

## **Caractéristiques physico-chimique de l'eau d'abreuvement des ruminants dans la zone sahélienne du Tchad : cas de Batha Ouest**

**Jules LEMOUFOUET<sup>1\*</sup>, Fernand TENDONKENG<sup>1</sup>, Hippolyte MEKUIKO WATSOP<sup>2</sup>,  
Alladoum DJIMSANODJI<sup>3</sup>, Emile MIEGOUE<sup>1</sup>, Hervé MUBE KUITCHE<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Département de Zootechnie, FASA, Université de Dschang, BP 188 Dschang, Cameroun*

<sup>2</sup> *Département de Production Animale, ESMV, Université de Ngaoundéré, BP 454 Ngaoundéré, Cameroun*

<sup>3</sup> *Institut Universitaire des Sciences et Technique d'Abéché, BP 899 N'Djamena, Tchad*

---

\* Correspondance, courriel : [juleslemoft@yahoo.fr](mailto:juleslemoft@yahoo.fr)

### **Résumé**

La mise à disposition de l'animal d'une eau potable a toujours été un challenge pour les éleveurs particulièrement ceux des régions sahéliennes où cette ressource est souvent rare. Cette étude a été initiée avec pour objectif de déterminer la qualité physicochimique des eaux d'abreuvement dans le Département de Batha Ouest dans la zone sahélienne du Tchad. Pour ce faire, un total dix-neuf échantillons d'eau de puits ont été collectés entre Avril et Mai 2019 et, analysés au laboratoire du Centre de Contrôle de Qualité des Denrées Alimentaires de Ndjamen au Tchad. Les valeurs moyennes ont été comparées aux normes de l'Agence Nationale de la Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du Travail. Les résultats ont révélés que les eaux de puits sont légèrement alcalines à moyennement basiques (pH compris entre 6,18 et 7,22) et avec des températures comprises entre 24,5 à 26,2 °C. Elles sont légèrement minéralisées et légèrement dure avec une conductivité moyenne de 77,55 à 589,5 µS/cm et une dureté totale moyenne de 18 à 139 °F. Leur turbidité est comprise entre 6,11 à 260,5 UNT (Unité Néphélométrique de Turbidité). La pollution en azote est moyennement faible avec des taux de nitrates variant entre 0,2 à 82 mg/L et de 0,0025 à 0,27mg/L pour les nitrites. Une forte corrélation a été observée entre la conductivité et la dureté totale ; et enfin entre la turbidité et, les nitrates et les nitrites. Les propriétés physico-chimiques de l'eau d'abreuvement ne présentent pas de danger pour la consommation des animaux car la majorité est dans la norme recommandée.

**Mots-clés :** *eau, caractéristiques physico-chimique, abreuvement, Batha Ouest.*

### **Abstract**

**Physico-chemical characteristics of ruminant drinking water in the Sahelian zone of Chad : case of West Batha**

Providing the animal with drinking water has always been a challenge for breeders, particularly those in Sahelian regions where this resource is often scarce. This study was initiated with the aim of determining the physicochemical quality of the drinking water in the Department of West Batha in the Sahelian zone of Tchad. To do this, a total of nineteen well water samples were collected between April and May 2019 and, analyzed at the laboratory of the Food Quality Control Center of Ndjamen in Tchad. The average values were compared with the standards of the National Agency for Food, Environmental and Occupational Health Safety. The results

revealed that the well waters are slightly alkaline to moderately basic (pH between 6.18 and 7.22) and with temperatures between 24.5 and 26.2 °C. They are slightly mineralized and slightly hard with an average conductivity of 77.55 to 589.5  $\mu\text{S} / \text{cm}$  and an average total hardness of 18 to 139 °F. Their turbidity is between 6.11 to 260.5 UNT (Nephelometric Turbidity Unit). Nitrogen pollution is moderately low with nitrate levels varying between 0.2 to 82 mg / l and 0.0025 to 0.27 mg / l for nitrites. A strong correlation was observed between conductivity and total hardness; and finally between turbidity and, nitrates and nitrites. The physico-chemical properties of the drinking water do not present a danger for the consumption of animals because the majority is within the recommended standard.

**Keywords :** *water, physico-chemical characteristics, watering, West Batha.*

## 1. Introduction

L'eau est une molécule qui intervient dans toutes les fonctions physiologiques de base de l'organisme. Il est considéré comme le substrat chimique le plus abondant et le plus vital de tous les êtres vivants. De plus, la disponibilité et la qualité sont des paramètres clés dans la santé et la productivité du bétail [1]. La qualité de l'eau est extrêmement importante pour l'animal, non seulement pour l'ingestion, mais également pour la santé animale et fait partie des mesures de biosécurité essentielles pour maîtriser l'état sanitaire d'un cheptel [2]. L'eau d'abreuvement est susceptible de contenir des substances diverses, de nature physico-chimique (sels minéraux, matières en suspension, micropolluants organiques et minéraux) et de nature biologique (bactéries, virus, parasites), et peuvent être un pourvoyeur de pathologies, d'étiologie chimique, bactérienne, virale ou parasitaire sans qu'elle ne soit soupçonnée au premier abord [3, 4]. Au Tchad, l'élevage des ruminants s'est heurté à beaucoup de problème d'ordre alimentaire du fait de la mauvaise alimentation surtout hydrique, ce qui ne permet pas aux animaux d'extérioriser le maximum de leur potentiel. Dans certaines zones, les pasteurs enregistrent une perte importante de leur cheptel par an. Cette étude vise alors la détermination des caractéristiques physico-chimique des eaux d'abreuvement des ruminants dans le département de Batha Ouest.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Présentation de la zone d'étude

Le département de Batha Ouest (**Figure 1**) est le chef-lieu de la province du Batha situé au centre du pays avec une superficie d'environ 88,800 km<sup>2</sup>. Elle s'étend du 12ème au 16ème parallèle nord. Elle présente une grande hétérogénéité écologique avec les zones sahariennes subdésertiques au nord et des zones semi arides sahéliennes au sud. La végétation est constituée par une steppe arbustive à épine et une strate herbacée dominée par des graminées annuelles qui poussent à chaque début de la saison des pluies et sèchent sur pied dès la fin des précipitations [5]. Le département de Batha Ouest est parcouru par des cours d'eaux qui prennent leurs sources dans les zones montagneuses des provinces de Biltine, de l'Ouaddaï et du Guéra, à l'Est et au Sud de la province de Batha. Tous les cours d'eau sont globalement de type non permanent et endoréique, dont la durée des écoulements dépend de la variabilité de la pluviométrie et de leur position dans la province. Le climat est de type subdésertique, saharien au nord et du type semi-aride, sahélien au sud. Les pluies tombent entre Juillet et Octobre [5]. Le département est une zone d'élevage par excellence grâce à son potentiel en ressources fourragères et hydrauliques avec un cheptel bétail de 1 179 522 têtes soit 12,58 % du cheptel national répartie comme suit : 17,1 % de bovins, ovins 11 % des petits ruminants, et un cheptel volaille de 2 072 316 soit 5,99% du cheptel national [6]. Les ressources fourragères sont dominées par les graminées annuelles et les légumineuses. La strate ligneuse est constituée d'*Acacia raddiana*, *Acacia*

*nilotica*, *Acacia mellifera*, *Balanites aegyptiaca* et *Zizyphus mauritiana*. La strate herbacée est dominée par *Cenchrus biflorus*, *Schoenefeldia gracilis*, *Brachiaria deflexa*, *Aristida mutabilis* et *Eragrostis tremula* [5].

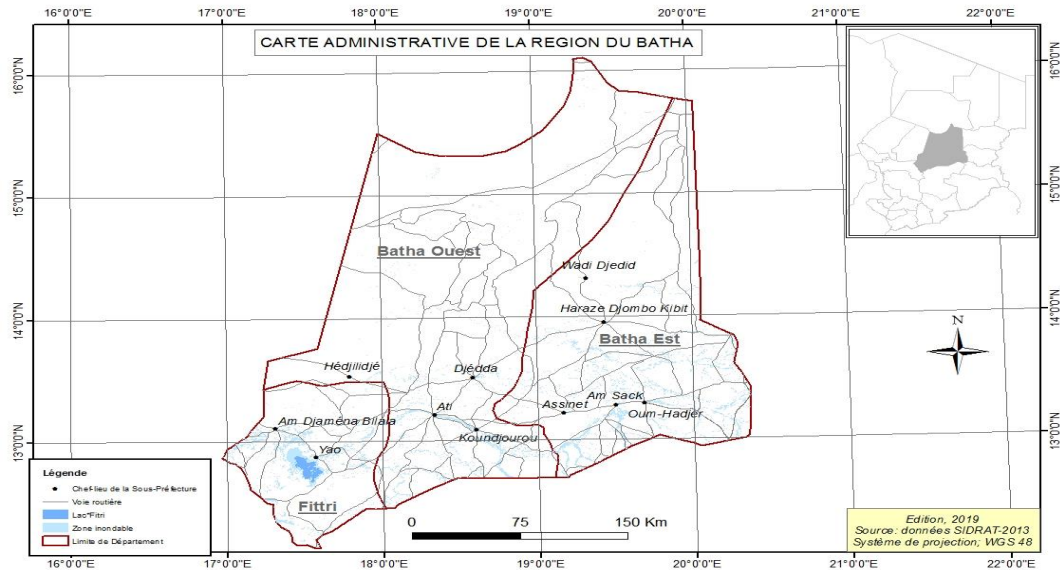


Figure 1 : Carte de la zone d'étude

## 2-2. Échantillonnage

L'échantillonnage a été fait de façon aléatoire selon l'activité et la fréquence d'abreuvement (collectif ou individuel). Au total dix-neuf échantillons d'eau de puits ont été prélevés. Chacun de ces puits a fait l'objet d'un prélèvement pour l'analyse physico-chimique pendant notre étude. Les échantillons d'eau ont été prélevés selon la méthode décrite par [7], dans des flacons jetables en matière plastique et conservés à 4 °C, ensuite analysés dans les 24 heures qui suivent.

## 2-3. Méthodes d'analyse

### 2-3-1. Analyses physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques tels que le pH, Température, Conductivité, Turbidité, Titre Hydrotimétrique (TH) ou dureté totale, nitrites et nitrates ont été analysés au Département de physico-chimie du CECOQDA à l'aide d'un spectrophotomètre DR6000, selon la méthode d'analyse chimique préconisée par [7].

### 2-3-2. Analyses statistique des données

Les données obtenus ont été soumises à la statistique descriptive grâce au logiciel SPSS (*Statistical Package of Social Science*) 20.0. L'étude des corrélations linéaires bi-variées entre les paramètres étudiés nous renseigne sur la force des associations éventuelles entre eux a été faite par le test de corrélation de Pearson [8]. Les résultats ont été ensuite comparés aux normes recommandées par l'ANSES relative à la qualité des eaux destinées à l'abreuvement en vue d'en tirer les conclusions appropriées.

## 3. Résultats

### 3-1. Caractérisations physico-chimiques des eaux analysées

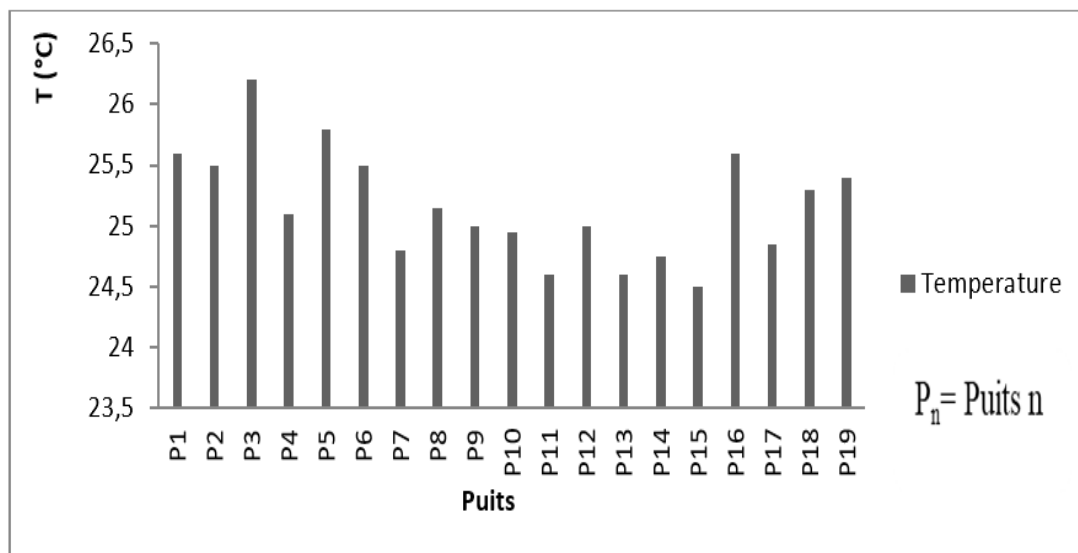
Les indicateurs physico-chimiques de la qualité de l'eau des puits (**Tableau 1**) sont souvent assujettis à des variations spatiotemporelles induites par les activités anthropiques qui modifient les caractéristiques de l'eau. Ainsi, les mesures de ces paramètres dans un écosystème logique nous renseignent sur le degré de pollution de ces eaux.

**Tableau 1** : Caractéristiques physico-chimiques de l'eau d'abreuvement du bétail dans le département de Batha Ouest

Paramètres	Unité	Norme ANSES	Minimale	Maximale	Moyenne + écart-type
Température	°C		24,50	26,20	25,16 ± 0,43
pH		5,5-9	6,18	7,22	6,61 ± 0,30
Conductivité	µm/cm	250	77,55	403,50	167,00 ± 83,56
Turbidité	UNT		2,85	189,00	48,64 ± 57,79
Dureté total	°F	15-30	18,00	139,00	54,57 ± 29,94
Nitrates	mg/L	50	0,20	82,00	16,45 ± 25,68
Nitrites	mg/L	0,1	0,0025	0,27	0,069 ± 0,124

### 3-2. Température

Dans la présente étude, la température moyenne ne présente pas de grande variation d'un point à l'autre et le minimum enregistré est de 24,5°C (P15) et le maximum est de 26,2°C (P3) (**Figure 2**). La température des eaux des puits est en moyenne de 25,16 ± 0,43°C.



**Figure 2** : Variation de la température des eaux des puits

### 3-3. pH

Le pH est compris entre 6,18 et 7,22 avec une moyenne de 6,61 ± 0,30 pour l'ensemble des puits étudiés (**Figure 3**).

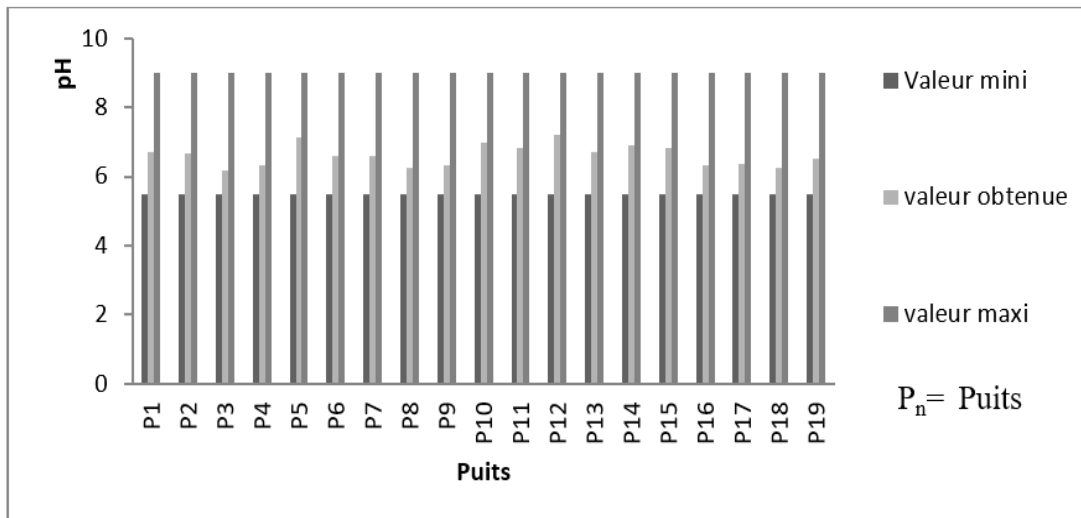


Figure 3 : Variation de pH des eaux des puits

### 3-4. Conductivité

La conductivité oscille entre 77,55  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 403,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  avec une moyenne de  $167,00 \pm 83,56 \mu\text{S}/\text{cm}$  (Figure 4).

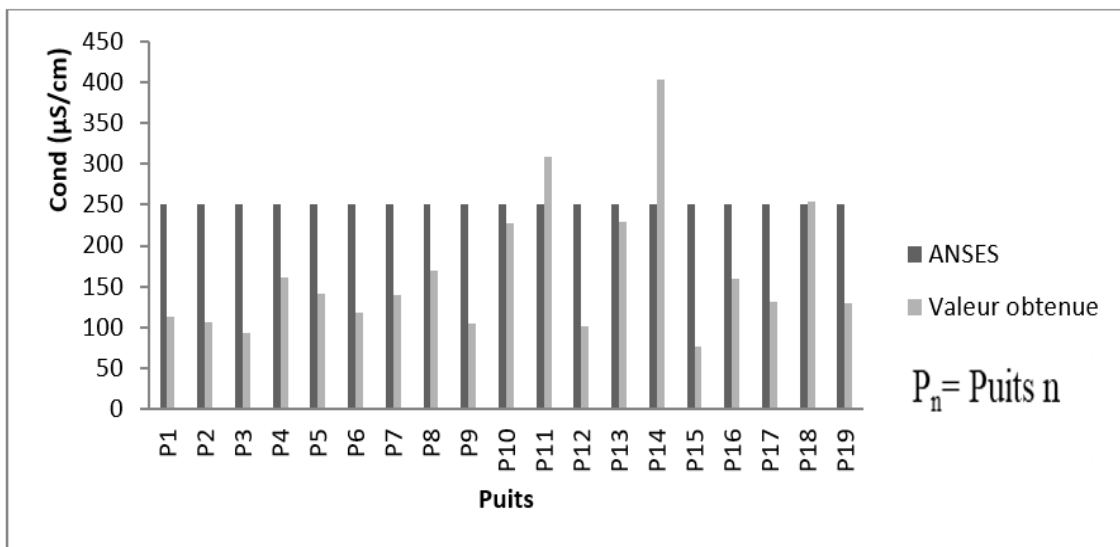
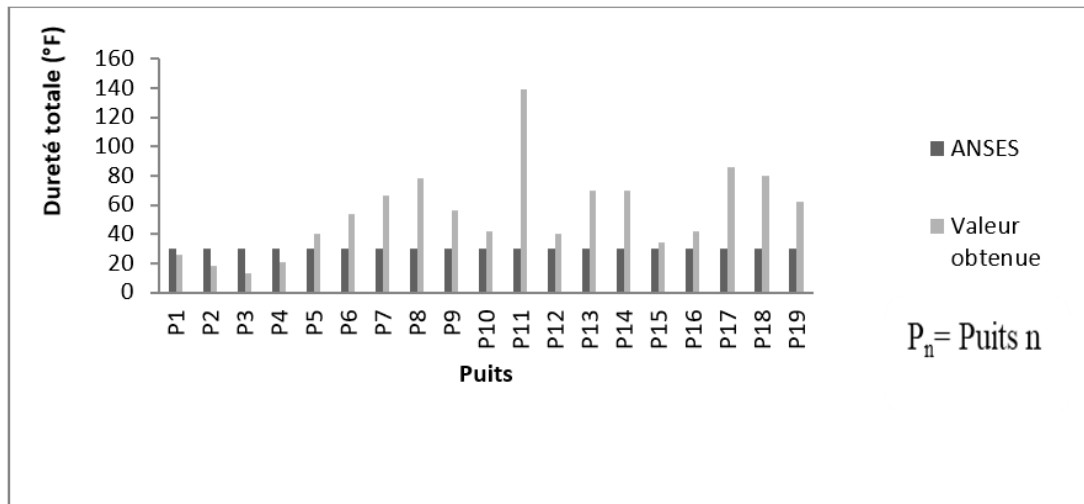


Figure 4 : Variation de la conductivité des eaux des puits

### 3-5. Dureté totale

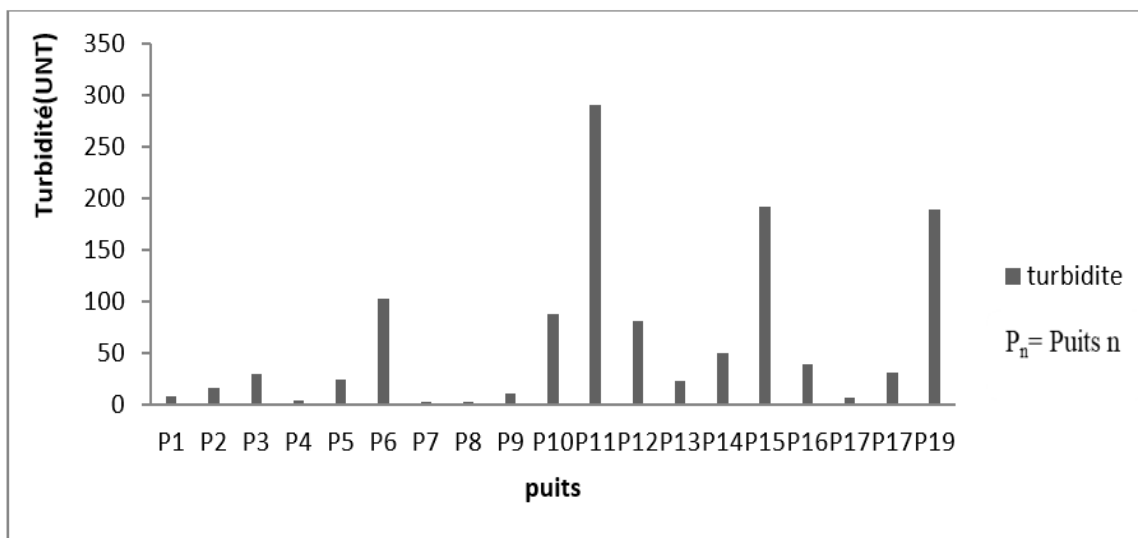
Les valeurs de la dureté totale des eaux des puits varient de 18 °F à 139 °F avec une moyenne de  $54,57 \pm 29,94 \text{ °F}$  (Figure 5).



**Figure 5 :** Variation de la dureté des eaux des puits

### 3-6. Turbidité

Dans la présente étude, les résultats montrent que la turbidité des eaux des puits varie entre 2,85 UNT (P7) et 290,45 UNT (P11) avec une valeur moyenne de  $48,64 \pm 57,79$  UNT (**Figure 6**).



**Figure 6 :** Variation de la turbidité des eaux des puits

### 3-7. Nitrites

Les nitrites des eaux de puits dans la présente étude oscillent entre 0,0025 à 0,275 mg/L avec une moyenne de  $0,069 \pm 0,124$  mg/L (**Figure 7**).

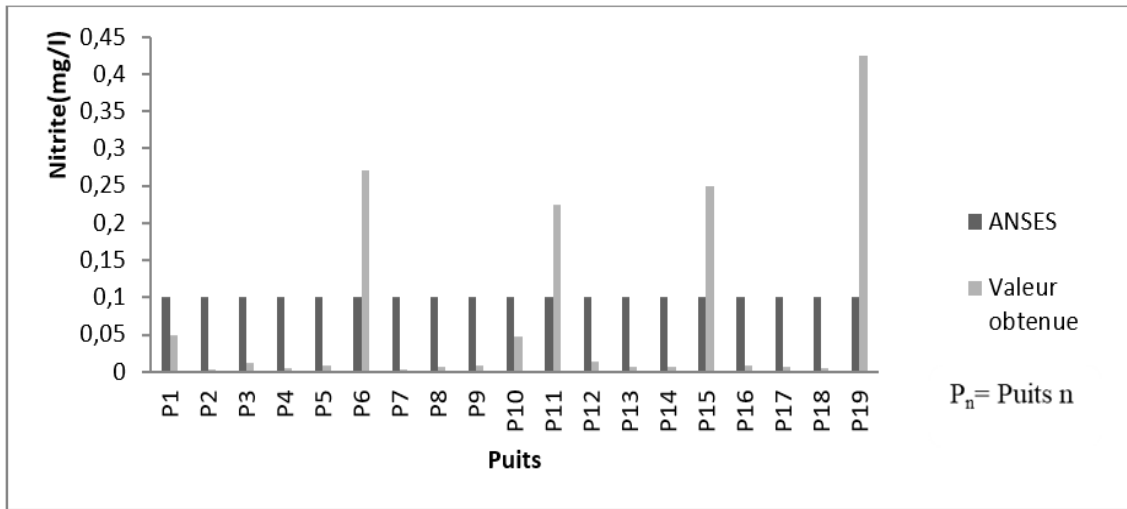


Figure 7 : Variation de la teneur en Nitrite des eaux des puits

### 3-8. Nitrates

Les nitrates oscillent entre 0,001 à 82 mg/L avec une moyenne de  $16,45 \pm 25,68$  mg/L (Figure 8).

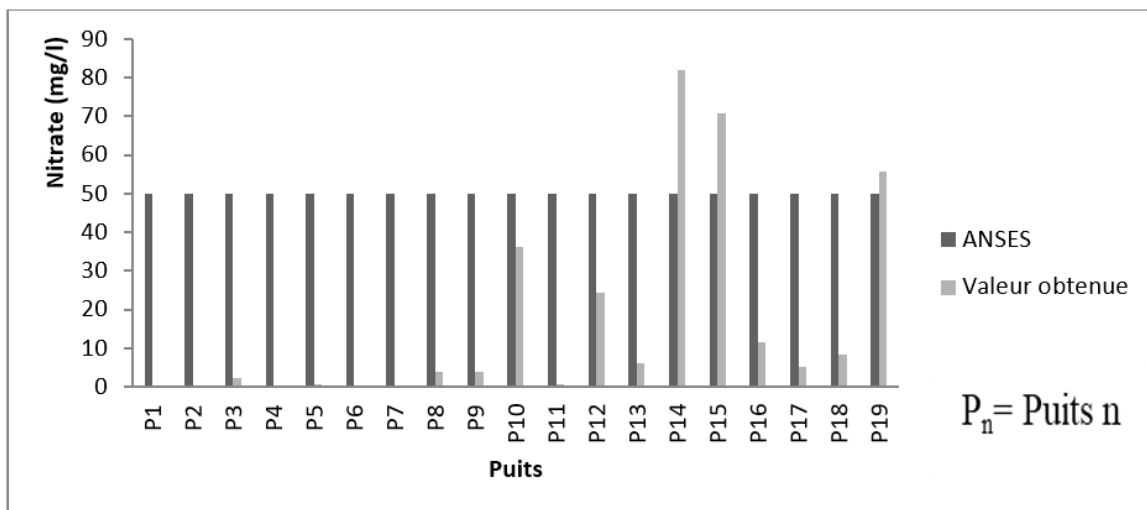


Figure 8 : Variation de la teneur en Nitrate des eaux des puits

### 3-9. Traitement statistique des paramètres physico-chimiques

Il existe une association fortement significative et positive entre la conductivité et la dureté ( $r = 0,58$  ;  $p < 0,01$ ) et les sels totaux dissous ( $r = 0,99$  ;  $p < 0,01$ ) ; entre la turbidité et les Nitrites ( $r = 0,81$  ;  $p < 0,01$ ) et les nitrates ( $r = 0,71$  ;  $p < 0,01$ ) (Tableau 2). Il faut aussi noter une association significativement positive entre la dureté et les TDS ( $r = 0,56$  ;  $p < 0,05$ ) et une association significativement négative entre la température et la dureté ( $r = -0,54$  ;  $p < 0,05$ ). Une corrélation non significative et positive est observée entre les paramètres tels que : le pH et la conductivité, le pH la turbidité, le pH et les TDS, le pH et nitrites/nitrates ; entre les TDS et les nitrates ; entre la conductivité et les nitrates ; entre la dureté et les nitrates et en fin entre les nitrates et les nitrites.

**Tableau 2 :** *Corrélation entre les paramètres physico-chimiques des eaux de puits*

	pH	T°C	Cond (µm/cm)	Turb (UNF)	Dureté (°F)	TDS mg/L	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>
pH	1	-0,278	0,154	0,299	-0,019	0,191	0,351	0,103
T°C		1	-0,402	-0,133	-0,545*	-0,410	-0,368	-0,103
Cond (µm/cm)			1	-0,167	0,589**	0,990**	0,311	-0,094
Turb (UNF)				1	-0,101	-0,174	0,715**	0,814**
Dureté (°F)					1	0,560*	-0,017	0,233
TDS mg/l						1	0,321	-0,090
NO <sub>3</sub>							1	0,396
NO <sub>2</sub>								1

\*. La corrélation est significative au seuil 0.05 ; \*\*. La corrélation est significative au seuil 0.01.

pH = potentiel d'hydrogène ; T= Température ; Cond = Conductivité ; Turb = Turbidité ; TDS = solides totaux dissous ; NO<sub>3</sub> = Nitrate ; NO<sub>2</sub> = Nitrite.

#### 4. Discussion

La valeur des paramètres mesurés dans le département de Batha Ouest ont été en concordances avec ceux recommandées par l'Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail à l'exception de quelques points d'eau dont la valeur des nitrites, nitrates et la dureté totales sont supérieures à celles recommandées. Ces valeurs sont souvent assujetties à des variations spatiotemporelles induites par les activités anthropiques qui modifient les caractéristiques de l'eau. Ces valeurs impliquent une bonne consommation hydrique. En effet, la température de l'eau n'a pas d'impact sur la santé des animaux mais, elle pourra influencer sa consommation. Selon [9], la consommation d'eau est corrélée positivement avec la température de l'eau. Les résultats obtenus dans la présente étude sont similaires à ceux rapportés par [10] et ceux rapportés par [11] dans le bassin pétrolier de Doba au Tchad [12], et dans la commune de Pobè au Sud-est du Bénin. Toutefois, les valeurs obtenues au cours de la présente étude sont contraires à ceux rapportés par [13, 14]. En ce qui concerne le pH des eaux, les résultats obtenus sont en concordance avec ceux obtenus par [11] et ceux rapportés par [15] où le pH des eaux de puits oscille autour de 6,1 à 7,1 dans les eaux d'abreuvement des fermes avicoles de la région du Littoral. Toutefois, le pH des eaux des puits obtenu dans la présente étude sont contraire aux résultats obtenus par [11] et, ceux rapportés par [12, 13]. La différence entre les pH obtenus peut s'expliquer par la nature géologique des formations aquifères et aux terrains traversés [2]. Comparativement à la norme recommandée par l'ANSES, les eaux des puits de cette zone d'étude ne présentent pas un risque pour la santé animale. Toutefois, Un pH compris entre 6 et 9 permet un développement correct de la faune et de la flore [16]. Dans le guide technique d'abreuvement du bétail [19], l'ANSES affirme qu'un pH plus bas (inférieur à 6,5) provoque chez les petits ruminants la diarrhée et la coloration de la viande et, un pH trop élevé (supérieur à 9,5) entraîne une mauvaise assimilation, la constipation et une anémie chez les ovins et caprins. Pour [1], le pH de l'eau peut avoir des répercussions plus importantes sur la santé de certains animaux que d'autres. Par exemple, chez les ruminants, la consommation d'une eau dont le pH est inférieure à 5,5 participe à l'acidose métabolique, alors qu'une eau alcaline ayant un pH supérieur à 8,5 peut être à l'origine d'un accroissement du risque d'alcalose métabolique. Selon [24], la consommation d'une eau acide par un animal peut dissoudre l'émail dentaire et affaiblir les dents. [25] a affirmé qu'une eau excessivement acide ou basique peut théoriquement affecter les animaux de plusieurs manières. Premièrement, les pH extrêmes peuvent endommager les tissus de la bouche et de



l'oropharynx, provoquer une irritation et un refus de boire, et deuxièmement, une eau excessivement acide ou basique pourrait théoriquement modifier l'équilibre acido-basique du corps. Les résultats obtenus sur la conductivité des eaux sont comparables à ceux mesurés par [12, 17] et contraires à ceux rapportés par [18]. La conductivité élevée des eaux souterraines pourrait s'expliquer par l'infiltration des eaux usées. Ces causes rejoignent ceux mentionnées par [17]. Comparativement à la norme recommandée par l'ANSES, la conductivité des eaux des puits ne constitue pas un paramètre d'alerte à l'exception des puits (P11, P14 et P18) avec une valeur supérieure à celle recommandée. Les valeurs de la dureté de l'eau enregistrées dans le cadre de cette étude sont en concordance avec celles rapportées par [12] et sont contraires à celles rapportées dans les travaux de [13]. La dureté élevée des eaux souterraine peut s'expliquer par le fait que ses eaux très dure proviennent du cheminement des eaux qui traversent successivement la nappe superficielle et ensuite la nappe profonde; ce qui donne une concentration supplémentaire à cette dernière. Comparativement à la norme recommandée par [19], les eaux de puits (P5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19) sont considérées comme des eaux dures et constituent un risque pour la santé animale car les valeurs obtenues sont supérieures à la norme. Selon [20] une eau dure peut entraîner une formation des complexes insolubles entre les ions calciums et magnésiums et les molécules actives des antibiotiques (par exemple la Tétracycline). Par contre, si les teneurs sont inférieures à la normale (15°F), cela peut induire une carence en oligo-éléments chez les animaux, la solubilité des sulfamides et des problèmes de reproduction chez le bétail [1]. Les valeurs de la turbidité de l'eau sont similaires à celles obtenues par [15] et sont contraires à celles rapportées par [12]. Cette différence peut s'expliquer par le fait que le département de Batha Ouest est une zone sahélienne où le vent souffle trop et est susceptible de ramener le sable, les débris des végétaux et les déjections des animaux dans les puits. La turbidité n'a pas d'influence sur la santé des animaux mais pourra influencer négativement la consommation de l'eau.

Par ailleurs, une turbidité forte peut permettre aux micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension. Par ailleurs les teneurs en nitrite dans les eaux sont en concordance avec ceux rapportés par [13, 21]. Cependant, ces valeurs sont supérieures à celles de [22]. La valeur élevée des nitrites dans les eaux souterraines peut s'expliquer par la décomposition des matières organiques dans l'eau. Comparativement à cette norme de l'ANSES, la majorité de ces eaux ne présentent pas un grand danger sur le point chimique (nitrites) pour les animaux à l'exception des eaux de puits (P6, P11, P15 et P19) où les valeurs dépassent celles recommandées par l'ANSES. Selon [21], la toxicité liée aux nitrites est très significative en raison de leur pouvoir oxydant. [1] affirme que, les nitrites sont absorbés dans le sang, où ils transforment l'hémoglobine en méthémoglobine. Ce qui a pour conséquence de réduire les capacités du sang à transporter l'oxygène. Un manque d'oxygène dans le sang provoquera inévitablement l'appauvrissement des tissus en oxygène. Une insuffisance prolongée en oxygène servant aux réactions biochimiques normales peut avoir pour conséquences de graves troubles métaboliques et, dans des cas plus extrêmes, la mort. Les signes cliniques d'intoxication au nitrite chez les animaux comprennent le manque de coordination, une respiration laborieuse, une décoloration bleue des muqueuses, des vomissements et des avortements. Les vaches laitières peuvent avoir une production de lait réduite sans montrer de signes cliniques. Comparativement à la norme recommandée par [19], la majorité de ces eaux ne présentent pas un danger chimique pour les ruminants à l'exception des eaux des puits (P14, P15 et P19) qui ont une valeur supérieure à celle recommandée. Les nitrates quant à eux sont moins toxiques que les nitrites. Pour être toxiques, les nitrates doivent tout d'abord être réduits en nitrites. Il s'agit d'un processus bactériologique qui a lieu dans le rumen [1]. Selon [23], l'excès de nitrates dans l'eau entraîne chez les jeunes animaux des mortalités, la croissance lente, les problèmes de respiration et digestifs; chez les animaux adultes, il entraîne des troubles nerveux, de problème de reproduction, une mauvaise assimilation des minéraux et vitamines et, des problèmes de croissance.

## 5. Conclusion

Au terme de cette étude portant sur la caractéristiques physico-chimique de l'eau d'abreuvement des ruminants dans la zone sahélienne du Tchad, il ressort que la valeur des paramètres mesurés ont été en concordances avec celles recommandées par l'ANES à l'exception de quelques points d'eau où les valeurs des nitrites, nitrates et la dureté totales sont supérieures à celles recommandées. L'évaluation de la qualité physico chimique de l'eau d'abreuvement des ruminants dans le département de Batha Ouest a permis de montrer que les eaux d'abreuvement ne présentent pas de grands dangers chimiques potentiels inhérents à l'abreuvement des animaux dans cette zone.

## Références

- [1] - A. OLKOWSKI, La qualité de l'eau d'abreuvement du bétail : Guide de terrain relatif aux bovins, aux chevaux, à la volaille et aux porcs, Université de la Saskatchewan, 978 (1) (2009) 199 p.
- [2] - L. GOUAIDIA, Influence de la lithologie et des conditions climatiques sur la variation des paramètres physico-chimiques des eaux d'une nappe en zone semi-aride, cas de la nappe de Meskiana nord-est Algérien", Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar (Annaba, Algérie), (2008) 131 p.
- [3] - M. BENGOUMI, A. TRAOURE, N. BOUHRITI, D. BENGOUMI et A. EL HARAIKI, Qualité de l'eau en aviculture. *Revue trimestrielle d'information scientifique et technique*, 3 (1) (2004) 5 - 29
- [4] - A. ELHARAIKI, M. BENGOUMI, A. TRAOURE, N. BOUHRITI et D. BENGOUMI, Qualité de l'eau et utilisation des médicaments vétérinaires en aviculture dans certaines régions du Maroc. *Revue trimestrielle d'information scientifique et technique*, 3 (1) (2004) 19 - 26
- [5] - A. B. BECHIR ET L. Y. MOPATE, Analyse de la dynamique des pâturages autour des ouvrages hydrauliques des zones pastorales du Batha Ouest au Tchad, Université des Sciences et de Technologie d'Ati. *Afrique Science*, 11 (1) (2015) 212 - 226
- [6] - RGE (Recensement Général de l'Élevage). *Rapport final du recensement général de l'élevage*, (2015) 78 p.
- [7] - J. RODIER, C. BAZIN, J. P. BROUTIN, P. CHAMBON, H. CHAMPSAUR et L. RODI, L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats, Ed. Dunod, Paris, (2005) 1384 p.
- [8] - D. CHAPMAN and V. KIMSTACH, Selection of water quality variables. Water quality assessments: A guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring. Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London, (1996) 2 p.
- [9] - D. L. WILKS, C. E. COPPOCK, J. K. LANHAM, K. N. BROOKS, C. C. BAKER, W. L. BRYSON., R. G. ELMORE and R. A. STERMER, Réponses of Lactating Holstein Cows to Chilled Drinking Water in High Ambient Temperatures. *Journal of Dairy Science*, 73 (1990) 109 p.
- [10] - S. MICKAEL, Y. BONIFACE, S. HONORE, R. BANKOLE et S. HENRI, Impacts des déchets de l'abattoir de Cotonou dans la dégradation de la qualité des eaux de la nappe phréatique. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, 30 (2010) 79 - 91
- [11] - T. MAOUDOMBAYE, G. A. NDOUTAMIA, A. M. SEID et A. NGAKOU, Etude comparative de la qualité physico-chimique des eaux de puits, de forages et de rivières consommées dans le bassin pétrolier de Doba au Tchad. *Iarhyss journal*, 24 (2015) 193 - 208
- [12] - S. D BRICE et O. LEOCADIE, Facteurs de dégradation des eaux de puits à usage domestique dans la commune de Pobè au Sud-Est du Bénin. *Afrique Science*, 11 (6) (2015) 367 - 376

- [13] - M. LAGNIKA, M. IBIKOUNLE, J. C. MONTCHO, V. D. WOTTO et N. G., SAKITI, Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des puits dans la commune de Pobè (Bénin, Afrique de l'ouest). *Journal of Applied Biosciences*, 79 (2014) 6887 - 6897
- [14] - A. REGGAM, H. BOUCHELAGHEM et M. HOUHAMDI, Qualité Physico-Chimique des Eaux de l'Oued Seybouse (Nord-Est de l'Algérie) : Caractérisation et Analyse en Composantes Principales. *Journal of Materials and Environmental Science*, 6 (5) (2015) 1417 - 1425
- [15] - N. M. THEGANG, Caractéristiques physicochimiques et microbiologique de l'eau d'abreuvement dans les élevages avicoles de la région du Littoral (Cameroun), Mémoire de fin de formation du cycle ingénieur Agronome, Université de Dschang, (2014) 48 p.
- [16] - E. D. FLAVIEN, A. ABDOUKARIM, N. A. VIDEDI, A. BIBIANE, D. ROUFAL et M. DAOUDA, Impacts de l'assainissement autonome sur la qualité des eaux de puits dans la Commune de 5è-Podji (Sud-Bénin). *International Journal of Biological and Chemical Science*, 11 (6) (2017) 3086 - 3099
- [17] - S. F. R. O. SENOU, G. J. ROGER, M. T. ROCK, F. K. JACQUES, T. NIKITA et C. BRUNO, Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la ville de Bembèrèkè au Nord-Est du Bénin. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 23 (1) (2018) 1 - 9
- [18] - H. TOURAB, " Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines de Haouz", *mémoire de fin d'études, université cadí ayyad*, (2013) 82
- [19] - ANSES, État des lieux des pratiques et recommandations relatives à la qualité sanitaire de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage", édition scientifique, (2010) 124 p.
- [20] - A. TRAVEL, I. BOUVAREL, D. CHEVALIER, L. FULBERT et S. GARNIER, Attention à la qualité de l'eau de boisson, *Réussir Aviculture*, 121 (2006) 21 - 23
- [21] - D. AKLOUCHE et I. HOUHECHE, Qualité de l'eau et qualité du lait cru Cas des élevages bovins laitiers de la wilaya d'Ain Defla. Mémoire de Master, Université d'Algérie, (2017) 166 p.
- [22] - B. LEYOU ET H. BOUGUETAIB, Evaluation de la qualité de lait de vache à partir de la qualité physico-chimique de l'eau d'abreuvement. Mémoire de Master, université Abou Baker belkaid- Tlemcen, (2014) 68
- [23] - G. JEAN-PAUL, D. C. FRANÇOIS et T. STEPHANE, Abreuvement au pâturage, c'est maintenant, (2016) 28 p.
- [24] - J. RITSKES-HOITINGA, M. MEIJERS AND H. VAN HERCK, Bacteriological quality and intake of acidified drinking water in Wistar rats is pH-dependent, *Scand J Lab Anim Sci*, 25 (1998) 124 - 128
- [25] - M. F. RAISBECK, S. L. RIKER, C. M. TATE, R. JACKSON, M. A. SMITH, K. J. REDDY AND J. R. ZYGMUNT, Water Quality for Wyoming Livestock & Wildlife, *A Review of the Literature Pertaining to Health Effects of Inorganic Contaminants*, (2008) 100 p.