



EVALUATION DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES RESIDUS DU COMPLEXE AGRO-INDUSTRIEL DE BANDA/SARH (TCHAD)

ASSESSMENT OF PHYSICO-CHEMICAL QUALITY RESIDUE OF AGRO INDUSTRIAL COMPLEX OF BANDA / SARH (CHAD)

*SEID ALI M.¹, TCHOBO F. P.², AYEISSOU N. C.³, MAOUDOUMBAYE T.¹,
NDOUTAMIA G.¹, AKISSOE N.², DOSSOU J.²*

¹Faculté des Sciences et Techniques de l'Université de Doba, Tchad.

²Université d'Abomey Calavi, Cotonou, République du Benin.

³Ecole Supérieure Polytechnique, UCAD, Dakar BP 5085, Sénégal.

seidaligarga@gmail.com

RESUME

Le présent travail qui, s'est déroulé dans la Compagnie Sucrière du Tchad, a porté sur l'évaluation de la qualité physico-chimique des résidus du complexe agro-industriel de Banda /Sarh au sud du Tchad et sur la qualité de l'eau des stations de pompage de cette société. Le pH, la conductivité, la température, les phosphates et la silice ont été déterminés dans cinq échantillons d'eau de lavage de cannes. Les compositions chimiques de la mélasse, de la bagasse et des écumes de défécation ont été également déterminées. Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau ont donné des valeurs allant de 7,1 à 7,4 ; de 86,88 à 87,58 $\mu\text{s}/\text{cm}$; de 0,10 à 0,14 mg/L et de 22,7 à 24,2 mg/L respectivement pour le pH ; la conductivité ; les phosphates et la silice. L'humidité moyenne des écumes, de la mélasse et de la bagasse sont respectivement de 77, 15%, de 47,44% et de 7,8%. Les taux de pollution sont respectivement de 2,81% pour les écumes, 3,18% pour la bagasse et 32,77% pour la mélasse. La bagasse renferme 4,0% de matière azotée et 37,0% de cellulose. Les valeurs des paramètres physico-chimiques obtenus dans les échantillons d'eau du complexe agroindustriel, toutes dans les normes de l'OMS, sont acceptables pour le lavage des cannes et pour alimenter les équipements de production d'énergie.

Au regard des résultats obtenus sur les résidus du complexe agro-industriel de Banda, les écumes, la bagasse et la mélasse peuvent être valorisés aussi dans la fertilisation du sol que dans l'alimentation du bétail.

Mots clés : Composition physico-chimique, eau de pompage, bagasse, mélasse et écumes ; complexe agro-industriel ; Banda/Sarh/Tchad.

ABSTRACT

This work, which has been carried out in the Sugar Company of Chad, has focused on the physico-chemical characterization of the residues of the agro-industrial complex of Banda/Sarh in southern Chad and on the quality of the water of the pumping stations of this company. The pH, conductivity, temperature, phosphate and silica were determined on five samples of water for cane washing. The chemical compositions of the molasses, bagasse and defecation scum were also determined. The results of physico-chemical analyzes of the water have given values ranging from 7,1 to 7,4 ; from 86,88 to 87,58 $\mu\text{s}/\text{cm}$; from 0,10 to 0,14 mg/L and from 22,7 to 24,2 mg/L respectively for the pH, the conductivity, phosphates and silica. The average moisture of scum, of molasses and bagasse are respectively 77, 15 %, 47, 44 % and 7, 8 %. The rates of pollution are respectively 2, 81% for the scum, 3,18% for the bagasse and 32,77% for the molasses. The bagasse contains 4,0 % of nitrogen and 37,0 % of cellulose. The values of the physico-chemical parameters obtained in the water samples of the agro-industrial complex, which are all consistent with the WHO standards, are acceptable for the washing of canes and for the supply of the energy production equipment. In the light of the results obtained on the residues of the agro-industrial complex of Banda, the scum, the bagasse and molasses can also be valued in the fertilization of the soil as well as in cattle feeding.

Key words: physico-chemical composition, water, pumping, bagasse, molasses, scum, agro-industrial complex, Banda/Sarh/Chad.

INTRODUCTION

La canne à sucre désigne un ensemble d'espèces de plantes de la famille des Poaceae et du genre *Saccharum*. Elles sont cultivées pour leurs tiges, dont on extrait du sucre. Avec un volume annuel de production supérieur à 2,2 milliards de tonnes, ce sont les premières plantes cultivées au niveau mondial avec plus de 23 % de la masse totale produite en agriculture dans le monde. Elles furent

jusqu'au début du XIX^e siècle la seule source importante de sucre et représentent toujours actuellement 70 à 80% de la production de sucre (ALFA, 2005). La canne à sucre est une plante révolutionnaire. Grâce à elle, on peut produire du sucre, du rhum, mais aussi de l'électricité, du biocarburant et aujourd'hui du plastique bio.

Connue depuis les temps les plus reculés, la canne à sucre est, probablement, l'une des plantes qui procurent le plus de calories à l'unité de surface. La canne à sucre, « *Saccharum officinarum* », est une graminée principalement cultivée dans les régions tropicales et subtropicales (ALFA, 2005). Elle présente l'avantage d'être une culture qui crée beaucoup d'emplois, notamment pour les pays du tiers monde, tout en fournissant une denrée de première nécessité. La canne à sucre contient jusqu'à 16% de saccharose dans ses tiges, dont, jusqu'à 96% peut être extrait lors d'un processus industriel. La fabrication de sucre voit le jour à Célèbes, à Bornéo, à Java, en Indochine et en Inde en 6000 av. J.-C. environ (ALFA, 2005). De nos jours, plus de cent pays cultivent la canne à sucre sur 130 000 km². Les plus gros producteurs sont le Brésil, l'Inde et la Chine, contribuant respectivement pour 31%, 19% et 7% de la production totale mondiale (Balakrishnan et al. 2000a). À l'heure actuelle, la canne à sucre fournit environ 74% de la production mondiale de sucre (Balakrishnan et al., 2001). Après extraction, une tonne de canne produit environ 250 à 300 kg de débris, soit entre 25% et 30% de la matière première (ALFA, 2005). La canne à sucre plante entière et ses coproduits peuvent être valorisés par les animaux d'élevage. Le traitement de la canne à sucre génère de nombreux sous-produits en sucrerie et en distillerie ; les plus importants sont la bagasse, la mélasse, les boues de défécation et les vinasses (Archimède et Xande, 2011). En vue de valoriser ces sous-produits, le présent travail a porté sur la caractérisation physico-chimique des résidus du complexe agro-industriel de Banda /Sarh au sud du Tchad.

MATERIEL ET METHODES

Compagnie sucrière du Tchad

La canne à sucre a fait son entrée au Tchad vers les années 1964 par le biais de la société SOSUCHARIE connue sous l'appellation de Société Sucrière du Tchad (SOSUTCHAD). En 1977, est créée la Société Nationale du Tchad (SONASUT) dont le siège social est à N'Djamena. Le 11 Avril 2000 elle était privatisée et devenue aujourd'hui la Compagnie Sucrière du Tchad (CST)

(Somdiaa, 2012). La sucrerie est installée à Banda, à 25 kilomètres de la ville de Sarh dans le Sud Est du pays à proximité de la frontière avec la République Centrafricaine. La Compagnie sucrière du Tchad (CST) utilise les eaux de surface tant pour l'irrigation que pour l'approvisionnement de ses usines (Sow, 2014). Le Complexe Agro-industriel de Banda a une capacité de production de 35.000 tonnes de sucre par saison sur une superficie plantée de 3.800 hectares cannes irriguées par trois systèmes (pivot, goutte à goutte et gravitaire). La production journalière est de 250 tonnes de sucre pour 2400 tonnes de cannes broyées par jour (Somdiaa, 2015). Les résidus de l'usine de canne à sucre comme bagasse, mélasse et écumes constituent une source organique naturelle disponible partout sur la planète et méritent des moyens de valorisation et d'utilisation afin de répondre au besoin de la population dans un monde où les réserves de pétrole sont limitées et pour aussi préserver les impacts environnementaux (Issay, 1986). Le potentiel de production de mélasse des usines du groupe Somdiaa s'élève à 68000 tonnes par an. La bagasse sert à alimenter les chaudières des usines, qui la transforment en énergie et vapeur. Les potentiels e excédants d'énergie électrique disponible à partir du surplus de bagasse, peuvent aussi être vendus sur le réseau national et contribuer ainsi à la diminution de la consommation d'énergie fossile (Somdiaa, 2015).

Lieu de travail et matériel

Les expériences ont été réalisées dans le laboratoire de la filière chimie appliquée à la Faculté des Sciences Exactes et Appliquées de Farcha de l'Université de N'Djamena et au laboratoire du complexe agro-industriel de Banda /Sarh. Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de lavage prélevée des stations de pompage ainsi que de la composition chimique des sous-produits de l'usine sont consignés dans les tableaux suivants :

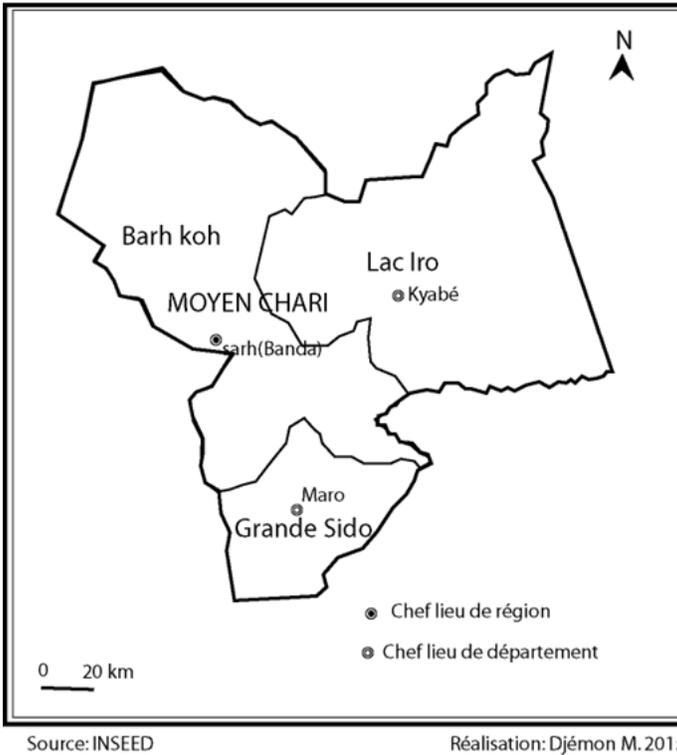


Figure 1 : Localisation du complexe agro-industriel de Banda/Sarh

Phase d'expérimentation

Prélèvement des échantillons

Cinq échantillons d'eau ont été prélevés, au niveau des stations de pompage de la sucrerie, dans les bouteilles en polyéthylène de 1L (Pacheco *et al.*, 2001). Ces bouteilles ont été préalablement lavées au détergent, rincées à l'eau de robinet puis à l'eau distillée. Avant le prélèvement, chaque bouteille a été rincée avec l'eau à analyser. Les échantillons d'eau ont été conservés dans une glacière à une température de l'ordre de 4 °C et transportés jusqu'au laboratoire. Pour les sous-produits du complexe agro-industriel, 1 kg de bagasse et d'écume et 1,5 L de mélasse ont été prélevés, dans des conditions aseptiques, dans des glacières préalablement rincées et transportés au laboratoire.

Méthodes

Le pH des échantillons de l'eau a été mesuré in situ à l'aide du pH-mètre Eu TECH Instruments Lon 510 et la conductivité grâce au conductimètre (Kondukometer) 703. Les teneurs en phosphore et en silicates ont été déterminées à l'aide de la chromatographie ionique DIONEX-ICS-1600. Les compositions chimiques des sous-produits du complexe Agro-industriel de Sarh/Banda ont été déterminées expérimentalement à l'aide du polarimètre MHZ SCHMID T+HAENSH et de réfractomètre RFM-340.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats des analyses effectuées des eaux et des sous-produits du complexe agro-industriel de Banda/Sarh sont consignés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 1 : Paramètres physico-chimiques des eaux utilisées dans l'usine sucrière

Echantillon d'eau	Teneur en PO_4^{3-} (mg/L)	Teneur en SiO_2 (mg/l)	pH	Conductivité ($\mu\text{s/cm}$)	Température ($^\circ\text{C}$)
1	0,10	23,2	7,4	87,58	28
2	0,12	22,7	7,5	86,98	28
3	0,14	23,5	7,3	87,25	28
4	0,11	24,2	7,1	86,88	28
5	0,13	22,89	7,2	87,42	28

Les résultats des analyses des différents échantillons d'eau du Complexe Agroindustriel de Banda/Sarh varient de 0,10 à 0,14 mg/L et de 22,7 à 24,2 respectivement pour les phosphates et la silice. Ces valeurs se rapprochent à celles d'une eau de qualité excellente pour le lavage des cannes et pour alimenter les équipements de production d'énergie qui doit avoir au moins une teneur en phosphore comprise entre 0,06 à 3,5mg/l et en silicates entre 1 à 100 mg/l En deçà ou au-delà de cette limite, la qualité de l'eau est considérée médiocre pour lessiver les cannes (Sopronov .A.R,1989). Les valeurs de pH sont dans l'intervalle de pH de l'OMS qui varie de 6,5 à 8,5. Les valeurs de la conductivité sont plus faibles par rapport à de l'OMS qui est fixée à 400 $\mu\text{s/cm}$.

Tableau 2 : Composition chimique de la bagasse

Constituants	matière sèche (%)	matière fraîche (%)
Eau	7,8	6,9
Matières azotées	4,0	3,7
Graisses	1,3	1,2
Cellulose	37,0	34,5
Cendre	3,9	3,6
Extraits non azotes	53,8	50,1

La bagasse est le résidu fibreux des tiges de canne à sucre obtenu après extraction du jus dans les moulins des industries sucrières et distilleries. Les 10 à 15% de la bagasse produite par une industrie sucrière pourraient servir à nourrir les animaux, le reste étant utilisé comme combustible pour alimenter les foyers des chaudières. Il en ressort 70% de jus et 30% du poids de la canne broyée (Sopronov, 1986). La production annuelle de la bagasse est dans l'ordre de 250 millions de tonnes de bagasses dans le monde. Son exploitation rationnelle pourrait économiser 50 millions de tonnes de pétrole soit environ 1,2% de la consommation annuelle (FAO, 2005). Valorisée en énergie dans les usines, la bagasse est considérée comme un coproduit de la canne plus que comme un déchet de l'industrie sucrière et rhumerie. 250Kg de bagasse produisent 220Kw.h d'électricité. Les résultats de nos analyses montrent que la bagasse est une biomasse ligno-cellulosique qui est majoritairement formée de cellulose. Elle est peu hydratée puisqu'elle ne contient que 7,8% d'eau. Le traitement étant réalisé en milieu aqueux, il est donc important d'étudier le comportement de la bagasse vis-à-vis de l'eau. Les résultats obtenus ont montré une faible aptitude de la bagasse à absorber l'eau. En effet, l'absorbance de l'eau a été de $6,165 \pm 0,6$ g d'eau/g MS avec un volume de gonflement ne dépassant pas les 1,5 ml/g bagasse sèche. La faible densité de bagasse (492 ± 15 Kg/m³) et le faible volume d'eau associé rendent nécessaire l'utilisation d'un ratio solide/liquide faible pour assurer un bon traitement thermique en milieu aqueux.

Tableau 3 : Composition chimique de la mélasse

Constituants	% matières sèches (MS)
Brix	81,41
Pollution	32,77
Pureté	40,29
Réducteurs	15,83
Cendres	8,05
pH	5,64
Humidité	20,0
Composition en sucres	
Saccharose	34
Glucose	32,0
Fructose	14,0
Sucre inverti	16,0
Composition en matière minérale	
SiO ₂	10,0
K ₂ O	2,0
CaO	0,5
MgO	3,5
P ₂ O ₅	1,5
Na ₂ O	8,0
Fe ₂ O ₃	0,1
Al ₂ O ₃	0,2
Soude et résidus carbonés (CO ₂)	0,2
Résidus sulfités (SO ₃)	1,6
Chlorure	0,4

La mélasse est le résidu après la dernière cristallisation du sucre. C'est un liquide très visqueux de couleur sombre de densité moyenne 1,4. Elle est produite en raison de 40 kilogrammes pour une tonne de canne broyée (Sopronov, 1986). La production de la mélasse est estimée à 4% des tonnages des usines de betterave et de canne à sucre. Cependant ces dernières années, suite à l'extension de l'industrie de fermentation, cet excédant a sensiblement baissé, passant d'environ 60% de la production en 1976 à 33% en 1980 (Boulahcen, 1980). La mélasse de canne à sucre ou de betterave pourrait constituer une alternative intéressante à l'utilisation actuelle de sels chlorés

comme dégivreurs considérés comme néfaste pour l'environnement. La mélasse est particulièrement pauvre en azote : 25 g de N par kilo de mélasse brut (INRA, 1988). De très nombreux travaux ont été conduits sur la valorisation de la mélasse par les ruminants. Les rations à base de mélasse permettent d'atteindre des croissances supérieures à 1000 g/j pour les bovins. Moins calorique que le saccharose, 280 kcal pour 100g (contre 375), la mélasse contient de la vitamine B et des minéraux (Tanishoa S et al., 1994). La composition chimique de la mélasse de canne dépend beaucoup du type du sol, de la variété de la canne, du procédé de transformation employé et du rendement de la sucrerie (Orobinski, 1989). Les résultats de nos échantillons montrent que la mélasse est riche en matière organique (62%). qu'en matière minérale. L'étude de la bibliographie indique qu'en moyenne, pour des niveaux d'incorporation de mélasse allant de 55 à 83%, la vitesse de croissance varie entre 414 à 742 g/j. La limite du taux d'incorporation de mélasse (produite en Guadeloupe) dans la ration du porc en croissance a été fixée à 30%. Le jus de canne donne de meilleures performances que la mélasse (Christon et Le Dividich, 1978).

Tableau 4 : Composition chimique des écumes de défécation

Constituants	% matières sèches (MS)
Pollution	2,81
Humidité	77,15
Fibres	13-15
Cires brute et lipides	5-14
Sucre	5-15
Matières azotées	5-15
Cendre	9-20
SiO ₂	4-10
CaO	1-4
P ₂ O ₅	1-3
MgO	0,5-1,5

L'écume fraîche de sucrerie est un des sous-produits importants de la fabrication du sucre. Elle est considérée comme résidu de filtration de la boue issue de la décantation du jus de canne chaulé. Elle est récupérée par les producteurs de canne pour la fertilisation de leur culture. Pour une tonne de canne traitée en usine, 30Kg d'écumes sont récupérées par l'exportant agricole

(Pierre –François, 2007). Les résultats de nos échantillons donnent des valeurs allant 13 à 15% de fibres et 5 à 15% pour le sucre. Les fourchettes se situant entre 4 et 9 pour le glucose et 5 à 12 pour le fructose ont rapportées (Somdiaa, 2015).

Tableau 5 : Composition en éléments fertilisants des écumes (Kg/t de produit brut)

Eléments fertilisants	N	P₂O₅	K₂O	CaO	MgO SiO₂
Composition de l'écume dans la bibliographie	4 - 7	7 - 10	2,0	8,5	1,8 -
Résultats des analyses obtenues	7,4	9,1	1,2	4,5	1,5 7,2
Ecart	4,7 -10,2	4,0 -13,4	0,9 -1,2	4,4 -22,6	1,5 - 2,2

Les valeurs obtenues des cinq(5) échantillons des écumes et présentées dans le tableau ci-dessous peuvent être légèrement différentes de la bibliographie. Cependant, il serait souhaitable d'effectuer d'autres analyses supplémentaire pour déterminer la composition des éléments traces métalliques tels que le cuivre et le zinc (ETM) de l'écume du complexe Agroindustriel de Banda/Sarh

Tableau 6 : Composition moyenne de mélasse, des Ecumes et des Bagasses campagne 2015 (en pourcentage)

BRIX	POL	Mélasse PURETE	REDUCTEURS	CENDRE	pH
81,41	32,77	40,29	15,83	8,05	5,64
Ecumes			Bagasses		
POL 1		Humidité 1	POL 2		Humidité 2
2,81		77,15	3,18		47,44

Les données obtenues des analyses journalières des mélasses, des écumes de défécation et des bagasses pendant six (6) mois (jointes en annexe) ont été soumises au traitement statistique. Les courbes de différents paramètres ont montrées une allure constante. Il ressort que l'humidité des écumes est plus élevée que celle des bagasses .77, 15% pour les écumes et 47,44% pour les bagasses. La pureté pour la mélasse est de 40,29% et le pH 5,64. Ces résultats ne sont pas loin de ceux obtenus par (Stanisias, 1976).

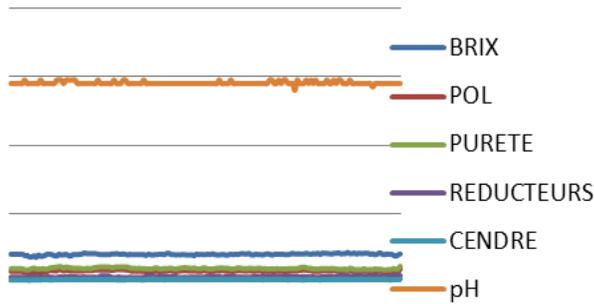


Figure 2 : Evolution de la composition de la mélasse

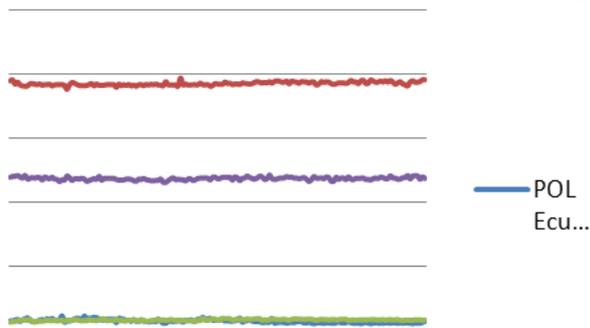


Figure 3 : Evolution de la polarisation et de l'humidité des écumes et des bagasses

Tableau 7 : Rendement des campagnes 2008-2012

Rendement	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13
Superficie récoltée (ha)	3 686	3705,00	6378,00	3684,00	3625,00
TC/ha pivots	90	94,00	78,00	85,60	77,20
TC/ha Goutte à goutte	100	97,00	84,40	84,10	71,10
Rendement canne TC/ha	92,5	94,90	79,40	85,30	75,90
Tonnage pivots	261 390	274293,00	224598,00	247125,00	218365,00
Tonnage goutte à goutte	79 448	77153,00	67265,00	66985,00	56664,00
Tonnage cannes Total	340 839	351446,00	291864,00	314110,00	275029,00
Age moyen canne	11,8	12,60	11,20	11,00	11,50
Rendement canne/mois	7,82	7,50	7,12	7,74	6,62
TC/ha/12 mois	94	90,00	85,00	93,00	79,00

Tableau 8 : Composition chimique moyenne de la canne pour la campagne 2014/2015

Paramètres	Valeur, %
Humidité	66,68
Matières sèches	33,32
Pol	13,66
Brix	15,88
Pureté	86,00
Fibre	15,44
Cendre	2,00
Fibre +cendre	17,44

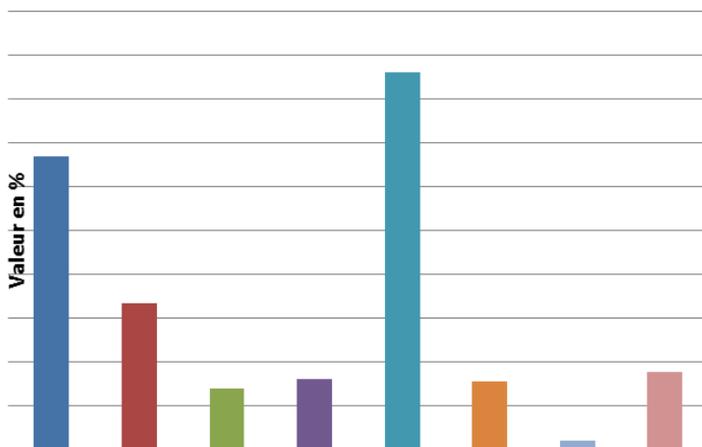


Figure 4 : Composition chimique moyenne de la canne pour la campagne 2014/2015



Photo 1 : Lavage des Cannes à sucre



Photo 2 : Complexe Agro-industriel (département usine) de Banda/Sarh

CONCLUSION

Au terme de ce travail, il ressort que la bagasse, la mélasse et les écumes de défécation de la canne à sucre, en raison de leur composition, de leur disponibilité comme sous-produits d'une industrie sucrière de canne, présentent toutes les qualités pour constituer un modèle d'étude pour leur valorisation et leur utilisation. La valorisation des sous-produits du Complexe Agro-industriel de Banda/Sarh représente une option économique attrayante pour la Compagnie Sucrière du Tchad, puisqu'elle permet de réduire les coûts de disposition des résidus, tout en générant un deuxième revenu. La connaissance des techniques industrielles de valorisation et d'utilisation des excédants sous-produits de la canne à sucre peut permettre d'éviter le gaspillage et de préserver l'environnement.

REMERCIEMENTS

Les travaux ont bénéficié du soutien financier de la Commission Nationale pour la Formation de Formateur et d'équipements des laboratoires de recherche (CONFOFOR) et Technique du Centre National de la Recherche pour le Développement (CNRD) et de la Compagnie Sucrière du Tchad (CST). Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance aux promoteurs de ce 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'alourdir 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.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALFA ARZATE., 2005. Extraction et raffinage du sucre de canne. Centre de recherche de développement et de transfert technologique en acériculture, Quebec, Canada, 41p.
- ARCHIMEDE H., XANDE X., 2011. La canne à sucre et ses coproduits dans l'alimentation animale, Innovation agronomique n°16, 165-179.
- BALAKRISHNAN M., DUA M., BHAGAT J.J., 2000a. Effect of Operating Parameters on Sugar cane Juice Ultrafiltration: Results of a Field Experience. Separation and Purification Technology, Vol. 19, n°3, 209-220.
- BALAKRISHNAN M., DUA M., KHAIRNAR P.N., 2001. Significance of Membrane Type and Feed Stream in the Ultrafiltration of Sugarcane Juice. Separation Science and Technology, Vol. 36, n°4, 619-637
- BOULAHCEN A. AIT., 1980. Statistique du Ministère de l'Industrie de, Casablanca, Maroc.
- CHRISTON R., LE DIVIDICH J., 1978. Utilisation de la mélasse de canne à sucre dans l'alimentation, Ann. Zootech. , n°27, 267-288.
- SOW DEMBA., 2014. Rapport de mission en Ile Maurice: Valorisation des sous produits des usines des cannes à sucre, 5p.
- ISSAY I. 1986. Transformation de la canne à sucre et utilisation des résidus en entreprise artisanale, Bulletin des services agricoles de la FAO, Vol. 39, 63p.
- OROBINSKI I.P., SERBOULOV C., 1989. Optimisation de la viscosité des solutions sucrières, Journal Industrie alimentaire, n°7, 28-32.

- PACHECO J., MARIN L., CABRERA A., STEINICH B., ESCOLERO O., 2001. Nitrate temporal and spatial patterns, *Environmental Geology*, n° 40, 708-715.
- SOMDIAA., 2015. L'Agroalimentaire en Afrique pour l'Afrique. www.somdiaa.com
Contact Presse : Liv Richard Paris - France, consulté le 11 août 2015.
- SOPRONOV A.R., 1986. Technologie de production de sucre, *Industrie sucrière*, Moscou, 431 p
- SOPRONOV A.R., SERBOULOV C., 1989. Influence de la température sur la viscosité des solutions sucrières, *International Sugar Journal*, n°7, 87-95.
- TANISHOA S., ISHIWATAA Y. 1994. Continuous hydrogen production from molasses by the bacterium *Enterobacter aerogenes*, *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 19, 807-812.
- DE HAUSS S., LANCRENON X., 1976. Procédé de récupération du sucre dans les mélasses de cannes, *Journal Industries Alimentaires et Agricoles*, n°6, 39-43.