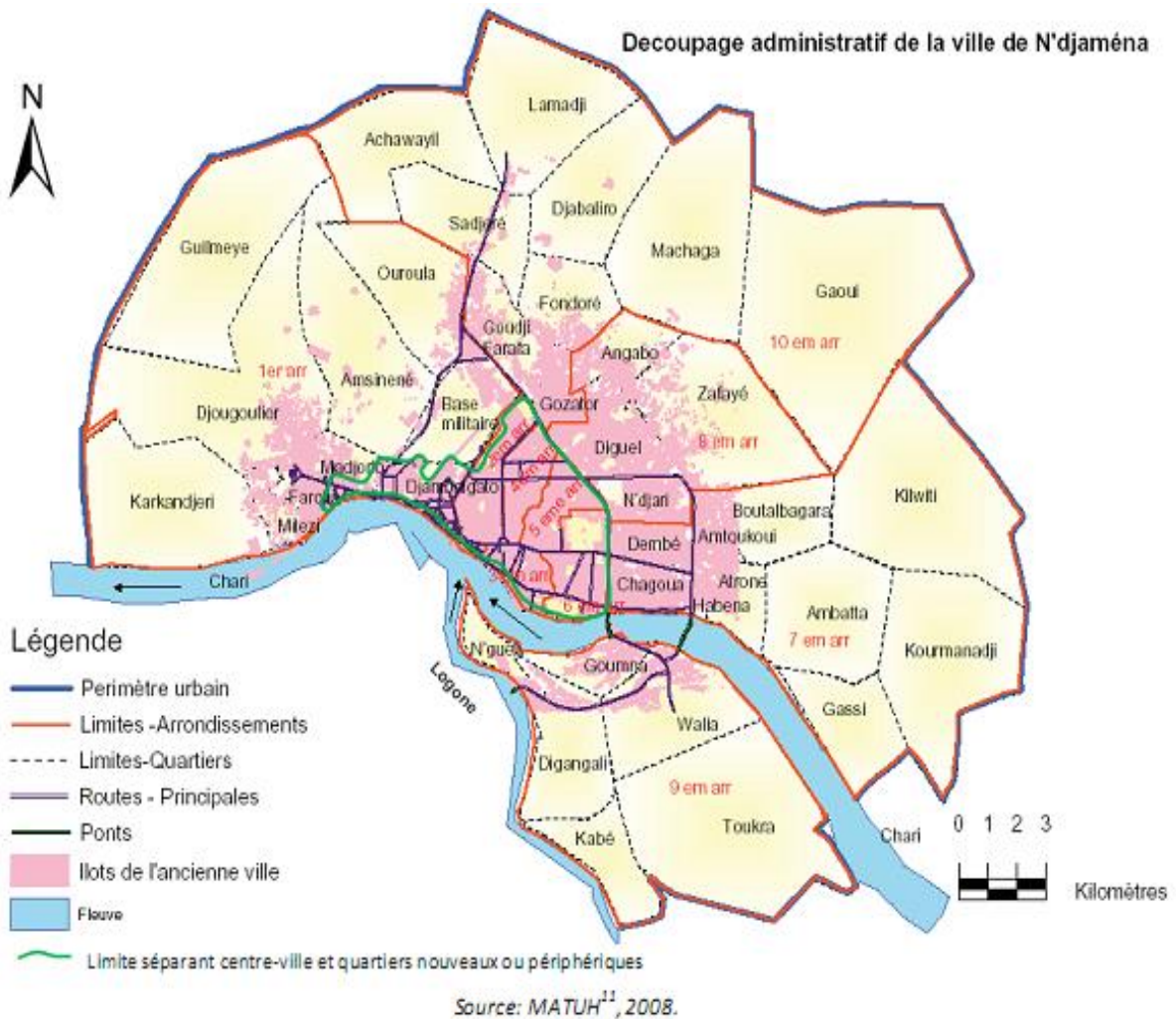


Figure 1: Découpage administratif de la ville de N'Djaména

- Prélèvement

L'étude a porté sur les eaux des stations de pompage de la STE dans le centre ville et des forages à motricité humaine dans les quartiers périphériques. Au total, 18 échantillons ont été prélevés dont 9 dans les stations de pompage de la STE et 9 dans les forages manuels des particuliers. L'échantillonnage a été réalisé en utilisant des flacons jetables en matière plastique. Le flacon est débouché au moment de la prise, une fois rempli, il est rebouché, étiqueté, conservé à 4°C dans une glacière et transporté au laboratoire.

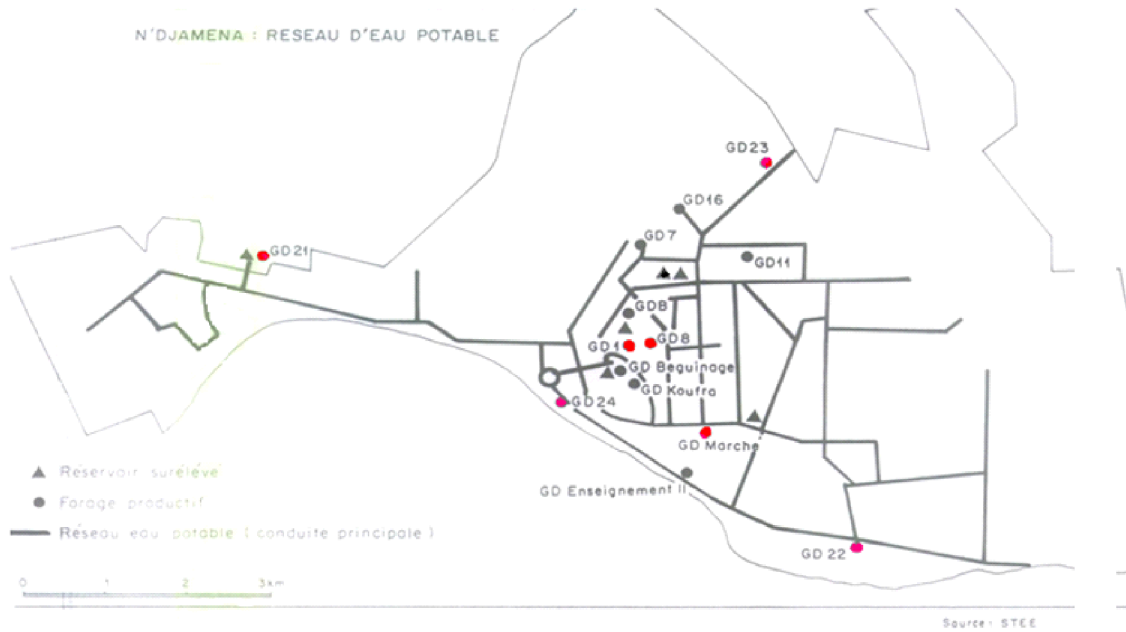


Figure 2 : Localisation des forages de la Société Tchadienne des Eaux

Tableau I : Caractéristiques de quelques forages de la STE

Nom de forages	jumelés	Marché à mil	Marché central	GD1	GD8	GD21	GD22	GD23	GD24
Profondeur (m)	61	361	53	70	61,7	52	60	68,5	65
Année de réalisation	1975	1965	1966	1975	1975	1975	1987	1987	1991
Situation géographique	Avenue Pompidou	Blabblin	Ambassana	Gendarmerie	Klemat	Farcha	Moursal	Goudji	Djambal Bahar

- Méthodes

La température et le pH de l'eau ont été mesurés in situ respectivement à l'aide d'un thermomètre et d'un pH-mètre HANNA HI 98127. La conductivité électrique de nos échantillons a été déterminée par un conductimètre de marque Multi-parameter analysé Consort C 8663 en plongeant les électrodes directement dans l'échantillon. La turbidité a été déterminée à l'aide d'un Turbi Quant 1500 IR en mesurant une quantité du 10 ml d'échantillon, et 10ml d'eau distillée pour lire le blanc. Les échantillons doivent être agités vigoureusement avant la mesure. En raison des caractéristiques propres aux matières en suspensions, telles que paille, forme, indice de réfraction, couleur, etc., les difficultés de comparaison sont évidentes (Rodier 1996). La mesure de la dureté (TH) a été déterminée par la méthode de Mhor, les nitrates, les chlorures, le Calcium et le Magnésium par la méthode de spectrophotométrie d'absorption moléculaire DRL/2400. Les lectures de nitrates ont été effectuées à la longueur d'onde de 415 nm (Caron, Raquet, 1910). Les chlorures de nos échantillons ont été déterminés par la méthode Mercuric Thiocyanate method (J. E. O'Brien, 1962). Les dosages spectrométriques de chlorures s'effectuent à la longueur d'onde 480 nm. Les ions calcium et les magnésium ont été déterminés par la méthode complexométrique Calcium and Magnésium; Calmagite Colorimetric method (0, 07 to 4,00mg/L Ca and Mg as CaCO₃).

III- Résultats et discussion

Les résultats des analyses physico-chimiques réalisées sont consignés dans les tableaux I et II. Les normes de potabilité de l'OMS pour l'eau de consommation ont servi de base pour l'interprétation de nos résultats.

Tableau II : Résultats des paramètres physiques des eaux de la STE et des forages des quartiers périphériques.

Sites	T (°C)	pH	Conductivité (µS/cm)	Turbidité (NTU)	
Centre ville	Jumeler (A)	29,1	6,92	125	0,11
	Marché à mil (B)	36,1	6,75	671	0,15
	Marché central (C)	29,3	7,3	367	0,12
	GD1	29,8	6,88	287	0,15
	GD24	28,0	7,06	216	0,13
	GD22	28,4	7,9	201	0,12
	GD23	28,6	7,2	262	0,18
	GD21	29,7	6,8	225	0,01
	GD8	28,4	7,1	302	0,15
Quartiers périphériques	F1	30,3	7,8	376	2,27
	F2	29,5	7,1	136	1,25
	F3	30,0	7,6	389	3,12
	F4	29,7	7,6	165	1,5
	F5	30,3	6,3	212	5,0
	F6	29,9	6,7	438	2,0
	F7	30,0	7,2	201	1,9
	F8	30,0	6,6	190	2,5
	F9	30,3	7,0	533	5,0

F= forage

- Température

La température de l'eau est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques (Leynaud, 1968). Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels, de même que les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes (WHO, 1987). La température idéale est comprise entre 6° et 12°C (Degbey, 2011). L'OMS retient la valeur de 25°C comme la valeur maximale acceptable. Les températures enregistrées s'étendent de 28,0 à 36,1°C pour les eaux des stations de la SNE et de 29,5 à 30,3°C pour les eaux de forages des quartiers périphériques. De manière générale, ces valeurs de température sont toutes élevées par rapport la température maximale acceptable de 25°C de l'OMS. Ces valeurs seraient liées à la température ambiante de la ville de Ndjamena généralement élevée lors de la prise d'échantillons. La température de 36,1°C enregistrée à la station du marché à mil serait liée à la profondeur du puits qui est de 361m. Ces températures ne sont pas très différentes des valeurs comprises entre 23,5 et 31,9 °C rapportées par Mickael *et al.*, (2010) à Cotonou au Bénin. Les températures de 27,3° C à 28° C et de 27,1 °C à 28,1 °C ont été obtenues respectivement au mois de novembre et au mois de mars, par Abdoulaye *et al.*, (2013), dans l'eau de la rive droite du fleuve Sénégal. Les valeurs élevées de température ne sont pas néfastes pour la santé humaine mais posent un problème d'acceptabilité car une eau fraîche est généralement plus agréable au goût qu'une eau tiède (Degbey, 2011).

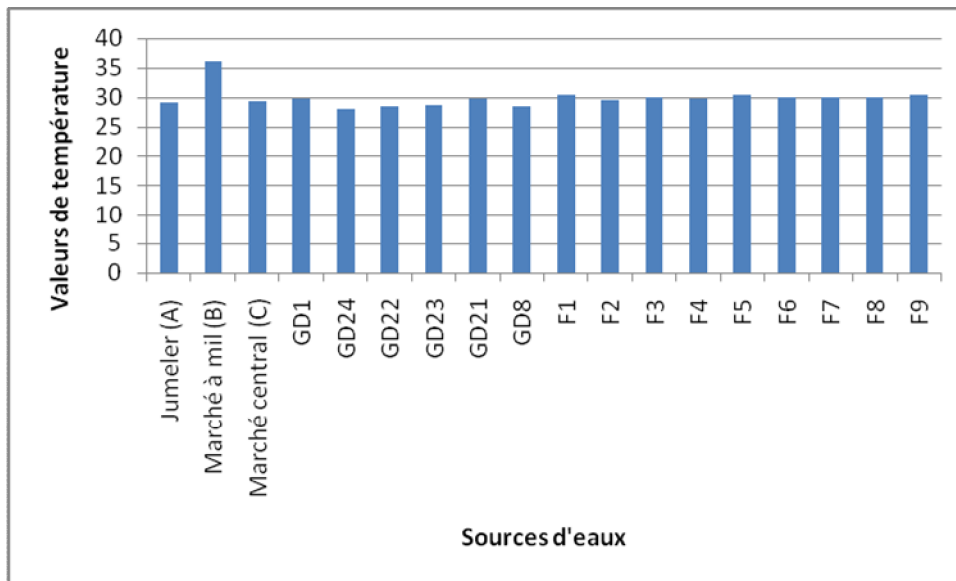


Figure 3 : Variations de température en fonction des sources d'eaux

- pH

L'intervalle acceptable du pH, allant de 6,5 à 8,5 pour l'eau potable (Santé et Bien-être social Canada, 1979a), a surtout été choisi parce qu'il réduit au minimum la corrosion et l'entartrage, compte tenu de l'efficacité de la désinfection au chlore et de la formation de trihalogénométhane (Santé et Bien-être social Canada, 1982). L'OMS retient aussi cet intervalle de 6,5 à 8,5 comme norme de qualité pour l'eau de boisson. Les valeurs de pH obtenues varient de 6,8 à 7,9 pour les stations de pompage de la STE et de 6,3 à 7,6 pour les forages des quartiers périphériques. Toutes ces valeurs sont comprises dans l'intervalle de pH de l'OMS sauf la valeur de 6,3 enregistrée au niveau du forage (F5) (Tableau II) qui est légèrement faible. Les résultats obtenus corroborent avec ceux de Mickael *et al.*, (2010) et sont supérieurs à ceux de Lagnika *et al.*, (2014) qui ont rapport respectivement les moyennes de 6,53 ($\pm 0,51$) et de 5,83 ($\pm 0,6$).

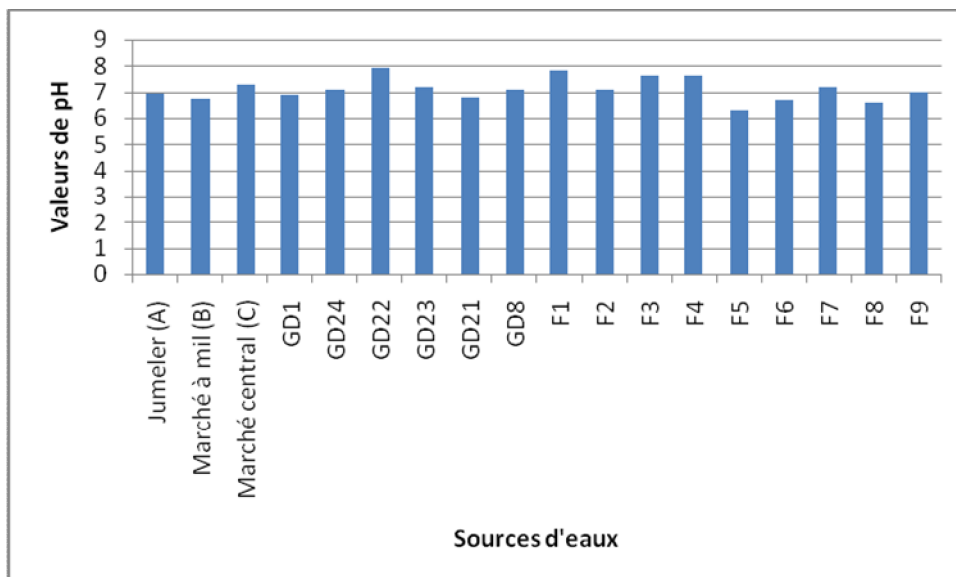


Figure 4 : Variations de pH en fonction de sources d'eaux

- Conductivité électrique (EC)

Une conductivité n'est pas, en soi, un paramètre présentant un risque pour la santé. Toutefois, une conductivité élevée peut modifier le goût de l'eau et donc inciter les usagers à changer de ressource pour leur eau de boisson, ou encore peut indiquer une eau qui laissera des dépôts, calcaire notamment, et « moussera » peu avec du savon/détergent (DINEPA-UNICEF, 2013). Les contrastes de conductivité mesurés sur un milieu permettent de mettre en évidence des pollutions, des zones de mélange ou d'infiltration (GHAZALI D *et al.*, 2013). Elle sert aussi d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (Pescod, 1985 ; Rodier, 1984). Plus l'eau est riche en sels minéraux, plus la conductivité est élevée. La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (IBGE, 2005). L'OMS retient une valeur 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ comme la norme. Des grands écarts de la conductivité ont été obtenus aussi bien au niveau des forages de la STE qu'au niveau des eaux forages des quartiers périphériques. Ces écarts vont respectivement de 201 à 671 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 136 à 533 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La plupart des valeurs sont conformes aux normes de l'OMS (400 $\mu\text{S}/\text{cm}$) sauf la station du marché à mil et le forage (F9) (Tableau II) qui culminent avec respectivement 671 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 533 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces écarts peuvent s'expliquer par la nature et la composition minéralogique différentes de terrains traversés. Le contexte géomorphologique, la profondeur des niveaux captés et la nature géologique des formations du sol sont autant de facteurs qui influencent les variations de la conductivité (Boubakar, 2010). Les valeurs de 13,90 à 52,65 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ont été rapportées par Ngaram dans les eaux du fleuve Chari au Tchad. Kahoul et Touhami, (2014) ont trouvé des valeurs moyennement minéralisées comprises entre 300 et 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans les eaux de consommation de la ville d'Annaba en Algérie. Par contre, nos valeurs sont très faibles à celles rapportées par Belghiti et al., 2013 dans les eaux souterraines de la nappe Plio-Quaternaire dans la Région de Meknès au Maroc qui ont varié de 461 à 1587 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

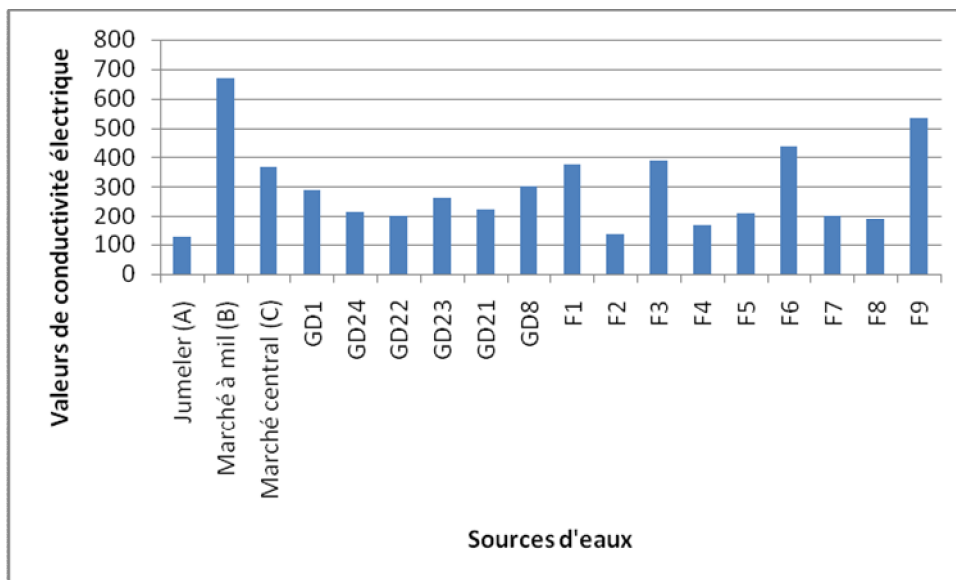


Figure 5 : Variations de conductivité électrique en fonction des sources d'eau

- Turbidité

La turbidité est causée par des matières telles que l'argile, le limon, les matières organiques et inorganiques fines, le plancton et d'autres organismes microscopiques en suspension dans l'eau. Les matières en suspension peuvent protéger les micro-organismes pathogènes contre la désinfection chimique ou aux rayons ultraviolets (UV) (Santé Canada, 2003). Les désagréments causés par une turbidité auprès des usagers sont relatifs car certaines populations sont habituées à consommer une eau plus ou moins trouble et n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. La turbidité de l'eau distribuée doit être inférieure ou égale à 5 UTN en tout temps (Environnement Québec, 2004). Au niveau des stations de pompage de la STE, toutes les valeurs sont inférieures à la valeur maximale acceptable de l'OMS qui est de 5 UTN. Ces valeurs s'étendent de 0,01 à 0,18 UTN. Par contre, dans les quartiers périphériques, deux forages sur neuf, soit F5 et F9 (Tableau II) ont des valeurs égales à la limite maximale acceptable de 5 UTN.

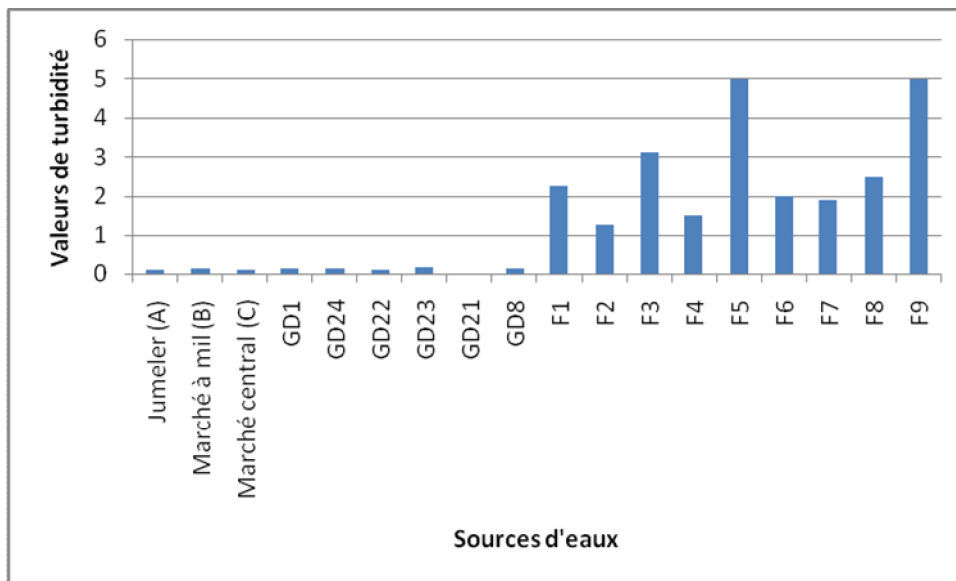


Figure 6: Variations de turbidité en fonction des sources d'eaux

- Teneur en calcium (Ca²⁺)

Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potable et sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés (terrain calcaire ou gypseux) (Rodier et al., 2009). Les effets indésirables qui sont surtout d'ordre organoleptique ou esthétique résultant de la présence du calcium dans l'eau potable peuvent provenir de sa contribution à la dureté (A.W.W.A, 1990).

Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables et sa teneur varie essentiellement d'une zone à l'autre selon les points d'échantillonnages et suivant la nature des terrains traversés (terrain calcaire ou gypseux) (Rodier et al., 2009). Cette variation est très forte dans les deux zones. Pour les eaux des forages de la SNE la teneur en calcium, évolue de 54 mg/L (forage : jumelés : avenue Pompidou) à 268mg/L (GD8 : quartier Klemat), le forage GD8 est situé à 100 m d'une grande station des eaux usées provenant des différents quartiers de la ville, par l'effet d'infiltration des eaux usées la nappe est polluée.

Pour les eaux de la zone périurbaine, la concentration en calcium dans les eaux est très forte par rapport à la zone urbaine. Dans cette zone la teneur en calcium varie de 65 mg/L (site S2 : quartier Dembé) à 443 mg/L (site S9 quartier Lamadji).

Cette forte teneur en calcium à Lamadji peut se traduire par le fait que la nappe est située à une profondeur moindre que celle de la nappe phréatique générale, et sa position géographique (loin du fleuve Chari). La forte teneur en calcium de GD8 peut être causée par l'influence d'eaux usées stationnées à 100 m de forage de GD8. Ces résultats sont semblables à ceux obtenus par Fatimé O. G. Kanika (2000) pour les eaux de forage de marché à mil de la ville de N'Djaména, soit (50.08 mg/L).

D'une manière générale, la concentration en calcium pour les eaux de la SNE, est très forte par rapport à celle des eaux de la ville de Kousséri (25.6mg/L), des puits du quartier Garoua (15.2 mg/L), des eaux de la SNEC du quartier Garoua, et (16.24mg/L) pour les eaux de la SNEC de quartier Par-Par de la ville de Kousséri au (Cameroun) de l'autre rive de fleuve Chari. Les eaux potables de bonne qualité renferment de 100 à 140 mg/L de calcium soit 150 à 200 mg en CaO ou 250 à 350 mg en CaCO₃ (Rodier, 1996). Comme la teneur en calcium est plus élevée dans la plupart des forages étudiés, cela peut avoir des effets sanitaires sur les consommateurs. Le calcium a des effets sur la pression sanguine ; il exercerait une action protectrice sur cette dernière (Mc Carron, 1982). Le calcium agit sur la pression sanguine en réduisant le magnésium et le phosphate plasmatique. L'augmentation de la sécrétion de ces deux derniers éléments et la réduction du phosphate induit une réduction de la pression sanguine (Lau *et al*, 1984).

- Magnésium (Mg⁺²)

La variation de la teneur en magnésium selon les points d'échantillonnages d'eau une différence significative a été obtenue. Pour les eaux de la STEE la teneur en magnésium varie de 2,18 mg/L (forage GD1 : quartier Gendarmerie) à 57 mg/L (GD8 : quartier Klemat), qui est supérieure aux normes recommandées par l'OMS (50 mg/L), d'après Rodier (1996) comme valeur maximale pour les eaux destinées à la consommation humaine. Ces résultats sont plus élevés que ceux obtenus par Fatimé O.G. Kanika (2000) (3,84-11mg/L) sur quelques sources d'eau souterraines de la ville de Kousséri.

Pour les eaux des zones préurbaines la teneur en magnésium évolue de 15 mg/L (site S2 quartier Dembé), à 90 mg/L (site S9 : Lamadji), cette teneur en magnésium est supérieure à celle du forage GD8. Ces résultats sont plus supérieurs à ceux obtenus par (Fatimé O.G. Kanika ,2000) (3,84-11mg/L) sur quelques sources d'eaux souterraines de la ville de Kousséri. Le magnésium est nécessaire à l'homme pour le métabolisme des glucides et lipides et comme catalyseur dans certaines réactions enzymatiques. Le besoin journalier est estimé de 2 à 5 mg/j pour l'adulte et à moins de 1,5 mg/j pour l'enfant. A partir d'une concentration de 100 mg/L et pour des sujets sensibles, le magnésium donne un goût désagréable à l'eau (Rodier, 1996). Une carence en magnésium est rare car, on le trouve dans les céréales entières, les fruits secs, les oléagineux et surtout le chocolat (Apfelbaum *et al*, 1981).

- Les chlorures (Cl⁻)

La présence de chlorures dans les eaux est due le plus souvent à la nature des terrains traversés. On les retrouve dans presque toutes les eaux naturelles (Degbey C., 2011). L'anion chlorure et les cations associés contribuent beaucoup à l'activité osmotique du fluide extracellulaire. Quatre-vingt-huit pour cent des chlorures de l'organisme sont extracellulaires et sont importants pour ses fonctions (NAS, 1980a; Santé et Bien-être social Canada 1982). Étant donné que l'eau contribue relativement peu à l'apport de chlorures, les incidences sur la santé de la présence de chlorures dans l'eau ne sont pas bien grandes.

La concentration des chlorures de certaines eaux de surface peut subir de grandes fluctuations saisonnières (CCME, 2008). L'apport journalier total de chlorures par les aliments, l'eau et l'air est estimé à 6020 mg, mais ce chiffre peut varier par suite de l'emploi du sel pour la cuisson et comme condiment. Seulement 20 mg/j de cet apport journalier proviennent vraisemblablement de l'eau potable (Santé et Bien-être social Canada 1982). L'OMS recommande l'intervalle de valeurs allant de 0,5 à 2 mg/l pour le chlore résiduel libre dans l'eau de consommation.

Ces éléments sont très répandus dans la nature. Leur teneur dans les eaux est très variable et liée principalement à la nature des terrains traversés Kahoul et Touhami, (2014). Selon les normes locales de la potabilité des eaux, les chlorures doivent avoir une teneur inférieure à 500 mg/l dans les eaux de consommation (N.A, 1992). Les résultats des analyses de la ville de N'Djamena et ses zones périphériques ont révélé des quantités normales de chlorures allant de 28,36 à 354,53 mg/l. Il s'avère d'après certaines études (Weinberg, 1986; Schultz, 1984;) que même dans le cas de quantités excessives dans l'eau potable, les chlorures n'auraient pas d'effets néfastes sur la santé du consommateur car les concentrations de chlorures dans le corps sont bien régulées au moyen d'un système complexe faisant intervenir à la fois le système nerveux et le système hormonal. Même après l'absorption de quantités importantes de chlorures par l'intermédiaire des aliments et de l'eau, l'équilibre du chlorure se maintient, surtout par l'excrétion de l'excès de chlorures dans l'urine (Siggaard-Anderson, 1976 ; Tortora, 1984).

- La Dureté totale (Titre Hydrométrique) TH

La dureté totale d'une eau est produite par les sels de calcium et de magnésium qu'elle contient. La dureté est mesurée par le titre hydrotimétrique exprimé en °F (degré français); 1°F correspond à 10 mg de carbonate de calcium dans 1 l d'eau (Belghiti *et al.*, 2013). L'OMS retient un intervalle allant de 100 à 500 mg/l comme critères de potabilité de l'eau de boisson.

Les résultats concernant les mesures de la dureté de l'eau de la ville de N'Djamena ont montré que toutes les valeurs de ce paramètre sont conformes aux normes locales (N.A, 1992) qui exigent une concentration maximale admissible de 500mg/l. La variation en dureté de l'eau selon les points de prélèvements d'eau pour les eaux de la SNE, montre que la teneur en (TH) varie de 83 mg/L (forage : jumelés) à 525 mg/L (GD8 : quartier Klepmat). Cette valeur dépasse la norme recommandée par l'OMS. Cette eau est classée comme eau très dure, pour les eaux destinées à la consommation humaine. Cela s'explique par le fait que le forage GD8 est situé à 100 m d'une grande station des eaux usées provenant de différents quartiers de la ville, et par l'effet de l'infiltration la nappe est polluée par ces eaux usées. Cette forte dureté n'aurait aucun impact sur la santé du consommateur dans la mesure où un certain nombre d'études épidémiologiques (Neri *et al.*, 1972; Anderson *et al.*,1975; Stitt *et al.*, 1973; Hudson *et al.*,1973) effectuées respectivement au Canada, en Angleterre, en Australie et aux États-Unis, ont montré qu'il existe une corrélation statistique inverse entre la dureté de l'eau potable et certains types de maladies cardio-vasculaires.

Pour les eaux de la zone périurbaine, la dureté est plus élevée que celles des zones de la STE et par conséquent les eaux des zones périurbaines sont plus dures. Leurs teneurs en TH varie de 80 mg/L (site S2 ; quartier Dembé) à 533 mg/L (S9 Lamadji), (figure 2) qui est la plus grande valeur en (TH) obtenue dans toute la région étudiée, cette teneur TH à pour origine le sol riche en calcium et magnésium comme l'indiquent les analyses effectuées (figure 4).

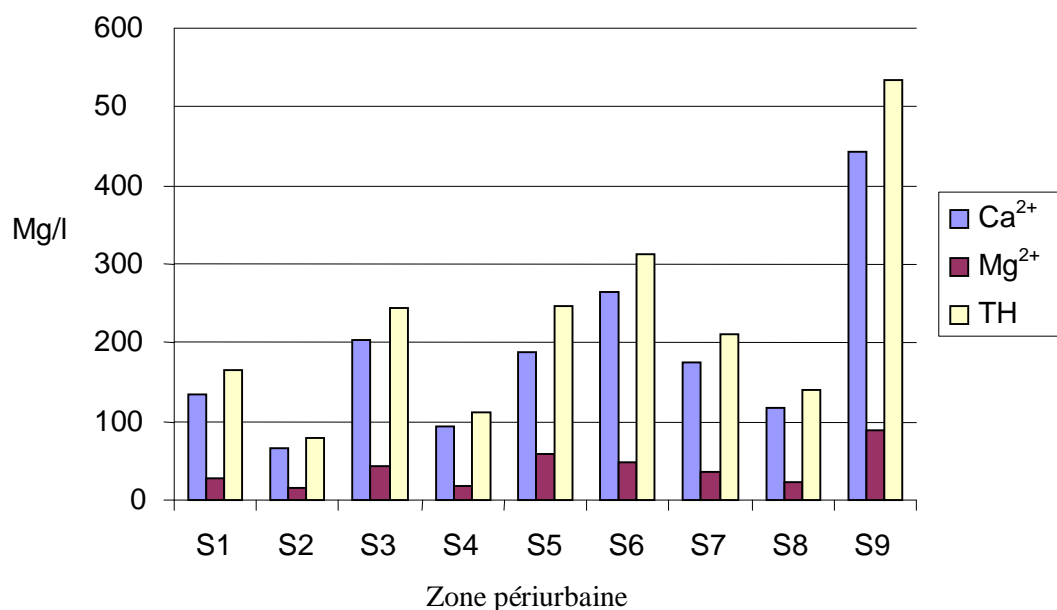


Figure 7: Variation de la dureté totale des échantillons d'eau

- Teneur en Nitrate (NO³⁻)

La présence de nitrates peut résulter de l'épandage excessif d'engrais ou de la lixiviation des eaux usées ou d'autres déchets organiques vers les eaux de surface et les eaux souterraines (OMS, 2004). La présence de nitrates dans l'eau de consommation est principalement attribuable aux activités humaines (Santé Canada, 1992). L'utilisation de fertilisants synthétiques et de fumiers, associée aux cultures et à l'élevage intensifs, favorise l'apparition de nitrates dans l'eau (Levallois et Phaneuf, 1998). Les installations septiques déficientes, de même que la décomposition de la matière végétale et animale, peuvent aussi être une source de nitrates dans l'eau (Levallois et Phaneuf, 1998). Le risque de contamination est plus important si le sol recouvrant la nappe d'eau est vulnérable et si la nappe est peu profonde (Degbey C., 2011). L'agriculture est présentée comme la source la plus importante de nitrates lessivés vers les nappes souterraines et les eaux de surface. L'impact le mieux documenté des nitrates sur la santé humaine est le risque de formation de méthémoglobine, entraînant ainsi la diminution de l'oxygène disponible pour les cellules (Danielle et al., 1998). La valeur de 50 mg/l est indiquée par l'OMS pour l'eau de consommation.

La teneur en nitrate varie selon les points de prélèvements d'eau (tableau 2). Une différence significative a été obtenue entre les différents points d'échantillonnages traduisant l'influence des sources de pollution (eaux usées, déchets domestiques). Pour les eaux échantillonnées dans les zones de la STE, la teneur en nitrate évolue de 1,5 mg/L (forage GD24 situés à quelques mètres du fleuve Chari) à 18,2 mg/L (forage GD1 : quartier Gendarmerie) (tableau 2). Ces teneurs en (NO³⁻) sont inférieures à la norme de l'OMS (50 mg/L). Ces concentrations sont semblables à celles obtenues par (Kohamed, 2014) (1,93 et 17,6 mg/l) mais différent largement des celles obtenues par Modale. N. T. Achaz (2006) (0,2 -3,5 mg/L) pour quelques forages de la STE de la ville de N'Djaména. Ceci pourrait être dû à l'influence de la pollution d'origine urbaine (pollution par les eaux usées, déchets domestiques, entraînés par les eaux de ruissellements). Au niveau des eaux des zones périurbaines, la teneur en nitrate varie de 0,1 mg/L (site S8 ; quartier Waliya) à 0,6 mg/L (site S2 : quartier Dembé) (tableau 2).

Cette faible teneur en nitrate dans nos échantillons est très intéressante sur le plan nutritionnel. Les eaux possédant une forte teneur en nitrate employées pour la préparation des biberons de lait en poudre peuvent faire apparaître chez les nourrissons une cyanose liée à la formation de méthémoglobine (Rodier, 1978).

L'OMS recommande pour les eaux destinées à la consommation humaine une valeur limite de 50 mg/l (NO_3^-) et précise qu'il doit être tenu compte aussi de la concentration en nitrites de telle façon que la somme de rapports des concentrations (en nitrates et nitrites) par rapport à leurs valeurs guides respectives soit inférieure à 1 (Rodier, 1996). La faible teneur en nitrate dans nos échantillons peut être compensée par la consommation des plantes riches en nitrate. Les résultats de notre étude ont révélé que toutes les teneurs en nitrates dans les échantillons d'eau analysés sont dans les normes dans la mesure où les valeurs obtenues varient entre 1,5 et 18,2 mg/l. Ces eaux n'auraient donc aucun impact sur la santé des nourrissons de moins de 6 mois car selon l'Hirondel (2009), les nitrates en teneur anormales (>50 mg/l) dans les eaux de consommation, une fois réduits en nitrites, peuvent causer la méthémoglobinémie.

IV- Conclusion

A l'issue de cette recherche scientifique qui a porté essentiellement sur l'étude physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de N'Djamena et de ses quartiers périphériques, la quasi-totalité des paramètres analysés sont conformes aussi bien à la réglementation internationale en matière de potabilité de l'eau. En effet, les résultats obtenus sur le plan physique ont montré que le pH de ces eaux est salubre et la température est acceptable.

Scientifiquement, ces eaux répondent aux normes d'autant plus que leur dureté est relativement élevée mais sans risque sur la santé de la population, leurs teneurs en calcium et en chlorures qui sont normales et surtout leur teneur en nitrates qui sont connus par leurs effets néfastes sur la santé, est très faible par rapport à la valeur maximale admissible. Toutefois, il conviendrait de souligner que les résultats montrent que dans les zones périphériques les eaux sont dures. Les teneurs les plus élevées en TH et en calcium ont été obtenues sur les forages de Lamadji (533 mg/L) et (443 mg/L Ca^{+2}) en zone périurbaine. Les eaux de forage de marché à mil ont une température plus élevée (36,1°C) et leur conductivité (671 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Ces valeurs sont légèrement supérieures aux normes recommandées. En définitive, les eaux de la ville de N'Djamena et de ses zones périurbaines peuvent être considérées comme bonnes à consommer si les opérations de traitement sont bien effectuées. Il serait souhaitable de mener régulièrement ce type d'études basées sur la conformité des paramètres physico-chimiques mais aussi en les consolidant avec des analyses bactériologiques.

V- Remerciement

Les travaux ont bénéficié du soutien financier de la Commission Nationale pour la Formation de Formateurs (CONFOFOR) et Technique du Centre National d'Appui à la Recherche (CNAR). Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance et notre gratitude aux promoteurs dudit projet ainsi qu'au Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique du Tchad. L'équipe de rédaction tient à exprimer sa reconnaissance à tous ses collaborateurs qui ont accepté avec spontanéité d'assumer leur charge de travail pour apporter leurs connaissances et leurs expériences dans la rédaction de cet article scientifique. Qu'ils trouvent ici le témoignage de notre gratitude.

VI- Bibliographies

1. **Santé Canada, 2003.** Questions et réponses sur les dispositifs de traitement de l'eau de consommation, Accessible : www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/dpc/eau_qualite/faq_dtep.htm, Consulté en: Mai 2003.
2. **W.H.O., 1987.** Global pollution and health results of related environmental monitoring. Global Environment Monitoring System, WHO, UNEP.
3. **GHAZALI D., ZAID A., 2013.** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (Région de Meknes à Maroc). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 12, Janvier 2013, pp. 25-36
4. **Belghiti M.L., Chahlaoui A., Bengoumi D. et El Moustaine R., 2013.** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe vPlio-Quaternaire dans la Région de Méknès. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°14, Juin 2013, pp.21-36
5. **Boubakar Hassane A., 2010.** Aquifères superficiels et profonds et pollution urbaine en Afrique: Cas de la communauté urbaine de Niamey (NIGER), Thèse de l'Univ. Abdou Moumouni de Niamey (Niger), 198 p.
6. **Djim-adjim T., 2013.** Etude de la contribution des salmonelles aviaires aux salmonelloses humaines au Tchad : Cas de la ville capitale, Ndjamena. Thèse de l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (AgroParisTech). 151 p.
7. **Environnement Québec, 2004.** Règlement sur la qualité de l'eau potable. Québec Source de Fiert. Edition 2004. 4457-04-02.
8. **FAO, 2012.** Etude sur la foresterie urbaine et périurbaine de Ndjamena, Tchad. Rôle et place de l'arbre en milieu urbain et périurbain. Appui à la formulation d'une stratégie et d'un plan d'action de la foresterie urbaine et périurbaine à Ndjamena, République de Tchad. Document de travail sur la foresterie urbaine et périurbaine n°6. 95 pages. Rome.
9. **IBGE, 2005.** Qualité physico- chimique et chimique des eaux de surface: cadre général. Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles" Novembre 2005.
10. **INSEED, estimation 2012.** Deuxième Recensement Général de la Population et de l'Habitat en 2009 au Tchad (RGPH2). Rapport provisoire, 219 p.
11. **Kahoul M. et Touhami M., 2014.** Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'Annaba (Algérie). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°19, Septembre 2014, pp. 129-138
12. **Lagnika M., Moudachirou I., Jean-Pierre C., Valentin D. et Nestor G., 2014.** Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des puits dans la commune de Pobé (Bénin, Afrique de l'Ouest). Journal of Applied Biosciences 79 :6887-6897. ISSN 1997-5902.
13. **Leynaud G., 1968.** Les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique. B.T.I. Ministère de l'Agriculture, 224-881.
14. **OMS, (2003).** L'eau pour les hommes, l'eau pour la vie, Paris, Unesco-Wwap.
15. **RODIER J., 1984.** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Edition Dunod Paris.

16. **PESCOD M.B., 1985.** Design, operation and maintenance of wastewater stabilization ponds in treatment and use of sewage effluent for irrigation. Ed Pescodand Arar, 93-114.
17. **Mickael S., Boniface Y., Honor S., Roger G. et Henri S., 2010.** Impacts des déchets de l'abattoir de Cotonou dans la dégradation de la qualité des eaux de la nappe phréatique. J. Soc. Ouest-Afr. Chim. (2010) 030, 79-91.
18. **Abdoulaye D., KhadijettouM. et Mohamed O., 2013.** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique de l'eau de l'eau de la rive droite du Fleuve Sénégal. *Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°12, Janvier 2013, pp.71-83*
19. **DINEPA-UNICEF, 2013.** Direction Nationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement. Fascicule technique. Traitement de l'eau à domicile.
20. **Ngaram N., 2011.** Contribution à l'étude analytique des polluants de type métaux lourds dans les eaux du fleuve Chari lors de sa traversée de la ville de N'djamena. Thèse de doctorat Ph.D. 164.
21. **Santé et Bien-être social Canada. 1979a.** Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada 1978. Approvisionnements et Services Canada, Hull.
22. **Santé et Bien-être social Canada. 1982.** Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada 1978. Pièces à l'appui. Approvisionnements et Services Canada, Hull.
23. **Degbey C., 2011.** Facteurs associés à la problématique de la qualité de l'eau de boisson et la santé des populations dans la commune d'Abomey-calavi au Bénin. Thèse de doctorat en Sciences de la santé publique. Ecole de santé publique. Université Libre de Bruxelles (ULB).

Surveillance continue des ressources pastorales et alertes précoces : Situation de la végétation en 2013

OUEDDO DASSERING

Institut de Recherche en Elevage pour le Développement (IRED)

modassering@yahoo.fr - Tel: 00 235 66 21 03 49 / 00 235 99 67 63 07

Résumé

L'institut de Recherches en Elevage pour le Développement (IRED) a mis en place le Réseau d'Observation des Pâturages Naturels du Tchad (ROPANAT) qui a été créé en 1988 par le Service d'Agropastoralisme. Il avait pour objectif: (i) La création d'un système d'alerte précoce (SAP) pour l'élevage afin d'envisager des mesures conservatoires pour le bétail et les pâturages ; (ii) La mise en place d'un système fiable de collectes de données et de suivi de la dynamique de la végétation ; (iii) L'aide à la décision de gestion rationnelle de l'espace pastoral ; (iv) La participation au Réseau de Suivi des Ressources Pastorales du CILSS (SIPSA) et à l'Observatoire du Sahel et du Sahara (OSS). Après une longue période de rupture, le ROPANAT renoue avec ses publications. Cet article consacré exclusivement à la situation des pâturages naturels en 2013, confirme la solide détermination de l'IRED à valoriser l'utilisation des images satellitaires dans le suivi de la dynamique de la végétation eu égard aux multiples problèmes posés par la gestion durable des ressources pastorales.

Mots clés : Pâturages naturels, ROPANAT, SIPSA, surveillance continue, gestion durable, ressources pastorales.

I- Introduction

Le climat du Tchad est de type tropical, unimodal. Les précipitations ont lieu de mai à septembre, avec le maximum en août. L'évolution des isohyètes de 1950 à 1967 et de 1968 à 1985 montrent que les écarts de pluviosité entre les deux périodes varient de 100 à 200 mm selon la latitude et les localités. A cette variabilité de pluviosité s'ajoute une répartition spatiale irrégulière. L'Afrique de l'Ouest en général a connu une baisse de précipitation marquée par une nette rupture dans les années 1968-1972. Il y a eu de forte aridification du climat caractérisé par de grandes sécheresses des années 1970 et 1980. La baisse de la pluviométrie n'a pas épargné les zones soudaniennes.

Selon le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), « depuis le milieu des années 1990, on assiste à un retour à de meilleures conditions pluviométriques dans l'espace sahélien. Cette tendance est particulièrement marquée pour le Sahel Est (Niger, Nord Nigéria et Tchad). Ces retours à des meilleures précipitations s'accompagne d'une plus forte variabilité interannuelles des précipitations ». Sur le long terme, les projections du GIEC ne permettent pas de tirer des conclusions concernant les précipitations pour l'Afrique de l'Ouest (OCDE/CSAO, 2008). Par contre le GIEC prévoit une hausse de température moyenne entre 1980/1999 et 2080/2099 de 3 et 4°C sur l'ensemble du continent, soit 1,5 fois plus qu'au niveau mondial.

Face aux contraintes climatiques, à la grande variabilité des ressources fourragères, à la pression démographique toujours plus forte, la stratégie des communautés évolue. La tendance actuelle va vers un allongement des circuits de transhumance. Les sédentaires eux-mêmes commencent à déplacer leurs troupeaux et pour sécuriser ses revenus, l'éleveur transhumant se tourne vers l'agriculture. Ses activités ne dépendent plus uniquement du pâturage mais aussi des possibilités de cultiver. Les sédentaires se déplacent, les nomades cultivent, on s'oriente vers une certaine uniformisation des pratiques, indépendamment des traditions et des origines ethniques, pour répondre aux contraintes du milieu qui sont partout les mêmes.

Le suivi de la dynamique de la végétation apparaît dès lors comme une nécessité pouvant permettre une gestion conservatoire des pâturages. Le Réseau d'Observation des Pâturages Naturels du Tchad (ROPANAT) a suivi l'évolution de la végétation pendant la saison pluvieuse 2013 et tient à partager ses résultats avec les usagers des ressources pastorales.

II- Méthodologie

Les images satellitaires numériques décennales, Spot Végétation de 1999 à 2013 (sur quinze années) ont été utilisés et traités avec le logiciel SPIRIT (logiciel over source) et ont permis d'obtenir en sortie :

- 36 cartes d'indices de végétation (NDVI) de toutes les décades de 2013 du Tchad ;
- 36 cartes des anomalies de la croissance de la végétation de toutes les décades de l'année 2013 du Tchad ;
- 71 courbes de profils de la végétation et des cultures de l'année 2013 des 23 régions du Tchad (courbe en rouge), comparées aux profils de l'année historique moyenne (en vert), à celles de l'année historique la plus mauvaise (tiret en noir en dessous) et celles de l'année historique la plus bonne (tiret noir au-dessus).

Après le traitement des images, nous avons visualisé chaque carte et courbe de profile et avons retenu celles qui concernent des zones sensibles comme les zones de concentration du bétail (Salamat, Mandoul, Chari Baguirmi, Lac Tchad, Lac Fitri etc) où celles sur des zones où le développement de la végétation paraît compromise (Bahr El Gazel). Les cartes et courbes de profiles de ces zones ont été par la suite interprétées par l'auteur.

II- Résultats de l'analyse de la situation des pâturages au Tchad

2.1. Evolution de la saison

Au regard des courbes de profiles, la saison des pluies 2013 a démarré avec retard au Tchad. Il a commencé à pleuvoir normalement sur l'ensemble du territoire à partir de la première décade du mois d'août. Les plantes levées grâce aux premières pluies étaient en flétrissement temporaire à la fin du mois de juillet mais avec la reprise de pluies, les plantes ont bouclé leur cycle. Pour présenter ces résultats nous allons les montrer selon les trois zones climatiques du Tchad.

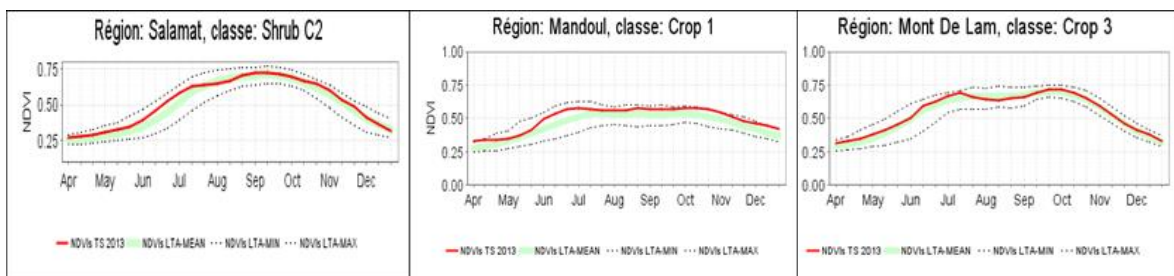
2.2. La zone Soudanienne

Dans la zone du Salamat (figure 1) et du Mandoul (figure 2) , les pluies ont démarré en avril. Ces pluies n'étaient pas régulières. La courbe de l'indice de végétation de 2013 est sensiblement supérieure à celle de la moyenne historique, cela signifie que le démarrage de la saison était moyen. C'est vers la troisième décade de mai que les précipitations ont été importantes et régulières jusqu'à la première décade de juillet. Il a suivi une période où au Salamat et au Mont de Lam (plus marquée, figure 3) l'indice de végétation est passée en dessous de la moyenne historique. La reprise a eu lieu à partir de la troisième décade d'août dans les deux localités. Le maximum de NDVI a été atteint à la deuxième décade de septembre (0,74) dans les deux localités.

Au Mandoul, la variation a été faible à partir de la première décade de juillet, la courbe s'est stabilisée jusqu'à la première décade d'octobre.

Au Mont de Lam, il n'y a pas eu de fortes variations. La courbe de NDVI s'est stabilisée à partir de la troisième décade de juin jusqu'à la deuxième décade d'octobre.

La production fourragère de 2013 comparée localement, est moyenne au Salamat et plus importante au Mandoul et au Mont de Lam où elle atteint le maximum historique.

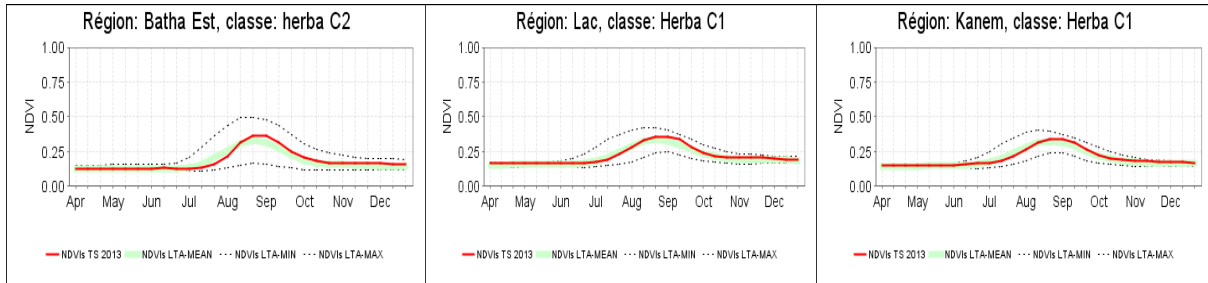


2.3. La zone soudano-sahélienne et sahélienne

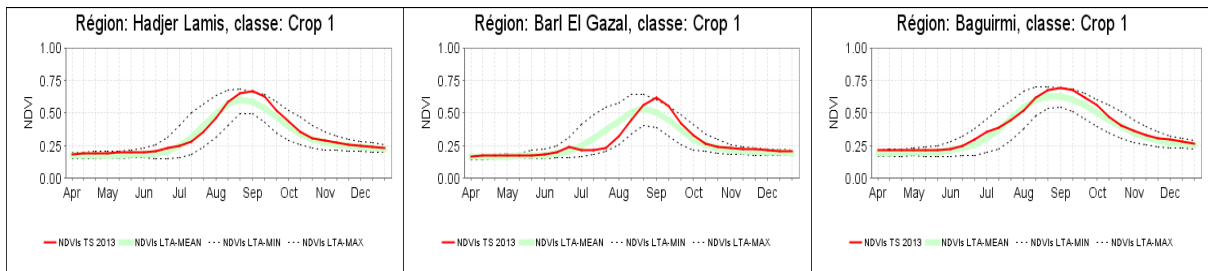
Le comportement du NDVI a été partout la même à l'exception de Bahr El Gazal :

- Démarrage difficile de la végétation en juin ;
- Courbe en dessous de la moyenne historique à la première décade de juillet ;

- Reprise vers la première décade d'août ;
 - Prolongement de la saison des pluies et Pic atteint à la première décade de septembre ;
- Au Batha Est, Lac, Kanem, Biltine : la courbe de 2013 est sensiblement confondue à celle de la moyenne historique (fig. 4,5 et 6).



- Hadjer Lamis, Bahr El Gazal, Baguirmi, Batha Ouest, Guéra : la production est sensiblement supérieure à celle de la moyenne historique (fig. 7, 8 et 9).

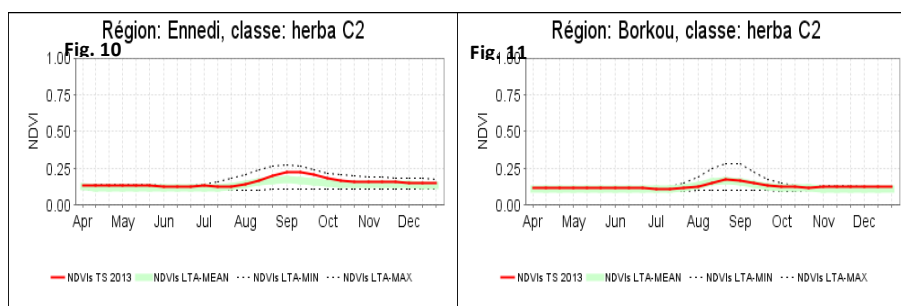


- Au Bahr El Gazal, il y a eu une période de fléchissement de la troisième décade du mois de juin à la deuxième décade de juillet où la courbe a presque atteint le minimum historique. Puis la reprise a été régulière et a permis ainsi d'atteindre le maximum historique à la première décade de septembre. C'est un cas intéressant qui n'a pas été malheureusement suivi sur le terrain.

2.4. La zone sahélo-saharienne

Dans la zone de l'Ennedi la végétation a démarré son cycle à partir de la deuxième décade de juillet et au Borkou à la troisième décade (fig. 10 et 11).

- A l'Ennedi la courbe est nettement supérieure à la moyenne historique. Par contre la courbe NDVI de 2013 se confond à celle de la moyenne historique au Borkou.



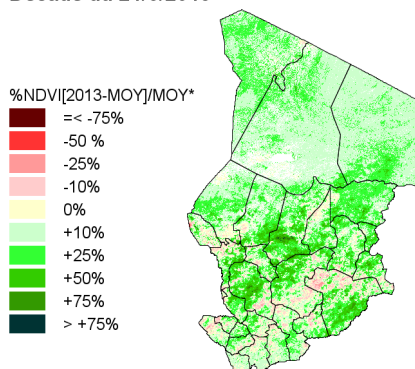
2.4. Les anomalies de l'indice de végétation

Le NDVI décadaire moyen de 1999 à 2012 comparé au NDVI décadaire de l'année 2013, permet de déceler les anomalies de la croissance de la végétation survenues au cours de chaque décade.

A la troisième décade de juin, les anomalies observées indiquent des seuils de déficit de -10 % au Nord-Ouest du Salamat et entre 0 et -10% dans le sud du Guéra, le nord du Bahr Kôh, le nord de Hadjer Lamis, le sud du Lac, le mayo kebbi Est et Ouest. (Carte des anomalies de l'indice de végétation des décades du 21/06/2013). La troisième décade de juillet révèle des anomalies de NDVI déficitaire de -10% à -50% sur toute la bande sahélienne entre le 12^{ème} et 15^{ème} degrés de latitude Nord et le long de la zone du Massif du Ouaddaï. (Carte des anomalies de l'indice de végétation des décades du 21/07/2013).

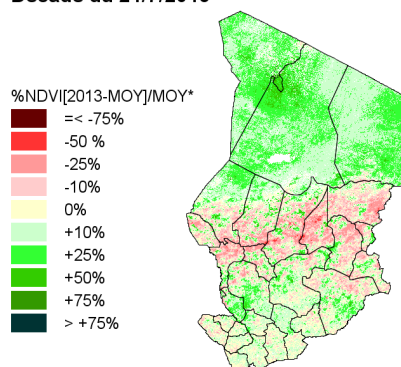
La situation s'est rapidement améliorée dans la bande sahélienne à la troisième décade d'août. Néanmoins quelques poches subsistent au Sud-Est de Ouadi Fira, Au Nord-Est du Batha Ouest et au Nord du Batha Est, Au Kanem vers Nokou, au Sud-Est du Bahr El Gazal, dans la zone de Doba. (Carte des anomalies de l'indice de végétation des décades du 21/08/2013).

**TCHAD - Anomalies de l'indice de végétation
Décade du 21/6/2013**



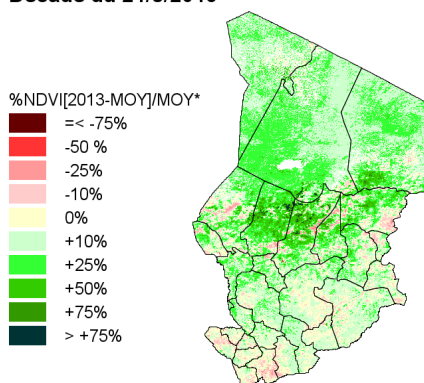
*MOY: NDVI décadaire moyen de 1999 à 2012
Carte: Geographic, WGS 84 - Resolution: 1km
Sources : 1) Image SPOT/VGT - 2) Vecteurs FAO GAUL

**TCHAD - Anomalies de l'indice de végétation
Décade du 21/7/2013**



*MOY: NDVI décadaire moyen de 1999 à 2012
Carte: Geographic, WGS 84 - Resolution: 1km
Sources : 1) Image SPOT/VGT - 2) Vecteurs FAO GAUL

**TCHAD - Anomalies de l'indice de végétation
Décade du 21/8/2013**



*MOY: NDVI décadaire moyen de 1999 à 2012
Carte: Geographic, WGS 84 - Resolution: 1km
Sources : 1) Image SPOT/VGT - 2) Vecteurs FAO GAUL

III- Discussions

L'AREED a repris les activités du ROPANAT en 2012 afin de faire un outil performant d'alerte précoce et d'aide à la décision. Mais cela nécessite des moyens financiers permettant de suivre l'évènement écologique en temps « réel » afin de proposer des analyses, interprétations et décisions au moment où l'évènement se réalise. Des solutions après un évènement écologique est sans intérêt. Un financement national est donc impératif.

Il est important que l'AREED acquière sa propre station de réception d'image satellite afin de bâtir son propre réseau de distribution et réduire à cet effet les retards imputables à l'acquisition et distribution des images.

Si en 2013 l'AREED a pu confectionner et distribuer aux usagers et acteurs du développement six cents (600) bulletins sur la situation des pâturages, la mise en place d'un système d'alerte précoce performant pouvant contribuer à suivre la dynamique de la végétation, son évolution afin de prévenir à temps et limiter les effets du phénomène, est hypothétique. .

Le suivi et prévision des feux de brousse par les images satellites ; la validation des anciens sites d'observation du ROPANAT (46) ou la mise en place de nouveaux lorsque les anciens sont perturbés ; l'estimation des rendements des pâturages afin d'apprécier les charges animales selon les localités ; le suivi des collectes des données ; l'utilisation des modèles de prévision de la qualité de la saison des pluies ou des rendements sont à repenser.

Si ces priorités commencent effectivement à s'exécuter, alors le ROPANAT deviendra un véritable outil performant de prévision, d'aide à la décision, de gestion des données sur le pastoralisme au Sahel tchadien.

IV- Conclusion

La situation de la production fourragère n'a pas été homogène sur l'ensemble du territoire néanmoins elle est sensiblement supérieure à la moyenne historique. Nous avons en son temps signalé qu'il faut dès à présent craindre une situation de déficit de fourrage dans les zones d'accueils et de concentration du bétail (Salamat, Mandoul, Mont de Lam etc.) suite aux événements de Centrafrique (Guéra, Baguirmi, Lac Tchad, Lac Fitri) surtout pendant la période de soudure. Que dès à présent le Ministère de l'Élevage devrait anticiper sur la crise éventuelle en créant des sites de ravitaillement en complément alimentaire (son, graines de coton, tourteau) dans les localités ciblées. Les évènements nous ont donné raison de la justesse de nos analyses. Nous espérons consolider nos analyses avec d'autres complémentaires qui permettront d'apporter d'informations utiles à la prévision, à l'aide à la décision et à la gestion des données (SIG) sur le pastoralisme au Sahel tchadien.

V- Bibliographie

1. **DASSERING (O.), 2014.** Gestion des ressources Pastorales. Document de formation. Institut de Recherches en Elevage pour le Développement. Mai 2014. 44 pages.
2. **DASSERING (O.), 2014.** Situation des pâturages naturels du Tchad en 2013. Bulletin n°1 ROPANAT/SIPSA. Institut de Recherches en Elevage pour le Développement (IRED), mars 2014. 4 pages.
3. **DASSERING (O.), 1989.** Utilisation des données SPOT pour un essai de cartographie de la végétation de la région de Bougomoro (Tchad). Mémoire de DESS de télédétection, méthodes et application, Université Pierre et Marie Curie, (Paris VI) 36 pages.
4. **ICKOWICZ (A.), SECKA (Y.), DASSERING (O.), 1991.** Le Réseau d'observation des pâturages naturels du Tchad (Ropanat). Alerte précoce et surveillance continue in 4^{ème} Congrès International des Terres de Parcours, Montpellier 22-26 avril 1991 : pp. 54-58.
5. **ICKOWICZ (A.), SECKA (Y.), DASSERING (O.), 1990.** Mise en place d'un Réseau de suivi des pâturages naturels au Tchad in Revue scientifique du Tchad, vol. 1, n°1, pp. 61-70.
6. **MOHAMAD SAFAR (Z.), 2006.** Mise en place d'un système d'alerte précoce à la sécheresse dans trois pays de la rive sud de la Méditerranée: l'Algérie, le Maroc et la Tunisie. 1. Evaluation des dispositifs d'alerte précoce à la sécheresse existants à l'échelle nationale: cas de l'Algérie. OOS n°82. 40 pages.

CUISEUR ET SECHOIR SOLAIRES COMME MOYEN DE LUTTE CONTRE LA DESERTIFICATION AU TCHAD

A. KRIGA⁽¹⁾, M. BARKA⁽²⁾ et A. C. MAHAMAT⁽³⁾

(1) *Faculté des Sciences Exactes et Appliquées de l'Université de Moundou-Tchad*

(2) *Faculté des Sciences Exactes et Appliquées de l'Université de N'Djamena-Tchad*

(3) *Faculté des Sciences et Techniques de l'Université de Sarh-Tchad*

Correspondant : Adoum KRIGA, kkadoum@yahoo.fr

Résumé

Dans ce papier, nous décrivons l'état de lieux de différents moyens de lutte contre la désertification au Tchad entrepris par la population et le gouvernement. Ensuite nous proposons un autre moyen de lutte basé sur l'utilisation des cuiseurs solaires.

En effet, les différents moyens traditionnels de lutte dans la protection de l'environnement adoptés par la population concernent l'utilisation de grains secs, des fagots et des foyers améliorés de différentes formes pour la cuisson des aliments, le chauffage des maisons et l'éclairage de la cour. Ensuite nous présentons les actes du gouvernement du Tchad et de ces partenaires relatifs à la coupe abusive des arbres, à la fabrication et la vente de charbon de bois et à la subvention du gaz butane. Enfin nous suggérons un autre moyen pour renforcer la capacité de lutte et de la prévention contre la désertification. Il s'agit du séchoir et du cuiseur solaires qui exploitent gratuitement l'énergie solaire thermique pour la préparation des aliments. L'utilisation de ces matériels contribue à atténuer non seulement la production des gaz à effets de serre et protège aussi les arbres et forêts considérés comme dépôt de carbone pour stopper l'avancée du désert. Ainsi nous avons appris à protéger l'environnement pour notre survie et celle de la génération future.

Mots clés : Cuiseur, protection environnementale, déforestation, énergie solaire, pollution.

Abstract

In this paper, we describe the status of places of different ways to fight against desertification in Chad undertaken by the public and the government. Then we propose another way to fight based on the use of solar cookers.

Indeed , the various traditional means of struggle in the environmental protection adopted by the population concern the use of dry grains , fagots and improved stoves of different shapes for cooking food , heating homes and lighting of the court. Then we present the acts of the Government of Chad and its partners relating to excessive cutting of trees, manufacture and sale of charcoal and the grant of butane gas. Finally we suggest another way to strengthen the fight against desertification capacity. This is the solar dryer and cooker exploiting free solar thermal energy for food preparation. Using these materials helps to reduce not only the production of greenhouse gases and protects the trees and forests considered carbon deposition to stop the progress of the desert. Thus we have learned to protect the environment for our survival and that of future generation.

Keywords : Cooker, environmental protection, deforestation, solar energy, pollution.

INTRODUCTION

Depuis quelques décennies le problème relatif à la protection de l'environnement se pose avec acuité et que quelques pays et organisations non gouvernementales ont intégré dans leur programme d'aide et de coopération. La destruction de l'environnement est essentiellement due à la désertification et/ou à la déforestation de certains contrés.

Le Tchad, grand pays d'Afrique centrale, possède une hétérogénéité écologique avec des zones sahariennes subdésertiques au nord, des zones semi arides sahéliennes au centre et une savane arborée où se trouve l'essentiel des terres cultivables au sud.

Au pays de TOUMAI, ce problème de désertification touche presque l'étendu du territoire national mais plus accentué dans les zones saharienne et sahélienne où on trouve les palmiers dattiers et quelques arbustes épineux.

Pour sa survie, la population rurale comme urbaine du Tchad à l'instar de celles d'Afrique utilise le bois de chauffe et le charbon de bois comme source d'énergie pour faire cuire et sécher les aliments, chauffer les maisons en hiver et éclairer les cours. Or la fabrication de charbon de bois et certains bois de chauffe est issue de la destruction volontaire des arbres verts.

Pour lutter contre la désertification et la déforestation, le gouvernement de la République du Tchad a pris quelques actes pour endiguer ce fléau de déforestation et la population a également utilisé quelques techniques telles que les grains secs, les foyers améliorés etc.í comme moyens traditionnels pour réduire la quantité des charbons de bois utilisée.

Dans le but de réduire les souffrances de la population et les risques de déforestation avec ses conséquences que nous suggérons l'utilisation du **cuiseur et du séchoir solaires comme moyen de lutte contre la désertification au Tchad afin d'apporter une solution au problème général d'environnement.**

I. MATERIELS ET METHODES

Le Tchad comporte trois zones climatiques : le Sahara au Nord, le sahel au centre et le soudan au sud. Du centre au sud, trois saisons sont distinctement marquées : une saison chaude de mars à juillet, une saison pluvieuse de juillet à octobre et une saison fraîche durant le reste de l'année. Les trois domaines bioclimatiques sont repartis comme suit :

- Le domaine saharien qui représente 47% de superficie, est caractérisé par une faible pluviométrie, souvent inférieure à 50 mm et une végétation très rare, à l'exception des oasis où toute la vie s'y concentre.
- Le domaine sahélien qui couvre 43% du territoire national, reçoit annuellement une pluviométrie autour de 900 mm. La végétation caractéristique est une steppe arbustive dominée par des épineux, particulièrement les acacias.
- Le domaine soudanien qui ne représente qu'environ 10% de la superficie totale du pays est caractérisé par une pluviométrie annuelle oscillant entre 900 et 1100 mm et une végétation de savane et des forêts claires.

La dégradation de l'environnement est accentuée depuis plus d'une décennie par des changements climatiques et des actions anthropiques liées à l'homme compte tenu de la forte exploitation des ressources forestières par les défrichements, le surpâturage et les ménages urbains.

2.1. Causes et conséquences de la désertification

La désertification est causée par une combinaison de facteurs qui évoluent dans le temps et varient selon le lieu. Ceux-ci comprennent des facteurs indirects tels que les facteurs socio-économiques, la pression démographique et le commerce et les facteurs directs comme les modèles et pratiques d'utilisation des sols et certains processus liés au climat.

La dégradation des ressources naturelles en général et des terres agricoles en particulier résulte des effets conjugués des modifications climatiques et des activités humaines appliquées à des sols peu fertiles, pauvres en matière organique et souvent très fragiles. Cette dégradation a entraîné la disparition, entre 1950 et 1990, près de la moitié des surfaces forestières existantes en Afrique [1].

Quelques activités humaines non durables qui contribuent à la déforestation et à la désertification au Tchad démontrées par [2] sont :

- Exploitation abusive des ressources forestières (bois de feu, bois d'œuvre ou autres) ;
- Surpâturage ;
- Incendies ;
- Mise en culture des terres après défrichage ;
- Urbanisation anarchique.



Figure 1 : Stock de charbon de bois [3]

La filière bois-énergie de la production jusqu'à la commercialisation dans les milieux urbains est un secteur de grande importance économique qui est probablement arrivé actuellement à son apogée. Le bois-énergie représente en effet des emplois en grand nombre et des revenus considérables pour les économies sahéniennes (tableau 1) [3]. Cette coupe anarchique des arbres pour l'énergie domestique dégrade considérablement les forêts, car les arbres fournissent plus de 90% de l'énergie totale utilisée au Tchad [2].

Tableau 1 : Comparaison des chiffres d'affaires [3]

Capitale	Chiffre d'affaires estimé en 2004	Détails
Dakar	8 milliard de FCFA/an	Charbon de bois seulement (la part de bois est minime) les ventes de charbon ont représentés jusqu'à 20 milliard de FCFA au début des années 90
Bamako	15 milliard de FCFA/an	Dont 12 milliard pour le charbon de bois et 3 milliard pour le bois de feu
N'Djamena	12 milliard de FCFA/an	Dont 8 milliard de FCFA pour le charbon et 4 milliard pour le bois de feu

L'analyse du tableau montre que le charbon de bois, plus professionnalisé, génère entre 75 et 100% des chiffres d'affaires des capitales de quelques pays sahéliens.

Les conséquences de la désertification sont très graves, puisqu'elles entraînent une disparition des terres cultivables, donc une diminution des productions agricoles, aggravation de la pauvreté.



Figure 2 : La vie en pauvreté et la sécheresse

La désertification provoque la migration des personnes vers les villes où l'expatriation. Ces réfugiés environnementaux au Tchad atteignent le taux plus élevé que les autres réfugiés (36,9%) [2]. Selon le rapport du Programme Alimentaire Mondial, 375000 et 1102000 personnes étaient sévèrement affectées respectivement par les sécheresses de 2000 et 2009 [2].

L'afflux continu de ces réfugiés environnementaux dans les zones urbaines entraîne une augmentation dramatique de la vulnérabilité de ces nouveaux arrivants face aux maladies et aux risques naturels [4]. La déforestation contribue également à l'augmentation du CO₂ pourtant éliminé par les arbres considérés comme dépôts de carbones. La désertification a aussi un impact sur la gestion de l'eau en faisant augmenter les besoins en eau potable et de l'irrigation [5].

1.2. Actes du gouvernement et organisations internationales pour lutte contre la désertification

La lutte contre la désertification fait davantage appel à la mobilisation de tous pour restaurer, protéger et valoriser les ressources naturelles afin de satisfaire les besoins des générations actuelles et futures.

En Afrique sahélienne, la prise de conscience remonte depuis la première grande sécheresse de 1970 avec la création du Comité permanent Inter-États de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (CILSS) à Ouagadougou en 1973. Son objectif est de combattre la sécheresse dans le Sahel et de supprimer les obstacles à la réalisation de l'autosuffisance alimentaire.

Le Sommet Planète Terre à Rio de Janeiro en juin 1992 a mis l'accent sur la gestion des forêts. Et enfin la prise de conscience mondiale avec l'adoption de la Convention des Nations Unies sur la Lutte Contre la Désertification en juin 1994.

La création de l'Agence pour l'Énergie Domestique et l'Environnement (AEDE) en 2002, dont les recommandations concernant les conditions d'approvisionnement de la capitale N'Djamena en bois-énergie et la pression démographique croissante observée sur les ressources ligneuses, attirent l'attention du gouvernement de légiférer.

Ainsi le décret n°561/PR/PM/MEE/2004 du 15 novembre 2004 « portant interdiction de l'usage du bois vert et du charbon de bois pour la cuisson des briques » et l'arrêté n°025 du 6 août 2008 « portant interdiction de l'exportation et l'usage du bois et du charbon de bois dans les entreprises sur toute l'étendue du territoire national ».

En août 2008, un nouveau décret interdit l'utilisation du bois et du charbon de bois dans les entreprises sur toute l'étendue du territoire national (République du Tchad, 2008).

En décembre 2008, un autre décret portant mise en place d'un comité interministériel de lutte contre la dégradation de l'environnement et le braconnage entre en vigueur (République du Tchad, 2008). Ce comité interministériel va adopter deux mesures fortes. Il décide rapidement d'interdire la coupe du bois vert ainsi que la production de charbon de bois sur l'ensemble du territoire national. De plus, il annonce la création d'une unité spéciale destinée à faire appliquer la loi sur le terrain, la Brigade Nationale Mobile de Protection de l'Environnement (BNMPE).

En 2008, la création d'une ceinture verte autour de la capitale, N'Djamena, s'accompagne de la construction du siège du Secrétariat exécutif de la Grande muraille verte. Cette ceinture va des berges du Chari à Gassi, à celle de Mara distant de 40 km de long et 200 m de large soit 800 ha de superficie en vue d'inverser la tendance à la dégradation des ressources naturelles et d'offrir de meilleure condition de vie aux populations. Elle a pour effet de lutter contre la désertification en favorisant la restauration du couvert végétal et sa vulgarisation dans l'ensemble des autres villes du pays. Ce projet s'intègre parfaitement au niveau national dans les instruments de mise en œuvre du Plan d'Action National (PAN) pour la lutte contre la désertification, la Stratégie Nationale de la Diversité Biologique (SNDB), la Stratégie Nationale de la Croissance et de la Réduction de la Pauvreté (SNRP) et le Programme Nationale de Sécurité Alimentaire (PNSA). La figure 3 montre les quelques espèces d'arbres plantés.



Figure 3: Les plantes de la ceinture verte du côté nord-ouest

Sur le plan régional, ce projet a contribué à servir de base pour la mise en œuvre de l'initiative « Grande Muraille Verte » de l'Union Africaine qui va de Dakar à Djibouti et auquel le Tchad a souscrit. Il permet aussi de renforcer le contrôle de la dégradation des terres et de la lutte contre la désertification, objet de la Commission des Forêts d'Afrique Centrale (COMIFAC).

L'organisation à N'Djamena fin 2010 de la session Afrique du 8^e Forum Mondial du Développement Durable, consacrée à la sauvegarde du lac Tchad et la création en 2010 d'une nouvelle aire protégée (parc national de Sena Oura) illustrent l'attention particulière accordée au problème du changement climatique par les autorités. En 2012, cet engagement environnemental se concrétise par l'inscription au patrimoine de l'humanité des lacs sahariens de l'Ennedi par l'Unesco. La figure 4 illustre la mobilisation du discours fédérateurs sur l'environnement concernant l'avancée du désert.



Figure 4 : Mobilisation contre l'avancée du désert

L'objectif affiché par toutes ces mesures gouvernementales est de favoriser le maintien du couvert végétal pour éloigner le spectre de la désertification. Or les ressources ligneuses représentent l'unique source d'énergie pour une écrasante majorité de la population des États sahéliens en forte croissance. Au Tchad la consommation du bois-énergie est passée de 2,3 millions de tonnes en 1990 à 4,5 millions en 2010, soit une augmentation de 85% en deux décennies [2].

2.3. Moyens traditionnels de lutte contre la désertification

Pour faire face à l'avancée du désert au Tchad, les habitants majoritairement démunis ont développé de multiples stratégies permettant de réduire la quantité du bois ou charbon de bois. De plus, la pauvreté de la population et le déficit criant d'infrastructures publiques en milieu rural ne favorisent pas le remplacement des produits ligneux par des sources énergétiques modernes.

2.3.1. Les noix de palmier dom et les résidus des récoltes

Les combustibles de substitution sont utilisés de manière croissante, comme la noix de palmier dom, les déjections animales séchées et les résidus des récoltes, etc. Ils offrent le double avantage d'être gratuits et renouvelables. La figure 5 montre que les noix sèches de palmier dom (*Hyphaenethebaica*) récoltées et utilisées en combustible de substitution.



Figure 5 : Les noix sèches de palmier doum

2.3.2. Les bois sec et le charbon de bois

La figure ci-dessous montre que le débardage des épineux lors de la saison sèche qui procure quelques fagots indispensables à la cuisson des aliments.



Figure 6 : Les morceaux des branches mortes [3]

2.3.3. Les foyers améliorés

Les foyers traditionnels sont des foyers ouverts appelés «trois pierres» ne valorisant que 15 % du bois brûlé, le reste est perdu en fumée et en chaleur. Les foyers améliorés à bois et à charbon de bois de la deuxième génération permettent d'augmenter leur rendement à 30% [1]. Le principe général est d'optimiser le rendement énergétique en ayant un foyer fermé pour concentrer la chaleur sur la marmite. Chaque type de foyer (banco, métallique et céramique) présente ses spécificités en fonction de coût, de durabilité, de facilité de fabrication et d'entretien, d'acceptabilité par la population.

a. Foyer en banco

Le foyer amélioré dit banco se fabrique à partir de matériaux disponibles : terre argileuse, eau ainsi qu'éventuellement d'autres matériaux (paille, cendre, etc..). L'efficacité du foyer banco dépend du bon mélange des matériaux adaptés aux caractéristiques du sol local.

Le diamètre d'un foyer est spécifique au diamètre d'une marmite, il est donc important au préalable d'avoir au minimum deux foyers de taille variée par ménage, adaptée au diamètre des marmites communément utilisées.



Figure 7: Deux modèles de foyer amélioré en banco

L'avantage de ce foyer est l'autonomie des ménages et la gratuité.

Par contre ses inconvénients sont :

- Usure donc entretien régulier nécessaire (réparation des fissures) ;
- Utilisation sous un abri en saison de pluie ;
- Sa durée de vie est variable selon la qualité de combustible.

b. Foyer Métallique

Les foyers dits « métalliques » sont entièrement fabriqués avec du métal, la nature et la qualité de ce dernier dépendent des disponibilités dans la région. Ces foyers nécessitent une fabrication en atelier par des artisans forgerons préalablement formés à la technique. L'efficacité et l'acceptation du foyer dépend de son design et de la qualité de sa fabrication. La plupart des foyers métalliques sont fabriqués localement, assurant ainsi la pérennité de l'initiative.



Figure 8 : Deux modèles de foyer métallique

Ce foyer présente de nombreux avantages qui sont entre autres :

- Activités génératrices des revenus (pour les artisanats et les forgerons) ;
 - Foyer mobile, s'adaptant aux conditions climatiques ;
 - Foyer plus résistant que le foyer banco (durée de vie de plusieurs années), et nécessite peu d'entretien ;
 - Taille adaptable aux diamètres des marmites.
- Et quelques inconvénients suivants :
- Métal pas toujours disponible localement ;
 - Coût du foyer (faible si local, cher si le foyer est importé) ;
 - Risque de brûlure des enfants (l'extérieur est brûlant).

c. Foyer mixte métallique-céramique

Le foyer mixte métallique-céramique ou sable se compose d'un foyer en métal et de la céramique (banco cuit) à l'intérieur ou du sable, isolant le métal de la cheminée de combustion.

Cela permet de conserver au maximum la chaleur par conséquent d'économiser plus de bois et d'éviter aussi des brûlures. Plusieurs modèles de ces foyers ont été déjà testés, tel que le foyer centrafricain (métal+argile mélangé à de la bouse) expérimenté à l'ouest du Tchad par les ONG (Organisations Non Gouvernementales). Il a été source d'inspiration du foyer Afrah développé à l'Est du Tchad courant 2010 qui a permis de réduire autant de bois que le foyer Save 80 (importé d'Europe et largement distribuer dans les camps de réfugiés).



Figure 9 : Trois modèles de Foyer mixte métallique-céramique

Les avantages sont :

- Utilisation de casseroles de toutes tailles ;
- Meilleure économie en bois (environ 50%) ;
- Foyer céramique très résistant, durée de vie plus longue que les autres types de foyers améliorés.

Les inconvénients sont :

- Foyer amélioré plus onéreux ;
- La fabrication énergivore (manipulation du métal plus la cuisson de la céramique).

2.4. Les moyens modernes de lutte contre la désertification

Le gaz butane, rendu public par le décret N° 034/PR/MMEP/2000 du 07/07/2000 portant création d'un fond gaz pour le soutien du programme de substitution de bois-énergie par le gaz, apparaît comme une solution appréciable de lutte contre la désertification mais reste encore cher (la grande bouteille de 12,5 Kg non subventionnée coûte plus de 15 000 F CFA).



Figure 10 : Images de quelques bouteilles de butane subventionnées [3]

On note la présence de quelques rares points de vente de gaz dans les grandes villes du Tchad souvent mal approvisionnés qui ne facilitent pas la recharge du gaz et la méfiance de la population vis-à-vis des risques importants de l'explosion de bouteille à gaz.

2.4.1. Four à gaz et four électrique

Ils ne diffèrent que par leur source d'alimentation : le gaz et l'électricité.



Four à gaz

four électrique

Figure 11: Fours à gaz et électrique

Le four à gaz présente quelques avantages tels que la faible consommation d'énergie (le coût du gaz est moins que celui de l'électricité), donc très économique et son allumage automatique sur certains modèles. En revanche, la bonbonne de gaz doit être rechargée régulièrement et son entretien est beaucoup plus délicat. En effet, le nettoyage se fait par le procédé de catalyse très coûteux.

Un four électrique présente une installation et un entretien faciles. Cependant, il comporte aussi des points négatifs tels que sa consommation d'énergie plus élevée qu'un four à gaz et son procédé de nettoyage par pyrolyse.

Les fours ne sont pas à la bourse des tchadiens à cause du prix du gaz et d'électricité (cher et inexistant).

2.4.2. Réchauds à pétrole

Les réchauds à pétrole diffusés dans les autres pays sahéliens sont de type Thomas Cup à mèche. Ils sont préférés aux foyers à pression, qui posent très souvent des problèmes d'utilisation. La diffusion de réchauds à pétrole nécessite en effet la mise en place d'une filière d'importation et de distribution des produits, qui n'existe pas encore à l'heure actuelle. Elle est également conditionnée, comme pour le gaz butane, par le prix des produits pétroliers, par rapport à ceux du bois et du charbon de bois.

Par ailleurs, il est souhaitable, à moyen et long terme, d'utiliser les autres énergies renouvelables que la biomasse telles que le solaire, le biogaz, l'éolien, etc... en priorisant le solaire [3].

2.5. Cuisers solaires comme moyen de protection de l'environnement

2.5.1. Energie solaire

L'énergie solaire qui atteint la terre par radiation est vaste et dépasse plus que 1000 fois la consommation mondiale en énergie. Malheureusement l'homme n'a pas trouvé une solution économique pour la transformer en forme utile. Le panneau solaire transforme directement la radiation solaire en courant électrique. Mais sa production est onéreuse et destinée pour des sites isolés ou encore des petites consommations.

Le capteur thermique exploite les rayons solaires de deux façons :

- directement (chauffage des maisons, cuisson des aliments) ;
- indirectement (comme la production de vapeur d'eau entraînant les turbo-alternateurs de centrale électrique).

Les fours solaires (séchoir et cuiseur) utilisent directement la thermie du soleil. Les différents fours présentés sont fabriqués localement au Tchad par une entreprise privée (Promosol).

2.5.2. *Le séchoir solaire*

Les séchoirs solaires sèchent les aliments plus vite et plus sainement que les méthodes traditionnelles d'exposition sur les routes ou les toits. Leur principe de fonctionnement est que le collecteur capte l'énergie solaire et l'air chaud s'élève jusqu'à la chambre de séchage où les produits sont disposés sur des claies superposées. Il existe de variétés de séchoirs :



Séchoir pyramide

Séchoir armoire

Séchoir Tunnel

Séchoir avec four UNLOG

Figure 12 : Différentes formes de séchoir [Promosol]

2.5.3. *Cuiseurs solaires*

Un cuiseur solaire est un appareil de cuisson basé sur la transformation en chaleur des rayonnements émis par le Soleil. Il utilise la technique de la concentration des rayons solaires et du transfert thermique. C'est une vieille technique datant de l'antiquité mais qui a subi beaucoup d'améliorations jusqu'à nos jours. Il existe différents modèles de cuiseurs solaires :



Four en boîte

Cuiseur parabolique

Cuiseur en panneau

Figure 13 : Différentes formes de cuiseurs solaires [6]

II. RESULTATS ET DISCUSSIONS

- Etude comparative des moyens de cuisson

Le système de cuisson dans les ménages tchadiens est essentiellement basé sur les combustibles d'origine ligneuse plus 90% [2] et moins 10% entre le gaz et l'électricité. Au cours des 20 dernières années, la consommation domestique individuelle de charbon à N'Djamena par exemple a été multipliée par trois, tandis que la consommation de bois de feu a été divisée par cinq [7]. Ce système de cuisson provoque plus de déboisement et de la pollution de l'air par conséquent la désertification.

Tableau 2 : Etude comparatif des sources de chaleur

Source d'énergie	Avantages	Inconvénients
Bois-énergie et Charbon de bois	<ul style="list-style-type: none"> • Energie fossile solide • Disponible dans des nombreux pays • Gisements très importants 	<ul style="list-style-type: none"> • Energie non renouvelable et très couteuse à extraire • Energie fossile très polluante • Production du dioxyde de carbone.
Gaz	<ul style="list-style-type: none"> • Extraction moins énergétique • Combustible fossile peu polluant • Transport facile grâce aux gazoducs 	<ul style="list-style-type: none"> • Parfois explosif • Incolore et inodore • Peu dense
Cuiseurs Solaires	<ul style="list-style-type: none"> • Gratuité • Usage multiple • Economie d'argent • Santé : cuisiner sans fumer • Cuisson soignée à température basse • Sécurité • Technologie simple et durable • Diminution de la production de CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de fonctionnent la nuit, les jours nuageux ou les jours de l'harmattan • Certains modèles peu résistants à la pluie • Réflexions gênantes sur certains modèles

L'analyse environnementale de ce tableau, indique que les cuiseurs polluent moins que les autres sources de chaleur.

Les cuiseurs sont fabriqués à base des matériaux locaux de récupération par conséquent ils ne contribuent pas à la destruction de l'environnement comme la fabrication de charbon-bois. La source d'énergie primaire du cuiseur est gratuite (soleil) par rapport au gaz (recharge) à l'électricité (facture d'électricité) ou bois-énergie (achat et transport). En revanche, l'alternance du jour et de la nuit et le temps nuageux limitent l'utilisation du cuiseur solaire, par conséquent, il faut le suppléer par une autre source de chaleur moins polluante (gaz).

- Comparaison de dioxyde de carbone dégagé

D'après le FAO, un africain consomme quotidiennement en moyenne 1,25 kg de bois pour préparer sa nourriture. La consommation annuelle d'une famille africaine moyenne de 6 personnes équivaut à 2738 kg de bois/an/ménage, soit 4 tonnes de CO₂ émis.

En effet, La composition approximative de bois est de 80% de matières organiques (carbone 50%, oxygène 43%, hydrogène 5% et azote 2%) et 20% de matières minérales. Sachant que 12 g de carbone brûlés produisent 44 g de dioxyde de carbone et 1000 g de bois brûlés correspondent à 400 g (1000*50%*80%) de carbone émis alors 1000 g de bois brûlés dégageront 1,47 Kg de CO₂. Ainsi pour une consommation annuelle de 2738 Kg de bois par ménage africain, 4024 Kg de CO₂ seront émis.

La dernière étude menée par la fondation Terra pour le modèle de barbecue solaire AISol K14 rend compte de 143 Kg de CO₂ émis durant le cycle de vie complet d'une parabole de cuisson solaire en aluminium (réflecteurs) et en acier (structure) [8].

Dans les pays qui utilisent le bois pour la cuisson elle contribuera à éviter au cours de sa durée de vie la combustion de 30,796 tonnes de bois et le rejet dans l'atmosphère de 45,270 tonnes de CO₂ sur la base d'une utilisation quotidienne 75% du temps! [8].

Les cuiseurs solaires peuvent être produits dans le pays où ils vont être utilisés et créer de l'emploi. Seuls les réflecteurs d'aluminium doivent être importés.

III. CONCLUSION

La désertification constitue aujourd'hui un problème majeur d'environnement et aussi de développement à l'échelle planétaire qui n'épargne aucun continent. Elle affecte l'environnement et le mode de vie de la population par ses effets plus globaux. Face à ce fléau, le Gouvernement du Tchad a mis en œuvre certes plusieurs mesures salutaires pour contrecarrer la déforestation telles que la création de la ceinture verte, l'interdiction de la coupe des arbres et de la production du charbon de bois, la subvention du gaz mais hélas ces mesures n'ont pas fortement réduit l'utilisation de bois-énergie.

En effet, les sources d'énergie actuellement utilisées pour la cuisson des aliments produisent les gaz à effet de serre qui contribuent également à la dégradation de l'environnement. Ainsi pour atténuer l'émission de ces gaz et la fabrication de charbon de bois, l'utilisation de capteurs thermiques solaires peut s'avérer être la solution la plus écologique pour la cuisson des aliments et les chauffages des eaux sanitaires et des habitations. L'énergie solaire peut être un important levier de lutte contre la pauvreté, en particulier en milieu rural. Une subvention de l'Etat concernant l'achat des cuiseurs solaires permettra leur vulgarisation dans les zones urbaines et rurales.

Protéger l'environnement, c'est créer le socle d'un développement harmonieux et durable pour répondre aux nouveaux Objectifs du Millénaire pour le Développement (ODD : Objectifs du Développement Durable). En effet, la protection et la préservation de l'environnement sont des conditions nécessaires pour aider les pauvres qui dépendent directement des ressources naturelles pour vivre.

IV. BIBLIOGRAPHIE

- 1- **MERCIER Jean-Roger**, la déforestation en Afrique, Situation et perspectives, Edisud, 1991, pp. 176
- 2- **Robert Houli et Fourissala Jean Gormo**, Changement climatique et migration dans la bande sahéenne du Tchad, Locus : revista de história, Juiz de Fora, v. 18, n.02, 2013 pp. 163-180
- 3- **Bois énergie**, lutte contre la pauvreté et environnement au sahel, collection : les publications du PREDAS, <http://www.cilss.bf/predas/publications/Bois%20energie%20pauvrete.pdf>, consulté le 21/10/15.

4- **Pierre OZER, Yvon-Carmen HOUNTONDJI, Abdoul Jelil NIANG, Salifou KARIMOUNE, Ousmane LAMINOU MANZO et Marc SALMON,** désertification au sahel : historique et perspectives, BSGLG, 54, 2010, pp. 69-84

5- **Séminaire International** Sur la Lutte Contre la Désertification : Ressources en eau douce et réhabilitation des terres dégradées dans les zones arides, Ndjamena, chad 30 octobre au 4 novembre 2000, 1^{ère} édition 2002 UNESCO, Division des Sciences Ecologiques, 1, rue Miollis 75352 Paris 07 SP, France Fax : (33-1) 45 68 58 04 <http://www.unesco.org/mab>

6- **Promosol,** Cuiseur solaire, Assemblée Chrétienne au Tchad, Ndjamena

7- Ministère de l'Environnement et de l'Eau, Plan Directeur d'Approvisionnement en énergie domestique de Ndjamena, Novembre 2002, pp. 69

8- **Atlas de la Cuisine Solaire :** L'amortissement écologique et économique d'un barbecue solaire ou four parabolique solaire, disponible sur http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http%3A%2F%2Fatlascuisinesolaire.com%2Famortissement_ecologique_economique.php, consulté le 21/10/15

9- **Charlotte Lécuyer,** Évolution de la désertification en Afrique de l'Ouest, rapport de stage de Master 1 d'agronomie à l'Institut de Recherche pour le Développement de France, Janvier-février 2012, pp. 101

10- **Les énergies renouvelables au profit des populations sahéniennes :** Les solutions du CILSS, disponible sur http://www.cilss.bf/predas/publications/Energies%20renouvelables_les%20solutions%20du%20CILSS.pdf, consulté le 21/10/15

11- **Site de PREDAS,** disponible sur http://www.cilss.bf/predas/article.php3?id_article=77, consulté le 21/10/15

Les Complications obstétricales chez les grandes multipares en salle de travail et dans le post-partum immédiat dans les Hôpitaux Universitaires de Yaoundé

L. FOUMSOU^{1,2}, P.N.NANA¹, R. MBU¹, N. FOMULU¹, R.I.J LEKE¹.

1. *Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales de Yaoundé*

2. *Faculté des Sciences de la Santé Humaine à N'Djaména.*

Auteur correspondant : FOUMSOU Lhagadang, - Faculté des Sciences de la Santé Humaine de N'Djaména, Tchad.

Email : foug15@yahoo.fr - Tél : 00235 66 34 79 41/ 99 29 58 89.

Résumé

Objectif : déterminer les complications Obstétricales chez les grandes multipares dans les Hôpitaux Universitaires de Yaoundé.

Matériels et méthode : nous avons réalisé une étude prospective, descriptive dans les Hôpitaux Universitaires de Yaoundé (Cameroun). La période d'étude s'étendait du 01 Décembre 2007 au 31 Juillet 2008 (08 mois). Pendant cette période d'étude, nous avons recruté toutes les grandes multipares dont l'âge gestationnel était supérieur ou égal à 28 semaines, qui étaient admises en salle d'accouchement dans l'un desdits hôpitaux. Ces femmes ont été suivies pendant le travail et les deux premières heures du post-partum.

Résultats : la fréquence des accouchements chez les grandes multipares était de 4,9%, soit 1 pour 20 accouchements. L'âge moyen était de 36 ans 2 mois avec des extrêmes de 28 à 47 ans. La majorité des parturientes était mariée (80%) et du niveau d'instruction secondaire (44%). La plupart des parturientes, 221/269 cas ont accouché à terme, soit 82,2% et la présentation était céphalique dans 90 % des cas. Selon le mode d'accouchement, il était par voie basse dans 74 % des cas et par césarienne dans 26 % des cas. Les complications étaient dominées par l'atonie utérine qui était observée dans 57 cas, soit 55,9 %. Dans 53 % des complications, la prise en charge était faite par massage utérin, ocytocine et l'hystérectomie d'hémostase était réalisée dans 3,9% des cas. L'évolution des complications était favorable dans 98,1% des cas.

Conclusion : l'atonie utérine était la complication obstétricale la plus observée chez nos parturientes grandes multipares. La réduction de sa fréquence passe par une bonne surveillance du travail, une meilleure gestion active de la troisième période de l'accouchement et un suivi adéquat de la période du post-partum immédiat.

Mots clés : Grande multipare, Complications obstétricales et Yaoundé

Abstract

Objectives: To determine obstetrical complications in big - multiparous women in Yaoundé teaching Hospitals.

Materials and methods: We carried out a cross sectional prospective, study in the teaching hospitals of Yaoundé (Cameroon). The study period extended from 1st of December 2007 to 31st of July 2008 (08 months).

During this period, all grand-multiparous women admitted in labour with gestational age greater or equal to 28 weeks, in any of the hospitals were recruited. These women were monitored in labour and 48 hours into the post-partum.

Results: The prevalence of delivery amongst grand-multiparous women was 4.9% or 1 in 20 deliveries. The age of grand-multiparity varied between 28 and 47 years with a mean of 36 years \pm 2 months. Most of the parturient were married (80%) and had attended a secondary level of education (44%). Most of the parturient delivered at term (221/269 or (82.2%). The presentation was cephalic in 90 % of cases. Delivery occurred vaginally in 74% of the parturient and by caesarean section in 26 % of cases. The predominant complication was uterine atony seen in 55.9 % of cases. In 53 % of the complications management consisted on uterine massaging and oxytocin administration. The outcome of the management of the complication was successful in 98.1% of the cases.

Conclusion: uterine atonia was obstetrical complication the most observed to our big multiparous. The reduction of its frequency crosses by a good surveillance of labour, an active management of the third period of delivery and adequate follow up of immediate period post partum.

Keywords: *Big multiparity, Obstetrical complications, Yaoundé.*

Introduction

D'après l'OMS, la morbidité maternelle grave est 6 à 10 fois plus fréquente que la mortalité maternelle et conduit parfois non seulement à la mort mais à des handicaps dont certains aboutissent au rejet social de la femme [15,16]. Une femme enceinte en Afrique ou en Asie du Sud est exposée pendant sa grossesse et à l'accouchement à un risque de décès qui peut être jusqu'à 200 fois supérieur à ce que court une femme dans un pays industrialisé [16].

Chaque minute dans le monde 380 femmes deviennent enceintes, 110 femmes subissent une complication de la grossesse et une femme meurt d'une complication d'accouchement.

Au Cameroun toutes les deux heures : 1 femme meurt d'une cause liée à la grossesse, l'accouchement ou les suites de couches, le taux national de mortalité maternelle est de 669 pour 100 000 naissances vivantes [6]. Les principales causes obstétricales directes de la mortalité maternelle dans le monde sont connues. Certaines de ces complications obstétricales sont évitables si des mesures appropriées sont prises lors du suivi de la grossesse, de l'accouchement et pendant le post-partum.

Notre objectif était de déterminer les complications obstétricales chez les grandes multipares.

I- Matériels et méthode

Il s'agissait d'une étude descriptive, prospective des complications obstétricales chez les grandes multipares dans les hôpitaux universitaires de Yaoundé (CHU, HCY, HGY, HGOPY). Notre période d'étude était de 08 mois allant du 01 Décembre 2007 au 31 Juillet 2008.

Elle avait concerné toutes les grandes multipares dont l'âge gestationnel était de 28 semaines de grossesse, admises en salle de travail dans les différents hôpitaux universitaires de Yaoundé. Les données ont été recueillies à l'aide d'une fiche de collecte des données.

Pour chaque cas les paramètres suivants étaient étudiés : l'âge de la patiente ; le statut matrimonial et la profession ; le niveau d'instruction ; les antécédents gynécologiques et obstétricaux ; parité > 5; les pathologies survenues au cours de la grossesse ; l'âge gestationnel, le mode d'accouchement ; les complications obstétricales observées au cours du travail, de l'accouchement des premières 48 heures du post ó partum, leur prise en charge et le devenir maternel et fò tal.

Les critères d'inclusion étaient les suivants : parité > 5, patiente admise à la maternité de l'un, des hôpitaux ci-dessus cités pour l'accouchement ; âge gestationnel supérieur ou égal à 28 semaines de grossesse, patiente référée pour des complications obstétricales. Ont été exclues de notre étude toutes les patientes dont la parité \leq 5, l'âge gestationnel inférieur à 28 semaines de grossesse, ayant accouché dans une autre structure que celles citées ci-dessus et ayant refusé de participer à l'étude.

L'analyse des données était faite grâce au logiciel Epi ó Info version 6.0 et présentées sous forme des tableaux, histogrammes et camembert.

II- Résultats

Les aspects épidémiologiques

- Fréquence des accouchements chez les grandes multipares.

Pendant notre période d'étude, 5469 accouchements ont été enregistrés parmi lesquels 269 accouchements chez les grandes multipares soit une fréquence de 4,9% ou soit 1 pour 20 accouchements.

- Répartition selon la tranche d'âge

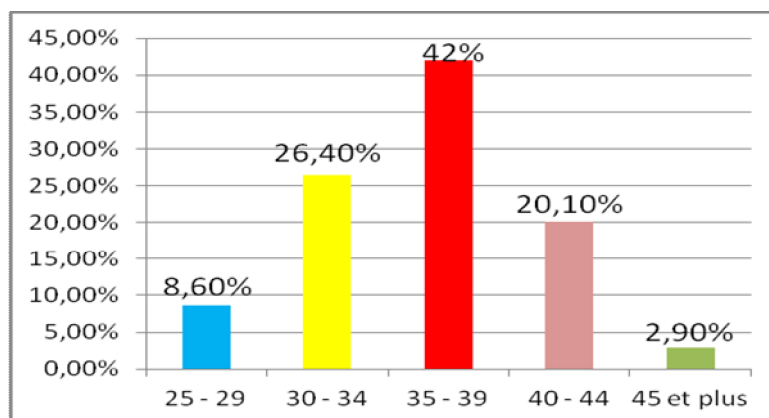


Figure1 : Distribution en fonction de la tranche d'âge.

L'âge des patientes variait de 28 à 47 ans avec un âge moyen de 36 ans et 2 mois.

La tranche d'âge la plus touchée était celle de 35 ó 39 ans (42%), 23 % des femmes ont accouché après 40 ans soit 1/5 accouchements chez les grandes multipares.

Les aspects thérapeutiques et pronostiques

- Mode d'accouchement

Nos parturientes ont accouché par voie basse dans 74 % des cas (199/269) et par césarienne dans 26 % des cas (70/269). Dans notre série, les accouchements prématurés avaient représenté 3,7% de l'ensemble d'accouchements ; 82,2% des parturientes grandes multipares avaient accouché à terme.

- Répartition selon les indications de césarienne

Tableau I : Distribution en fonction des indications des césariennes

Indications	Effectif	Pourcentage
Disproportion fò to ó pelvienne	17	24,3
Placenta prævia	15	21,4
Présentation transverse	10	14,3
HRP	06	8,5
Utérus cicatriciel et macrosomie	06	8,5
Prééclampsie et éclampsie	05	7,1
Utérus bicatriciel	04	5,8
Souffrance fò tale aiguë	04	5,8
Procidence du cordon	03	4,3
Total	70	100

Les indications de césarienne ont été dominées par la disproportion fœto pelvienne (24,3 % des cas) suivie du placenta Prævia (21,4 % des cas). Cette disproportion fœto pelvienne était causée par la macrosomie fœtale dans 90% des cas.

- Répartition des complications pendant le travail et le post-partum

Tableau II : Complications pendant le travail et le post-partum chez les grandes multipares

Type de complication	Effectif	Pourcentage
Atonie utérine	57	55,9
Endométrite	15	14,7
Rétention des débris placentaires	12	11,7
Rupture utérine	06	5,8
Eclampsie	05	4,9
Déchirure du col	04	4
CIVD	03	3
Total	102	100

Sur les 269 grandes multipares, 102 ont présenté des complications soit 37,9 % des cas. La majorité de ces complications était représentée par l'atonie utérine (55,9%) des cas. Les facteurs de risque d'atonie utérine étaient : la surdistension de l'utérus (la macrosomie : 18,3%), l'épuisement musculaire utérin (grande multiparité) et la distorsion fonctionnelle ou anatomique de l'utérus (utérus fibreux).

- Prise en charge des complications

Dans notre travail, 54 cas des complications observées soit 53 % ont bénéficié d'un traitement par massage utérin et d'utérotoniques par voie parentérale, suivi de l'association massage utérin, utérotoniques (syntocinon en IV et misoprostol en intra - rectale), révision utérine et l'antibiothérapie dans 14,7 % des cas. Nous avons réalisé 04 hystérectomies d'hémostase soit 3,9%

L'évolution de nos parturientes était favorable dans 98,1 % des cas (100/102). Nous avons enregistré deux cas de décès soit un taux de létalité maternelle de 0,74 %. Parmi nos deux cas de décès, l'une des causes était la coagulation intra-vasculaire disséminée et l'autre était la rupture utérine compliquée d'anémie sévère.

- Répartition des morts à nés et nouveau à nés vivants décédés dans les 07 premiers jours de vie.

Tableau III : Mortalité périnatale

Mortalité périnatale	Effectif	Pourcentage
Morts -nés (MFIU)	7	2,6
Mortalité intra -partum	2	0,7
Mortalité néonatale précoce	8	3
Total	17	6,3

Dans notre étude 17 cas de décès fœtaux étaient observés soit une mortalité périnatale de 6,3% (17/269). La MFIU a été la plus représentée avec 7 cas (7/ 269 soit 2,6 %).

III- Discussion

Les aspects épidémiologiques

- La fréquence

La fréquence des accouchements chez les grandes multipares dans notre étude était de 4,9%. Le taux obtenu dans notre série est voisin de celui de Sène [18] au Sénégal qui rapporte un taux de 4%, il est supérieur à celui de Delaby. [3] à Lille en France qui obtient une fréquence de 3,1% mais inférieur à celui de Roman [17] à l'île de la Réunion qui est de 10 %.

- L'âge

L'âge moyen dans notre série était de 36,2 ans. La tranche d'âge la plus touchée était celle de 35 ó 39 ans (42 %). L'âge moyen obtenu dans notre étude est similaire à celui de Delaby [3] qui rapporte un âge moyen de 36,4 ans. Cet âge moyen est supérieur à celui de Nasah [12] en 1982 qui retrouve un âge moyen de 27 ans chez les grandes multipares au Cameroun. La différence observée entre l'âge moyen obtenu dans notre étude et celle de Nasah serait due au fait qu'à l'heure actuelle les filles ont tendance à faire de longues études, ne se marient pas tôt, font recours à la planification familiale par des mesures contraceptives et par conséquent commencent leurs maternités tardivement.

Les aspects cliniques

- L'âge gestationnel

La prévalence des accouchements à terme chez les grandes multipares varie de 80 à 93 % selon les auteurs [10]. Nous avons rapporté un taux d'accouchement à terme de 82,2 % qui concorde avec les données de la littérature. Notre taux est proche de celui de Roman [17] qui rapporte un taux d'accouchement à terme de 80,2 %.

Les aspects thérapeutiques et évolutifs

- Le mode d'accouchement

La fréquence des accouchements par voie basse et des césariennes évaluées respectivement à 74% et 26 % sont comparables aux taux de 75,3% (accouchements par voie basse) et 24,7% (césariennes) rapportés par Bianco [1], et aux taux de 70,4% (accouchements spontanés) et 29,6 % (césariennes) rapportés par Gilbert [5]. Notre taux de césarienne est supérieur à ceux de Delaby, Diallo et de Roman [3, 4, ,17] qui ont rapporté respectivement des taux de 17,2 %, 16,6 % et 21%. Les indications de césarienne étaient dominées par la disproportion fõ to ó pelvienne qui représentait 24,3 % suivie du placenta prævia dans 21,4% des cas.

- Les complications obstétricales

Les facteurs de risque d'atonie utérine sont : la surdistension de l'utérus (les grossesses multiples, hydramnios et la macrosomie), l'épuisement musculaire utérin (travail rapide, travail prolongé, grande multiparité) et la distorsion fonctionnelle ou anatomique de l'utérus (utérus fibreux, placenta prævia, anomalies utérines) [19]. Dans notre contexte où l'utérus est devenu fibreux à cause de la grande multiparité accompagnée d'un taux de macrosomie de 18,3%, l'atonie utérine était la complication la plus représentée dans notre série (55,9%). Notre taux est voisin de celui de Tiéba [21] au Mali qui est de 49,3 % dans une série de 488 patientes reçues pour hémorragie du post- partum dont 45,9 % des cas étaient des grandes multipares et multipares. Des saignements abondants surviennent lorsque, pour une raison quelconque, l'utérus est incapable de se contracter suffisamment pour mettre fin au saignement dans la zone placentaire [2, 11, 19].

La rétention des débris placentaires ou des caillots sanguins, ou encore des lésions des voies génitales peuvent causer des pertes sanguines importantes après l'accouchement, si le diagnostic n'est pas posé rapidement après l'accouchement. Une coagulation anormale, par elle-même, peut déclencher des pertes sanguines excessives ou se combiner à d'autres processus [19].

- La prise en charge des complications

La prise en charge des complications observées chez nos parturientes a été faite dans la majorité des cas par le massage du fond utérin et les ocytociques (53 % des cas). Le massage intense et constant du fond utérin permet d'obtenir une rétraction utérine et un globe de sécurité. En plus du massage utérin on administre des utérotoniques (Syntocinon et misoprostol) pour obtenir une meilleure rétraction de l'utérus [2, 10, 18, 20]. Notre taux de prise en charge par massage utérin du fond et l'utilisation des ocytociques est similaire à celui de Keita [6] qui obtient un taux de 54,2%. Nous avons eu recours à 15 cas de révision utérine soit 14,7%.

Nous avons réalisé 3,9% d'hystérectomie d'hémostase. Notre taux est proche de celui de Kouam [8] qui rapporte un taux de 3% d'hystérectomie d'hémostase chez les grandes multipares mais inférieur à ceux de Tiéba et [21] et Keita [7] qui obtiennent respectivement des taux de 7,78 % et 6,3 % d'hystérectomie d'hémostase. Nayama [13] dans une série de 41 hystérectomies d'hémostase rapporte que les grandes multipares étaient les plus touchées (24/41 cas) dans 58,5 % des cas.

- L'évolution des complications maternelles et fœtales

L'évolution était favorable après prise en charge dans 98,1% des cas et nous avons enregistré deux décès maternels soit un ratio de mortalité maternelle de 0,74 %.

Un des cas de décès était dû à une rupture utérine compliquée d'anémie sévère et la deuxième cause du second décès était une coagulation intravasculaire disséminée.

Dans notre série la mortalité périnatale est dominée les morts fœtales in utero qui représentent 2,6 % de la mortalité fœtale chez les grandes multipares. Notre taux est proche de celui de Roman [17] qui retrouve un taux de 2,2 % de morts fœtales in utero dans une série de 541 grandes multipares. De même Roman avait noté que l'âge maternel avancé qui était souvent associé à la grande multiparité est un facteur de risque des morts fœtales in utero malgré les progrès récents de l'obstétrique et de la néonatalogie visant à diminuer ce risque.

IV- Conclusion

L'étude du travail d'accouchement chez les grandes multipares a permis de connaître l'indication dominante de césarienne dans ce groupe, qui est la disproportion fœto-ó pelvienne causée par la macrosomie fœtale et de déterminer la principale complication du post-partum qui est l'atonie utérine qui doit être prise en charge de façon adéquate.

La réduction des complications obstétricales chez les grandes multipares passe par un meilleur suivi de ces grossesses à risque, une bonne surveillance du travail, une meilleure gestion active de la troisième période de l'accouchement et un suivi adéquat de la période du post ó partum immédiat.

V- Bibliographies

1. **Bianco A., Stone J., Lynch L., Lapinski R., Berkowitz G., Berkowitz R.** Pregnancy outcome at age 40 and older. *Obstet Gynécol* 1996; 87: 917-922.
2. **Confédération Internationale des Sages-femmes (ICM) et la Fédération Internationale de Gynécologie et d'Obstétrique (FIGO).** Déclaration de principe commune internationale No 136, novembre 2003 : prise en charge du troisième stade du travail pour prévenir l'hémorragie du post-partum. *J Obstet Gynaecol Can* 2003; 25(11) : 954-65.
3. **Delaby J., Vandewalle L., Fromageot J., Vanderstichèle S., Roumilhac M., Subtil D. et al.** Les grandes multipares. Aspects médicaux, sociaux, culturels et psychologiques au CHR de Lille. *J Gynécol. Obstet Biol Reprod* 1999 ; 28 : 498-503.
4. **Diallo F.B., Diallo M.S, Bangoura S., Diallo A.B., Camara Y.** Césarienne = Facteur de réduction de Morbidité et de Mortalité fœto-maternelle au Centre Hospitalier Universitaire IGNACE DEEN de Conakry (Guinée). *Méd. d'Afr. Noire* 1998; 45 (6) :359 ó 364.
5. **Gilbert W., Nesbitt T., Danielsen B.** Childbearing beyond age 40 pregnancy outcome in 24032 cases. *Obstet Gynécol.* 1999; 93 : 9-14.
6. **Institut National de la Statistique du Cameroun.** Les statistiques hospitalières et des Enquêtes Démographiques et de Santé du Cameroun 2004 (EDSC 2004) : 200p.
7. **Keita S.** Etude des hémorragies du post-partum dans le service de gynécologie-obstétrique de l'Hôpital du Point G ó Bamako 1991-2001. Thèse de Doctorat en Médecine 2003.
8. **Kouam L., Dongmo R., Doh AS., Ngassa P.C, Wamba Temgoua M.** Hystérectomie obstétricale d'urgence : à propos de 31 cas au CHU de Yaoundé. *Méd.d'Afr. Noire* 2003 : 343-349.
9. **Lansac J., Berger C., Magnin G.** Diagnostic et conduite à tenir devant une grossesse qui saigne au troisième trimestre. *Obstétrique pour le praticien.* Paris 3^{ème} Edition 1997 : 281 ó 291.
10. **Levy G., Goffinet F., Subtil D., Sommé A. Ardiet E., Depret-Mosser S. et al.** Recommandations pour la pratique clinique : hémorragies du post-partum immédiat. *J Gynécol. Obstet Biol Reprod* 2004 ; 33(8) : 43 ó 46.
11. **Muteganya D., Sindayirwanya J.B., Ntandikiye C., Ntunda B., Rufyikiri Th.** Les hystérectomies obstétricales au CHU de Kamengé - Une série 36 cas. *Méd. d'Afr. Noire*: 1998, 45 (1) P. 11-14.

12. **Nasah Tatchwenglie B., Drouin P.** Care of the mother in the tropics. Centre de l'Édition et Production pour l'Enseignement et la Recherche (C.E.P.E.R) - Yaoundé 1982 : 47-67.
13. **Nayama M., Moulaye A.A., Djibrill B., Garba M., Idi N., Boukerrou M.** Les hystérectomies d'hémostase en pays sous-équipé : un geste vital. Étude prospective dans une maternité de référence au Niger. *Gynécol Obstét & Fertil* 2006 ; 34 (10) : 900-905.
14. **Pambou O., Kongo P., Uzan S.** L'accouchement des Noires Africaines (Morbidité) à la Maternité Guy Le Lorier de l'hôpital Tenon. Étude rétrospective de 781 accouchements de 1989 à 1991. *Méd. d'Afr. Noire* 1996 ; 43 (6) : 371-378.
15. **Pruval A., Bouvier - Colle M.H., Bréart G. et le Groupe MOMA.** Morbidité maternelle grave par causes obstétricales directes en Afrique de l'ouest : incidence et létalité. *Bull. OMS.* 2000; 3 : 129- 137.
16. **Pruval A., Huguet D., Garbin O., Rabé G.** Severe obstetric morbidity of the third trimester, delivery and early puerperium in Niamey (Niger). *Afr. J. of Reprod Hlth* 1998; 2(1): 10 6 18.
17. **Roman H., Robillard P.-Y., Julien C., Kauffmann E., Laffitte A., Gabriele M et al.** Grossesse chez 382 femmes de plus de 40 ans : étude rétrospective dans la population de l'île de la Réunion. *J Gynécol. Obstet Biol Reprod* 2004 ; 33 : 615-622.
18. **Sène A.Y.** Les facteurs de la Morbidité Maternelle à propos de 87 observations réalisées sur des patientes hospitalisées à l'unité des suites de couches pathologiques de la Maternité du Centre Hospitalier Abass Ndao de Dakar. Mémoire de Diplôme d'études approfondies en Population, Développement et Santé de la Reproduction 6 Université Cheik Anta Diop de Dakar 2006 : 69p.
19. **Schuermans N., Mackinnon C., Lane C., Etches D., Arsenault M.Y.** Prévention et prise en charge de l'hémorragie post-partum. Directives cliniques de la SOGC, No. 88. *J Soc Obstet Gynaecol Can* 2000; 22(4) :282-294.
20. **Shojai R., Desbrière R., Chifallah S., Courbière B., Ortega D., D'Ercole C et al.** Le misoprostol par voie rectale dans l'hémorragie de la délivrance dans le service de gynécologie-obstétrique-CHU Nord, 15 chemin de Bourrely - Marseille. *J. Gyn. Obst et Fertil* 2004 ; 32(9) : 703 6 707.
21. **Tiéba T.M.** Etude épidémio-clinique et thérapeutique des hémorragies du post-partum au centre de santé de référence de la commune V du district de Bamako. Thèse de Doctorat en médecine 2005 ; N° 67 : 98p.

LES COLLECTIONS PALEONTOLOGIQUES DU TCHAD : gestion et valorisation par/pour la recherche, les scolaires-lycéens et le grand

Nékoulngang Djétounako Clarisse^{1,2}, Géraldine Garcia^{2,3} Dominique Moncondhuy⁴, Likius Andossa⁵, Mackaye Hassane Taisso⁵, Patrick Vignaud², Michel Brunet⁶

¹Centre National d'Appui à la Recherche (CNAR), BP 1228 N'Djaména, Tchad, ²Institut de Paléoprimatologie, Paléontologie Humaine : Evolution et Paléoenvironnements, Université de Poitiers, CNRS UMR 7262, Poitiers, France, ³Centre de Valorisation des collections scientifiques de l'Université de Poitiers, ⁴Université de Poitiers, Faculté des Lettres et Langues, ⁵Université de N'djaména, ⁶Collège de France, chaire de Paléontologie Humaine, Paris, France.

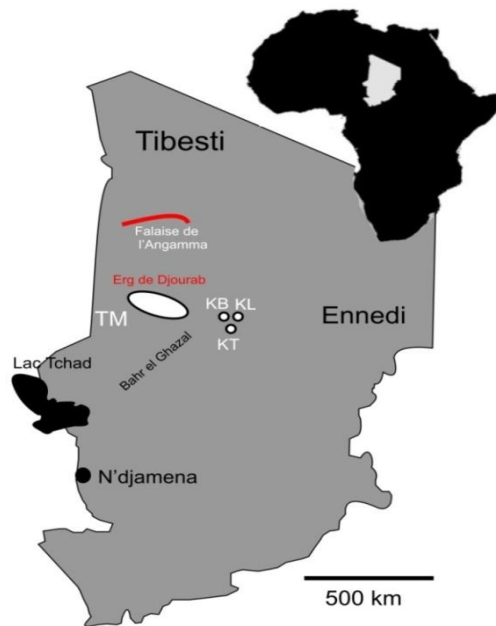
Résumé

Les collections paléontologiques du Tchad présentent un intérêt scientifique très important qui résulte de leur impact sur nos connaissances de l'«Origine et l'Histoire de la Famille Humaine». Ces collections «vivantes» sont régulièrement alimentées par les nouveaux fossiles issus des fouilles sur le terrain menées dans le cadre du programme de recherche de la Mission Paléoanthropologique franco-tchadienne (MPFT) depuis 1994. Elles constituent aujourd'hui une des plus riches collections paléontologiques d'Afrique Centrale, en particulier pour la période du Mio-Pliocène (de -7,3 à 3 Ma). Plus de 20 000 spécimens ont été mis au jour, 18343 ont été déterminés puis inventoriés et sont aujourd'hui inscrits dans une base de données informatisée.

Mots clés : Tchad ; Collections, Paléontologie ; Gestion ; Valorisation.

Introduction

Sur le Continent africain, le Tchad est resté pendant très longtemps inconnu du point de vue de son histoire paléontologique, notamment si on le compare à ses voisins du Nord (Libye, Egypte et Algérie), du Sud (Afrique du Sud) et de l'Est (Djibouti, Ethiopie Kenya et Tanzanie notamment). Pourtant, les premières références paléontologiques sur le territoire tchadien (restes fossiles de tortues et de poissons) sont anciennes et publiées par Priem en 1914 [1] et par Pellegrin en 1920 [2]. En 1959, Jean Abadie et Jacques Barbeau, hydrogéologues à l'Institut Equatorial français qui prospectaient au nord Tchad découvrent et signalent des niveaux d'âge de Mio-pliocène dans la région de Koro-Toro [3].



Les figures et planches

Compte tenu de l'intérêt paléontologique de ces découvertes, Yves Coppens conduit de 1960 à 1965 plusieurs campagnes de fouilles qui aboutissent à la découverte du tchadanthrope, *Tchadantropus uxoris* [4] (Planche. 1A), un hominidé probablement proche du genre *Homo* et qui sera estimé autour de -1Ma [4]. Cependant, en raison de l'instabilité géopolitique du pays, les missions de terrain sont interrompues.



Planche 1- A : La face de *Tchadantropus uxoris* B : Mandibule de *Australopithecus bahrelghazali* (KT12/H1), C : le crâne de *Sahelanthropus tchadensis* (TM266-01-060-1).

C'est qu'au début des années 1990 que de véritables missions avec des fouilles systématiques et récurrentes sont initiées, menées par la Mission Paléoanthropologique Franco-Tchadienne (MPFT), qui est une structure collaborative entre l'Université de N'Djamena et le CNAR du côté tchadien et l'Université de Poitiers du côté français. Cette équipe, qui est dirigée par Michel Brunet, a découvert au nord du Tchad une zone qui s'est avérée particulièrement riche en dépôts fossilifères [5] s'étendant du Miocène supérieur au Pliocène supérieur. A partir de 1995, plusieurs missions de terrains sont organisées annuellement, elles ont mené à la mise au jour de 491 sites fossilifères.

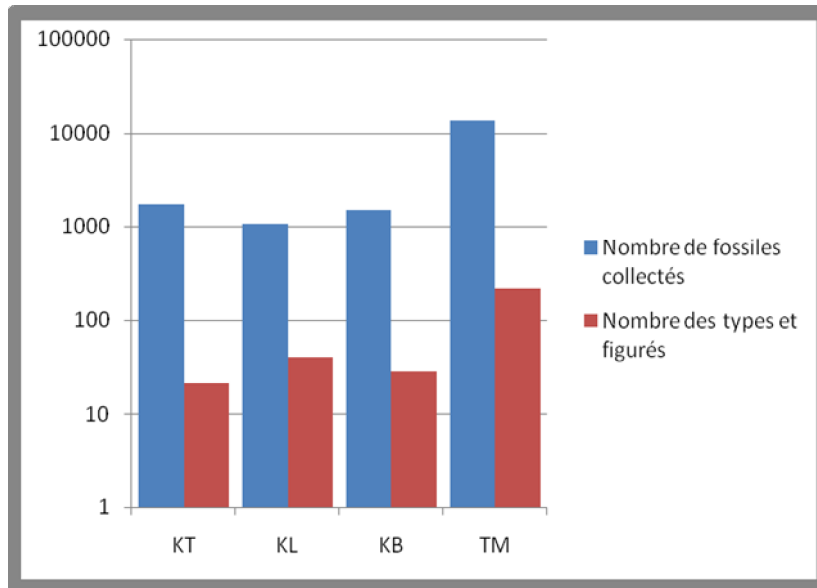


Figure 2 : La proportion des types et figurés par rapport au nombre de fossiles total par secteur fossilifère.

Ces recherches ont conduit à la constitution d'une riche collection comprenant aujourd'hui plus de 20 000 spécimens fossiles de vertébrés et de nombreux ichnofossiles. Parmi eux, des restes crâniens des hominidés *Australopithecus bahrelghazali* et *Sahelanthropus tchadensis* [6-7] (Planche. 1B et 1C), qui ont bouleversé les scénarios existant sur l'émergence du rameau humain en Afrique [8-9]. Elles ont ainsi propulsé le Tchad au sein du berceau de l'Humanité. Les résultats de ces recherches menées au Tchad ont été présentés dans plus de 120 articles dans des revues scientifiques internationales et lors de nombreux congrès à travers le Monde. Le « 1^{er} colloque paléanthropologique » organisé en novembre 2011 à N'djaména, et qui a réuni une centaine de scientifiques internationaux, a été l'occasion de présenter une synthèse des travaux réalisés sur les Hominidés tchadiens et leurs environnements (Planche 2a et 2b). Il s'agit aujourd'hui d'une des plus riches collections d'Afrique notamment pour la période du Mio-Pliocène et elle constitue donc à ce titre un patrimoine scientifique, historique et culturel primordial à conserver et à valoriser.



Planche 2- A : photo du colloque (1^{er} Novembre 2011) ; **B :** Photo de terrain lors du colloque (02 novembre 2011)

I. Constitution des collections

La majeure partie du matériel (environ 85%) est actuellement conservée au Centre National d'Appui à la Recherche (CNAR), N'djaména (Tchad). L'autre partie correspond aux spécimens en cours d'étude et est en dépôt temporaire au sein de l'Institut de Paléoprimateologie et Paléontologie Humaine, IPHEP UMR CNRS 7262 à l'Université de Poitiers (France).

Quatre secteurs fossilifères mio-pliocènes ont été mis au jour dans le désert du Djourab: Toros-Menalla (TM), Kossom-Bougoudi (KB), Kollé (KL) et Koro-Toro (KT). Les âges de ces faunes ont d'abord été déduits du degré évolutif (biochronologie) de certaines lignées évolutives de mammifères puis confirmés, et affinés par analyses radiochronologiques basées sur le ^{12}Be [7-10-11].

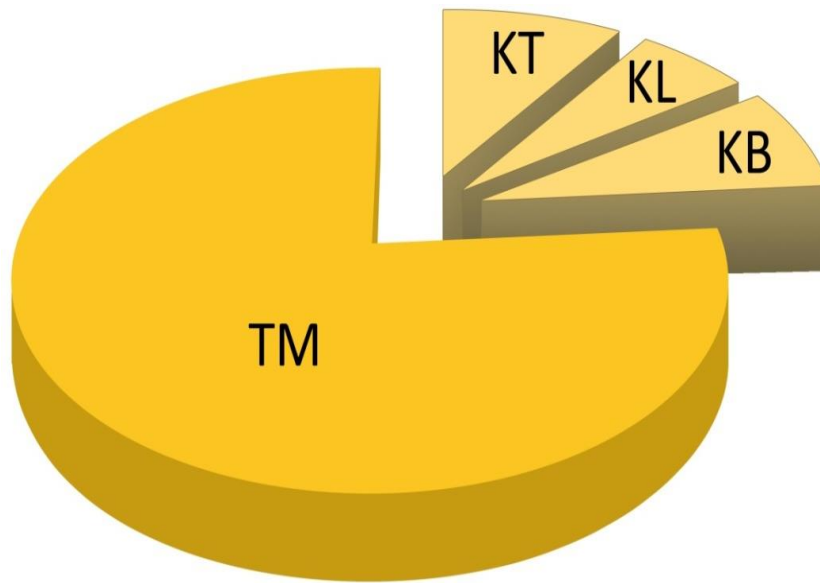


Figure 3: Nombre des spécimens mis au jour par secteurs fossilifères

1. Les différents secteurs fossilifères du désert du Djourab

¹Les quatre secteurs fossilifères du Mio- Pliocène sont situés au nord-ouest du Tchad à plus de 800 km de la capitale tchadienne, au niveau du sous-bassin nord du méga lac-Tchad (Fig. 1). Ces sites sont repartis sur une surface de plus de 250 km d'ouest en est et de 50 km dans un axe nord-sud, localisés dans la zone la plus basse de la cuvette tchadienne.

¹ **Secteur:** "c'est une unité d'âge, sédimentaire et de la composition faunique"

Site ou localité: "ce sont des affleurements argilo-gréseux délimités par des dunes mais contenant le même cortège faunique".

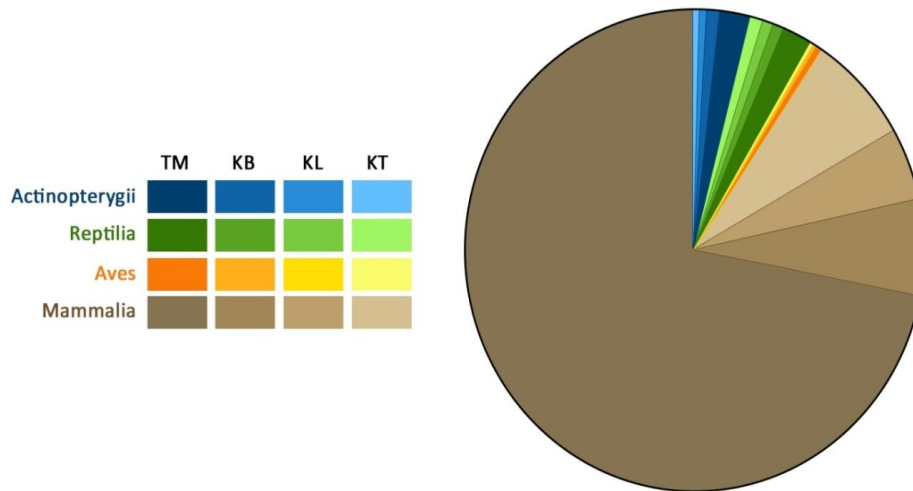


Figure 4: Abondance relative des taxons de vertébrés fossiles par secteurs fossilifères

a) Les Secteurs fossilifères du Pliocène: Koro-Toro, Kollé et Kossom- Bougoudi

La MPFT a mis au jour à 700 km au Nord-est de N'Djaména trois secteurs fossilifères comprenant Kossom Bougoudi (KB), Kollé (KL) et Koro-Toro (KT) (Fig. 3). Ces dépôts font partie de l'ensemble géodynamique du paléo-lac Tchad [12]. Ils sont constitués principalement par des alternances d'argiles et de grès peu consolidés qui alternent épisodiquement avec des passées de diatomites blanches [13]. Ces formations du Mio-Pliocène sont recouvertes par une épaisse couche sableuse et les gisements fossilifères, pouvant s'étendre sur des dizaines d'hectares, affleurent dans les zones interdunaires [14].

Koro-Toro (KT): Le secteur de Koro-Toro comprend aujourd'hui 40 sites fossilifères datés à $3,5 \pm 0,27$ millions [15,11] d'années. Les sites de KT sont répartis sur une superficie de 60 km^2 situés à est-sud-est du de Toros-Menalla. Un de ces sites (KT 12 situé à environ 45 km de Koro-Toro) a livré en 1995 le premier australopithèque connu à l'ouest de la Vallée du Rift, *Australopithecus bahrelghazali* [6]. Cet hominidé est associé à une faune de vertébrés comprenant une trentaine de taxons dont 22 mammifères, parmi lesquels des proboscidiens, des suidés, des rhinocerotidés, des bovidés (les plus nombreux) et des primates.

Kollé (KL): Le secteur fossilifère de KL comprend 28 sites, il est situé dans la partie est de l'erg de Djourab. Les sites de Kollé sont constitués principalement de séries silicoclastiques dominées par des grès argileux faiblement consolidés, interstratifiés avec des grès et diatomites [16, 17, 18]. Kollé s'étend sur environ 40 km^2 , et est caractérisé par l'association de huit espèces de six genres de proboscidiens [16, 19], ainsi que de plusieurs groupes de poissons [20].

Kossom- Bougoudi (KB): Les sites de KB sont situés à 600 km au Nord-est de N'Djaména. Dans ce secteur, les affleurements montrent une alternance rythmique de grès et de pélites argileuses avec ou sans intercalations de diatomites [18]. Le secteur KB comprend 31 sites fossilifères qui sont datés à $5,26 \pm 0,29$ millions d'années [21, 11]. Ils ont livré une riche faune de vertébrés fossiles, parmi lesquels des reptiles, des oiseaux et différentes familles de mammifères [21], dont les plus anciens témoins de camélidés en Afrique [14].

b) Le secteur fossilifère du Miocène supérieur : Toros-Menalla (TM):

Le secteur de Toros-Menalla est localisé à environ 500 km au Nord-est de l'actuel lac Tchad (Fig. 1), il offre un aperçu précieux des faunes de l'Afrique centrale à la fin du Miocène [22].

La séquence sédimentaire type de Toros- Menalla est constituée par la succession de 3 faciès, à la base des dépôts éoliens, puis des niveaux péri-lacustres et lacustres témoins d'une transgression du lac Tchad [17, 10]. Les fossiles de Toros - Menalla proviennent de grès périlacustres et lacustres compris dans l'« Anthracotheriid Unit » [10] et datés à -7 Ma +/- 0.2 [10, 11]. Il y a 391 sites fossilifères à TM, dont l'un de ses sites (TM 266) a livré le plus ancien hominidé connu à ce jour, *Sahelanthropus tchadensis* « Toumaï » [7]. L'étude de la faune ainsi que les données sédimentologiques et géochimiques indiquent un paysage en mosaïque de végétation soumis à des alternances de saisons sèches et humides, composé de milieux aquatiques [présence d'oiseaux aquatiques et de nombreux restes de poissons, crocodiles, tortues d'eau douce [23, 24, 25, 21], ainsi que de mammifères amphibies tels que les Anthracothériidés [26] et les hippopotamidés [27], de forêts denses avec des arbres et des arbustes [présence de grands mammifères tels que les éléphants [28] et les girafes [26], ainsi que des paysages ouverts de prairie et de savane [présence de gazelles [27] et de hyènes [29]]

2. La composition des collections

A ce jour 18343 spécimens ont été inventoriés (sur plus de 20 000) et inscrits dans une base de données sous le logiciel Excel, parmi lesquels 316 types et figurés qui sont les pièces de références universelles dont 40 holotypes (les spécimens qui ont permis de décrire une nouvelle espèce) et 19 paratypes (les spécimens qui ne sont pas des holotypes mais des types associés quand plusieurs spécimens sont désignés simultanément dans la description de la nouvelle espèce). Le secteur fossilifère de Toros-Menalla (TM) est l'aire géographique d'où provient le plus grand nombre de fossiles découverts avec un important nombre de spécimens de référence (Fig. 2). Sur l'ensemble des fossiles de vertébrés mis au jour, 80% proviennent de ce secteur (Fig. 3) TM qui a livré les restes de l'hominidé *Sahelanthropus tchadensis*, et a donc fait l'objet de campagnes de fouilles répétées, associées à des études scientifiques approfondies (paléoenvironnement, paléobiogéographie, sédimentologie et biochronologie)

Les quatre secteurs fossilifères ont livré une majorité des restes de mammifères par rapport aux autres taxons de vertébrés (en moyenne plus de 80% de l'assemblage faunique) (Fig. 4). Sur l'ensemble de mammifères identifiés, 70% proviennent de TM. La collecte des fossiles à TM a été sélective, l'échantillonnage pour le groupe de mammifères était basé sur le ramassage de restes squelettiques et dentaires identifiables taxonomiquement et anatomiquement. Par contre pour les autres groupes de vertébrés (poissons, reptiles et oiseaux), la collecte a été moins régulière et moins préférentielle. Les spécimens ont été regroupés au niveau taxinomique de classe afin que tous les spécimens mis au jour puissent y figurer. En effet, tous les spécimens ne sont pas déterminés avec la même précision taxonomique.

80% des fossiles collectés au Tchad sont dans un excellent état de conservation (Planche 3). Les spécimens sont bien conservés, généralement il n'y a pas eu ou très peu de transport post mortem, et la croûte ferro-manganèse-silice qui le plus souvent les recouvre les a protégés. Il y a aussi l'action du vent qui, en érodant les couches sédimentaires successives, fait affleurer les fossiles, et facilite également les conditions de fouilles, bien qu'une exhumation trop longue finisse par détruire le matériel fossile. Cela est dû également à l'état de préservation des fossiles et donc à leur histoire taphonomique dans chaque secteur fossilifère.

II. Gestion actuelle des collections

La gestion des collections paléontologiques impose des tâches multiples successivement : de la mise au jour sur le terrain à la préparation en atelier jusqu'à l'inventaire informatisé des nouveaux spécimens. Cette gestion doit accompagner à la fois le soutien aux chercheurs et les activités de valorisation et de vulgarisation. Ces collections sont une référence irremplaçable sur le plan scientifique, car elles correspondent à un instantané temporel et environnemental de l'histoire évolutive du rameau humain.

L'une des vocations des collections publiques est la conservation, pour les générations futures, de données par essence irremplaçables. Les méthodes et outils d'analyses s'améliorant, il est fondamental de conserver ces objets uniques dans les meilleures conditions possibles afin de pouvoir les étudier à nouveau dans l'avenir.



Planche 3 : Originalité et état de conservation des fossiles tchadiens (Un Oryctérope sub-complet et une patte d'un hippopotame en connexion)

Pour garantir une bonne gestion et une meilleure conservation de ces collections, un service de Conservation et de Valorisation des Collections Paléontologiques (SCVCP) dépendant du CNAR a été créé en 2001 par arrêté ministériel enregistré sous le n° 14/MES/CNAR/2001. Ce service est composé actuellement de trois personnes : un chef de service, une personne en charge de la gestion des collections et un technicien préparateur mouleur de fossiles.

Un bâtiment de conservation a été construit grâce à l'appui du SCAC de l'Ambassade de France à Ndjamena et est opérationnel depuis 2000. Plus de (150 m²) sont ainsi dévolus à la conservation de ces collections. A partir de 2016, le SCVCP se verra doté d'une autre construction qui regroupera un complexe dédié à la valorisation (salles d'expositions et de projections) et des bureaux pour les chercheurs (Planche 4).



Planche 4 : Représentation du nouveau service de Conservation et de valorisation des collections paléontologiques qui est en cours de construction.

Conformément à ses missions, le SCVCP à travers des techniciens hautement qualifiés assure le dégagement, la consolidation et la préparation des spécimens collectés lors des missions de terrain et transportés au laboratoire. Une autre des missions est la mise en place d'une base de données informatisée établie sous le logiciel Excel qui permet d'actualiser et de gérer toutes les données relatives à ces collections. Un travail d'inventaire est fait en permanence avec les chercheurs concernés, ce qui permet régulièrement d'actualiser l'ensemble des informations sur les spécimens déjà publiés ou non. La base de données rassemble des fiches qui sont en fait de véritables pièces d'identités de chaque spécimen, tels que le numéro d'inventaire, leur position stratigraphique, leur systématique, leur nature, leur provenance et les recherches qui ont été menées et/ou publiées. Elles ont aussi comme toute base de données une vocation d'étude et d'analyse scientifique couplées avec des missions pédagogiques et culturelles. Leur gestion devient donc un outil indispensable et pertinent au travers des enjeux socio-politiques et culturels de la communication scientifique notamment auprès du public.

Certains des spécimens sont référencés par les initiales du nom du secteur en majuscule, suivi du numéro du site, l'année de collecte en deux chiffres et enfin le numéro du spécimen. Par exemple pour TM 266-01-060, TM représente le secteur de Toros-Menalla; 266, le numéro du site; 01, l'année de collecte: 2001 et 060 enfin, le numéro du spécimen.

Dans les réserves, le classement adopté tient compte de la provenance (secteurs et sites), de la systématique, et enfin de la nature du spécimen. Les petits spécimens sont rangés dans des tiroirs (Planche 5: a, b) et les plus gros sur des étagères (planche 6).

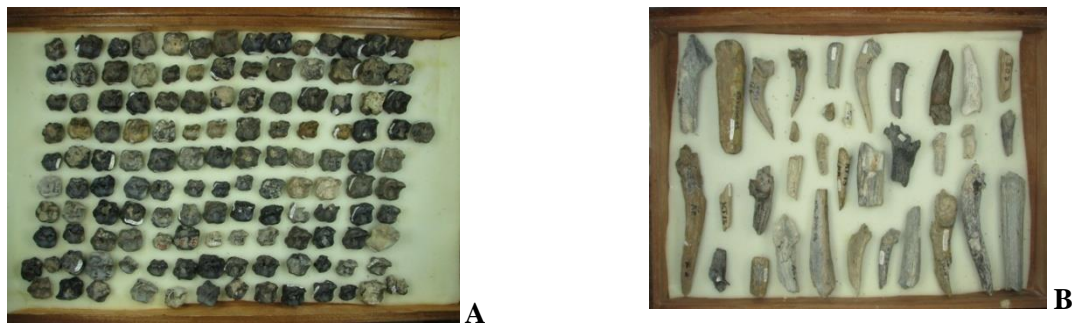


Planche 5- A et B : exemple de rangement des petits spécimens dans les tiroirs (A-Cubonaviculaire des Bovidés et B-Chevilles osseuses des Bovidés).



Planche 6 : exemple de rangement des gros spécimens (mandibules d'hippopotamidés) sur les étagères.

Les spécimens en cours d'étude sont en dépôt temporaire au sein de l'Institut de Paléoprimatologie et Paléontologie Humaine de l'Université de Poitiers, ce prêt est fait en accord avec la «Convention particulière en matière de recherches paléanthropologiques» signée entre les Universités de N'djamena et de Poitiers et le CNAR. Des fiches de prêt accompagnent les sorties de chaque spécimen du territoire tchadien.

III. Valorisation et communication scientifique

La valorisation des collections présente un double volet, le premier est tourné vers la communication auprès de la communauté scientifique internationale (publication des études dans des revues scientifiques internationales spécialisées à comité de lecture par les chercheurs de la MPFT). Le second porte sur la vulgarisation auprès des publics, des résultats publiés par les chercheurs.

1. Communication scientifique

Depuis 1995, plus de 120 articles scientifiques ont été publiés dans des revues internationales spécialisées dont plus de 90 dans des revues phares de la discipline (Nature, Science, Proceedings of the National Academy of Science of USA, etc.). Ce volet est fondamental, puisqu'il donne toute son importance et sa crédibilité aux collections tchadiennes auprès de la communauté internationale.

Parallèlement, et dès le début des opérations au Tchad, la MPFT a souhaité développer un volet formation par et pour la recherche. 18 thèses de l'Université de Poitiers et une de l'Université de Strasbourg ont été soutenues (dont 3 par de jeunes chercheurs tchadiens). De même, 21 mémoires de Master 2 (en paléontologie et en sédimentologie, des Universités de Poitiers, de Montpellier, de Strasbourg, de l'Ecole Normale Supérieure de Lyon, etc.) et plus de 40 mémoires de Master 1 ont porté sur les recherches menées au Tchad.

2. Valorisation auprès des publics



Planche7 : Exposition réalisée par SCVCP à N'djaména et présentée aux scolaires dans les collèges et lycées.

Le SCVCP est chargé de mettre en place des animations de médiation scientifique au profit du grand public. Il assure également de la formation pédagogique auprès des scolaires, et ceci à travers tout le pays, comme l'exposition réalisée au centre culturel Don Bosco de N'djaména (planche 7), de même que pour atteindre son objectif de vulgarisation, le service développe des collaborations scientifiques avec ses partenaires, notamment le département de paléontologie de l'Université de N'djaména et l'IPHEP de l'Université de Poitiers. Toutes ses actions à travers un réseau de partenaires privilégiés ont permis de développer une politique de vulgarisation et de diffusion des activités des recherches paléontologiques au Tchad. Elles ont abouti à plusieurs expositions itinérantes, en moyenne 5 à 6 projets par an (depuis 2006) qui ont touché plus de 1500 personnes dont 2/3 des scolaires. On a également établi et imprimé des catalogues sur les types et figurés qui sont mis à la disposition des chercheurs et étudiants au département de paléontologie N'djaména, à l'IPHEP (Université de Poitiers) et au CNAR (planche 8).



**Inventaire papier
des Types et Figurés du SCVCP**

N° d'inventaire : TM264-01-003



Localisation : Q2-07 (CNAR)

Statut : Figuré

Etat de conservation: Bon

Auteur : Likius et al,2007

Référence de figure: Figure 4; page 6

Localité : TM264

Aire: Toros-Menalla

Nature de sédiment:

Période : Miocène Supérieur

Type de datation : Biochronologie et Radiochronologie

Age : 7 Ma

Identification : *Bohlinia adoumi*

Embranchement : Mammifère

Ordre : Artiodactyle

Famille : Giraffidae

Genre : *Bohlinia*

Espèce : *adoumi*

Description : Fragment de mandibule droite portant p3-p4
Numéro de Moule:
Nombre de moulage:
Scanné : Non

Crée par Nékoulngang Djétounako Clarisse

Planche 8 : Exemple de fiche établie avec les types et figurés, et éditée sous forme d'un catalogue (le fragment de mandibule d'un giraffidé portant les alvéoles de P/2 et P/3-P/4).

IV. Conclusion

Les collections paléontologiques constituées à partir des travaux de prospections et fouilles de la Mission Paléoanthropologie Franco-Tchadienne représentent une importante collection, une des plus riches d'Afrique Centrale tant sur la quantité que sur la qualité, l'originalité et la diversité des taxons. Ces collections ont été constituées avec un objectif de recherche, mais vu leur importance socioculturelle il est fondamental de les valoriser non seulement scientifiquement mais aussi auprès du grand public. Afin de rendre accessibles ces collections tchadiennes sur le plan international, une base de données construite avec les types et figurés qui sont des pièces de référence internationale sera bientôt mise en ligne sur le site internet du CNAR.

V. Remerciements

Nous exprimons notre reconnaissance aux autorités tchadiennes Ministère de l'Enseignement supérieur et aux autorités françaises (Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche: Collège de France, chaire de Paléontologie humaine ; Faculté des Sciences, Université de Poitiers; CNRS; Ministère des Affaires Etrangères et du Développement International (Commission des Fouilles) et Ambassade de France de France (SCAC) à N'Djaména. Nous remercions tous les membres de la MPFT qui ont participé aux missions de terrain, et plus particulièrement du côté français, Fabrice Lihoreau, Jérôme Surault qui furent Assistants Techniques de Coopération au SCAC et du côté tchadien (Ahounta Djimdoumalbaye, Mahamat Adoum, Moussa Abdéraman et Dominique Merci), la gestion administrative doit énormément à Ghislaine Florent, l'iconographie au talent de Sabine Riffaut et le moulage à celui de Xavier Valentin : tous les trois en poste à l'PHEP CNRS- Université de Poitiers.

Nous remercions enfin toute l'équipe du département de Paléontologie à l'Université de N'Djaména et de l'PHEP, CNRS Université de Poitiers de l'PHEP pour leur collaboration et les Directeurs successifs du CNAR, en particulier l'actuel directeur Pr Mahamoud Youssouf Khayal, le Recteur de l'Université de N'Djaména Dr Ali Abdel-Rhamana Haggar. Ainsi que tous nos collègues du CNAR.

Bibliographies

- [1] **Priem. F (1914)** - Sur les poissons et en particulier des Siluridés du tertiaire Supérieur et des couches récentes d'Afrique : mémoire Société Géologique de France Paléontologie (21): 16 13
- [2] **Pellegrin. J (1920)** - Sur des ossements sub-fossiles de poissons des Pays-Bas du Tchad et leur signification : Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris. **170** : 206-208
- [3] **Abadie. J, Barbeau J & Coppens Y (1959)** - Une faune de vertébrés Villafranchiens au Tchad: Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, **248**: 3328-3330
- [4] **Coppens. Y (1965)** - L'Hominien du Tchad: Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, **260**: 2869-2871.

- [5] Brunet. M, Beauvilain. A, Coppens Y, Heintz. E, Moutaye. A -H et Pilbeam. D (1996) - *Australopithecus bahrelghazali*, une nouvelle espèce de Hominidés ancien de la région de Koro-Toro (Tchad): Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, **322**: 907-913.
- [6] Brunet. M, Beauvilain. A, Coppens. Y, Heintz. E, Moutaye. A. H-E et Pilbeam. D (1995) - The first australopithecine 2,500 kilometres west of the Rift Valley (Chad): Nature: **378**:273-275
- [7] Brunet. M, Guy. F, Pilbeam. D, Mackaye. H-T, Likius. A, Ahounta - D, Beauvilain. A, Blondel. C, Bocherens. H, Boisserie. J-R, De. Bonis L, Coppens. Y, Dejax. J, Denys. C, Douring. P, Eisenman V, Fanone G, Fronty. P, Geraads. D, Lehmann. T, Lihoreau. F, Louchart. A, Mahamat. A, Merceron. G, Mouchelin. G, Otero. O, Peláez. P, Campananes. M, Ponce. De León, Rage. J-C, Sapanet. M, Schuster. M, Sudre. J, Tassy. P, Valentin. X, Vignaud. P, Viriot. L, Zazzo/ A & Zollikofer. C (2002) - A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa: Nature, **418**:145-151
- [8] Kortlandt. (1972) - *New perspectives on ape and human evolution*. Stichting voor Psychobiologie, Amsterdam, pp 91
- [9] Coppens. Y (1994) ó East Side Story: the origin of humankind. Sci Am **270**:88-95
- [10] Vignaud. P, Douring. P, Mackaye. H- T, Likius. A, Blondel. C, Boisserie. J-R, De Bonis. L, Eisenmann. V, Etienne. M-E, Geraads. D, Guy F, Lehmann. T, Lihoreau. F, Martinez. N. Lopez, Mourer. C, Otero. O, Rage. J-C, Schuster. M, Viriot. L, Zazzo. A & Brunet. M (2002) - Geology and palaeontology of the Upper Miocene Toros-Menalla hominid Locality, Chad. :Nature, **418**: 152-155.
- [11] Lebatard. A- E, Bourlé. D- L, Douring. P, Jolivet. M, Braucher. R, Carcaillet. J, Schuster. M, Arnaud. N, Monie. P, Lihoreau. F, Likius. A, Mackaye. H-T, Vignaud. P & Brunet. M (2008) - Cosmogenic nuclide dating of *Sahelanthropus tchadensis* and *Australopithecus bahrelghazali*: Mio-Pliocene hominids from Chad: Proceedings of the National Academy of Sciences, **105**: 3226-3231

- [12] Schuster. M, Roquin. C, Duringer. P, Brunet. M, Caugy. M, Fontugne. M, Mackaye. H - T, Vignaud. P & Ghienne. J-F (2005) - Holocene Lake Mega-Chad palaeoshorelines from space: Quaternary Science Reviews, **24**: 182161827
- [13] Duringer. P, Schuster. M, Jorge Genise. F, Mackaye. H - T, Vignaud. P & Brunet. M (2007) - New termite traces fossils Galleries, nests and fungus combs from the Chad basin of Africa (Upper Miocene-Lower Pliocene): Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **251**:3236353
- [14] Likus. A, Brunet. M & Vignaud. P (2005) - Le plus vieux Camelidae (Mammalia, Artiodactyla) d'Afrique dans le Mio-Pliocène du Tchad: *Bulletin de la société géologique de France*, **174**: 187-193
- [15] Brunet. M, Beauvilain. A, Geraads. D, Guy. F, Kasser. M. K, Mackaye. H. T, Maclatchy. L. M, Moulin. G, Sudre. J, et Vignaud. P (1997) - Tchad : un nouveau site à Hominidés Pliocène: Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, **324** (2), 341-345
- [16] Schuster. M, Duringer. P, Nel. A, Brunet. M, Vignaud. P et Mackaye. H - T (2000) - Découverte de termitières fossiles dans les sites à Vertébrés du Pliocène tchadien : description, identification et implications paléocéologiques. *Earth and Planetary: Sciences*, **331** : 15620
- [17] Mackaye. H - T (2001) - Les proboscidiens du Mio-Pliocène du Tchad: Biodiversité, Biochronologie, Paléocéologie et Paléobiogéographie : Phd thesis, University of Poitiers
- [18] Otero. O, Pinton. A, Mackaye. H - T, Likus. A, Vignaud. P, Brunet. M (2009) - Fishes and palaeogeography of the African drainage basins: Relationships between Chad and neighbouring basins throughout the Mio-Pliocene: Palaeogeography, Palaeoclimatology. Palaeoecology, **274**: 1346139
- [19] Brunet. M & M.P.F.T (2000) - Chad: discovery of a vertebrate fauna close to the Mio-Pliocene boundary: *Journal of Vertebrate Paleontology*, **20** (1): 205-209
- [20] Brunet. M, Beauvilain. A, Billiou. D, Bocherens. H, Boisserie. J - R, de Bonis. L, Branger. P, Brunet. A, Coppens. Y, Daams. R, Dejax. J, Denys. C, Duringer. P, Eisenmann. V, Fanone. G, Fronty. P, Gayet. M, Geraads. D, Guy. F, Kasser. M, Koufos. G, Likus. A, Lopez- Martinez. N, Louchart. A, Maclatchy. L, Mackaye. H - T, Maranda. B, Mouchelin. G, Mourer- Chauviré. C,

- Otero. O, Peigné. S, Pelaez-Campomanes. P, Pilbeam. D, Rage. J - C, de Ruiter. DJ, Schuster. M, Sudre. J, Tassy. P, Vignaud. P, Viriot. L & Zazzo. A (2000)** - Chad: Discovery of a vertebrate fauna close to the Mio-Pliocene boundary: *Journal of Vertebrate Paleontology* **20**:2056209
- [21] Louchart. A, Chauviré. M. C, Vignaud. P, Mackaye. H - T & Brunet. M (2005a)** - A finfoot from the Late Miocene of Toros-Menalla (Chad, Africa): palaeobiogeographical and palaeoecological implications: *Palaeogeogr Palaeoclim Palaeoecol* **222**:1-9
- [22] Otero. O, Likius. A, Vignaud. P & Brunet. M (2007)** - A new claroteid Catfish (Siluriformes) from the upper Miocene of Toros-Menalla, Chad: *Auchenoglanis Soye*, sp. nov: *Journal of Vertebrate Paleontology*, **27**(2): 2856294
- [23] Lihoreau. F, Boisserie. J - R, Viriot. L, Coppens. Y, Likius. A, Mackaye. H - T, Tafforeau. P, Vignaud. P & Brunet. M (2006)** - Anthracothere dental anatomy reveals a late Miocene Chado-Libyan bioprovince: proceedings of the National Academy of Sciences, **103**
- [24] Boisserie. J - R, Brunet. M, Likius. A & Vignaud. P (2003)** - Hippopotamids from the Djurab Pliocene faunas, Chad, Central Africa: *Journal of African Earth Sciences*, **36**: 15-27
- [25] Mackaye. H - T, Brunet. M & Tassy. P (2005)** - *Selenetherium kolleensi* nov. gen. nov. sp: a new Proboscidea (Mammalia) in the Chadian Pliocene: *Geobios*, **38**: 7656777
- [26] Likius. A, Vignaud. P & Brunet. M (2007)** - Une nouvelle espèce du genre *Bohlinia* (Mammalia, Giraffidae) du Miocène supérieur de Toros-Menalla, Tchad: *Comptes Rendus Palevol*, **6**: 2116220.
- [27] Geraads. D, Blondel. C, Mackaye. H - T, Likius. A, Vignaud. P and Brunet. M (2009)** - Bovidae (Mammalia) from the Lower Pliocene of Chad: *Journal of Vertebrate Paleontology* **29** (3): 9236933
- [28] De Bonis. L, Peigné. S, Mackaye. H - T, Likius. A, Vignaud. P & Brunet. M (2007)** - Découverte de la hyène "chasseresse" *Chasmaporthetes* dans les gisements fossilifères du Miocène supérieur de Toros Menalla (Tchad) : *Comptes Rendus Palevol*-**4**:671-679.

- [29] De Bonis. L, Peigné. S, Mackaye. H - T, Likius. A, Vignaud. P &. Brunet .M (2008) -**
The fossil vertebrate locality Kossom Bougoudi, Djurab desert, Chad: A window in the
distribution of the carnivoran faunas at the MioóPliocene boundary in Africa. *Comptes*
Rendus Palevol, **7**: 5716581.

Variation de la feuillaison des gommiers de *Acacia senegal* (L.) Willd. en plantation dans la région du Chari Baguirmi (Tchad)

Fidèle Tonalta NGARYO^{1*}, Oumar SARR², Jhonn LOGBO³, Léonard-Elie AKPO²

¹Faculté des Sciences et Techniques (Département de Biologie) BP : 1173Abéché, (Tchad)

²Faculté des Sciences et Techniques (Département de Biologie végétale), Université Cheikh Anta Diop BP 5005, Dakar (Sénégal)

³Ecole Nationale Supérieure des Sciences et Techniques Agronomiques Université d'Abomey-Calavi, BP : 95 Kétou (Bénin)

*Auteur correspondant, E-mail : fideletonalta.ngaryo@ucad.edu.sn

Résumé

La phénologie foliaire des gommiers de *Acacia senegal* suivie en 2007 et 2008 a montré une périodicité de débourrement foliaire, du développement et de la croissance des feuilles et de la chute des feuilles variable au sein d'un même groupe. La chute complète des feuilles a été notée aux mois de janvier à mars (26 % des arbres) 2007 et 2008 et remarquable en avril chez 46 % des gommiers du groupe 1, 68,75 % en mars 2007 chez ceux du groupe 2. Les bourgeons foliaires ont été notés chez les gommiers des groupes 1 et 2. Le stade de développement et de croissance des feuilles installée de juillet-août 2007 et octobre 2007/2008 chez 41,18 % de la population des deux premiers groupes a été signalée dès le mois de juin 2007. La chute des feuilles amorcée dès février à avril 2007 a été visible en décembre 2008 (33 % des individus) dans les groupes 1 et 2.

Mot clés : *Acacia senegal*, périodicité, chute des feuilles, débourrement foliaire, développement et croissance des feuilles.

Abstract

Leaf phenology of the gum tree of *Acacia senegal* followed in 2007 and 2008 showed a periodicity of sprouting, development and growth of the leaves and defoliation variable within a same group. The complete defoliation has been noted in the months of January to March (26 % of the trees) 2007 and 2008 and remarkable in April at 46 % of the gum tree of the group 1, 68.75 % in March 2007 at those of the group 2. The sprouting has been noted at the gum tree of the groups 1 and 2. The development and growth of the leaves installed of July-August 2007 and October 2007/2008 at 41.18 % of the population of the first two groups has been indicated then since the month of June 2007. The defoliation started since February to April 2007 was visible in December 2008 (33 % of the individuals) in the groups 1 and 2.

Key words: *Acacia senegal*, periodicity, defoliation, sprouting, bud break, development and growth of the leaves.

INTRODUCTION

Dans les zones semi-arides et arides, l'étude du cycle phénologique des essences permet de connaître précisément les périodes de végétation active pour les mesures de productivité [1]. Le cycle phénologique a fait l'objet de plusieurs travaux [2, 3, 4, 5, 6]. Ces travaux ont montré que le cycle présente de très nombreuses variations (dans une année, entre années ou entre milieux ou sites). La prise en compte de ces variations pourrait servir de conditions nécessaires pour saigner les arbres producteurs de la gomme arabique des régions sèches [7]. Des travaux antérieurs [8] ont mis en évidence que la défeuillaison conditionne l'exsudation qui a lieu entre octobre et novembre dans la station expérimentale de Mbidi au Ferlo sénégalais.

La présente étude a pour objectif de déceler les événements de la feuillaison dans la population de *Acacia senegal* (L.) Willd. ou *A. senegal* en plantation en zone semi-aride sahélienne du Tchad (Gassi, périphérie de N'Djaména) afin de mieux étudier les périodes favorables à la saignée des gommiers.

I- MATERIEL ET METHODES

1. Site d'étude

L'étude a été effectuée dans une plantation de *A. senegal* située à Gassi, quartier périphérique du sud de N'Djaména, Tchad (figure 1). Cette plantation se situe à 300 m du fleuve Chari (12° 04'N et 15° 07'E) qui arrose N'Djaména.

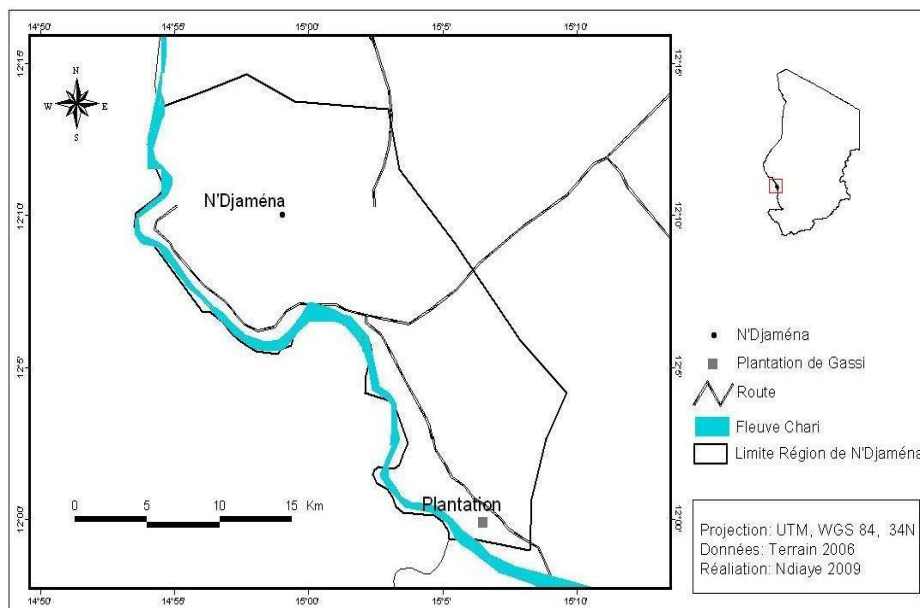


Figure 2 : Localisation géographique du site d'étude de Gassi (N'Djaména, Tchad).

Le climat est tropical sec, de type sahélien, caractérisé par deux saisons : la saison des pluies qui dure 4 à 5 mois de mai-juin à octobre et la saison sèche, d'environ 7 mois, qui est plus longue. Les mois de juillet, août et septembre sont les plus humides avec des pluviométries moyennes de 174 mm, 206 mm et 95 mm, respectivement.

2. Méthodes utilisées

L'étude a porté sur un échantillon de 360 gommiers de *A. senegal* âgés de 7 ans sur une superficie de 1,9 ha parmi lesquels 46 ont fait l'objet de ce travail. Le suivi du cycle de la feuillaison a utilisé les trois grands événements dans le cycle de la feuille de *Acacia tortilis* proposés par [9]. Il s'agit de l'initiation et la mise en place (ou débourrement) des feuilles (V1 et V2), du développement et la croissance des feuilles (V3) et de la chute ou de la disparition des feuilles (V4, V5 et V0).

La disparition peut être partielle (V4 et V5) ou totale (V0). Le suivi phénologique a été réalisé de janvier 2007 à décembre 2008 dans la plantation de Gassi sur les 46 gommiers de *A. senegal* par an. La fréquence des observations a été mensuelle pendant la saison sèche et bimensuelle pendant la saison pluvieuse. Les paramètres climatiques mesurés en 2007 et 2008 sont : la température minimale de l'air (°C), la température maximale de l'air (°C), l'humidité relative minimale de l'air (%), l'humidité relative maximale de l'air (%) et les précipitations (mm).

3. Traitement des données

Chaque stade a été soumis à l'AFC afin d'en dégager les caractéristiques. Les périodes d'observation visuelle sont les mois de l'année désignés par les initiales (la première ou les deux premières lettres selon le cas). Cette méthode a l'avantage de décrire sous forme graphique l'information contenue dans un tableau de données et de préciser le test d'indépendance entre les lignes (les arbres) et les colonnes (variables) actives du tableau de contingence. Le test du χ^2 permet de savoir si l'indépendance entre les lignes et les colonnes est significative. La méthode conduit à l'établissement de correspondances entre des groupes de variables et ceux d'individus. Les variables désignent les mois d'observation et les individus, les gommiers.

II- RESULTATS

1. Conditions climatiques d'étude

L'examen de la figure 2A présente les courbes des températures maximales mensuelles en °C de Gassi de 2007 et 2008. Pour le site, les températures maximales chaudes peuvent atteindre 40 à 41,7°C (figure 2A) en mars et avril. Durant les deux années d'études, l'humidité relative moyenne mensuelle (figure 2B) passe par un minimum en saison sèche en janvier-février compris entre 20 et 30 %, puis augmente à partir de mai à 42,50 % pour atteindre le pic de 80,50 % en août avant de décroître progressivement de septembre (70 %) à décembre (25 %). Les courbes de précipitations (figure 2C) ont montré de fortes précipitations enregistrées en août 2007 (153,5 mm) et en juillet 2008 (193,5 mm). Elles décroissent progressivement jusqu'à 8,5 mm en octobre pour remonter à 40 mm en novembre 2007 alors qu'en novembre 2008 elles sont nulles. La figure 2D présente le bilan climatique de la plantation de Gassi correspondant à la période de 2007 à 2008. La saison sèche couvre 6 mois allant de novembre à avril. La saison des pluies 6 mois (mai - octobre).

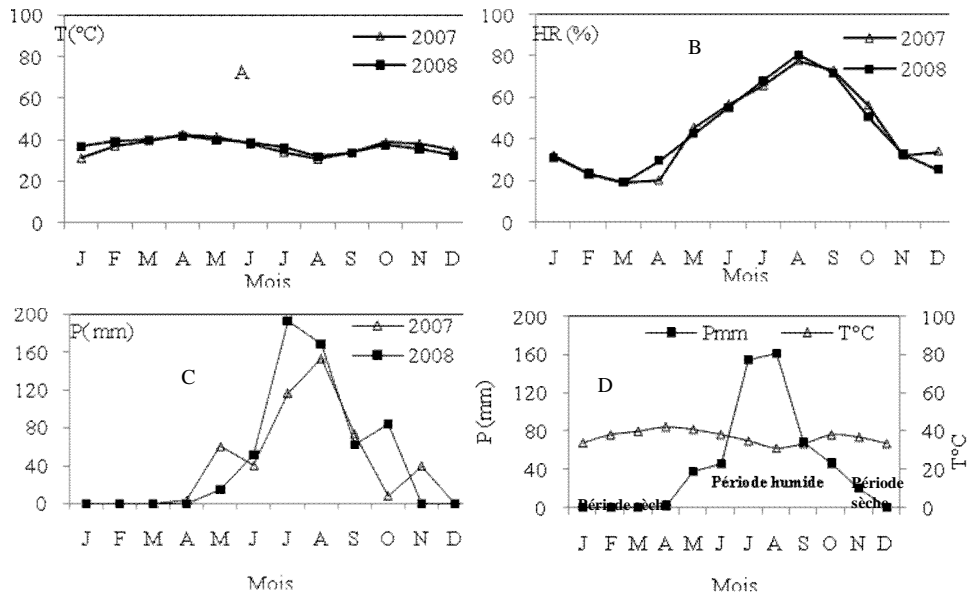


Figure 3 : variation des conditions climatiques de Gassi de 2007 à 2008 (A=Température maximum, B=Humidité relative de l'air, C=Précipitations et D= Bilan climatique).

2. Débourrement foliaire des gommiers

Les données relatives au stade de débourrement foliaire de chaque groupe ont été soumises à une AFC pour apprécier la variabilité intra-groupe du mois d'apparition des bourgeons foliaires. Les résultats des valeurs propres des arbres du groupe 1 sont présentés dans le tableau I. L'axe F1 a absorbé 47,76 % de l'information, et l'axe F2 27,77%. L'essentiel de l'information, 76%, est contenu dans le plan formé par F1 \times F2. Sur l'axe F1, M8 (30,46 %), A8 (25,96 %) et Ma7 (23,48 %) ont des contributions supérieures à la moyenne (20 %) des mois d'observation (colonnes). Les gommiers n°7 (32,67 %), n°15, 29, 33, 34 et 48 (8,50 %) ont contribué activement à la formation de l'axe F1.

Tableau I : Valeurs propres (bits) et inertie (%) des 2 premiers axes de l'AFC appliquée au groupe 1 au stade de débourrement foliaire (D).

Axes	F1	F2
Valeurs propres	0,46	0,27
Inertie (%)	47,76	27,77
Cumul (%)	47,76	75,53

La contribution moyenne des arbres est de 6,7 %. Sur l'axe F2, Ma7 (70,81 %) et les arbres n°7 (57,28 %) et n°33 et 34 (8,83 %) ont des contributions supérieures à la moyenne des mois et des arbres. Les 2 sous-groupes de gommiers ont été formés dans le plan principal décrit par M7, A7, Ma7, M8 et A8 c'est-à-dire que le débourrement foliaire est intervenu aux mois de mars/avril/mai (figure 3A) 2007 et mars/avril 2008 (figure 3B).

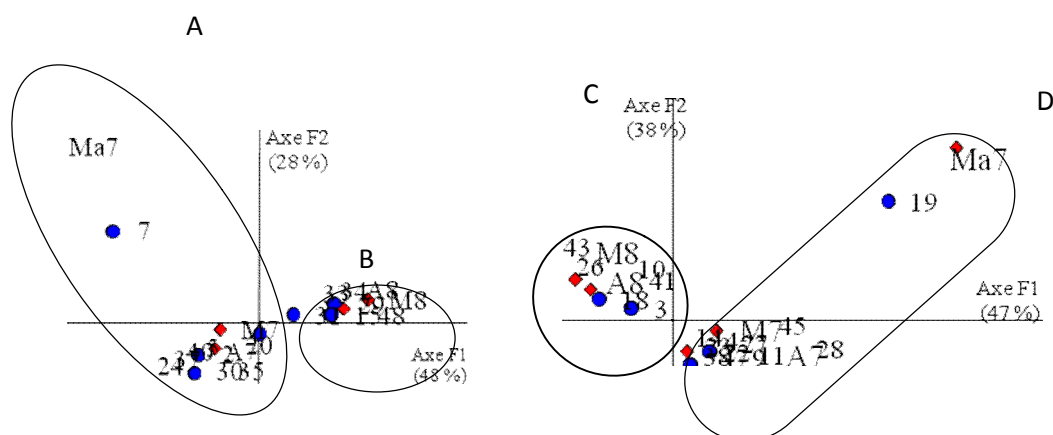


Figure 4 : AFC des observations du stade de débourrement foliaire des gommiers de *A. senegal* dans la plantation de Gassi (Nordjaména, Tchad) : gommiers du groupe 1 (A et B) et gommiers du groupe 2 (C et D).

Les valeurs propres du groupe 2 sont rassemblées dans le tableau II. L'information portée par le premier axe factoriel est de 47,032 %. Elle est nettement plus élevée que celle du second, 38,46 %. L'information se stabilise autour de l'axe F2 car elle devient faible au niveau du 3^{ème} axe avec 8,16 %. Les deux axes permettent de discriminer très nettement le stade de gonflement des bourgeons dans le groupe 2.

Tableau II : Valeurs propres (bits) et inertie (%) des 3 premiers axes de l'AFC appliquée au groupe 2 au stade de débourrement foliaire (D).

Axes	F1	F2	F3
Valeurs propres	0,57	0,47	0,10
Inertie (%)	47,03	38,46	8,16
Cumul (%)	47,03	85,49	93,66

Par rapport à l'axe F1, les contributions des variables concernent Ma7 (40,82 %), M8 (29,02 %) et celles des arbres n°19 (41 %), n°26 (14,42 %) et n°43 (8,40 %).

Au niveau de l'axe F2, Ma7 (49,31 %) et A7 (23,20 %) pour les variables et les arbres n°19 (46,42 %), n°26 (9,44 %) et n°43 (6 %). C'est sur ce plan principal des axes F1 × F2 portant 85,50 % de l'information que se base l'essentiel de l'analyse. L'arbre n°19 est important pour les deux F1 × F2. La figure 3C représente le débourrement foliaire en mars 2007/2008 et la figure 3D celui d'avril à mai 2007 et d'avril 2008.

3. Développement et croissance des feuilles

Le traitement des données de développement et de croissance des feuilles a conduit à l'obtention des résultats présentés dans le tableau III. L'information est contenue dans les 3 premiers axes : F1 (31,09 %), F2 (21,74 %) et F3 (18,46 %). Le plan formé par F1 × F2 en a absorbé 52,83 %. Sur l'axe F1, les contributions des variables sont Ja8 (18,36 %), O7 (16,08 %), Ja7 (13,65 %) et N7/D7/N8 (11,03 %) et des arbres n°24 (21,30 %), 31 (13,23 %), 29 (13,02 %), 15 (11,76 %) et 2 (6,70 %). Les contributions des variables et des arbres pour la formation de l'axe F2 se répartissent respectivement de la manière suivante : O7 (57,67 % et Ma7 (22,38 %) et n° 7 (39,72 %), 34 (16,59 %) et 35 (15,57 %).

Tableau III: Valeurs propres (bits) et inertie (%) des 3 premiers axes de l'AFC appliquée au groupe 1 au stade de développement et de croissance des feuilles (DC).

Axes	F1	F2	F3
Valeurs propres	0,34	0,24	0,20
Inertie (%)	31,09	21,74	18,46
Cumul (%)	31,09	52,83	71,30

Le plan principal formé par F1 × F2 sépare deux ensembles (figure 4A et 4B) d'arbres. L'ensemble A se distingue par la période de (DC) d'octobre à décembre 2007 et l'ensemble B en janvier et mai 2007.

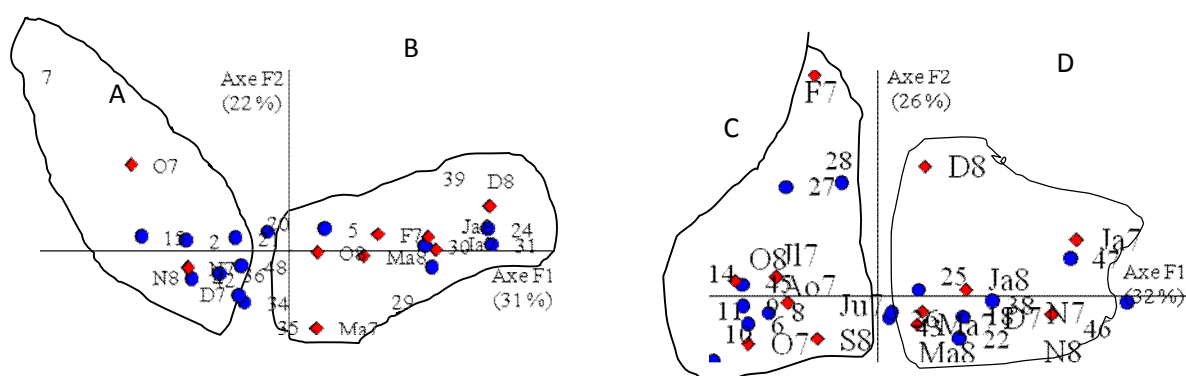


Figure 5 : AFC des observations du stade de développement et de croissance des feuilles des gommiers de *A. senegal* dans la plantation de Gassi (N'Djaména, Tchad) : gommiers du groupe 1 (A et B) et gommiers du groupe 2 (C et D).

Des périodes à feuilles vertes ont été notées en mai, octobre et décembre 2008 en B. Par rapport à l'axe F1, les contributions des variables N7/D7/N8 (13,89%), Ja7 (11,24%), O8 (10,33%), O7 (6,67%) et J17/Ao7 (7,54%) et des arbres n°46 (21,35%), 47 (14,94%), 11 (11,47%), 14 (8,32%), 9 (7,26%) et 38 (6,81%) sont supérieures aux moyennes respectives (6,7% et 6,25%). Les 2 ensembles du groupe 2 (figure 4C et 4D) sont constitués dans le plan formé par les variables Ja7, F7, Ju7, J17, Ao7, O7, N7, D7, Ja7, S8, O8, et N8.

Tableau IV : Valeurs propres (bits) et inertie (%) des 3 premiers axes de l'AFC appliquée au groupe 2 au stade de développement et de croissance des feuilles (DC).

Axes	F1	F2	F3
Valeurs propres	0,32	0,25	0,13
Inertie (%)	31,72	25,59	13,65
Cumul (%)	31,72	57,32	70,97

La pleine feuillaison s'est installée aux mois de juillet-août 2007 et étendue jusqu'en octobre 07 et octobre 08 pour les arbres de la figure 4C représentant 41,18% de la population du groupe 2. Ceux de la figure 4D (23,52%) sont affiliés aux mois de janvier-février-juin, novembre-décembre 2007 et mai-septembre-novembre-décembre 2008. La proportion de ce sous-groupe est estimée à 35,30% des arbres.

4. Chute des feuilles

Les données relatives à la chute des feuilles ont été soumises à l'AFC dont les résultats sont présentés dans le tableau V. Les variables correspondent aux mois d'observation bisannuelle. L'examen de ce tableau montre que l'axe F1, avec une valeur propre de 0,73 bits, supporte une part importante de l'inertie totale. Le premier axe factoriel (axe F1) a extrait 66,34 % de l'information stabilisée autour du 2^{ème} axe. Les deux axes F1 × F2 permettent de discriminer deux ensembles A et B en termes de chute des feuilles.

Tableau V : Valeurs propres (bits) et inertie (%) des 2 premiers axes de l'AFC appliquée au groupe 1 au stade de chute des feuilles (C).

Axes	F1	F2
Valeurs propres	0,73	0,32
Inertie (%)	66,34	29,73
Cumul (%)	66,34	96,07

Les variables M7 (76,24 %) et les arbres n°29 (52,04 %) et 30 (22,51 %) ont apporté une part importante d'information à la formation de l'axe F1 (dans les abscisses positives de l'axe F1) caractérisant la chute des feuilles en mars. Les variables M8/A8 (34,63 %) et les arbres n°36 (45,48 %) et 42/48 (24,48 %) sont fortement liés à l'axe F2. Le plan formé par F1 × F2 met ainsi en évidence 2 ensembles (figures 5A et 5B) définis. En effet, l'ensemble A se distingue de l'ensemble B par la chute des feuilles en février, mars, avril et décembre alors que l'ensemble B en mars seulement.

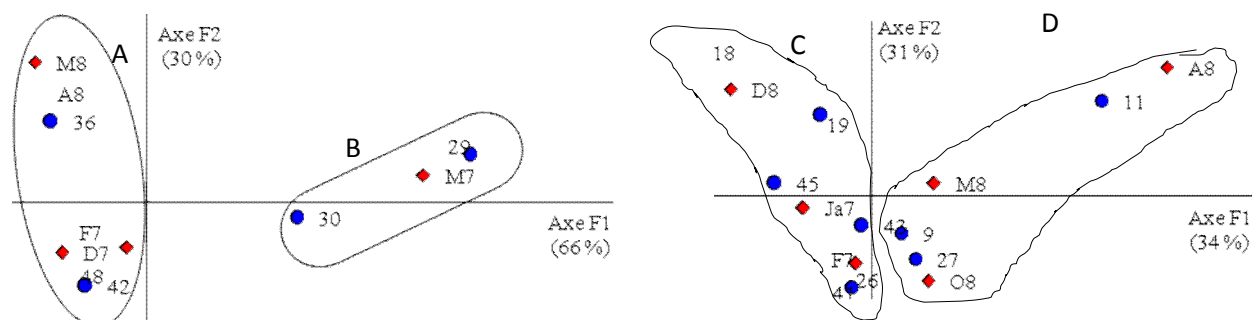


Figure 6 : AFC des observations du stade de chute des feuilles des gommiers de *A. senegal* dans la plantation de Gassi (N'Djaména, Tchad) : gommiers du groupe 1 (A et B) et gommiers du groupe 2 (C et D).

Le suivi mensuel de la chute des feuilles du groupe 2 a conduit au traitement des données par l'AFC (tableau VI). Les variables sont les mois d'observation. L'examen dudit tableau a montré que l'axe F1, avec une valeur propre de 0,60 bits, supporte une faible part de l'inertie totale. Cela suppose une relation moins forte entre les mois d'observation et les arbres suivis.

Tableau VI : Valeurs propres (bits) et inertie (%) des 3 premiers axes de l'AFC appliquée au groupe 2 au stade chute des feuilles (C).

Axes	F1	F2	F3
Valeurs propres	0,60	0,54	0,32
Inertie (%)	33,7	30,56	18,21
Cumul (%)	33,72	64,28	82,49

L'information extraite par les deux premiers axes factoriels est sensiblement proche. L'axe F1 a extrait 33,72 % de l'information tandis que F2, 30,56 %. Les variables A8 (48,20 %) et D8 (33,30 %) et les arbres n°11 (58,32 %), 18 (18,33 %) et 45 (15,70 %) ont apporté une part importante d'information à la formation de l'axe F1. Les abscisses positives de l'axe F1 caractérisent la chute des feuilles en avril et négatives le début de la chute des feuilles en décembre. Les variables D8 (39,72 %), F7 (31,46 %) et A8 (19,24 %) et les arbres n°18 (24,14 %), 11 (21,10 %), 19 (15,05 %) et 27 (13,73 %) ont contribué à la formation de l'axe F2. C'est sur le plan principal formé par F1 × F2 décrit par des variables F7, A8, D8 que va s'établir l'ensemble C (figure 5C) représentant 33 % de la population du groupe 2 caractérisé par la perte progressive des feuilles en décembre 2008 (les abscisses négatives de l'axe F1). La chute effective des feuilles (ensemble D de la figure 5D) est constatée en avril 08 correspondant aux abscisses positives de l'axe F1.

III- DISCUSSION

L'initiation foliaire est caractérisée par l'éclatement des bourgeons entre mars et avril 2007 et 2008, ce qui semble se rapprocher des observations phénologiques de [10]. L'auteur a estimé que les bourgeons s'ouvrent au début de l'hivernage d'une façon assez systématique, sauf au cours des années sèches où les premières feuilles se forment tardivement. La même observation a été faite par [11] dans un site de Mbidi. La feuillaison de *A. senegal* commence généralement en mars-avril [12]. Ces deux mois sont caractérisés par une augmentation de l'humidité relative allant de 42,5 % en mai 2007 à 80,5 % en août de la même année où les précipitations ont été abondantes.

Plusieurs hypothèses sont généralement émises pour expliquer le débourrement précoce. Pour [10], le débourrage des arbres avant les pluies pourrait être sous la dépendance de l'augmentation de l'humidité relative de l'air. La proportion des gommiers présentant cet état entre juin et juillet a été de 33 % dans le second et très faible dans le premier. [13] a opté pour un déterminisme par la photopériode.

Par ailleurs, le débourrement foliaire précoce a été observé *Acacia tortilis* généralement avant l'installation des pluies [9]. Même si l'influence de la disponibilité des eaux de pluie n'est pas établie dans le cadre du débourrement des feuilles, on se rend compte que leur développement ainsi que leur croissance requiert reconstitution des réserves hydriques du sol. Les mois de juillet, d'août et de septembre sont caractérisés par des feuilles épanouies sur tous les individus. Les précipitations sont importantes dans le déroulement de cet événement qui, parfois, peut être accompli au-delà de ces trois mois qui reçoivent la majeure partie des précipitations. Le mois d'août s'est distingué par un pic de l'humidité relative atteignant 80,5 %. Cela est en accord avec les observations de [14] qui ont noté un lien entre le développement foliaire et la saison des pluies. [9] semble attribuer le développement des feuilles de *Acacia tortilis* à des réserves hydriques du sol en surface. Ces résultats corroborent ceux de [15]. Dans le cadre de la recherche de l'intérêt fourrager de l'espèce, les auteurs ont noté la présence maximale des feuilles pendant la saison des pluies. Pour [16] les feuilles et gousses constituent les parties appréciées disponibles aux périodes de soudure critiques pour les pasteurs nomades du Sahel. Les feuilles sont disponibles d'avril à juin et les gousses de novembre à février. La proportion des gommiers feuillés a atteint 50 % en octobre-novembre-décembre correspondant à la fin de saison des pluies et le début de saison sèche. [17] a mis en évidence deux mois, octobre-novembre, au cours desquels le développement et la croissance des feuilles ont été notés chez 90 % des gommiers de *A. senegal* dans le Ferlo sénégalais. Cependant, des variations intra et intergroupes en termes de mois à feuilles épanouies ont été observées tout au long de la période d'étude.

La proportion moyenne des arbres restés feuillés de janvier à mai, et même légèrement avant (novembre-décembre), a été de 16 %. La persistance des feuilles de cette espèce a conduit [18] à la classer parmi les espèces à feuillaison longue, c'est-à-dire donnant des feuilles avant la saison des pluies qui persistent en début de saison sèche. Les variations intra-annuelles, inter-annuelles et même intersites observées [19] ont permis à [20] de rapprocher *A. senegal* des ligneux à feuillaison variable qui sont plus ubiquistes. Dès octobre, novembre ou décembre, les feuilles vertes observées pendant la saison des pluies (juillet, août et septembre) ont commencé à changer d'aspect devenant plus ou moins jaunes. Ce changement d'aspect des feuilles caractérise la disparition ou la chute des feuilles remarquable chez 69 % des gommiers aux mois de mars 2007-2008 et d'avril 2008. Les gommiers de la plantation ont montré une variabilité intra spécifique peu marquée au niveau du feuillage.

Le détachement des feuilles sur les différents rameaux porteurs a marqué le début de la défeuillaison comme l'a noté auparavant [21] chez *Acacia tortilis* dans le Ferlo sénégalais. Les arbres sont restés dénudés pendant ces deux mois. De façon ponctuelle, [22] est arrivé au même constat en avril 1974 sur les populations de *A. senegal* rencontrées dans les dépressions de Fété-Olé au Nord du Sénégal. L'indisponibilité des feuilles a été signalée par [23] chez l'espèce en janvier lorsque les conditions du milieu deviennent sévères et par [15] plus tard à compter du milieu de saison sèche de décembre à janvier. La perte de feuillage pendant ces mois secs peut être imputée à divers facteurs. [14] ont considéré que *A. senegal* est une espèce décidue précoce perdant ses feuilles de février à mars. Pour ces auteurs, la perte des feuilles durant cette période chaude en milieux sahéliens est interprétée comme une stratégie aux mécanismes d'adaptation. Dans le même sens, [24] ont montré que cette espèce est très résistante aux périodes sèches, se développant dans des sites à pluviométrie variant entre 300-400 mm et, en tolérant des hausses de températures de l'ordre de 45°C. Pour [2], la défeuillaison permet de se rendre compte du stade d'inactivité photosynthétique de l'arbre. Étudiant les ligneux de Ouango-Fitini, [25] a noté que les arbres amorcent le processus de chute de feuilles en novembre et en janvier, les ligneux restent défeuillés. Chez les ligneux de la savane australienne [26], le changement de la coloration des feuilles se produit avant la saison pluvieuse. Ce changement a été noté dans 22 % de la population. Dans la station de Machakos, à 75 km de Nairobi, [27] ont constaté que le début de la chute des feuilles des espèces du genre *Senna* et du genre *Melia* en 1997/1998 a coïncidé avec une diminution de l'humidité de sol atteignant 26-28 %. L'amorce de la défeuillaison est synchrone à partir de septembre-octobre consécutive à une chute brutale du degré hygrométrique moyen (60 à 40 %), d'un adoucissement de températures et d'une raréfaction ou disparition des pluies d'octobre (Collectif, 1992). Il faut signaler que le changement de la coloration des feuilles ne concerne pas tous les individus étudiés. Pendant que certains ont commencé à perdre les feuilles en octobre, d'autres ont gardé leur aspect. Pour ce premier type, la chute des feuilles a été amorcée en janvier et observée curieusement en mars-mai 2007/2008 et en février 2007/2008 pour 33 % d'entre eux.

IV- CONCLUSION

Le suivi de la phénologie foliaire de *A. senegal* a permis de situer les périodes de débourrement des feuilles, du développement et de la croissance des feuilles et de la chute des feuilles. Les individus ont présenté des stades différents à la même période d'observation. Des différences intragroupes ont été notées. Les mois de janvier à avril sont marqués par l'absence de feuilles (26 % des arbres) en 2007 et 2008. Le phénomène a atteint 46 % des gommiers au mois d'avril. Le débourrement foliaire amorcé en avril a été observé en mai chez 49 % des arbres. Le développement et la croissance des feuilles ont été observés sur l'ensemble de la population aux mois de juillet-août.

La perte progressive du feuillage amorcée en septembre-octobre a été remarquable en décembre avec 33 % de la population. Pour permettre de mieux comprendre le contraste individus feuillés et individus défeuillés en périodes sèches, il s'avère prioritaire d'étendre l'étude aux gomméraires naturelles éloignées des sites à humidité relativement constante.

V- REMERCIEMENTS

Les travaux de recherche ont été menés au Laboratoire d'Ecologie et d'Eco-Hydrologie de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar en collaboration avec le Département de Biologie de l'Université Adam Barka d'Abéché Tchad. Ils ont bénéficié du soutien financier de l'Ambassade de France au Tchad et du Projet d'Appui à la Recherche Scientifique et Technique au Tchad (ARS2T).

VI- BIBLIOGRAPHIES

- [1] **Poupon H.**, 1979. Etude de la phénologie de la strate ligneuse à Fété-Olé (Sénégal septentrional) de 1971 à 1977. Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire. Tome 41, série A, no 1, pp 44-85.
- [2] **Grouzis M.**, 1990. Phénologie des ligneux sahéliens. Aspect méthodologique et influence des facteurs du milieu. ORSTOM, 1-8.
- [3] **De Bies., Ketner P., Paasse M., Geerling C.**, 1998. Woody Plant Phenology in the West Africa Savanna. Journal of Biogeography, Vol. 25, No. 5 pp. 883-900.
- [4] **Do F. C., Goudiaby V. A., Gimenez O., Diagne A. L., Diouf M., Rocheteau R., Akpo L.E.**, 2005. Environmental influence on canopy phenology in the dry tropics. Forest Ecology and Management 215 : 3196328.
- [5] **Mahamane A., Mahamane S., Lejoly J.**, 2007. Phénologie de quelques espèces ligneuses du parc national « W » (Niger). Sécheresse2007;18(4):354-8.
- [6] **Seghier J., Carreau J., Boulain N., De Rosnay P., Arjounin M., Timouk F.**, 2012. Is water availability really the main environmental factor controlling the phenology of woody vegetation in the central Sahel. Plant Ecology, 213: 881-870.
- [7] **Ngaryo F. T., Goudiaby V. C., Diouf M., Diatta S. Akpo L.E.**, 2012. Production de gomme arabique chez *Acacia senegal* (L.) Willd. en zone sahélienne (Nord-Djaména, Tchad) : variation selon les stades de la feuillaison. In : Plantes du Sahel alimentaires, médicinales et cosmétiques. Éditions CNRS, pp 133-148.
- [8] **Dione M.**, 1996. *Recherches expérimentales sur le gommier Acacia Senegal dans le Ferlo sénégalais*. Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse, France. 150 p.
- [9] **Diouf M.**, 2003. *Caractéristiques fondamentales de la feuillaison d'une espèce ligneuse sahélienne Acacia tortilis (Forsk) Haye. Variations selon les microsites topographiques au Ferlo (Nord-Sénégal)*. Thèse de doctorat, UCAD, Dakar, Sénégal. 104 p.
- [10] **Poupon H.**, 1980 - Structure et dynamique de la strate ligneuse d'une steppe sahélienne du Nord-Sénégal. Trav Doc, N°. 115, ORSTOM, Paris, 351 p.

- [11] **Sylla G. C.**, 1988. Comportement d'*Acacia senegal* en plantation et dans la nature au Sahel sénégalais - Perspectives d'avenir des reboisements gommiers. Troisième Symposium sur le Gommier et la Gomme Arabique, (SYGGA III), Saint-Louis, Sénégal, 25-28 octobre 1988 : Publ. ISRA, Dakar 139-169.
- [12] **Nongonierma A.**, 1979. Contribution à l'étude biosystématique du genre *Acacia* Miller en Afrique occidentale, IV. Distribution bioclimatique des différents taxa. Bull. IFAN, 39, série A, 2 : 318-339.
- [13] **GROUZIS M., SICOT M.**, 1980. A method for the phenological study of browse populations in the Sahel: the influence of some ecological factors, 233-240 in LE HOUÉROU ed.: Browse in Africa, the current state of knowledge. I.L.C.A., Addis-Abeba. 491p.
- [14] **Breman H., Kessler J. J.**, 2004. Le rôle des ligneux dans les agro-écosystèmes des régions semi-arides (avec un accent particulier sur les pays sahéliens). <http://library.wur.nl/way/catalogue/documents/Sahel/LIGNEUX/INDEX.HTM>. Le 13/04/2009.
- [15] **Ickowicz A., Friot D., Guérin H.**, 2005. *Acacia senegal*, arbre fourrager sahélien ? Bois et Forêts des Tropiques, N° 284 (2) : 59-69.
- [16] **Mallet B., Besse F., Gautier D., Muller D., Bouba N., Nijiti C.**, 2002. Quelles perspectives pour les gommiers en zone de savanes d'Afrique centrale ? Actes du colloque, Maroua, 10 p.
- [17] **Dione M.**, 1989. Tests de saignée réalisés dans le cadre de l'appui scientifique au projet sénégal-allemand de reboisement et d'aménagement sylvo-pastoral de la zone nord. ISRA/DRPF, Dakar, 29 p.
- [18] **Hiernaux P., Cisse M. I., Diarra L., De Leeuw N.**, 1994. Fluctuations saisonnières de la feuillaison des arbres et des buissons sahéliens. Conséquences pour la quantification des ressources fourragères. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 47 (1) : 117-125.
- [19] **Sall P.N.**, 1997. Le gommier et la gomme arabique (L) Willd. *UNESCO MAB*, 29 p.
- Cheema M.S.Z.A., Qadir S.A.**, 1973. Autoecology of *Acacia senegal* (L.) Willd.. *Vegetatio* Vol. 27, 1-3, pp 131-162.
- [20] **Ickowicz A.**, 1995. *Approche dynamique du bilan fourrager appliquée à des formations pastorales du Sahel tchadien*. Thèse de doctorat, université Paris XII, Créteil, France. 451 p.
- [21] **Goudiaby V.**, 2003. *Impact d'un déficit hydrique sur la feuillaison d'*A. tortilis* (Forsk) Hayne Subsp.raddiana (Savi) Brenan Var. raddiana dans le Nord-Ferlo au Sénégal*. Thèse de doctorat, UCAD, Dakar, Sénégal. 81 p.
- [22] **Poupon H.**, 1979. Etude de la phénologie de la strate ligneuse à Fété-Olé (Sénégal septentrional) de 1971 à 1977. Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire. Tome 41, série A, no 1, pp 44-85.
- [23] **Cheema M. S. Z. A., Qadir S. A.**, 1973. Autoecology of *Acacia senegal* (L.) Willd.. *Vegetatio* Vol. 27, 1-3, pp 131-162.
- [24] **Tadesse W., Desalegn G., Alia R.**, 2007. Natural gum and resin bearing species of Ethiopia and their potential applications. Invest Agrar: Sist Recur For 16 (3), pp 211-221.

[25] **Fournier A.**, 1991. Phénologie, croissance et productions végétales dans quelques savanes d'Afrique de l'Ouest : variation selon un gradient climatique. Thèse de doctorat, ORSTOM, Paris, France. 312 p.

[26] **Williams R. J., Myers B. A., Muller W. J., Duff G. A., Eamus D.**, 1997. Leaf phenology of wood species in a north Australian savannah. *Ecology* 78, 2542-2558.

[27] **Broadhead J.S., Ong C.K., Black C.R.**, 2003. Tree phenology and water availability in semi-arid agroforestry systems. *Forest Ecology and Management* 180, 61-73.

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

La Revue Scientifique du Tchad (RST) est un espace de publications destiné à promouvoir et à vulgariser les travaux de recherche. Elle est organisée selon les champs disciplinaires suivants :

Série A ó Lettres et Sciences Humaines ;

Série B ó Sciences Juridiques, Economiques et de Gestion ;

Série C ó Sciences et Techniques ;

Série D ó Sciences de la Vie, de la Terre et de la Santé.

Les contributions publiées par la Revue Scientifique du Tchad (RST) représentent l'opinion des auteurs et non celle du comité de rédaction. Tous les auteurs sont considérés comme responsables de la totalité du contenu de leurs contributions.

La soumission d'un manuscrit à la Revue Scientifique du Tchad (RST) implique que les travaux qui y sont rapportés n'ont jamais été publiés auparavant, et sont pas soumis concomitamment pour une publication dans une autre revue et qu'une fois acceptés, ne seront plus publiés nulle part ailleurs sous la même langue ou dans une autre langue sans le consentement de la RST.

SOUMISSION

Les manuscrits à publier dans un champ disciplinaire sont soumis à l'adresse suivante :

Monsieur le Directeur de Publication de la Revue Scientifique du Tchad, Centre National d'Appui à la Recherche, N'Djaména, Tchad. E-mail : cnar_tchad@yahoo.fr

Ils doivent comporter les adresses postale et électronique, les numéros de téléphone de l'auteur à qui doivent être adressées les correspondances.

Les manuscrits soumis à la Revue Scientifique du Tchad doivent impérativement respecter les indications ci-dessous.

LANGUE DE PUBLICATION

La RST publie des articles rédigés en français, en arabe ou en anglais. Cependant, le titre, le résumé et les mots-clés doivent être donnés dans deux langues.

Dans tous les cas, le résumé en anglais reste exigé pour tout manuscrit soumis.

PRESENTATION DU MANUSCRIT

Le manuscrit, les tableaux et figures doivent être fournis sous forme électronique et sous version imprimée en 2 exemplaires. La forme électronique comprend un fichier pour le texte saisi sous Word et un ou plusieurs fichiers pour les illustrations.

Pour les séries A et B, le manuscrit imprimé sur du papier blanc A4 (21x 29,7cm) ne doit pas dépasser **25 pages dactylographiées**, références et figures comprises.

Pour les séries C et D, le manuscrit imprimé sur du papier blanc A4 (21x 29,7cm) ne doit pas dépasser **10 pages dactylographiées**, références et figures comprises.

Le texte doit être écrit en Times New Roman, caractère 12, en interligne 1,5 avec une marge de 4 cm. Le manuscrit doit être présenté sous des sections suivantes, étant entendu que certaines peuvent être regroupées (matériel et méthodes, résultats et discussion). Il s'agit de : titre du travail, résumé, introduction, matériel, méthode, résultats, discussion, conclusion, remerciements et références bibliographiques.

Page de titre

La première page doit mentionner uniquement le titre de l'article, les noms des auteurs, leur institution d'affiliation et leurs adresses complètes (boîte postale, téléphone, E-mail). Le nom et l'adresse de l'auteur à qui les correspondances seront adressées, sont marqués d'un astérisque.

Résumé et mots clés

Le résumé ne doit pas excéder 250 ó 300 mots (15 lignes), en français ou en arabe, et en anglais. Les mots clés, au maximum 8, traduits également dans l'une des deux langues et en anglais, doivent figurer à la suite du résumé.

Introduction

L'introduction doit fournir suffisamment d'informations de base situant le contexte dans lequel le travail a été entrepris. Elle doit permettre au lecteur de juger de la rationalité du travail et d'évaluer les résultats acquis.

Matériel

Il s'agit de donner les détails sur l'échantillon (date et lieu de l'échantillonnage, quantité) et les types d'appareils utilisés pour les mesures.

Méthode

Elle doit être consacrée à donner des informations suffisantes permettant de reproduire les travaux décrits. Les méthodes communément utilisées sont décrites succinctement. Quant aux méthodes nouvelles, elles feront l'objet d'une description détaillée.

Résultats

Les résultats expérimentaux doivent être présentés sous forme de texte, de tableau ou de figure, étant entendu qu'une même donnée ne peut être de façon répétitive sous deux formes ou trois.

Discussion

La discussion doit porter sur l'analyse et l'interprétation des résultats, établir les relations entre les résultats obtenus et les travaux déjà publiés, soulever des problèmes tels que les conflits des idées et les données rapportées par d'autres auteurs. L'importance des résultats obtenus pour les recherches futures devra être mentionnée.

Remerciements

Les remerciements éventuels au personnel d'assistance ou à des supports financiers devront être en terme concis.

Références

Les références, limitées aux auteurs cités doivent être numérotées dans l'ordre de leur apparition dans le texte et appelées par leur numéro. Les numéros d'appel doivent figurer dans le texte entre crochets, séparés par un tiret quand il s'agit de références consécutives, par exemple [1-4], et par des virgules quand il s'agit de références non consécutives: [2, 8, 13]. A titre indicatif :

a) Pour les articles et synthèses de périodiques classiques

Noms des auteurs suivis des initiales des prénoms, année de parution, titre du travail dans la langue originelle, nom du périodique, volume ou tome, première et dernière page de l'article en respectant les polices de caractères de l'exemple 1:

Mbailaou Mb, Mahmoud Y., Tarkodjiel M., Bessière J-M. and Delobel B., 2005. Constituents of fermented *Cassia obtusifolia* leaves, a traditional food from Chad, African Journal of Biotechnology. 4(10), 1080-1083.

b) Pour les ouvrages

Noms des auteurs suivis des initiales des prénoms, année de parution, titre de l'ouvrage, si possible dans la langue originelle, maison d'édition (en précisant le tome ou l'édition), nom de la ville et du pays de la maison d'édition, nombre total de pages.

Exemple 2 :

Chwartz D., 1985. Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. 3^{ème} éd., Flammarion Médecine Sciences, Paris VI, 318p.

c) Pour les chapitres d'ouvrage

Noms des auteurs du chapitre, année de parution, titre de l'ouvrage (en précisant l'auteur de l'ouvrage et éventuellement le tome ou l'édition), noms de la ville et du pays de la maison d'édition, les premières et dernière pages.

Exemple 3 :

Aké A.L., 1988. La diversité génétique des espèces végétales sous-exploitées d'Afrique. In : **Attere F., Zedan H., Preeino P.** Crop genetic resources of Africa (Vol 1) Nairobi, Kenya : IBPGR/UNEP, pp. 53 ó 88.

d) Pour les thèses et mémoires

Noms de l'auteur, année de présentation, titre du travail, noms de l'université, de la ville et du pays, nombre de pages. Exemple 4 :

Nkounkou-Loumpangou, C., 2010. *Les plantes utilisées dans le traitement de l'infertilité féminine: Inventaire, phytochimie et évaluation biologique.* Thèse de Doctorat, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, Congo. 147 pp.

Tableaux, figures et photocopies

Les tableaux en chiffre romain (tableau I) et figures en chiffre arabe (figure 1) numérotés par ordre chronologique d'apparition ne doivent pas faire double emploi avec le texte dans lequel ils seront obligatoirement appelés. Ils doivent être intelligibles sans le recours du texte. Les titres et les légendes sont placés en haut des tableaux et en bas des figures et des photos. Ils sont présentés et numérotés chacun sur une page séparée. Les photographies doivent être de bonne qualité pour permettre leur impression directe et présenter le copyright.

Abréviations, unités et symboles

Les contributions doivent comporter le minimum d'abréviations. Seuls les termes acceptés internationalement peuvent être utilisés. Les unités doivent être celles du système international (SI).

PROCEDURE DE REVISION

Les manuscrits dépourvus des noms et adresses des auteurs sont soumis à l'appréciation de deux référés spécialisés. Les auteurs reçoivent les commentaires écrits des référés. Pour des contributions acceptées, les auteurs doivent effectuer des révisions dans un délai n'excédant pas une semaine et envoyer la version révisée sous Word sur support électronique.

En cas de rejet, des orientations sont données en vue d'une bonne reprise.

EPREUVES D'IMPRIMERIE

Les auteurs recevront, avant publication, des épreuves qu'ils doivent vérifier dans les délais indiqués. Aucune modification ne devra être apportée à ce stade de fabrication, où seules les corrections seront admises.