

Problématique des déchets médicaux et pharmaceutiques liquides au Maroc. Etat des lieux, estimation et cartographie

**Asmaa QADOURI^{1*}, Latifa MOUHIR¹, Laila SAFAADI¹,
Naser Eddine EL FAHCHOUC² et Mohammed Said BELKADI³**

¹ *Laboratoire Génie des Procédés et Environnement, Département de Génie des Procédés et Environnement, Faculté des Sciences et Techniques de Mohammedia, Maroc*

² *Laboratoire Géorisques, Département Géologie, Faculté des Sciences de Rabat, Maroc*

³ *Centre Hospitalier Mohammed VI, Marrakech, Maroc*

* Correspondance, courriel : qadouri.asmaa@gmail.com

Résumé

La présente étude a pour objectif principal l'évaluation qualitative et quantitative du degré de pollution engendré par les rejets hospitaliers liquides au Maroc. En absence de données, cette étude permettra d'une part d'avoir une vision sur la part de contribution de l'hôpital, public ou privé, dans la pollution hydrique communale afin de mieux comptabiliser sa responsabilité, et d'autre part, pour avoir une idée sur l'impact que peut engendrer ce rejet dans le milieu récepteur. Le déversement peut être soit dans un réseau communal suivi ou non d'une station de traitement ou dans le cas où ce rejet se trouve dans le milieu naturel sans aucun traitement. L'étude quantifie les rejets liquides des établissements de soins publics et privés pour les 16 régions du Maroc. La quantification porte sur la consommation en eau potable, la production en eau usée établissements de soin en se basant sur la capacité litière et les ratios de production. En ayant les résultats primaires tirés de cette étude, notre projet vise ensuite l'évaluation de l'efficacité des traitements préconisés dans les grandes villes qui reçoivent les plus grands débits des rejets liquides hospitaliers et en se basant sur des études antérieures nationales et internationales sur le degré de dissémination des micropolluants. Cette étude fondamentale constitue un fondement pour entamer d'autres études plus approfondies suivant les résultats obtenus dans chaque région du territoire marocain.

Mots-clés : *déchets médicaux et pharmaceutiques liquides, établissement de soin, publique, privé régions, cartographie, consommation en eau potable, production en eau usée, Maroc.*

Abstract

Problematic issues related to liquid medical and pharmaceutical waste in Morocco. Inventory of fixtures, estimation and cartography

The present study has for main objective the qualitative and quantitative evaluation of the degree of pollution engendered by the liquid hospitable rejections in Morocco. In absence of data, this study will on one hand allow to have a vision on the part of contribution of the hospital, public or private, in the municipal hydric pollution to count better its responsibility, and on the other hand, to have an idea on the impact that this rejection in the receiving environment can engender. The pouring can be or not in a municipal network

followed either not by a treatment station or in case this rejection is in the natural environment without any treatment. The study quantifies the liquid discharges of health care establishments public and deprived for 16 regions of Morocco. The quantification concerns the consumption in drinking water, the production in wastewater establishments of care by basing itself on the capacity litter and the ratios of production. By having the primary results pulled by this study, our project aims then at the evaluation of the efficiency of treatments recommended in the big cities, which receive the biggest flows of the hospitable liquid discharges and by basing itself on previous national and international studies on the degree of scattering of micropollutants. This fundamental study constitutes a foundation to affect other more deepened studies following the results obtained in every region of the Moroccan territory.

Keywords : *liquid medical and pharmaceutical waste, establishment of care, public, deprived, cartography, regions, drinking water consumption, wastewater production, Morocco.*

1. Introduction

Les effluents hospitaliers sont caractéristiques de l'activité de soin, d'analyses et de la recherche dans le domaine médicale. Si les volumes d'eau consommés dans les établissements de santé sont importants de l'ordre de 400 à 1 200 litre par jour par lit actif [1], les volumes rejetés dans le réseau d'assainissement le sont également. Selon la vocation hospitalière des établissements de soin (chirurgicale, radioactive, d'urgence, oncologique, etc.), les risques induits pour les rejets sont variables et peuvent être de différentes natures (infectieux, toxiques, radioactives, etc.) avec des impacts directs sur l'homme et l'environnement. D'après [2], l'effluent issu des hôpitaux est 150 fois plus concentré en micropolluants qu'un effluent domestique classique. Cela explique non seulement la présence de ces substances dangereuses d'ordre micrométriques dans les stations d'épuration [3, 4], mais aussi dans les différents compartiments de l'environnement (eau de surface, eau souterraine, faune, flore, sédiments, etc.) [5, 6]. Ainsi sur le plan quantitatif, un établissement de 1000 Lits serait polluant au même degré qu'une ville de 10 000 habitants [7]. Au Maroc, la gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques liquides (GMPL) n'est soumise à aucune réglementation spécifique en la comparant à celle de l'activité industrielle qui jouisse d'un arsenal juridique et institutionnel organisé, clair, détaillé et surtout appliqué en grande partie.

Ceci influence directement l'engagement des gestionnaires des établissements de soin publics et privés pour la mise en place d'une gestion rationnelle et efficace pour une meilleure prévention du corps médicale en premier, des patients, des visiteurs, des exploitants du réseau d'assainissement, de la population externe et du milieu récepteur. En général sur le plan pratique, la fraction solide des déchets médicaux et pharmaceutiques qui prend toute l'attention de la production jusqu'à l'élimination. Par contre, la fraction liquide des déchets médicaux et pharmaceutiques liquides (DMP) est souvent mélangée, diluée et rejetée par le biais des éviers et les toilettes, ensuite facilement disparue dans les égouts sans une prise de conscience des risques sanitaires et écotoxicologiques. C'est l'heure aujourd'hui pour faire face à cette problématique au Maroc encore méconnue sur le plan quantitatif et qualitatif. La présente étude a pour principal objectif l'évaluation approximative du gisement des volumes consommés en eau potable et les volumes rejetés en eaux usées dans les différents établissements de soin publics et privés dans les différentes régions du Maroc.

2. Matériel et méthodes

2-1. Identification et typologie des déchets médicaux et pharmaceutiques liquides (DMPL)

Les rejets liquides des établissements de santé sont de 3 types :

- Effluents ménagers ;
- Effluents hospitaliers (laboratoires, blocs opératoires, radiologie, activités de soin, etc.) auxquels il convient d'ajouter les rejets issus des installations nécessaires au fonctionnement d'un établissement de santé ;
- Effluents industriels (blanchisserie, cuisine, chaufferies, garages, parking, etc.) avec qui on peut additionner les eaux pluviales.

Avec la grande consommation en eau potable en particulier dans les centres hospitaliers universitaires (400 à 1 000 Litre / lit / jour avec 1 L / lit actif / jour) [1], ces liquides rejetés représentant un risque infectieux et toxiques compte tenu de la variété des substances spécifiques qu'ils contiennent (résidus médicamenteux, réactifs chimiques, antiseptiques, détergents révélateurs et fixateurs de radiographie, etc.) [8, 9] et qui sont dilués et évacués au même titre que les rejets urbains classiques vers le réseau d'assainissement communal sans traitement préalable générant ainsi des pollutions microbiologiques, toxicologiques et génotoxiques (substances cancérogènes mutagènes et toxiques pour la reproduction), le cas général des établissements de soin au Maroc. Dans cette catégorie, On peut distinguer :

- DMPL caractéristique à l'établissement de soin

Pour garantir un niveau d'hygiène sécuritaire permanent, un établissement de soin utilise les désinfectants et antiseptiques en masse dans la désinfection des surfaces et des matériels médico-chirurgicaux. Les molécules les plus utilisés sont les dérivés chlorés (eau de javel, etc.), les aldéhydes en particulier Glutaraldéhyde : molécule toxique pour l'homme et l'environnement [10], Bétadine (composé iodé), etc. Les métaux lourds s'ajoutent aussi tels que le mercure et l'argent [8] issus essentiellement des services de radiologie [10] ;

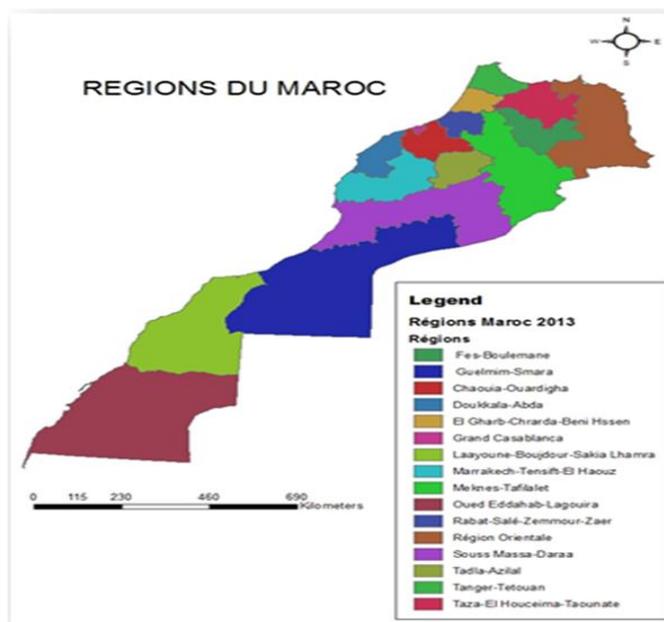
- DMPL caractéristique à l'activité de soin

Certaines spécialités médicales nécessitent l'utilisation de certains produits toxiques, c'est le cas de :

- Service d'oncologie : utilisation des substances radioactives générant à la fois des DMP solides et liquides qui peuvent être susceptibles de dispersion. Les DMPL radioactifs ont en général trois origines : les services de diagnostic, les services de thérapie et le laboratoire ;
- Service ou centre d'hémodialyse : les établissements s'assurent périodiquement de la qualité des eaux d'entrée mais ne se soucient pas de l'impact des rejets de sortie, hors l'opération de l'épuration du sang du patient rejette non seulement des toxiques, mais également des produits chimiques liés à la désinfections de l'appareil (formol, eau de javel, etc.) qui augmentent, par conséquent, la bio - résistance des germes pathogènes ;
- Pharmacie et laboratoire : même si des mesures d'hygiène, de sécurité et d'environnement sont entreprises dans l'ensemble de ces services quant à la mise en containers de certains produits dangereux elles sont appliquées qu'en interne. Ainsi, face à de nombreuses contraintes (architecture de bâtiment non adaptée à la récupération, coût élevé d'élimination, quantité dispersée, absence d'équipements appropriés, etc.), Ces rejets toxiques liquides sont souvent non collectés et rejoignent le réseau d'assainissement communal sans aucun traitement.

2-2. Zone d'étude

Pour l'étude de la consommation de l'eau potable et la production en eau usée dans les établissements de soin, la zone d'étude concerne les 16 régions du Maroc (*Carte 1*).



Carte 1 : Différentes régions du territoire Marocain, découpage administratif de 2009

2-3. Matériel

2-3-1. Statistiques du Ministère de santé 2013, édition 2014

La présente étude exploite les données sur la capacité litière, les vocations hospitalières des établissements de soin publics et privés répartis dans les 16 régions du Maroc. [11]

2-3-2. Logiciels

La présentation graphique et le traitement statistique a été effectué par le module analyste spatiale du logiciel ArcGis 10[®]. Le traitement statistique des données est réalisé via Excel.

2-4. Méthodes

La présente étude est basée sur l'expérience de plus de 12 organismes acteurs dans le domaine de la gestion des rejets hospitaliers liquides. Les dispositions établies par les experts (références) ont pour principal objectif de faciliter l'évaluation de la gestion des rejets liquides au sein des établissements de soin sur le plan qualitatif et quantitatif.

2-4-1. Taux d'occupation des lits d'hôpitaux

Le taux d'occupation des lits d'hôpitaux représente la somme des journées d'hospitalisation au cours d'une période donnée (en général une année) divisée par le nombre de lits disponibles, Il indique le degré d'utilisation des lits disponibles durant une période déterminée [12]. Selon les chiffres du Ministère de santé [13], à l'échelle nationale en 2012 les établissements publics ont un taux d'occupation moyen (TOM) de 62.6 %. Pour les besoins de l'étude et pour une meilleure représentativité de l'ensemble des établissements de soin au niveau régional, le taux d'occupation moyen adopté pour le secteur public est de 60 % et pour le secteur privé est de 50 %.

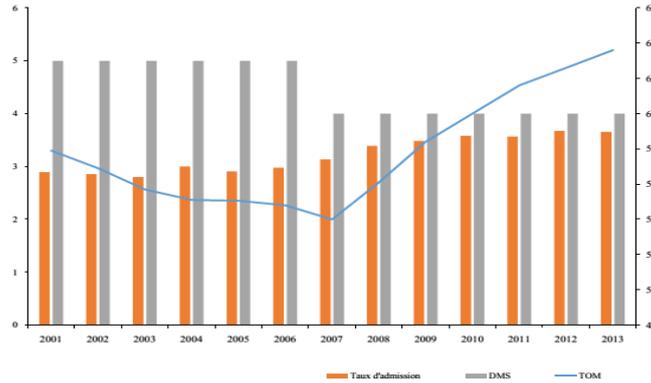


Figure 1 : Evolution du taux d'occupation moyen (TOM), de la durée moyenne de séjour (DMS) et du taux d'admission (TA) dans les établissements de soin publics au Maroc, période 2001 - 2013 [11]

2-4-2. Consommation en eau potable dans les établissements de soin

Pour notre étude, on a adopté une valeur moyenne de 200 L / lit / jour. Cette valeur est estimée sur la base de la consommation réelle d'un nombre hôpitaux au Maroc.

2-4-3. Production en eau usée

La production en eau usée est proportionnelle à la consommation en eau potable. Par ailleurs, il faut prendre en compte les eaux importées de l'extérieur (eau physiologique, eau des puits, etc.). L'estimation de la production en eau usée dans la présente étude tient en considération uniquement des consommations en eau potable et les ratios de rejet pour chaque produit liquide étudié. Le taux de retour à l'égout adopté dans les études d'assainissement liquide au Maroc est de 80 % pour les eaux d'origine domestique et administrative selon le Schéma Directeur National d'Assainissement Liquide [14].

3. Résultats

3-1. Evaluation et cartographie de la consommation en eau potable et la production en eau usée des établissements de soin à l'échelle nationale

3-1-1. Etablissements de soin publics

Pour le secteur public, la capacité litière par région est comme suite [11] :

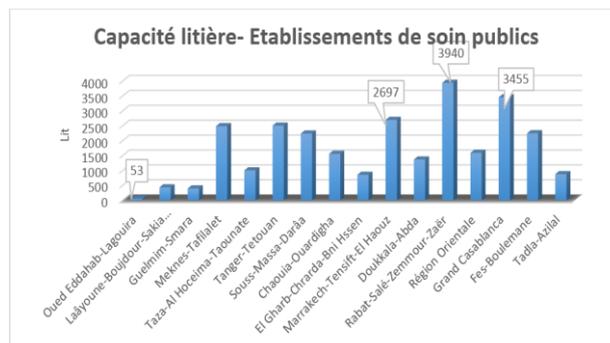
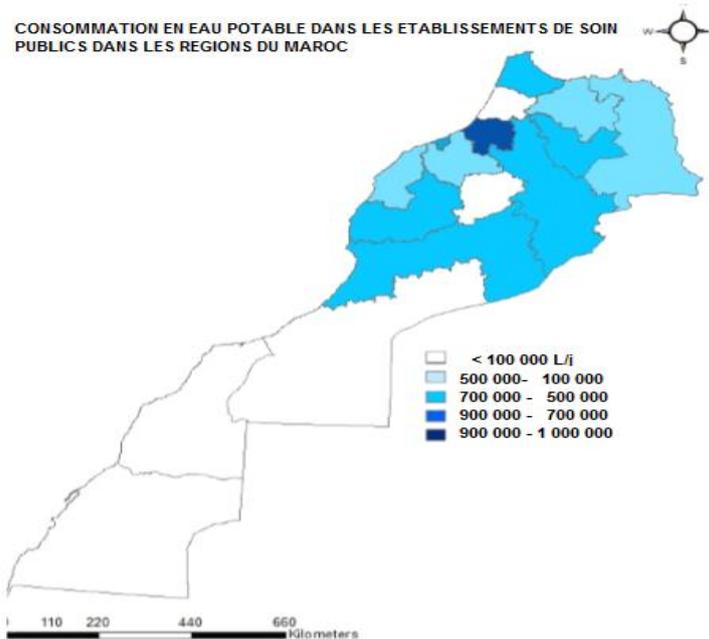
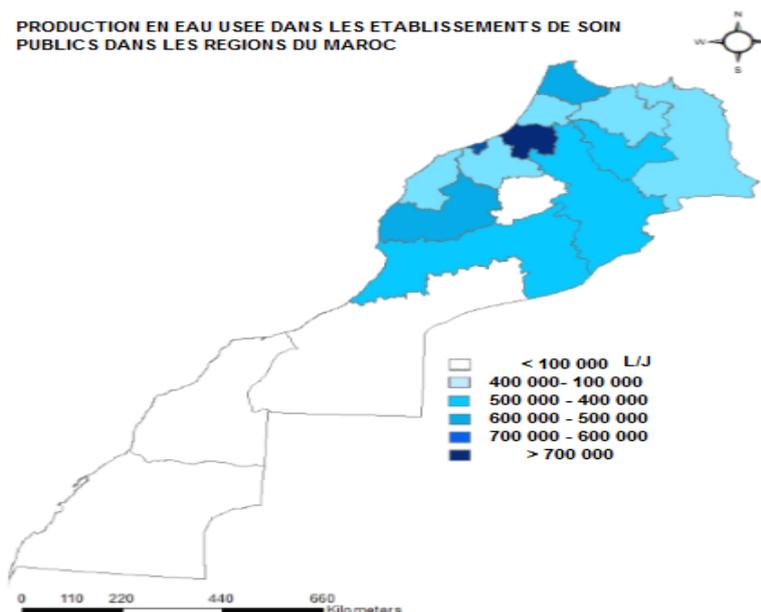


Figure 2 : Capacité litière des établissements de soin publics par région, édition 2014 [11]

a / Consommation en eau potable

Carte 2 : *Consommation en eau potable dans les établissements de soin publics dans les régions du Maroc*

A l'échelle nationale, les trois régions les plus consommatrices d'eau potable dans les établissements de soin publics sont : Région de Rabat Salé Zemmour Zaïr (945 600 L / j), Grand Casablanca (829 200 L / j) et en troisième lieu la région de Marrakech Tensift El Haouz (647 280 L / j). La tranche moyenne de la consommation en eau potable dans les établissements de soin publics dans les régions ayant une capacité litière de 2 500 lits à 4 000 lits est entre 900 000 L / j et 500 000 L / j.

b / Production en eau usée

Carte 3 : *Production en eau usée dans les établissements de soin publics dans les régions du Maroc*

Pour la production en eau usée, proportionnellement à la consommation en eau potable les trois premiers volumes rejetés par les établissements de soin publics sont : 756 480 L / j au niveau de la Région de Rabat Salé Zemmour Zaïr, 663 360 L / j au niveau du Grand Casablanca et 517 824 L / j au niveau de la Région de Marrakech Tensift El Haouz. Ainsi, La tranche moyenne de la production des eaux usées dans les établissements de soin publics dans les régions ayant une capacité litrière de 2 500 lits à 4 000 lits est entre 500 000 L / j et 400 000 L / j.

3-1-2. Etablissements de soin privés

Pour le secteur privé, la capacité litrière par région est comme suite [11] :

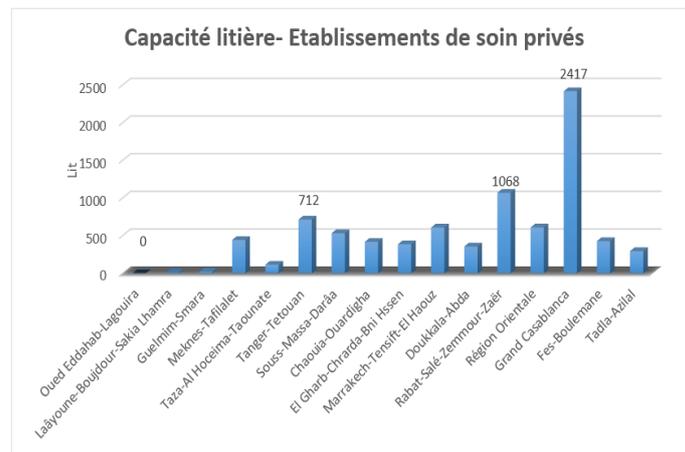
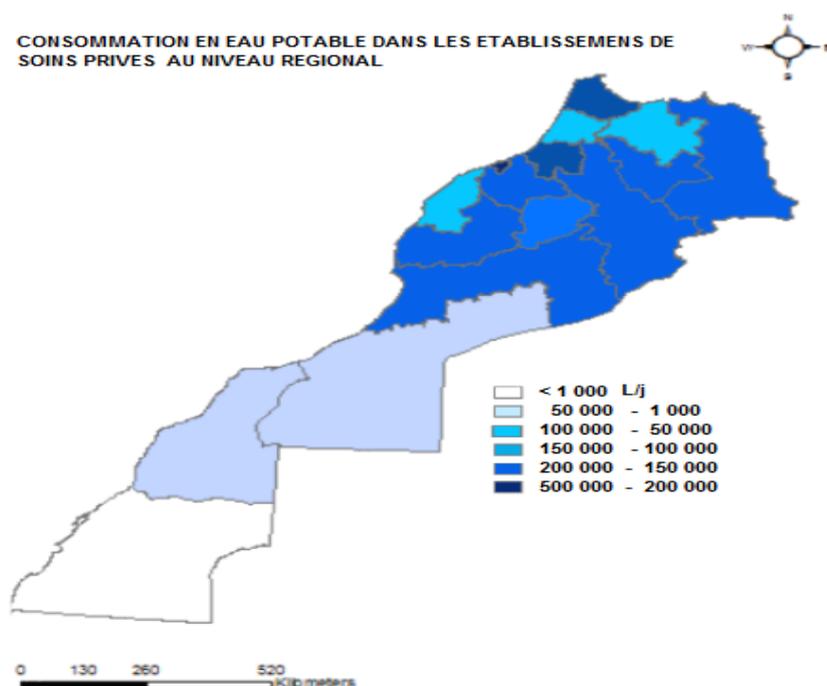


Figure 3 : Capacité litrière des établissements de soin privés par région, édition 2014 [11]

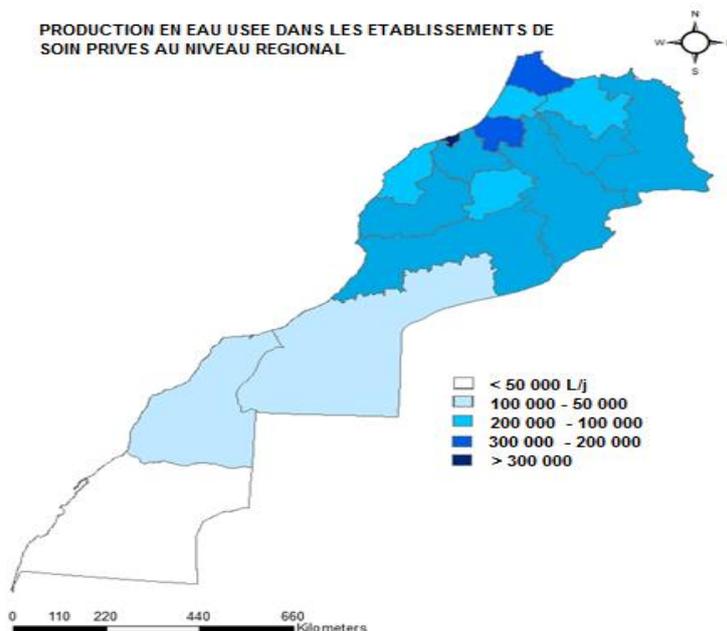
a / Consommation en eau potable



Carte 4 : Consommation en eau potable dans les établissements de soin privés dans les régions du Maroc

A l'échelle nationale, Les trois régions les plus consommatrices d'eau potable dans les établissements de soin privés sont : Grand Casablanca (483 400 L / j), Région de Rabat Salé Zemmour Zaïr (213 800 L / j), et en troisième lieu la région de Tanger Tétouan (142 400 L / j). La tranche moyenne de la consommation en eau potable dans les établissements de soin privés dans les régions ayant une capacité litière allant de 700 à 2 000 lits est entre 200 000 L / j et 100 000 L / j.

b / Production en eau usées



Carte 5 : Production en eau usée dans les établissements de soin privés dans les régions du Maroc

Pour la production en eau usée, proportionnellement à la consommation en eau potable les trois premiers volumes rejetés par les établissements de soin privés sont : 386 720 L / j au niveau de la Région du Grand Casablanca, 170 800 L / j au niveau de la Région de Rabat Salé Zemmour Zaïr et 113 920 L / j au niveau de la Région de Tanger Tétouan. Ainsi, La tranche moyenne de la production des eaux usées dans les établissements de soin privés dans les régions ayant une capacité litière allant de 700 à 2 000 lits est entre 50 000 L / j et 100 000 L / j.

4. Discussion

La présente étude a permis de déduire les ratios moyens de consommation en eau potable et de production en eau usées pour les établissements de soin publics et privés à l'échelle nationale.

- *Volumes consommés en eau potable dans les établissements de soin privés et publics*

Établissements de soin	Capacité litière (lits)	Tranche moyenne de la consommation en eau potable en L / j	Ratio moyen de consommation en eau potable en L / j
Publics	2 500 - 4 000	900 000 - 500 000	250
Privés	700 - 2 000	200 000 - 100 000	150

- *Volumes rejetés en eau usée dans les établissements de soin privés et publics*

Etablissements de soin	Capacité litière (lits)	Tranche moyenne de production des eaux usées L / j	Ratio de production en eau usée en L / j
Publics	2 500 - 4 000	400 000 - 500 000	150
Privés	700 - 2 000	50 000 - 100 000	60

A l'échelle internationale, la demande moyenne en eau des établissements de santé aux Etats-Unis d'Amérique est de 968 litres par lit et par jour [15]. En France, on estime à 750 litres par lit et par jour (soit 350 à 450 litres pour les services généraux, et 250 à 350 litres pour l'hospitalisation et la technique médicale) les besoins moyens en eau d'un Centre Hospitalier Universitaire [16]. Dans les pays en développement, et selon LABER et al. la consommation semble plutôt se situer autour de 500 litres par lit et par jour [17]. La consommation minimale d'eau domestique est de 100 litres par habitant et par jour [18], alors que la valeur généralement admise pour les hôpitaux varie de 400 à 1200 litres par lit et par jour. Hors que pour le contexte de notre étude, la consommation minimale d'eau domestique est de 80 litres par habitant et par jour [19], alors que les rations moyens tirés de la présente étude varient de 60 à 250 litres par lit et par jour. Même si cette fourchette obtenue reste très inférieure à la valeur limite inférieure estimée pour les pays en voie de développement qui est de 400 L / j [18], elle présente une charge considérable rejetée quotidiennement dans le réseau communal qui reste à voir est ce qu'il est suivi ou non par un traitement. Ce constat nous ramène à revoir les pratiques d'utilisation de l'eau au sein des établissements de soin au Maroc et prévoir que le rejet hospitalier issu de l'hospitalisation et la technique médicale sera plus chargé d'avantage en comparant avec les établissements de soin à même vocation hospitalière et ayant une grande consommation d'eau potable et par conséquent une grande production d'eau usée.

5. Conclusion

L'importance de cerner la problématique des rejets liquides hospitaliers est aujourd'hui une mesure d'urgence à l'échelle internationale et c'est l'heure aujourd'hui pour qu'elle soit parmi les préoccupations stratégiques nationales au Maroc. Des mesures doivent être entreprises pour mieux gérer les rejets hospitaliers liquides au niveau des établissements de soin publics et privés en particulier dans les grandes villes, le cas de la ville de Rabat, Grand Casablanca, Marrakech, Fès et Tanger. L'objectif majeur de cette étude est de ressortir des fourchettes de consommation en eau potable et de production des eaux usées spécifiques au contexte marocain. Des volumes importants évalués qui nécessitent un traitement de ces eaux usées avant leur rejet dans le réseau d'assainissement communal. Cependant, ces observations ouvrent des perspectives qui doivent être confirmées en multipliant des études locales détaillées et de réaliser d'autres analyses éco toxicologiques.

Références

- [1] - Centre de Coordination de la lutte contre les Infections Nosocomiales Interrégion Paris-Nord, «ELIMINATION DES EFFLUENTS LIQUIDES DES ETABLISSEMENTS HOSPITALIERS-Recommandations,» Institut Biomédical des Cordeliers, 15 rue de l'Ecole de Médecine, 75006 Paris, Ile de France, Picardie, Haute-Normandie, Nord Pas-de-Calais, (Décembre 1999).
- [2] - P. VERLICCI, A. GALLETI, M. PERTROVIC et D. BARCELO, «Hospital effluents as a source of emerging pollutants : an overview of micropollutants and sustainable treatment options», N° 1389, (2010) 416 - 28.

- [3] - K. BROWN, J. KULIS, B. THOMSON, T. CHAPMAN et D. MAWHINNE, «Occurrence of antibiotics in hospital, residential, and dairy effluent, municipal wastewater, and the Rio Grande in New Mexico.», N°1366, (2006) 772 - 83.
- [4] - K. LANGFORD et K. THOMAS, «Determination of pharmaceutical compounds in hospital effluents and their contribution to wastewater treatment works.», *Environ Int*, Vol. 766, N°170, (2009) 35 p.
- [5] - L. SANTOS, A. ARAÚJO, A. FACHINI, A. PENA, C. DELERUE-MATOS et M. MONTENEGRO, «Ecotoxicological aspects related to the presence of pharmaceuticals in the aquatic environment.», N°1175, (2010) 45 - 95.
- [6] - P. VAZQUEZ-ROIG, V. ANDREU, C. BLASCO et Y. PICÓ, «Risk assessment on the presence of pharmaceuticals in sediments, soils and waters of the Pego-Oliva Marshlands (Valencia, eastern Spain) », N°1440, (2012) 24 - 32.
- [7] - P. HARTEMANN, A. HAUTMANIERE et M. JOYEUX, «La problématique des effluents hospitaliers», Vol. 13, N°15, (2005).
- [8] - A. QADOURI, L. MOUHIR, L. SAFAADI et S. BELKADI, « Physicochemical and bacteriological pollution study of a hospital effluent with the aim of the implementation of an adequate treatment: case of ar-razi hospital, marrakech (morocco).» *world journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*, Vol. 04, N°11928 - 1947, (2015) 07 p.
- [9] - E. EMMANUEL, G. KECK, J.-M. BLANCHARD, P. VERMANDE et Y. PERRODIN, «Toxicological effects of disinfections using sodium hypochlorite on aquatic organisms and its contribution to AOX formation in hospital wastewater.», *Environ Int.*, Vol. 891, N°1900, (2004) 30 p.
- [10] - EMMANUEL, *Evaluation des risques sanitaires et écotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers*, vol. 259 p, Lyon : Thèse INSA de Lyon, Spécialité Sciences et Techniques du Déchets, (2004).
- [11] - M. Ministère de Santé, «SANTÉ EN CHIFFRES 2013, Edition 2014», (2014). [En ligne]. Available : http://www.sante.gov.ma/Publications/Etudes_enquete/Documents/Sant%C3%A9enchiffres2013edition2014-.pdf [Accès le 30-01-2016 Janvier 2016]
- [12] - Haut Commissariat au Plan (HCP)-Maroc, «Concepts et définitions», Haut Commissariat au Plan (HCP)-Maroc, (2014). [En ligne]. Available : http://www.hcp.ma/glossary/Taux-d-occupation-des-lits-d-hopitaux_gw104.html. [Accès le 04 Avril 2016].
- [13] - Ministère de la Santé, «Santé en chiffre 2012, Edition 2013», Direction de la Planification et des Ressources financières-Division de la Plannification et des Etudes, Service des Etudes et de l'Information Sanitaire, Rabat, (2013).
- [14] - Ministère de d'Energie, des Mines, de l'Eau et Environnement, «Schéma Directeur D'Assainissement Liquide», Maroc.
- [15] - USEPA, «Preliminary data summary for the hospitals point source category. Office of water regulations», Office of water, United States Environmental Protection Agency, Washington, EPA 440/1-89/060-n, (1989a) 76 p.
- [16] - I. B. d. Cordeliers, «CLIN (Coordination de Lutttes contre les Infections Nosocomiales), Élimination des effluents liquides des établissements hospitaliers - Recommandations», Institut Biomédical des Cordeliers, Paris Nord, (1999) 74 p.
- [17] - R. H. S. R. LABER J., «Two-stage constructed wetland for treating hospital wastewater in Nepal», *Wat. Sci. Tech*, Vol. 40, N°% 13, (1999) 317 - 324.
- [18] - G. F, *Le monde manquera-t-il bientôt d'eau? Sécheresse*, Vol. 6, 1 (1995) 11 - 15.
- [19] - ONEP et GTZ, «Approche de la typologie des eaux usées urbaines au Maroc.», Rabat, (1998).
- [20] - C. DARSY, I. LESCURE, V. PAYOT et G. ROULAND, «Effluent des établissement hospitaliers : teneur en microorganismes pathogènes, risque sanitaires, procédures particulières d'épuration et de gestion des boues», Office International de l'Eau, Limoges-France, (Février 2002).

- [21] - Guide méthodologique : Les rejets liquides hospitaliers, Ile de France : Agence régionale de l'Energie, Conseil Scientifique de l'Environnement, Réseau santé qualité, Centre Antipoison Nord-Pas-de-Calais, Centre Hospitalier d'Arras, Centre Hospitalier Régional Universitaire de Lille, Centre Hospitalier Roubaix, (Janvier 2001).
- [22] - KÜMMERER, «Drugs in the environment: emission of drugs, diagnostic aids and disinfectants into wastewater by hospitals in relation to other sources - a review» *Chemosphere*, 45 (2001) 957 - 69.
- [23] - K. LANGFORD et K. THOMAS, «Determination of pharmaceutical compounds in hospital effluents» N° 135, (2009) 766 - 70.
- [24] - T. TERNES, «Occurrence of drugs in German sewage treatment plants and rivers.», Vol. 32, N° 145-60, (1998).
- [25] - T. HEBERER, «Tracking persistent pharmaceutical residues in the aquatic environment: a review of recent research data.», N° 1131, (2002) 5 - 17.
- [26] - A. JOSS, E. KELLER, A. ALDER, A. GÖBEL, C. MCARDLELL et T. TERNES, «Removal of pharmaceuticals and fragrances in biological wastewater treatment», N° 139, (2005) 3139 - 52.
- [27] - J. RODIER, L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer., Vol. 8e édition, Paris : DUNOD, (1996).
- [28] - M. d. L. d. Maroc, «« Normes marocaines, Bulletin officiel du Maroc »», Rabat, (2002).
- [29] - E. TAHIRI, L. BENAABIDAT, C. NEJJARI et K. BENBHRAHIM, «Caractérisation des effluents hospitaliers de l'hôpital Al Ghassani, CHU Hassan II de Fès, Maroc.» *Revue Hospitalière*, Vol. 47, (714) (2009).
- [30] - H. EL HALOUNI, «Réutilisation des eaux usées en agriculture et leur impact sur l'environnement : cas de la ville d'Oujda.», Université Mohammed I er, Oujda, Maroc, (1995).
- [31] - Y. EL GOUAMRI et D. BELGHYTI, «Etude de la qualité physicochimique des eaux usées brutes de la ville de Saknia rejetées dans le lac Fouarat,» *Journal Africain des Sciences de l'environnement*, N° 11, (2006) 53 - 60 p.
- [32] - J. RODIER, L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8^{ème} éd. Denod, (1996).
- [33] - M. HENZE, P. HARREMOES, J. JANSEN, C. L et E. AVRIN, *Wastewater treatment*, Berlin : 2nd ed, (1997).
- [34] - K. UDERT, T. LARSEN, A. BIÉBOW et W. GUJER, «Urea hydrolysis and precipitation dynamics in a urine-collecting system», *Water Res*, N° 137, (2003) 2571 - 2582 p.
- [35] - S. BONTÉ, M. PONS, O. POTIER et P. ROCKLIN, «"Relation between Conductivity and Ion Content in Urban Wastewater"», *Journal of Water Science*, Vol. 21, N° 14, (2008) 429 - 438 p.
- [36] - M. BENYKHLEF, S. NAJI, D. BELGHYTI et Y. EL GUAMRI, «CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX USEES INDUSTRIELLES DU GRAND AGADIR (MAROC) : CAS D'UNE HUILERIE», Vol. 3, (110707), (2011).
- [37] - P. DU CHAUFOR, «Abrégé de pédologie : sol, végétation et environnement,» Masson, 5^e édition, (1997).
- [38] - N. AMEZIANE et L. BENAABIDATE, «Caractérisation microbiologique des effluents de l'hôpital Mohamed V de Meknès et étude de leur impact sur l'environnement», (2013).
- [39] - M. BAUDU, C. DAGOT, D. CHAINIER, M.-C. PLOY, L. FOAN et M. RABIET, «Identification d'une signature biologique et physico-chimique des effluents hospitalier : traçage dans l'environnement», N° 130, (2009).
- [40] - E. EMMANUEL, Y. PRRODIN, G. KECK, J. BLANCHARD et P. VERMANDE, «Ecotoxicological risk assessment of hospital wastewater : a proposed framework for raw effluents discharging into urban sewer network», Vol. 117, N° 11, (2005).
- [41] - D. ZMIROU, J. FERLEY, J. COLLIN, M. CHARREL et J. BERLIN, «A follow-up study of gastro-intestinal diseases related to bacteriologically substandard drinking water», *American Journal of Public Health*, Vol. 77, N° 1582 - 584, (1987).
- [42] - R. EL ALAOUI et I. TAOUSSI, «L'impact du Chrome VI sur le traitement des eaux usées dans la station d'épuration de Marrakech,» Université Cadi Ayyad - Faculté des Sciences et Techniques-Laboratoire Géoresources-Unité de Recherche Associée Au CNRST (URAC 42), Marrakech, (2013).
- [43] - KÜMMERER et HELMERS, «Hospital effluents as a source for platinum in the environment : 179-84», *Sci Total Environ*, (1997).

- [44] - METCALF et EDDY, *Wastewater engineering : Traetment, Disposal and Reuse*, 3ème Edition Library of Congress Cataloging in publication data. TD. 645.T34, (1991).
- [45] - R. HAMD AOUI, «Caractérisation physico-chimique et traitement des eaux usées résiduaire de la société SETEXAME», Mémoire DESA Fac.Sci, Kénitra, (2006).
- [46] - F. ORIAS et P. YVES, «Characterisation of ecotoxicity of hospital effluents : A review», *Science of the Total Environment*, (2013) 454 - 455 p.
- [47] - C. BOILLOT, C. BAZIN, F. TISSOT-GUERRAZ, J. DROGUET, M. PERRAUD, J. CETREC et et al., «Daily physicochemical, microbiological and ecotoxicological fluctuations of a hospital effluent», N°140, (2008) 113 - 29.
- [48] - B. HALLING-SØRENSEN, S. NORS NIELSEN, P. LANZKY, F. INGERSLEV, H. HOLTEN LÜTZHØFT et S. JØRGENSEN, «Occurrence, fate and effects of pharmaceutical substances in the environment - a review», N°136, (1998) 57 - 93.
- [49] - P. JJEMBA, «Excretion and ecotoxicity of pharmaceutical and personal care products in the environment», N°163, (2006) 113 - 30.
- [50] - J.-P. BESSE ET J. GARRIC, «Human pharmaceuticals in surface waters : implementation of a prioritization methodology and application to the French situation», N°1176, (2008) 104 - 23.
- [51] - A. KUMAR et I. XAGORARAKI, «Pharmaceuticals, personal care products and endocrine-disrupting chemicals in U.S. surface and finished drinking waters : a proposed ranking system», N°1408, (2010) 5972 - 89.
- [52] - Q. SUI, B. WANG, W. ZHAO, J. HUANG, G. YU et S. DENG, «Identification of priority pharmaceuticals in the water environment of China», N°189, (2012) 280 - 6.
- [53] - O. THOMAS, «« Métrologie des eaux résiduaire »»», *Ed. Cebedoc / Tec. et Doc. 11 Liège -75384. Paris*, (1985).
- [54] - O. THOMA, *Métrologie des eaux résiduaire.*, 1995 : *Ed. Cebedoc / Tec. et Doc. 11, Liège -75384, Paris.*
- [55] - EMMANUEL, «Evaluation des risques sanitaires et écotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers», *Ecole Doctorale de Chimie DE Lyon, Lyon*, (2004).