

Contribution A La Caractérisation Physico-Chimique Des Effluents De La Cosumar (Casablanca, Maroc) En Vue De Leur Traitement Approprié

Errogui Youssef, PhD Student

Nahli Abdelmottalib, PhD

Chlaida Mohamed, Prof.

Laboratoire d'Ecologie et d'Environnement (LEE), Faculté des Sciences Ben M'sik, Hassan II University of Casablanca, Sidi Othman, Casablanca, Maroc

Chbihi Kamal, Responsable QHSE

Cosumar, Casablanca, Maroc

Doi: 10.19044/esj.2018.v14n9p212 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n9p212](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n9p212)

Abstract

The production process of the agro-food industry is aimed to ensure consumer's solvency and satisfaction. As a result, these industries are accelerating their pace and rate of production by resorting to the intensive use of natural resources, especially water and energy. This production rate is accompanied by an increase in the volume of wastewater. According to the normative and legal requirements governing the protection of environment, this wastewater requires characterization in order to guide the choice of their treatment system and recovery. This paper focuses on the physicochemical characteristics of sugar agro-food industry wastewater (Cosumar-Morocco) in order to guide the choice of their appropriate treatment, allowing the reduction of their impacts and nuisances on the marine receiving environment or their reuse. The results obtained, following a follow-up of 4 months (March, April, May and June 2015), revealed that the industrial wastewater of Cosumar is relatively warm and basic with average values of temperature and pH respectively equal to 42, 71 ° C (± 2.61) and 9.38 (± 1.64). These liquid effluents also exhibit a high charge of oxidable matter (average COD=4801.33 mg.l⁻¹ (± 2342.66), organic matter (BOD₅=3959.01 mg.l⁻¹ ± 2293.65), and particulate matter (average solids content = 275, 5mg.l⁻¹ ± 143.25). Moreover, the raw wastewater presents a strong mineralization, which is justified by an Electrical Conductivity of 6828.33 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ (± 1704.44) and a Sulphate content of 94.33 mg.l⁻¹ (± 31.66). The average concentrations of Kjeldahl Nitrogen and total Phosphorus are 6.5 mg.l⁻¹ (± 2.54) and 0.67 mg.l⁻¹ (± 0.562) respectively. The COD/BOD₅ ratio is 1.21, indicating the biodegradability of

the wastewater produced, through which the biological treatment can be recommended.

Keywords: Wastewater, physico-chemistry, sugar industry, Cosumar, Casablanca

Résumé

Les actes de production d'industries agroalimentaires visent la solvabilité et la satisfaction des clients consommateurs. De ce fait, ces industries accélèrent leur cadence et leur rythme de production en ayant recours à l'utilisation intensive des ressources naturelles et plus particulièrement l'eau et l'énergie. Ce rythme de production s'accompagne d'un accroissement du volume des eaux usées qui, face aux exigences normatives et légales qui régissent la protection de l'environnement, nécessitent une caractérisation en vue d'orienter le choix du système de leur traitement et valorisation. Cette étude se propose d'étudier les caractéristiques physico-chimiques des eaux usées d'une industrie agroalimentaire de sucre (Cosumar Maroc) pour orienter le choix de leur traitement adéquat permettant la réduction de leurs impacts et nuisances sur le milieu récepteur marin ou leur réutilisation. Les résultats obtenus, suite à un suivi de 4 mois (Mars, Avril, Mai et Juin 2015), révèlent que les eaux usées industrielles de la Cosumar sont relativement chaudes et basiques avec des valeurs moyennes de température et de pH respectivement égales à 42,71 °C ($\pm 2,61$) et 9,38 ($\pm 1,64$). Ces effluents liquides présentent aussi une forte charge de matière oxydable (DCO moyenne = 4801,33 mg/l $\pm 2342,66$), organique (DBO₅ = 3959,01 mg/l $\pm 2293,65$) et particulaire (teneur moyenne en MES = 275,5 mg/l $\pm 143,25$). Ces eaux usées brutes présentent également une forte minéralisation justifiée par une conductivité électrique de 6828,33 $\mu\text{s/cm}$ ($\pm 1704,44$) et des teneurs en sulfates de 94,33 mg/l ($\pm 31,66$). Les concentrations moyennes en azote Kjeldahl et en phosphore total sont respectivement de l'ordre de 6,5 mg/l ($\pm 2,54$) et 0,67 mg/l ($\pm 0,562$). Le rapport DCO/DBO₅ est de 1,21 révélant le caractère biodégradable des eaux usées produites auxquelles un traitement biologique pourrait être recommandé.

Mots-Clés: Eaux usées, physico-chimie, sucrerie, Cosumar, Casablanca

Introduction

L'eau est une matière première primordiale en industrie agroalimentaire en particulier sucrière. En effet, le raffinage du sucre brut a toujours été lié à un grand besoin d'eau au niveau des différentes activités de lavage de matière première, alimentation des chaudières, raffinage, nettoyage, refroidissement...etc. Il s'en suit une production importante d'eaux usées qui

fait des sucreries l'une des industries rejetant la plus grande quantité d'effluent industriels (CEPI, 2005). Ainsi les milieux recevant ces rejets industriels sucriers non traités peuvent être soumis à des impacts écologiques et sanitaires importants. Cette situation de dégradation de la qualité des eaux se manifeste au niveau de plusieurs cours d'eau marocains où sont rejetés les eaux usées d'unités industrielles de traitement de la betterave ou de la canne à sucre plus particulièrement au niveau des bassins de l'Oued Oum Rbia et de l'Oued Sebou (MDCE, 2014).

La Cosumar-Casablanca est une unité de raffinage du sucre créée en 1929 et disposant d'une capacité de production actuelle de 2700 tonnes par jour. Parallèlement au sucre produit, cette unité industrielle rejette des effluents liquides directement dans le réseau d'assainissement sans aucun traitement interne. Ces eaux usées sont ensuite déversées dans l'océan atlantique (Aïn Sebaa) après avoir été mélangées aux eaux usées de la ville et prétraitées par la station de la Lydec (Eaucean) située à environ 7 km au nord au niveau de Sidi Bernoussi. Actuellement, compte tenu des impératifs de protection de l'environnement littoral à Casablanca et des contraintes de la réglementation en vigueur plus particulièrement le raccordement au réseau d'assainissement et à la station de prétraitement de la Lydec (Lyonnaise des eaux de Casablanca), le traitement interne des effluents liquides de la Cosumar est fortement recommandé. Le présent travail consiste à réaliser une caractérisation physico-chimique des eaux usées de cette unité industrielle afin de vérifier leur conformité aux normes marocaines de rejets indirects et aux exigences du cahier de charge de la Lydec et d'évaluer le degré de pollution engendrée par ses diverses activités. Les résultats des analyses serviront également à déterminer la nature du rejet industriel de l'entreprise et de déduire des recommandations relatives aux procédés de traitement et/ou de valorisation adaptés.

Matériels et Méthodes

• Site d'étude

L'usine de raffinage du sucre Cosumar-Casablanca se situe au niveau de la zone industrielle d'Aïn Sebaâ à 500 mètres de la mer et à 3 km au nord du port maritime de la ville Casablanca (**Figure 1**). Cette unité d'industrie sucrière est spécialisée dans l'extraction, le raffinage et le conditionnement du sucre sous différentes formes (pain de sucre, lingot, morceau et sucre granulé) avec une production représentant plus de 50% de la production marocaine totale du sucre (Cosumar, 2015).

L'emplacement de cette unité de production à Casablanca se justifie par plusieurs facteurs :

- L'existence d'une infrastructure routière et ferroviaire facilitant les transactions ;

- La présence du port de Casablanca.



Figure 1. Localisation géographique de la Cosumar-Casablanca

L'alimentation en eau de la raffinerie est assurée par la Lydec avec une consommation moyenne journalière variable entre 2240 et 2775 m³. Le volume des eaux usées générées est estimé à 1219 m³/jour dont une partie (eaux acides des colonnes de déminéralisation et de décoloration) subit une neutralisation avant le déversement dans le réseau d'assainissement et la station de prétraitement de la Lydec.

- **Prélèvements et analyses des eaux usées**

L'échantillonnage des eaux usées au sein de la Cosumar a été réalisé durant six campagnes mensuelles de prélèvements allant du mois de Mars à Juin 2015 correspondant à la période de forte activité de l'entreprise. Ces prélèvements ont été effectués au niveau du regard général de collecte des eaux usées de l'entreprise avant leur déversement dans le réseau d'assainissement. Les échantillons d'eau usée prélevés dans des flacons en polyéthylène de 500 ml, préalablement lavés à l'eau distillée, sont transportés au laboratoire dans une glacière à une température de 4°C selon le guide AFNOR (2012) pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau.

Les mesures in situ du pH, la température, la conductivité électrique (CE :) et la turbidité des eaux usées ont été réalisées respectivement grâce à un pH-mètre WTW3310 SET 2 (1/100), un thermomètre ordinaire à mercure, un conductimètre WTW LF90 (1/100) et un turbidimètre EUTCH TN-100 (1/10).

Les autres paramètres de caractérisation des eaux usées, ont été déterminés par des analyses effectuées au laboratoire selon les normes AFNOR (1999) (**Tableau I**).

La teneur en matières oxydables a été déterminée par le calcul de la moyenne pondérée des 2 paramètres globaux DCO et DBO₅, en attribuant un coefficient double à la DBO₅ (Rodier et al.,1996) selon la formule suivante :

$$MO = \frac{DCO + 2 DBO_5}{3}$$

Tableau I. Méthodes d'analyses des eaux usées utilisées au laboratoire

Paramètre	Unité	Norme	Méthodes d'analyse
DCO	mg d'O ₂ /l	NF T 90-101	Oxydation par dichromate de potassium
DBO ₅	mg d'O ₂ /l	-	Méthode manométrique à l'Oxipap VELP Scientifica
MES	mg/l	NF T 90-105-2	Méthode de filtration sur un filtre Wattman référence NF EN 872
Azote total Kjeldhal (NTK)	mg/l	NF T 90-050	Méthode par minéralisation au sélénium
Ion ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	NF T 90-015	Méthode au bleu d'indophénol
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	mg/l	NF T 90-023	Méthode néphélométrique
Phosphore total(P(tot.))	mg/l	NF T 90-012	Dosage du phosphore total après oxydation au persulfate

Résultats et discussions

Les résultats des mesures et des analyses physico-chimiques au laboratoire obtenus durant les six (6) campagnes de prélèvement exprimés en termes de valeurs moyennes ou maximales (**Tableau II**) montrent des teneurs qui restent globalement supérieures aux valeurs limites préconisées par la Lydec pour le déversement dans le réseau d'assainissement (Lydec, 1998). Toutefois, ces résultats subissent des variations selon les paramètres et suivant les dates de prélèvement.

Tableau II. Résultats des paramètres physico-chimiques des eaux usées de la Cosumar-Casablanca

Paramètre	Min.	Max.	Moy.	Ecart type	Valeur Limite selon Lydec
pH	6,87	12	9,38	1,64	5,5 - 8,5
T (°C)	38	47	42,71	2,61	30
C.E (µs/cm)	3900	11500	6828,33	1704,44	-
Tur (NTU)	19,7	288	75,61	70,79	-
MES (mg/l)	160	562	275,5	143,25	500
DCO (mg/l)	1150	9216	4801,33	2342,66	1200
DBO ₅ (mg/l)	917,1	7925	3959,01	2293,65	500
Ion NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,3	1,12	0,71	0,36	-
Azote total NTK (mg/l)	5,6	15	6,53	2,54	150
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	33	170	94,33	31,66	400
P(tot.) (mg/l)	0,18	1,94	0,67	0,56	-

- **Le potentiel Hydrogène (pH)**

Le pH joue un rôle important dans la définition du caractère agressif ou incrustant d'une eau usée (Rahmoun, 2013). Au cours de notre étude, le pH des eaux usées de Cosumar-Casablanca reste relativement alcalin et varie entre un minimum de 7,35 et un maximum de 12 mesuré au mois d'Avril 2015

(**Figure 2**), soit une moyenne globale de 9,38. Ces valeurs moyennes et maximales du pH se montrent supérieures à la valeur limite supérieure (6,5-9) préconisés par les normes marocaines des rejets indirects "NMRI"(SEEE, 2008) et celle fixée par le cahier de charge (5,5-8,5) de la Lydec (Lydec, 1998). Par ailleurs, nous signalons que les rejets liquides de cette sucrerie n'ont jamais enregistré de pH acide en raison du processus de neutralisation des eaux acides issues des colonnes de déminéralisation et du lavage des colonnes de décoloration au niveau de la fosse de neutralisation de l'entreprise.

En outre, ces valeurs de pH alcalin sont comparables à celles trouvées ailleurs par Elhadi (1998) au niveau de l'unité sucrière de Sidi-Bennour (Maroc) qui présentent généralement un pH moyen de 8,95 légèrement inférieur à nos valeurs. En revanche, ces dernières restent supérieures à celles trouvées par Rahmoun (2013) au niveau de la sucrerie SUNABEL à Mechraa Belksiri et celles mentionnées par Jeddi (2015) au niveau de l'unité sucrière SURAC à dar Gueddari.

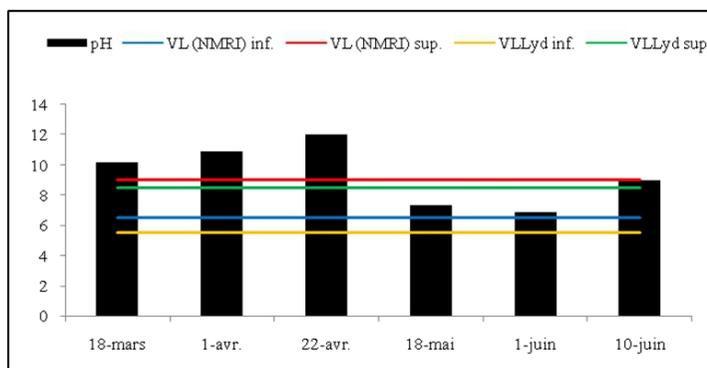


Figure 2. Variations mensuelles du pH des eaux usées de la Cosumar-Casablanca

- **La température (T°)**

La température constitue un facteur déterminant en milieu aquatique car son augmentation favorise le développement des micro-organismes et donc la consommation d'oxygène et par conséquent la réduction de la teneur en oxygène dissous dans l'eau (Vrignaud,1998). Durant nos 6 campagnes de prélèvements, la température des eaux usées de la Cosumar-Casablanca reste relativement élevée et varie entre un minimum de 38 °C et un maximum de 47 °C enregistré au mois de Mai 2015 (**Figure 3**), soit une moyenne globale 42,71 °C. Cette température élevée est due aux rejets de l'unité décoloration et de la station de déminéralisation qui produisent des eaux usées chaudes ayant une température de 44 °C à 60°C liée à la phase de régénération acide.

Ces valeurs de température des eaux usées de la Cosumar s'avèrent largement supérieures à la valeur limite des 35°C fixée par les "NMRI" (S.E.E.E, 2008) et celle des 30 °C exigée par le cahier de charge de raccordement au réseau d'assainissement de Lydec (Lydec, 2008). Comparée

à d'autres sucreries nationales, les valeurs de la température des eaux usées de Cosumar restent comparables à celles rapportées par Rahmoun (2013) au niveau de la sucrerie SUNABEL à Mechraa Belksiri mais elles s'avèrent inférieures à celles mentionnées par Jeddi (2015) au niveau de l'unité sucrière SURAC à dar Gueddari (Région de Kénitra).

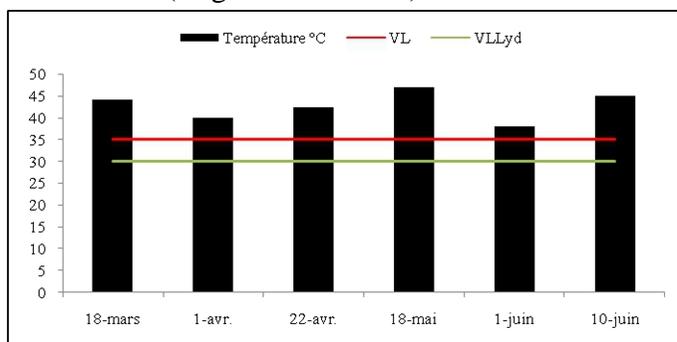
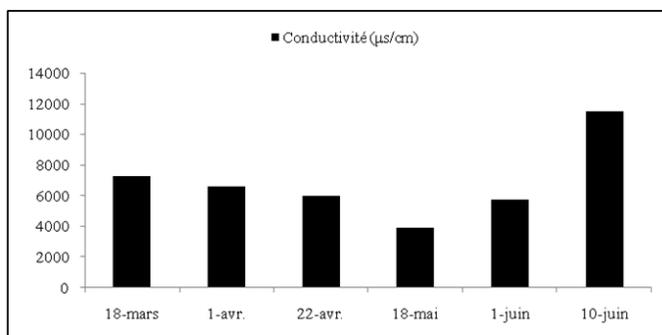


Figure 3. Variations mensuelles de la température des eaux usées de la Cosumar-Casablanca

- **La conductivité électrique (CE)**

La conductivité électrique renseigne sur le degré de minéralisation globale d'une eau. D'après les résultats obtenus durant nos 6 campagnes de prélèvement, la CE de nos eaux usées subit des fluctuations importantes et varie entre un minimum de 3900 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et un maximum de 11500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ enregistré au mois de Juin 2015 (**Figure 4**), soit une moyenne globale de 6828,33 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Ces valeurs élevées de CE seraient liées à la forte température des eaux et à leur charge minérale suite à leur passage dans la fosse de neutralisation. Toutefois, ces valeurs de la CE restent comparables à celles rapportées par Elhadi (1998) au niveau de l'unité sucrière de Sidi-Bennour qui présente généralement une CE moyenne légèrement supérieure à nos valeurs (10630 $\mu\text{s}/\text{cm}$). En revanche, ces valeurs de la CE sont très supérieures par rapport à celles rapportées par Rahmoun (2013) au niveau de la sucrerie SUNABEL à Mechraa Belksiri et celles mentionnées par Jeddi (2015) au niveau de l'unité sucrière SURAC à dar Gueddari.

Figure 4. Variations mensuelles de la conductivité électrique des eaux usées de la Cosumar-Casablanca



- **Les matières en suspension (MES) et la turbidité**

Les teneurs des MES de nos eaux usées sont en moyenne égales à 275,5 mg/l mais varient entre 160 mg/l et 562 mg/l notées au mois d'Avril 2015 (**Figure 5**). Cette dernière valeur pourrait être associée à une mauvaise décantation des eaux usées au niveau de la fosse de neutralisation et à la charge particulaire très importante des rejets de rinçage des membranes de décoloration. En comparaison avec les exigences réglementaires en vigueur, la teneur maximale en MES reste supérieure à la valeur limite des 300 mg/l stipulée par les normes marocaines spécifiques aux rejets des sucreries (S.E.E.E, 2008) et à celle des 500 mg/l fixée par le cahier de charge de la Lydec (Lydec, 1998).

Au même moment, la turbidité de nos effluents subit également les mêmes fluctuations que celles des teneurs en MES et varie entre 19,7 NTU et 288 NTU mesurées le même mois d'Avril que pour les MES (**Figure 5**), avec une moyenne globale de 75,61 NTU. En revanche le pic de turbidité (plus de 300 mg/l) observé lors de la campagne du 22 avril 2015 serait lié aux rejets chargés en matière colorante et aux impuretés extraites du sucre ainsi que le lavage des filtres colmatés par l'excès de sels.

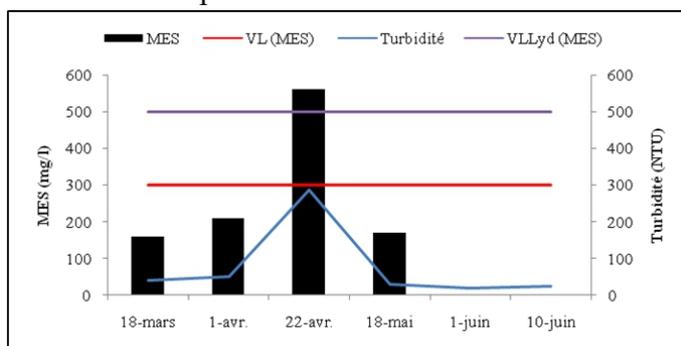


Figure 5. Variations mensuelles des teneurs en MES et la turbidité des eaux usées de la Cosumar-Casablanca

Par comparaison à d'autres unités sucrières, nos teneurs moyennes en MES (320 mg/l) se montrent légèrement inférieures à celles rapportées par Jédi (2015) au niveau de la sucrerie SURAC à dar Gueddari. En revanche, elles sont inférieures à celles trouvées par Elhadi (1998) au niveau de l'unité sucrière de Sidi Bennour.

- **La DCO et DBO₅**

Ces 2 paramètres renseignent respectivement sur les teneurs des eaux usées en matières oxydables totales et organiques. Ils présentent une grande importance dans la conception d'un système de traitement des eaux usées (Pearson et al., 1987).

Durant notre étude, la DCO au niveau des usées prélevées est comprise entre un minimum de 1150 mg/l et un maximum de 9216 mg/l enregistré en

Mai 2015 (**Figure 6**), soit une moyenne de 4801,33 mg/l. Ainsi, ces valeurs de DCO dépassent la limite des 1000 mg/l préconisée par les NMRI (S.E.E.E,2008) et celle des 1200 mg/l fixée par le cahier de charge de la Lydec (Lydec,1998). Cette DCO subie des variations temporelles non négligeables au cours de notre étude en augmentant durant les mois de Mai et Juin mais elles restent inférieures aux valeurs rapportées par Jeddi (2015) au niveau de l'unité sucrière SURAC à dar Gueddari. En revanche, nos valeurs maximales se montrent supérieures à celles signalées par Rahmoun (2013) au niveau de la sucrerie SUNABEL à Mechraa Belksiri et par Elhadi (1998) au niveau de l'unité sucrière de Sidi-Bennour.

En ce qui concerne la DBO₅, nos valeurs évoluent de manière relativement similaire à celles de la DCO. Elles atteignent en moyenne 3959 mg/l avec un minimum de 917,1 mg/l et un maximum de 7925 mg/l coïncidant le même mois de Mai 2015 avec celui de la DBO₅ (**Figure 6**). Ces différentes valeurs s'avèrent non conformes à la limite maximale des 400 mg/l de DBO₅ stipulée par les normes marocaines spécifiques aux rejets des sucreries (S.E.E.E, 2008) et à celle des 500 mg/l fixée par le cahier de charge de la Lydec (Lydec, 1998).

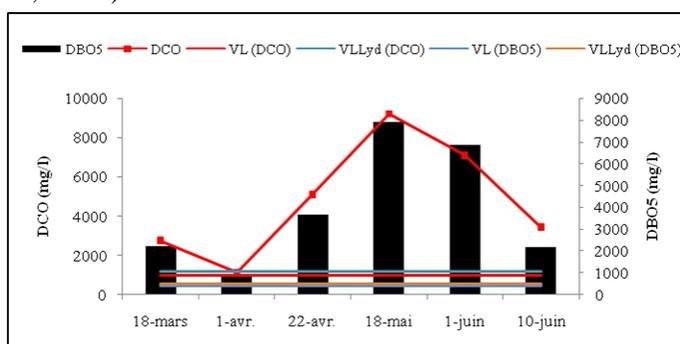


Figure 6. Variations mensuelles de la DCO et la DBO₅ des eaux usées de la Cosumar-Casablanca

En comparaison avec d'autres sucreries marocaines, les valeurs de la DBO₅ demeurent inférieures à celles rapportées par Jeddi (2015) au niveau de l'unité sucrière SURAC à dar Gueddari mais supérieures aux valeurs reportées par Rahmoun (2013) au niveau de la sucrerie SUNABEL à Mechraa Belksiri et par Elhadi (1998) au niveau de l'unité sucrière à Sidi-Bennour.

Notons enfin que ces valeurs élevées de la DCO et la DBO₅ pourraient être expliquées par l'abondance des matières oxydables et organiques au niveau des effluents de notre unité agroalimentaire sucrière. En outre, la concentration de ces effluents en colorants provenant de l'unité de décoloration et la charge organique issue de la phase de régénération acide et basique participent à l'augmentation de la DCO et de la DBO₅ de nos rejets liquides.

- **L’Azote total Kjeldahl (NTK)**

Au niveau des eaux usées de la Cosumar-Casablanca, les concentrations en azote NTK fluctuent entre un minimum de 5,6 mg/l et un maximum de 15 mg/l (**Figure 7**) notés au mois d’Avril 2015, soit une moyenne de 6,53 mg/l. Ces teneurs restent conformes aux exigences du cahier de charges de la Lydec (Lydec, 1998) et s’avèrent inférieures à celles mentionnées par Elhadi (1998) au niveau de la sucrerie Sidi-Bennour.

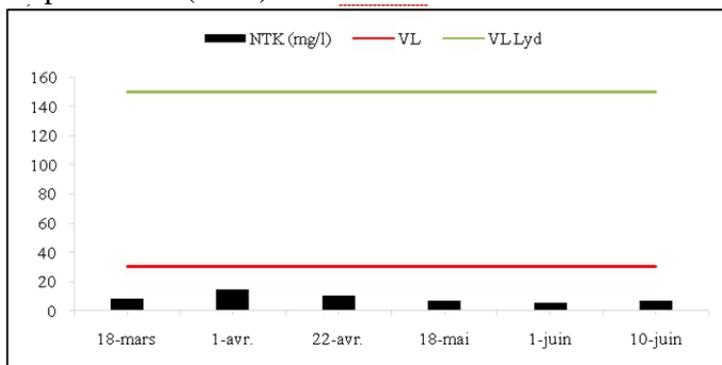


Figure 7. Variations mensuelles en azote de Kjeldahl des eaux usées de la Cosumar-Casablanca

- **L’ion ammonium (NH₄⁺)**

La présence de l’ion ammonium dans l’eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique, c’est donc un excellent indicateur de la pollution organique des eaux.

Au niveau des eaux usées de la Cosumar-Casablanca, les concentrations en ion ammonium restent relativement faibles et varient entre 0,3 mg/l et 1,12 mg/l (**Figure 8**) enregistré au mois d’Avril 2015, soit une moyenne 0,71 mg/l. Ces teneurs restent conformes aux exigences du cahier de charges la Lydec (Lydec,1998) et s’avèrent inférieures à celles mentionnées par Elhadi (1998) au niveau de la sucrerie Sidi-Bennour.

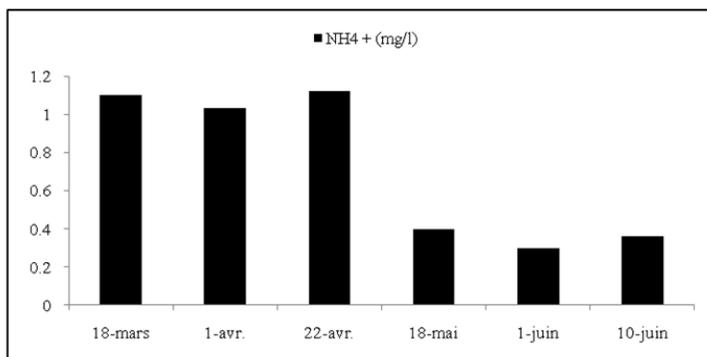


Figure 8. Variations mensuelles en ion ammonium des eaux usées de la Cosumar-Casablanca

- **Le phosphore total (P(tot.))**

Les concentrations en P(tot.) des eaux usées de notre entreprise fluctuent entre un minimum de 0,18 mg/l et un maximum de 1,94 mg/l enregistré en Avril 2015 (**Figure 9**), soit une moyenne globale de 0,67 mg/l. En absence d'exigence spécifique au P(tot.) au niveau du cahier de charge de la Lydec (Lydec, 1998), ces teneurs de cet élément restent inférieures aux valeurs limites (20 mg/l) préconisées par les NMRI (S.E.E.E,2008).

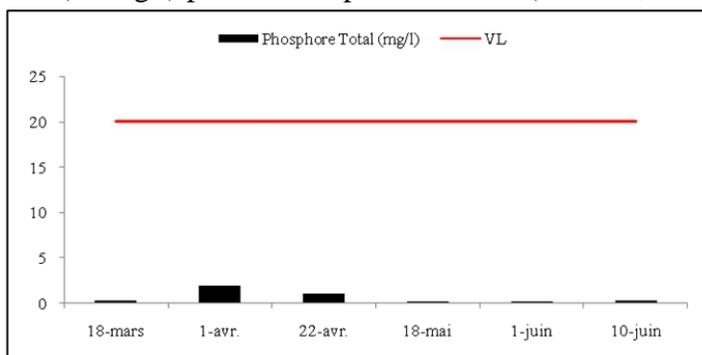


Figure 9. Variations mensuelles des teneurs en phosphore total des eaux usées de la Cosumar-Casablanca

- **Les sulfates (SO₄²⁻)**

Les concentrations en sulfates de nos effluents liquides varient entre un minimum de 40 mg/l et un maximum de 300 mg/l noté en Mai 2015 (**Figure 10**), soit une moyenne de 94,33 mg/l. Ces teneurs restent conformes aux NMRI (S.E.E.E, 2008) qui fixent la limite maximale pour cet élément à 400 mg/l. En interne, les points de rejets qui génèrent les sulfates se situent au niveau du lavage des gaz et de la fosse de neutralisation. En effet, dans le 1^{er} compartiment, la décomposition des matières organiques peut conduire à la formation des sulfates, alors que dans le lavage des gaz riche en sulfites, ces derniers se combinent avec l'oxygène pour former les sulfates (Université Sherbrooke, 2001).

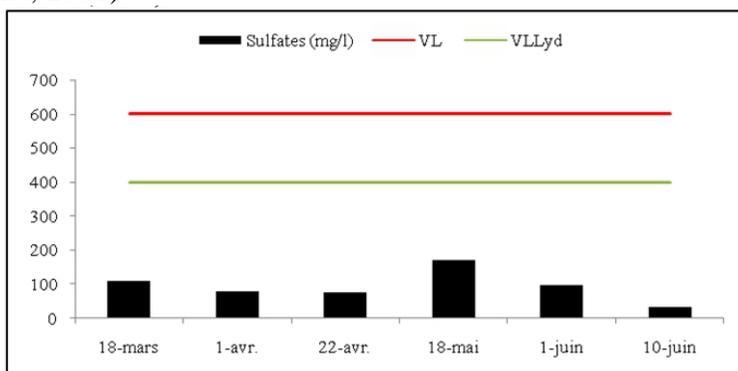


Figure 10. Variations mensuelles des sulfates des eaux usées de la Cosumar-Casablanca

- **Evaluation du degré de pollution organique et de la biodégradabilité des eaux usées**

Pour une meilleure appréciation de la nature et du niveau de biodégradabilité des eaux usées produites à la Cosumar, il est nécessaire de procéder au calcul des rapports DCO/DBO₅, DBO₅/DCO, MES/DBO₅ et à l'estimation des matières oxydables (MO) totales (**Tableau III**). L'utilisation de ces paramètres constitue également un bon moyen pour avoir une image du degré de pollution des effluents bruts de la sucrerie en vue d'orienter le choix de leur traitement.

- **Ratio DCO/DBO₅**

Le rapport DCO/DBO₅ permet de vérifier si les eaux usées rejetées ont des caractéristiques d'eaux usées domestiques (DCO/DBO₅<3) (Rodier et al, 1996) et donne également une indication sur l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables présentes dans ces eaux usées.

Dans notre cas, ce rapport varie entre 1,16 et 1,25 donc largement inférieur 3 (**Tableau III**) signifiant que les effluents liquides de la Cosumar sont riches en matières organiques et facilement biodégradables (Henze et al.,1997). Ces résultats, qui concordent avec ceux reportés par Rahmoun (2013), montrent que nos eaux usées peuvent être épurées par un traitement biologique.

- **Ratio DBO₅/DCO**

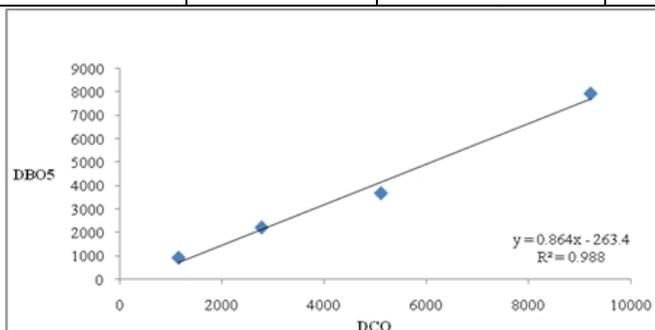
Ce rapport permet de caractériser une pollution industrielle et donne des indications sur son origine et sur les possibilités de son traitement. Pour notre étude, ce rapport s'avère relativement élevé enregistrant une moyenne de l'ordre de 0,82 (supérieur à 0,3) (**Tableau III**). On en déduit que les eaux usées de la Cosumar sont à dominante organique et seraient donc assez instables pouvant évoluer vers des formes "digérées" avec risque de dégagement de mauvaises odeurs. Ces résultats concordent avec ceux reportés par Rahmoun (2013).

- **Ratio MES/DBO₅ et matières oxydables (MO)**

Les résultats obtenus au niveau des 2 rapports DBO₅/DCO et DCO/DBO₅ sont confirmés par l'estimation de la Matière Oxydable, selon Rodier et al. (1996), qui donne des valeurs relativement élevées de l'ordre de 4197,38 mg/l en moyenne. Quand au rapport MES/DBO₅, il reste faible et en moyenne égal à 0,07 confirmant, une fois de plus, une dominance organique au niveau de la charge des matières oxydables des eaux usées de la Cosumar (**Tableau III**). Ce constat est consolidé par la corrélation hautement significative entre la DCO et la DBO₅ (**Figure11**).

Tableau III. Ratios et matières oxydables des eaux usées de la Cosumar-Casablanca

	Min.	Max.	Moyenne
DCO/DBO ₅	1,16	1,25	1,21
DBO ₅ /DCO	0,79	0,85	0,82
MES/DBO ₅	0,17	0,07	0,07
Matières oxydables (mg/l)	985,05	8271,78	4197,38

**Figure 11.** Corrélation établie entre la DBO₅ et la DCO des eaux usées de la Cosumar-Casablanca

Conclusion

Les résultats de ce suivi de la qualité physico-chimique des eaux usées de la Cosumar-Casablanca montrent qu'elles se caractérisent particulièrement par leur pH alcalin ($9,38 \pm 1,64$), leur température élevée ($42,71 \text{ °C} \pm 2,61$) et leur forte charge en matière oxydable (DCO moyenne = $4801,33 \text{ mg/l} \pm 2342,66$) et organique (DBO₅ = $3959,01 \text{ mg/l} \pm 2293,65$). Ces valeurs dépassent globalement les valeurs limites préconisées par les NMRI (S.E.E.E, 2008) et surtout celles exigées par le cahier de charge de la Lydec (Lydec, 1998). En conséquence, une mise en place d'un système de traitement interne de ces usées s'avère nécessaire afin de produire un effluent liquide conforme à ces exigences réglementaires. Dans ce sens, l'examen du rapport DCO/DBO₅ révèle une valeur moyenne de 1,21 et maximale de 1,25 restant donc largement inférieure 3. Ceci reflète bien le caractère biodégradable des ces eaux usées auxquelles un traitement biologique paraît tout à fait convenable.

References :

1. AFNOR - Norme ISO 5667-3 (2012). *Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 3 : conservation et manipulation des échantillons d'eau*. 4^{ème} édition, 42 p.
2. AFNOR - Recueil de normes françaises (1999). *Qualité de l'eau*. 3^{ème} édition, 1372 p.

3. Confederation of European paper industries (CEPI) (2005). Disponible sur internet. URL: <http://www.cepi.org/Content/Default.asp?pageid=101>, visité le 24 Avril 2015.
4. COSUMAR (2015) [Online]. Available : www.cosumar.co.ma, visité le 11 mars 2015.
5. Elhadi, E. (1998). *Étude de l'impact de l'irrigation avec les eaux usées brutes sur le sol dans la région de Sidi-Bennour (Maroc)*. Actes inst. Agron. Vet. 213-225.
6. Henze, M., Harremoes, P., Jansen, J. L.C. & Avrin, E. (1997). *Wastewater treatment*, 2nd edition, springer verlag. Berlin.
7. Jeddi, F. (2015). *Analyses physico-chimique et biologique des eaux usées rejetées par la société SURAC dar Gueddari (Maroc)*. IJIAS, 4.
8. Lyonnaise des eaux de Casablanca (Lydec) (1998). *Conditions générales de branchement des établissements industriels aux réseaux publics d'assainissement*, 3p.
9. Ministère Délégué auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, Chargé de l'Eau (MDCE) (2014). *Rapport sur les sources de pollution de l'eau au Maroc*, 25 p.
10. Pearson, H. W., Mara, D.D. & Bartone, C.R. (1987). *Guide lines for the minimum evaluation of the performance of full-scale waste stabilization pond system*. Wat. Res. 21, n°10, 67-75.
11. Rahmoun, H. (2013). *Etude physico-chimique des eaux usées de l'unité sucrière SUNABEL de Mechraa Belksiri*, Sciencelib, 1-17.
12. Rodier, J., Bazin, C., Broutin, J.P., Chambon, P., Champsaur, H. & Rodi, L. (1996). *L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer*. 8^{ème} édition, Dunod, Paris-France, 1383 p.
13. Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, Chargé de l'Eau et de l'Environnement (S.E.E.E) (2008). *Les valeurs limites général de rejet relatif aux déversements, écoulements, rejets, dépôts, indirects dans les eaux superficielles ou souterraines*.
14. Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, Chargé de l'Eau et de l'Environnement (S.E.E.E) (2008). *Les valeurs limites spécifiques de rejet des sucreries*.
15. Université Sherbrooke (2001). *GCI 714-Durabilité et réparations du béton action des sulfates*, 2^{ème} édition.
16. Vrignaud, E. (1998). *Le monde enterré des canalisations publiques*, Mém. D.U. "Eau et Environnement", D.E.P., Univ. Picardie, Amiens, 53 p.