

Rejets d'abattoir : caractérisation et étude d'impact sur le milieu marin récepteur

Mohammed CHENNAOUI¹, Mohamed MOUNTADAR² et Omar ASSOBBHEI¹

1. Laboratoire de microbiologie appliquée et biotechnologie

2. Unité de chimie analytique et génie de l'environnement

Faculté des sciences, Université Chouaib Doukkali, BP 20, El Jadida 24000 (Maroc).

Pour toute correspondance : mbchen66@yahoo.fr

Résumé

La capacité nominale annuelle de l'abattoir de la ville d'El Jadida (Maroc) est de 1 300 tonnes de carcasses abattues produisant environ 590 tonnes de déchets/an. Situé à proximité de la mer, cet abattoir y rejette ses effluents directement sans aucun traitement. La présente étude a pour objectif la caractérisation des effluents bruts générés par cet abattoir et étude de leur impact sur la qualité du milieu marin récepteur. Les résultats obtenus montrent que l'effluent étudié est riche en matière organique (DCO : 170 g d'O₂/l) et en bactéries indicatrices de contamination fécale (CF : 7.108 ufc/ml et SF : 5.107 ufc/ml). L'étude montre qu'au voisinage du collecteur de l'abattoir, on a une évolution vers un état eutrophe qui se traduit par un développement abondant d'algues (*Enteromorpha intestinalis* et *Ulva lactuca*) et une forte contamination bactérienne de l'eau de mer, des sédiments et des coquillages.

Mots clés : Effluent d'abattoir, caractérisation, étude d'impact, milieu marin.

Summary

The annual rated capacity of the El Jadida's slaughterhouse (Morocco) is 1 300 tons of carcasses producing approximately 590 tons of wastes/year. Considering its proximity with the sea, the effluent of this slaughterhouse is rejected there directly without any treatment. This work relates to the characterization of the total effluent gross generated by this slaughterhouse and the study of its impact on the quality of the receiving marine environment. The results of the characterization show that the studied effluent is rich in organic matter (COD : 170 g O₂ per l) and in indicating fecal bacteria (FC : 7 108 cfu per ml and FS : 5 107 cfu per ml). The impact study shows that the vicinity of the collector of the slaughterhouse has an evolution towards a eutrophic state which results in an abundant development of algae (*Enteromorpha intestinalis* and *Ulva lactuca*) and a higher bacterial contamination of sea water, sediments and shells.

Key words : Slaughterhouse effluent, characterization, impact study, marine middle.

INTRODUCTION

Les eaux usées de l'industrie agroalimentaire sont considérées comme très nuisibles pour le milieu récepteur quand elles y sont déversées sans aucun traitement préalable. Pour cette raison, et pour des raisons économiques, ce secteur est de plus en plus contraint de réduire sa charge polluante et de reconsidérer les filières de recyclage et de récupération, ce qui est aussi avantageux dans une perspective de gestion globale de la ressource et de l'environnement [1, 2, 3]. Parmi les effluents agro-industriels, les rejets des abattoirs ont été classés par l'Agence américaine de protection de l'environnement parmi les plus dommageables à l'environnement [4].

L'abattoir municipal d'El Jadida a été construit en 1953 et s'étend sur une superficie d'environ 1 000 m². On y pratique l'abattage des bovins et des ovins. C'est un abattoir à poste fixe où l'ensemble des opérations (saignée, dépouillement et éviscération) s'effectue au même endroit. Les carcasses sont ensuite accrochées sur des crochets du réseau rail pour leur évacuation vers le pesage « fiscal » et l'inspection sanitaire. La quantité moyenne de viandes préparées dans cet abattoir est de l'ordre de 4 500 kg/j et produisant en moyenne 2 400 kg/j de déchets. Cet abattoir n'est pas encore équipé de systèmes de récupération des sous-produits d'abattage en vue d'une éventuelle valorisation. Le sang, le contenu stomacal, les urines et les fèces des animaux et éventuellement d'autres constituants organiques sont drainés avec les eaux de nettoyage vers le collecteur puis sont rejetés directement en mer [5].

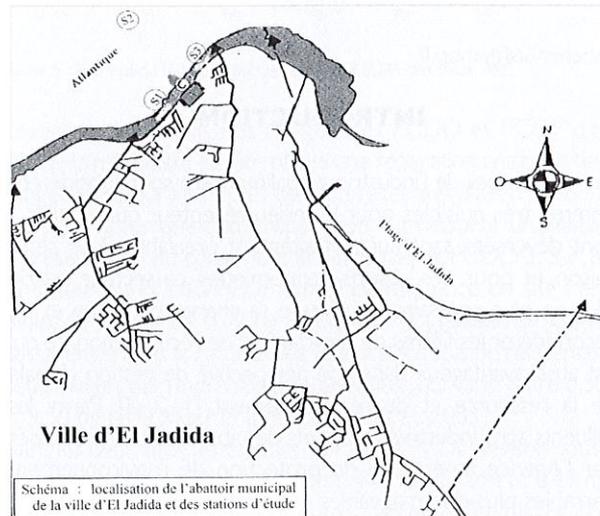
L'objectif de ce travail est d'une part de caractériser les rejets issus de l'abattoir municipal de la ville d'El Jadida, rejetés en mer à l'état brut, et d'autre part de étudier leur impact sur la qualité des eaux marines réceptrices.

MATERIELS ET METHODES

Echantillonnage et sites de prélèvements

Nous avons effectué des suivis mensuels des paramètres physico-chimiques et microbiologiques de l'effluent de l'abattoir d'El Jadida pendant la durée de son fonctionnement (de 1 h à 6 h du matin, 5 jours/7), avec une fréquence d'un prélèvement par heure.

Concernant l'étude de l'impact de cet effluent sur milieu récepteur, un suivi spatio-temporel a été réalisé sur des échantillons d'eau de mer, de sédiments et de coquillages prélevés à partir de 4 stations différentes (schéma) :



— C : collecteur de l'abattoir; juste avant le mélange avec l'eau de mer;

— Stations 1, 2 et 3 : situées dans la zone marine à proximité du rejet. S2 est située à 200 m le long d'une radiale choisie dans le prolongement de l'axe de l'émissaire, de la côte vers le large, et S1 et S3 à 100 m de part et d'autre de cet axe.

Analyses physico-chimiques et microbiologiques

Les analyses physico-chimiques des déchets et des effluents d'abattoir (pH, température T, matière en suspension MES, demande chimique en oxygène DCO, demande biochimique en oxygène DBO₅, eau, matière sèche MS, azote total kjeldahl NTK, phosphore total PT, azote non protéique NNP, protéines brutes PB, matières grasses MG, glucides et cendres) ont été effectuées selon les méthodes décrites dans la norme AFNOR [6]. Les paramètres physiques ont été mesurés aussitôt in situ, alors que les paramètres chimiques et microbiologiques ont été mesurés au laboratoire après une heure de prélèvement.

Pour déterminer la charge en micro-organismes indicateurs de pollution fécale, desensemencements ont été réalisés à partir des échantillons à différents temps et températures d'incubation sur les milieux de culture sélectifs : BLBVB pour les coliformes fécaux (CF), Slanetz et Bartley pour les streptocoques fécaux (SF) (Difco). Pour la recherche et le

dénombrement des œufs et helminthes, nous avons utilisé la technique de Willis et la technique de Baerman [7].

Echantillons d'eau de mer, de sédiments et de coquillages

Eau de mer

Pour chaque station, les prélèvements d'eau de mer ont été réalisés à l'aide de flacons de 500 ml préalablement stérilisés à l'autoclave. Les prélèvements ont été effectués à 10 cm sous la surface d'eau. Les échantillons d'eau prélevés sont ensuite placés dans une glacière et transportés au laboratoire pour être analysés.

Paramètres	Valeur moyenne
pH	6,8
T (°C)	28
MES (g/l)	13,1
DCO (g d'O ₂ /l)	179
DBO ₅ (g d'O ₂ /l)	150
NTK (g/100 g MS)	6,4
PT (g/100 g MS)	1,8
CF (ufc/ml)	7 10 ⁸
SF (ufc/ml)	5 10 ⁷
Œufs de parasites	24/l

Tableau 1 : Caractérisation physico-chimique et microbiologique moyenne des effluents d'abattoir d'El Jadida.

Table 1 : The average physico-chemical and microbiological characterization of effluents of the El Jadida's slaughterhouse.

Sédiments

Pour chaque station, les sédiments ont été prélevés dans des boîtes stériles puis placés dans une glacière, acheminés au laboratoire et immédiatement analysés.

Coquillages

Pour chaque station, 8 à 10 moules (genre *Mytilus galloprovincialis*) ont été analysées. Elles sont brossées et lavées à l'eau courante, puis ouvertes stérilement. La chair et le liquide inter-valvaire sont recueillis et broyés. L'ensemencement en bouillon d'enrichissement (eau peptoné) est réalisé selon un ratio broyat/bouillon de 1/9. Pour la recherche des germes indicateurs de pollution fécale, trois poids de broyat par échantillon ont été analysés : 0,2 - 2,5 et 25 g.

RESULTATS ET DISCUSSION

Caractérisation des rejets de l'abattoir de la ville d'El Jadida
Caractérisation physico-chimique et micro biologique
Les résultats indiqués dans le tableau 1 montrent que les effluents de l'abattoir d'El Jadida sont très chargés en matières organiques avec des valeurs moyennes de DCO et de DBO₅ respectivement de 179 g d'O₂/l et de 150 g d'O₂/l. Ces valeurs élevées concordent avec celles mentionnées par Tritt et Shuchardt [8].

Ces effluents présentent une charge en micro-organismes indicateurs de pollution fécale avec des valeurs moyennes respectives 7 10⁸ ufc/ml et 5 10⁷ ufc/ml pour les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux. Il est par ailleurs très chargé en œufs d'héminthes (24 œufs/litre).

Flux de pollution

Le débit de l'effluent de l'abattoir est d'environ 40 m³/j. Sur cette base, le flux de pollution chimique moyen est estimé à 6 000 kg DBO₅/j (tableau 2). Si l'on considère qu'un équivalent habitant rejette 60 g de DBO₅/j [9], la pollution générée par l'effluent de l'abattoir d'El Jadida sera donc de 100 000 équivalents habitant.

Site	DCO mg O ₂ /l		NTK mg/l		PT mg/l		O ₂ dissous mg/l		CF ufc/100 ml	SF ufc/100 ml
	mh	mb	mh	mb	mh	mb	mh	mb	Ab	Ab
S1	600	1450	12	36	1.47	2.72	5.10	6.58	6.7 10 ²	5 10 ³
S2	52	130	0.8	13	0.14	0.19	7.97	7.34	Ab	Ab
S3	380	1200	7	31	0.97	2.43	5.37	6.68	2 10 ²	8.2 10 ²

(marée basse : mb ; marée haute : mh ; S1, S2 et S3 : stations de prélèvement situées en mer)

Tableau 2 : Caractérisation de l'eau de mer à différentes distances du collecteur.

Table 2 : Characterization of sea water at various distances from the collector.

Impact des rejets de l'abattoir sur la baie d'El Jadida

Qualité de l'eau de mer et de sédiments Eau de mer

Nous avons réalisé une caractérisation physico-chimique et biologique à proximité du point de rejet de l'abattoir de la ville d'El Jadida. Les résultats obtenus (tableau 2) montrent qu'à marée haute, les valeurs de la DCO respectivement en S1 et S3 sont de 600 et 380 mg O₂/l. En revanche, à marée basse les valeurs de DCO enregistrées respectivement en S1 et S3 sont de 1450 et 1200 mg O₂/l. De plus, plus on s'éloigne du collecteur et plus l'effet de dilution devient important avec une DCO de 130 mg O₂/l à marée basse et de 52 mg O₂/l à marée haute en S2. Les teneurs en NTK et PT varient aussi avec les conditions hydrodynamiques. En effet, à marée basse, elles oscillent entre 13 et 36 mg/l pour le NTK et entre 0,19 et 2,72 mg/l pour le PT. En revanche, à marée haute, elles ne sont que de 0,8 à 12 mg/l pour le NTK et 0,14 et 1,47 mg/l pour le PT. Ces composés azotés et phosphorés jouent un rôle prépondérant dans le phénomène d'eutrophisation. En effet, au voisinage du collecteur, on note une dominance des algues vertes : *Enteromorpha intestinalis* et *Ulva lactuca*. Les teneurs en oxygène dissous au voisinage du collecteur subissent des fluctuations au cours de la journée oscillant entre 5,10 au voisinage du collecteur et 7,94 vers le large. Ceci est en relation avec les rejets très riches en matière organique, créant ainsi un déficit en oxygène dissous dans la zone avoisinante du collecteur à marée basse. Mais les mouvements continus des vagues, qui permettent un brassage permanent de l'eau, rehausse la teneur en oxygène dissous. De même, à 50 mètres de part et d'autre de l'axe de l'émissaire de l'abattoir, on note une diminution de l'abondance de ces bactéries indicatrices de pollution fécale. En effet, on a enregistré des variations des abondances respectivement des CF et SF de 2 10² – 6,7 10² ufc/100 ml et 8.2 10² – 5 10³ ufc/100 ml.

Site	MO %	NTK mg/100 g	PT mg/100 g	CF ufc/100 g	SF ufc/100 g
S1	27.8	0.88	0.45	2 10 ⁴	5 10 ³
S2	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
S3	18.9	0.66	0.29	3 10 ⁵	3 10 ⁶

Nd : non déterminé à cause des difficultés d'accès aux sédiments (profondeur trop importante).

Tableau 3 : Caractérisation physico-chimique et bactériologique des sédiments.

Table 3 : Physico-chemical and bacterial characterization of the sediments.

Sédiments

Ils sont assez riches en azote (0,66 à 0,88 mg/100 g), en phosphore total (0,29 à 0,45 mg/100 g) et en matière organique (18,9 % à 27,8 %) (tableau 3). Cette richesse est d'une importance capitale, aussi bien du point de vue biologique (conditionnement de la vie de la faune et de la flore marines vivant dans la pellicule superficielle) que du côté de l'évolution des sédiments. L'analyse bactériologique montre que les sédiments sont riches en bactéries indicatrices de pollution fécale (2 10⁴ – 3 10⁵ ufc/100 g pour CF et 5 10³ – 3 10⁶ ufc/100 g pour SF). Horwitz et Elrick [10] ont montré que les sédiments fins et les colloïdes ont une surface électrique active. Celle-ci leur permet d'absorber les micropolluants rejetés dans l'eau, notamment les matières organiques et les bactéries. Sur le littoral, la contamination du sédiment sera fonction des conditions hydrodynamiques. Les dépôts de particules chargées en bactéries pourront avoir lieu dans les zones de sédimentation peu profondes, abritées des courants et du clapot, et lorsque les temps de résidence des eaux seront suffisamment longs. Pommepuy et Guillaud [11] ont montré que les concentrations bactériennes les plus élevées sont mesurées dans le sédiment superficiel (premier centimètre) ; elles y sont plus de cent fois supérieures à celles mesurées en profondeur. Cette richesse des sédiments en éléments nutritifs et composés osmoprotecteurs permet aux bactéries de s'adapter aux conditions marines et de prolonger leur survie [12, 13]. Le sédiment peut donc être considéré comme un réservoir de bactéries pathogènes, ce qui constitue un risque potentiel pour les usagers de la mer.

Coquillages

Les teneurs enregistrées dans les coquillages (*Mytilus galloprovincialis*) sont de 1,6 10⁴ ufc/100g et 10⁴ ufc/100g respectivement pour CF et SF au niveau de la station S1, et de 1,6 10⁴ ufc/100 g et 6.6 10³ ufc/100 g respectivement pour CF et SF au niveau de la station S3. Ces taux démontrent le degré de la pollution microbienne causé par les effluents d'abattoir d'El Jadida et le danger que représentent ces moules contaminées pour les consommateurs. En effet, les mollusques filtreurs (la moule et l'huître) sont considérés comme des accumulateurs potentiels de polluants présents dans l'environnement marin. La propriété des bivalves de concentrer les bactéries a été mise en évidence dans les études de surveillance de la contamination [14]. De nombreuses études ont mis en évidence les risques de la consommation des coquillages contaminés pour la santé humaine [15, 16, 17, 18, 19]. Les maladies probables vont de l'infection bactérienne très sérieuse comme la

typhoïde, le choléra, la dysenterie... à des cas de gastro-entérites plus au moins anodines [20].

L'ensemble des résultats obtenus montre que les coquillages, les eaux et les sédiments marins dans la zone où se déversent les rejets de l'abattoir de la ville d'El Jadida sont de mauvaise qualité et peuvent être classés D (impropre à la baignade et à la consommation de coquillages) selon la norme marocaine NM 03.7.2000.

CONCLUSION

L'abattoir municipal de la ville d'El Jadida, situé sur la côte atlantique marocaine, déverse ses rejets directement en mer sans aucun traitement. Ces derniers sont riches en polluants organiques et microbiens, ce qui fait de cet abattoir une source de pollution pour le milieu récepteur. La pollution générée est de 100 000 équivalents habitant. Une fois sortis du collecteur, les déchets d'abattoir sont dispersés par les vagues, les courants, les marées et les turbulences diverses. Il y a donc une évolution décroissante des concentrations de la matière organique, des éléments nutritifs et des bactéries du collecteur vers le large. Cette décroissance est liée essentiellement à la dilution physique des effluents dans la masse d'eau marine.

Cette situation est dommageable pour la mer dans la mesure où il y a stockage des polluants dans les sédiments et bioaccumulation par la faune et la flore. Ceci aura pour conséquence l'interdiction de récoltes de bivalves et de poissons des zones proches du collecteur des effluents d'abattoir et l'interdiction de la baignade.

Bibliographie

[1] Couillard D et Garipey S., (1990). Faisabilité du procédé aérobie thermophile pour un effluent d'abattoir. *Can. J. Chem. Eng.*, 68 : 1018-1023.

[2] Hamdani A., Assobhei O. et Mountadar M., (2001). Caractérisation et essais de dénitrification biologique d'un effluent de laiterie situé dans la ville d'El Jadida (Maroc). *Eau Ind. Nuis.*, 242 : 50-54.

[3] Chennaoui M., Assobhei O. et Mountadar M., (2002). Biostabilisation des eaux usées d'abattoir de la ville d'El Jadida (Maroc). *Reviews in Biology and Biotechnology*, 2(1) : 44-48.

[4] Walter R.H., Shermam R.M. et Dow Ring D.L., (1974). Reduction in oxygen demand of abattoir effluent by precipitation with metal. *J. Agr. Food Chem.*, 22: 1097-1099.

[5] Chennaoui M., (2003). Rejets d'abattoir de viandes rouges de la ville d'El Jadida : Caractérisation, étude d'impact et essai de valorisation en alimentation animale. Thèse de doctorat.

[6] AFNOR, (1990). Méthodes d'analyses. Recueil des normes françaises.

[7] Golvan YJ. et Thomas PA., (1998). Les nouvelles techniques en parasitologie et immuno-parasitologie, 2^e édition, Médecine-Sciences Flammarion, Paris.

[8] Tritt WP. et Shuchardt F., (1992). Materials flow and possibilities of treating liquid and solid wastes from slaughterhouse in Germany. *Biores. Technol.*, 41: 235- 245.

[9] Wajsfelner R., Bangsbo D., Bundgaard E., Pedersen J. et Pertersen G., (1990). Système bio-dé-nitro-dé-nitro-phospho : traitement biologique de l'azote et du phosphore. *Tribune de l'eau*, 43: 33-37.

[10] Horowitz A. J. et Elrick K. A., (1987). Sediment trace element chemistry interrelation with area, grain size and geochemical substrate. *Heavy Metal Environment, Inter. Conf.*, 2(4) : 227- 229.

[11] Pommepuy M. et Guillaud JF. 1992. Devenir des bactéries entériques en mer. *TSM- l'Eau*. 49-53.

[12] Ghoul M., Bernard T. et Cormier M., (1990). Evidence that *E. coli* accumulates glycine- betaine from marine sediments. *Appl. Environ. Microbiol.*, 56(2) : 551-554.

[13] Gauthier M. et Le Rudulier D., (1990). Survival in seawater of *Escherichia coli* cells grown in marine sediments containing glycine-betaine. *Appl. Env. Microbiol.* Vol. 56, n° 9, 2915-2918.

[14] Lubet P., (1959). Exposé synoptique des données biologiques sur la moule *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819). *Atlan. Med. Synop. FAO pêches* (88).

[15] Heller D., Gill O.N., Raynhom T., Zodick P.M. et Stanwell-smith R., (1986). An outbreak of gastro-intestinal illness associated with consumption of raw deuredated oysters. *Brit. Med. J.*, 292 : 1726-1727.

[16] Bryan F.L., (1988). Risks associated with vehicles of food borne pathogens and toxins. *J. Food Prot.*, 51 (6) : 498-508.

[17] White H., (1989). Relationship of growing water quality to incidence of gastroenteritis in consumers of raw shellfish. *Interstate Seafood Quality Seminar*; Ocean City, Maryland, October 18th.

[18] Bean N.H. et Griffin P.M., (1990 a). Food borne disease outbreaks in the united states, 1973-1987 : pathogens, vehicles and trends. *J. Food Prot.*, 53 (9) : 804-817.

[19] Bean N.H. et Griffin P.M., (1990 b). Food borne disease outbreaks, 5 years summary, 1983-1987. *J. Food Prot.*, 53 (9) : 711-728.

[20] Fleet G.H., (1978). Oyster depuration. A review *Food Technol. Aust.*, 30 : 444-454.