

## **TERMINALIA MONOCEROS EFFICACE, DURABLE ET NON TOXIQUE POUR LE TRAITEMENT DES EAUX DANS LE SUD DE MADAGASCAR**

VAOSOLOMALALA Yvette Maria<sup>1</sup> RAMAMONJY Pierre <sup>2</sup>, RANDRIANA Nambinina Richard fortuné <sup>3</sup>

- 1- Doctorant, Ecole Doctorale en Sciences de l'Éducation, BP 534, 101 Antananarivo, Madagascar
- 2- Maître de conférences, Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, BP 1500, 101 Antananarivo, Madagascar
- 3- Professeur, Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, BP 1500, 101 Antananarivo, Madagascar

Auteur correspondant : VAOSOLOMALALA Yvette Maria

Adresse: Ecole Doctorale Génie des procédés et des systèmes Industriels Agricoles et Alimentaire en Sciences de l'Éducation, Antananarivo, Madagascar

E-mail : [vaosolomalala@gmail.com](mailto:vaosolomalala@gmail.com)

Téléphone : +261 34 29 211 03

### **Résumé**

Madagascar présente une grande hétérogénéité dans la répartition et le potentiel de ses ressources en eau. La partie sud de l'île qui est caractérisée par un climat subdésertique et est souvent soumise à un stress hydrique important. De plus les impacts du changement climatique sur les ressources en eau sont actuellement plus que manifestes et ont tendance à s'accroître dans les années à venir selon les constats. Dans la région Androy l'accès à l'eau potable est un problème quotidien. La population locale de Beloha utilise la plante *Terminalia monoceros* pour le traitement des flaques d'eaux boueuses qu'ils peuvent récupérer. Les tiges et les feuilles sont mélangées avec du cendre pour créer le phénomène chimique de coagulation floculation. Notre objectif principal est de prouver l'efficacité du traitement de l'eau par cette plante *Terminalia*. De ce fait il est très important de vérifier la qualité et les différences de l'eau traitée avant et après le traitement avec les paramètres physico-chimique de l'eau par spectrophotomètre UV et d'explorer les activités toxicologiques aiguë et subaiguë de l'extrait aqueux de cette plante chez les souris en vue de garantir la sécurité des consommateurs. Les résultats obtenus montrent des différences significatives ( $p < 0,05$ ) pour certains paramètres tels que : l'ammonium ( $p = 0,003$ ); le nitrite ( $p = 0,002$ ); le nitrate ( $p = 0$ ); la turbidité ( $p = 0$ ); Chlorure ( $p = 0,002$ ). De plus, la comparaison des vitesses des cobilles après les tests de toxicité subaiguë montrent qu'il n'y a pas de différence significative par rapport à celle du souris témoin. Sur la base de ces résultats, nous pensons qu'il serait utile d'étendre ces études, afin d'apporter une amélioration à ce mode de traitement pour qu'il soit plus pratique.

### **Mots-clés**

*Terminalia monoceros*, toxicité, coagulation floculation, études physico chimique

## 1- Introduction

Même si les programmes d'hygiène sont déjà dispensés, les maladies liées à l'insalubrité de l'eau et à l'insuffisance des infrastructures d'assainissement de base engendrent une perte approximative de 6 millions de jours productivité et de 3.5 millions de jours d'école par an (RAVELOARIMISA O.-2010). Étant la quatrième plus grande île au monde, Madagascar dispose de 587 040 km<sup>2</sup> de superficie, riche en biodiversité et en ressources naturelles dont l'eau. Des milliers de lacs et de marais mettent en évidence la présence de sources souterraines qui font surface pour alimenter ces derniers, sans parler des nappes phréatiques qui constituent une réserve énorme inexploitée. Malgré toutes ces ressources qui sont énormes en eau, l'eau reste encore une denrée rare dans certaines régions de l'île où les femmes et les filles passent l'équivalent de 25 jours par an à chercher de l'eau. Les installations sanitaires de base ne sont à la portée que de 10% de la population. (ANDRIAMAMEHIONY Mamy 2015) Un enfant sur deux n'a pas d'accès à de l'eau potable. En matière d'assainissement, en 2015 le taux d'accès aux infrastructures d'assainissement est de 47 % devient 30.31 % en 2017. Cette diminution est le résultat du manque de suivi post projet causé par faute de l'insuffisance des ressources. En plus, les croyances et normes sociales existantes ne favorisent pas les pratiques appropriées ni la participation pour l'entretien des infrastructures mises en place en cas de défaillance ou de dysfonctionnement. (Eau, Assainissement et Hygiène AVRIL 2017). Les difficultés liées à l'accès à l'eau entraînent d'autres. Certaines régions de Madagascar sont affectées par des sécheresses à répétition, d'autres des inondations. Dans les deux cas, la pratique de l'agriculture est entravée. Pour combattre le manque d'eau l'utilisation de la plante *Terminalia monoceroce* est un savoir traditionnel que la population de Beloha Androy pratique pour le traitement des flaques d'eau boueuses. Or, la consommation d'eau insalubre et les mauvaises conditions d'hygiène et d'assainissement sont à l'origine de nombreuses maladies (Solidarité internationale 2018 ; Somé Y, Soro T, Ouédraogo S.2014). À part son utilisation pour le traitement des eaux elle est aussi particulièrement pour inactiver complètement le virus herpès (J.B.Hudson 2011) Parmi les 1,8 million de personnes qui meurent chaque année de suite de maladies diarrhéiques causées par la consommation d'eau insalubre, quatre-vingt-dix pour cent (90%) sont des enfants de moins de cinq ans, vivant pour la plupart dans les Pays En Développement (OMS, 2007). La présente étude vise à prouver l'efficacité de la plante pour le traitement de ses eaux insalubres par la comparaison des différents paramètres physico-chimiques d'analyse des eaux puis étudier la toxicité de la plante qui pourrait nuire à la santé de ce qui la consomme. Pour atteindre ces objectifs, des essais de traitement par *Terminalia monoceroce* des eaux de différents points de prélèvement ont été effectués ainsi que des études de toxicité de la plante sur des souris pour connaître ses effets sur la santé humaine.

## 2- Méthodologie

### 4.1 Echantillonnage et collecte de *Terminalia monoceros*

#### Taxonomie du matériel végétal

La plante utilisée dans cette étude appartient à la :

Classe : Mangnoliopsida

Ordre : Myrtale

Famille : Combrétaceae

Genre : *Terminalia*

Espèce : *Terminalia monoceros*

Nom vernaculaire : kobahy

#### Répartition géographique

Cette plante se trouve dans la région Androy et Anosy Madagascar

#### Echantillonnage et prélèvement

Les plantes ont été collectées à Beloha Androy et les parties collectées sont les tiges et les feuilles. Des traitements de l'eau par la plante ont été faits sur terrain puis les eaux avant et après traitement sont récupérées pour être emmenées au laboratoire afin d'analyser les paramètres physico-chimique, étude minérale, bactériologique et la toxicité. Les plantes ont été mises dans des sacs et les échantillons d'eaux dans des bouteilles en verre. Arrivé au laboratoire les plantes sont étalées à l'aire libre à l'abri du soleil et les échantillons d'eaux sont conservés au réfrigérateur.

#### 4.1 Description du traitement de l'eau par la plante *Terminalia monoceroce*

La partie utilisée est la partie aérienne de la plante soit les tiges et les feuilles. Ces derniers sont pilés puis remués dans l'eau à traiter avec un peu de cendre. Il faut attendre 10mn pour que le phénomène de coagulation floculation se termine et que les floccs décantent. L'eau claire surnageant est récupérée et utilisée par la population pour être utilisée à la consommation.

#### 4.2 Analyse physico-chimique

Les paramètres analysés pour connaître l'efficacité de la plante kobahy sur le traitement de l'eau sont le nitrate, nitrite, conductivité, ammonium, turbidité, chlorure. Les eaux avant et après le traitement sont analysées puis comparées pour voir s'il y a amélioration ou non.

Tous les réactifs chimiques utilisés pour les analyses sont des produits de qualité pour analyse. Les eaux brutes ont été collectées dans différents points de prélèvement dans le district de Beloha et Antananarivo.

Les analyses physico-chimiques et toxicologiques ont été effectuées par les méthodes classiques.

Le pH, la conductivité, la turbidité ont été mesurés respectivement à l'aide d'un pH-mètre WTW LF 340 MERCK, d'un conductimètre WTW LF 320 MERCK, d'un turbidimètre HACH 2100 AN ORCHIDIS.

Le dosage des ions  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  et  $\text{SO}_4^{2-}$   $\text{NH}_4^+$  ont été effectués par dosage colorimétrique sur un spectrophotomètre UV visible.

#### Le nitrate

Le nitrate a été mesuré à l'aide de spectrophotomètre UV-Visible DU-64 et FTIR-8400 S. En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrométrique. La longueur d'onde pour l'analyse de nitrate est de  $\lambda = 415 \text{ nm}$ .

#### Le nitrite

La diazotation de la sulfanilamide en milieu acide et sa copulation avec la N (1- naphthyl) ethylènediamine donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage colorimétrique sur un spectrophotomètre DU-64, dans la longueur d'onde  $\lambda = 543$  nm.

### **Ammonium**

En milieu alcalin et en présence de nitroprussiate, qui agit comme un catalyseur, les ions ammonium, traités par une solution de chlore pour les transformer en monochloramine ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ) et de phénol, donnent du bleu d'indophénol susceptible d'un dosage par spectrométrie d'absorption moléculaire. La longueur d'onde de lecture est de  $\lambda = 640$  nm.

### **Turbidité**

La turbidité a été mesurée à l'aide d'un turbidimètre HI 93703. Le turbidimètre est un instrument qui envoie un rayon de lumière à travers un échantillon d'eau. Elle mesure la quantité de lumière qui passe à travers l'eau par rapport à la quantité de lumière qui est réfléchiée par les particules dans l'eau.

### **Chlorure**

La solution est dosée par une solution de nitrate d'argent N/25 : le nitrate d'argent précipite les chlorures alcalins et alcalino-terreux sous forme de chlorure d'argent. La fin de la réaction est repérée par l'apparition de la teinte rouge brique du chromate d'argent.

### **Conductivité**

La conductivité a été mesurée à l'aide d'un conductimètre Multi 340 i. La méthode consiste à immerger l'électrode du conductimètre dans le flacon contenant l'échantillon, et de lire directement la valeur stable affichée sur l'écran.

### **4.3 Toxicité aigue**

Tout animal ayant survécu à une dose donnée aurait survécu à toute dose inférieure à celle-ci si elle lui avait été administrée et tout animal ayant succombé à une dose déterminée aurait succombé à toute dose supérieure à celle-ci si elle lui avait été administrée (Lietchfield, 1949 ; Dupont, 1970).

#### **4.7 Toxicité aigüe après une seule administration d'un extrait : Détermination de la DL<sub>50</sub>**

Elle consiste à déterminer la dose du produit qui tue la moitié de la population des souris auxquelles on a administré le produit (Miller, 1944). La dose létale médiane (DL<sub>50</sub>), est un indicateur quantitatif de la toxicité d'une substance. L'observation de la mortalité porte sur 72h de suivi. La détermination de la DL<sub>50</sub> nécessite au moins trois doses à tester, en duplicate (répété deux fois).

En fonction des résultats obtenus à partir des essais préliminaires, on choisit plusieurs doses de façon à ce qu'elles entraînent des taux de mortalité compris entre 10 et 90%. L'observation dure 72h (Ouedraogo, 2001).

#### **4.8 Animaux de laboratoire utilisés :**

L'espèce utilisé est le souris blanche *Mus musculus albinos* race « swiss » de sexe mâle âgé de 16 à 20 semaine avec un poids moyenne de 30g.

#### **4.9 Conditions d'expérimentation :**

Un lot de cinq souris pour chaque dose à tester, et un lot témoin qui reçoit le véhicule utilisé à raison de 1ml pour 100g de poids vif.

Les animaux sont mis à jeun la veille de l'expérience (24 heures sans nourriture mais avec eau), Une fois le produit est administré, on laisse les animaux sans nourriture ni eau pendant les six premières heures après administration.

#### **4.10 Protocole expérimental :**

Doses administrées : Chaque produit est administré par voie orale à la dose suivante :

50mg/kg de poids corporel

100mg /kg

500mg/kg

1000mg/kg

2500mg/kg

5000mg/kg

Voie d'administration : voie orale (per os) par gavage sur des souris à jeun depuis 24 heures.

Volume administré : 1ml de produit contenant la dose correspondante/100g de poids vif animal

Observation : les six premières heures après administration et après 24h, 48h, et 72h.

Si une dose mortelle est constatée, on procède à la détermination de la DL<sub>50</sub> en essayant des doses intermédiaires en suite arithmétique.

Les produits à tester :

Prise mâle et femelle

Extraits lyophilisés des parties aériennes des plantes « Kibay **K** ». Ces extraits sont solubilisés dans une solution de cendre de bois de chauffe (**C**) dilué dans de l'eau distillée évalué à 4mg/ml (concentration équivalente de 60g de cendre pour un sceau de 15litres d'eau).

Détermination du pH :

Le pH du produit correspondant à la dose la plus élevée à tester est déterminé avec un pH-mètre.

#### **4.11 Toxicité sub aigue**

Elle correspond à l'administration répétée d'un produit, sur une période n'excédant pas 3 mois. Elle permet d'identifier l'organe ou le système sur lequel le toxique agit préférentiellement.

Doses administrées : 10mg/kg/j sur souris par voie orale (Dose équivalente de 1,11mg/kg/j pour un homme de 70kg. Chaque lot de souris, mâle et femelle, a reçu cette dose journalière pendant 30j . Le lot témoin a reçu 0,5ml/souris de l'eau distillée et un lot a reçu 0,5ml de Sc (témoin véhicule).

Préparation des produits :

- Prendre 60g de cendre de bois de chauffe, ajouter dans 15litres d'eau. Laisser décanter pendant 30min. (C= 4g de cendre/litre).
- Préparer les concentrations de produit avec cette solution Sc pour avoir 10mg de produit / kg de souris dans un volume de 0,5ml/souris/jour.
- Equivalence pratique : (750mg de produit dans 15 litres de solution de cendre C, laisser décanter et 1,5litre/j de ce soluté comme eau de boisson d'un homme de 70kg).

### 3- Résultats

Afin de déterminer l'efficacité du traitement de l'eau par la plante *Terminalia monoceros*, nous avons analysé et comparé certains paramètres physico-chimiques tels que la conductivité, le sulfate, le nitrite, le nitrate, le chlorure, l'ammonium et la turbidité avant et après le traitement. L'analyse de variance sur ses paramètres montre qu'il y a une différence significative entre l'eau avant et après le traitement avec  $p < 0,005$  pour le nitrite, nitrate ammonium et la turbidité (Figure I, II) et pour le chlorure la probabilité  $p$  est inférieure à 0,005 mais c'est l'eau après le traitement qui a plus de chlorure que celle d'avant mais toutefois les teneurs en ion chlorures restent inférieures aux teneurs suggérées par la norme de potabilité Malagasy (Figure I).

Pour la conductivité, même si il y a une baisse après le traitement la différence n'est pas significative car  $p = 0,625$ . (Figure I)

Pour le chlorure il y a augmentation de la concentration en chlorure après le traitement avec la plante mais toutefois les teneurs en ion chlorure des eaux brutes et des eaux traitées sont inférieures aux teneurs suggérées par la norme Malgache. (Figure I)

Ce qui signifie que la plante améliore la qualité de l'eau traitée avec la plante pour certains paramètres

#### 5.1 Résultats du test de toxicité aiguë

Il n'y a de dose létale observée pour ces extraits lyophilisés de K par voie orale sur souris. (Tableau 1)

#### 5.2 Variation pondérale et comparaison de poids au dernier jour du traitement :

Sur les souris mâles que femelles, la solution de cendre entraîne une diminution du poids par rapport aux lots témoins respectifs.

L'extrait de Kobay K entraîne une augmentation de Poids pour les souris mâles mais la différence de poids au 30<sup>ème</sup> jour avec le lot témoin est non significative c'est-à-dire que K n'entraîne pas d'excès de poids pour les souris mâles mais pour les souris femelles l'extrait provoque un léger excès de poids. (Figure III, IV, V, VI)

#### 5.3 Comparaison des poids de certains organes viscéraux (cœur, rate, foies, vésicules biliaires et reins) après traitement de 30 jours

L'extrait de Kobay K n'affecte pas les poids des organes : cœur, rate, foies, vésicules biliaires et reins. Les différences avec les lots témoins ne sont pas significatives.

Notons que la solution de cendre qui est le véhicule utilisé n'affecte pas les poids des organes : cœur, rate, foies et vésicules biliaires, reins et surrénales. Les différences avec les lots témoins ne sont pas significatives. (Tableau II)

## 4- Discussion

### 6.1 Analyse physico chimique

Il y a une diminution significative des taux de la turbidité, 80,8% des ammoniums 3,6% des Nitrite 56,9% des Nitrate et l'eau après le traitement est plus claire. Il y a donc amélioration de la qualité de l'eau. . D'après la bibliographie (E. Marañón et al. 2008, AD Eaton et al. 1995), cela est dû au fait que les particules du coagulant déstabilisent les colloïdes négativement chargés présents dans l'eau à traiter, en neutralisant les charges qui génèrent les forces de répulsion entre colloïdes.

Notre études sur le screening phytochimique de cette plante nous ont permis de connaitre que le principe actif qui agit sur le phénomène de coagulation floculation par cette plante est à base de Tanin et polyphénol et selon (Alcides T.J en 2019) l'utilisation du Tanin végétal comme floculant organique peut éliminer substantiellement environ 99% de la turbidité, 80,8% des Ammonium 83,6% des Nitrites, 56,9% des Nitrates .L'histogramme de comparaison des paramètre comme la turbidité, nitrite, nitrate et ammonium avant et après le traitement présente une diminution significative comparer à l'eau brute ceci est peut être due à la précipitation de de ces dernier par le traitement avec la plante et le cendre (*Djehaichia* 2020) L'augmentation de la teneur en chlorures dans l'eau après le traitement s'explique par le fait que la plante contienne une quantité assez important de chlorure dans son métabolisme car la racine des plantes absorbent facilement le chlore qui est très mobile dans le sol et dans l'eau.

### 6.2 Toxicité aigüe

Il n'y pas de dose létale observée pour ces extraits lyophilisés de la plante kobahy par voie orale sur souris. (Paget G.E., Barnes J.M., 1964) ces produits ne sont pas toxiques (DMT = dose maximale tolérée et dose minimale létale et DL50, tous supérieures à 5000mg/kg).

A titre indicatif, sur le rat ou Souris et par voie orale, la vitamine C qui a une DL50 de 11900mg/kg est presque pas toxique; le sel de table DL50=3000mg/kg légèrement toxique; la caféine DL50=192mg/kg modérément toxique; la strychnine DL50=1mg/kg est classée extrêmement toxique.

### 6.3 Toxicité subaigue

Pour Gomé MB, Kouakou K, Touré A, Traoré F. 2011 ces extraits sont des extraits aqueux lyophilisés de plantes qui renferment beaucoup de familles chimiques différentes. Et avec la dose obtenue par la préparation traditionnelle pour son utilisation et transposé en dose équivalente sur des souris de laboratoire (10mg/kg/j), l'extrait de Kobay n'est pas toxique vue les résultats de la toxicité aigüe ; et après la toxicité subaigue (30 jours de traitement journalier), l'extrait K semble être inoffensif. De même, aucun changement significatif n'a été observé dans le poids des organes : le cœur, le foie, la rate, les reins et les poumons, suggérant que l'administration des extraits de Kobahy. n'a eu aucun effet sur leur croissance normale. Le poids relatif des organes est considéré comme étant un indicateur relativement sensible dans les études de toxicité (Lullmann-Rauch, R. 2008).

## 5- Conclusion

Les résultats obtenus dans cette étude nous permettent de confirmer l'hypothèse selon laquelle la plante *Terminalia monoceros* fonctionne très bien pour le traitement de l'eau. L'abondance du tanin et du polyphénol dans sa composition chimique la donne la capacité d'être un très bon coagulant pour le traitement des eaux boueuses. Elle ne présente pas de forme de toxicité qui pourrait affecter la santé des consommateurs. Les modifications des paramètres physico-chimiques de l'eau traitée permettent de conclure que le principe actif extrait est un bon coagulant naturel. En effet, il présente de nombreux avantages sur les plans économique, social et environnemental par rapport au coagulant chimique. De plus, cette plante remplit complètement les conditions de coagulant utilisé pour le traitement de l'eau vis-à-vis de sa propriété. En effet, le coagulant ne doit pas présenter de toxicité, être facile à produire, et facile à doser. *Terminalia monoceros* répondent très bien à ces critères son utilisation présente un avantage pour les autochtones, car c'est un produit local, facile à manipuler et abordable. L'étude histologique des organes (foies et reins) à la dose 800mg/Kg n'a pas montré de signe de toxicité des extraits de *Terminalia monoceros*. Toutefois il serait judicieux d'étudier la toxicité chronique de ces extraits à des doses plus élevées. De plus, les résultats au cours de cette étude nous ont permis d'améliorer son efficacité. Au final l'exploitation d'extrait de plantes pour le traitement de l'eau doit être considérée comme une grande voie verte et durable visant un comportement écologique et la prévention de la santé humaine

## 6- Remerciements

Les auteurs remercient l'UNICEF Madagascar pour leur financement aux études. Le centre Nationale de recherche sur l'Environnement (CNRE) et le centre National d'application de Recherche Pharmaceutique (CNARP) et toutes leurs équipes pour les études au laboratoire et leur collaboration technique.

## 7- Références

Ballay, D., & Blais, J. F. (1998). Le traitement des eaux usées. *Revue des sciences de l'eau*, 11, 77-86.

AD Eaton, LS Clescen, AE Greenberg ,( 1995)editors, Standard methods for the examination of water and wastewater, APHA, 19th ed. Washington: APM. setts. Report No 331.

Alcides Tonhato Junior, Salah Din Mahmud Hasan, Nyamien Yahaut Sébastien (2019). Pollution de l'eau, de l'air et du sol 230,1-18

Andriamamehiony Mamy (juin 2015) par Alain gyre agir avec madagascar/Posted on 5 juin 2015.

Djehaichia R, Chebata. BS.2020 : Suivie de fonctionnement de la station d'épuration de la ville de Guelma. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Microbiologie appliqué. Université 8 Mai1945 Guelma

Gomé MB, Kouakou K, Touré A, Traoré F. (2011). Étude de la toxicité aiguë et subchronique de l'extrait aqueux de *Passiflora foetida* Linn. (Passifloraceae) chez les rats et les souris. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(5): 1777-1789.

J.B Hudson,M.K. Lee ,P.RASOANAIVO.(2011)Antiviral Activities In Plants Endemic To Madagascar.

Jean Rodier : (1984): —L'analyse de l'eau:-eaux naturelles – eaux résiduaires – eaux de merl 7è édition Dunod.

Litchfield J.T., Wilcoxon F., (1949). – A simplified method of evaluating dose-effect experiments. – *J. Pharmacol. Exp. Therap.* 96-99.

Lullmann-Rauch, R. (2008). *Histologie. de Boeck Supérieur, Bruxelles, Belgique.* 704p.

Marañón, L. Castrillón, Y. Fernández-Nava, A. Fernández-Méndez, A. FernándezSánchez, Coagulation-flocculation as a pretreatment process at a landfill leachate nitrificationdenitrification plant, *J. Hazardous Mater.*, Vol 156, no 1-3, 2008, 538-544.

Miller L.C., Tainter M.L., (1944). Estimation of DL50 and its error by means of logarithmic probit paper. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 57: 261-264.

Raveloarimisa O.-(2010). Contribution à l'évaluation du projet d'alimentation en eau potable et assainissement dans les fokontany d'Alakamisy, CR Soavina, District de Betafo. Mémoire d'Ingénieur en hydrogéologie ASJA. 81p

Ouedraogo Y., Nacoulma O., Guissou I.P., Guede Guina F., (2001). Evaluation in vivo et in vitro de la toxicité des extraits aqueux d'écorce de tige et de racine de *Myrtagyna inermis* (Willd).O.Ktz (Rubiaceae). *Pharm. Med. Trad. Afr.* Vol. 11: 13-29.

Organisation mondiale de la Santé(2007). Combattre les maladies véhiculées par l'eau à la maison. Le bulletin de l'OMS; 36 p.

Paget G.E., Barnes J.M., (1964). Interspecies dosage conversion scheme in evaluation of results and quantitative application in different species. In: Laurence D.R., Bacharach A.L. (Eds.), Evaluation of drug activities: Pharmacometrics. Vol. I, Academic Press, New York, 160-162.

Solidarité internationale. (2018) Baromètre de l'eau, de l'hygiène et de l'assainissement : état des lieux de l'accès à une ressource vitale. 4e édition, 39 p.

Somé Y, Soro T, Ouédraogo S. (2014) Etude de la prévalence des maladies liées à l'eau et influences des facteurs environnementaux dans l'arrondissement de NongrMasson : cas du quartier Tanghin. Int. J. Biol. Chem. Sci., 8(1), 289-303 pp.

<https://www.unicef.fr/article/nuit-de-leau-pour-madagascar-de-leau-potable-pour-chaque-enfant>

<http://sanitationandwaterforall.org> Aperçu de la situation à Madagascar : Eau, Assainissement et Hygiène AVRIL 2017

## 8- Tableaux

Tableau I. Tableau récapitulatif du taux de mortalité observé : voie orale pour tous les extraits

Doses injectées en (mg)/kg	Nombre total des souris testés	Nombre des morts (72h)	Pourcentage de mortalité
50mg/kg	5	0	0%
100mg/kg	5	0	0%
500mg/kg	5	0	0%
1000mg/kg	5	0	0%
2000mg/kg	5	0	0%
4000mg/kg	5	0	0%
5000mg /kg	5	0	0%

Tableau II. Comparaison des poids de certains organes viscéraux après traitement de 30 jours (teste de student)

	t cœur	t rate	t foie et vésicule biliaire	t reins et surrénales	t table	degré de liberté	&
kobahy mâle	-0,627	-0,854	-2,445	-1,128	2,776	4	0,05
kobahy femelle	-1,023	-0,332	-2,41	1,81			
cedre mâle	-0,016	-1,578	-1,265	-0,259			
cedre femelle	-1,697	-1,98	-0,982	-1,204			

### 9- Figures

Figure I. Comparaison des valeurs de la conductivité, chlorure, et turbidité avant et après le traitement (analyse de variance)

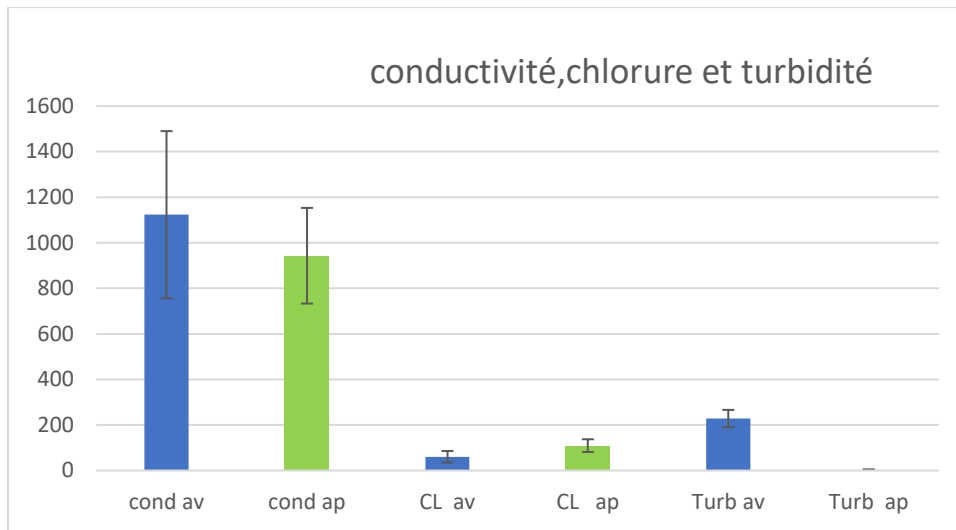


Figure II. Comparaison des valeurs du nitrate, nitrite, et ammonium avant et après le traitement (analyse de variance)

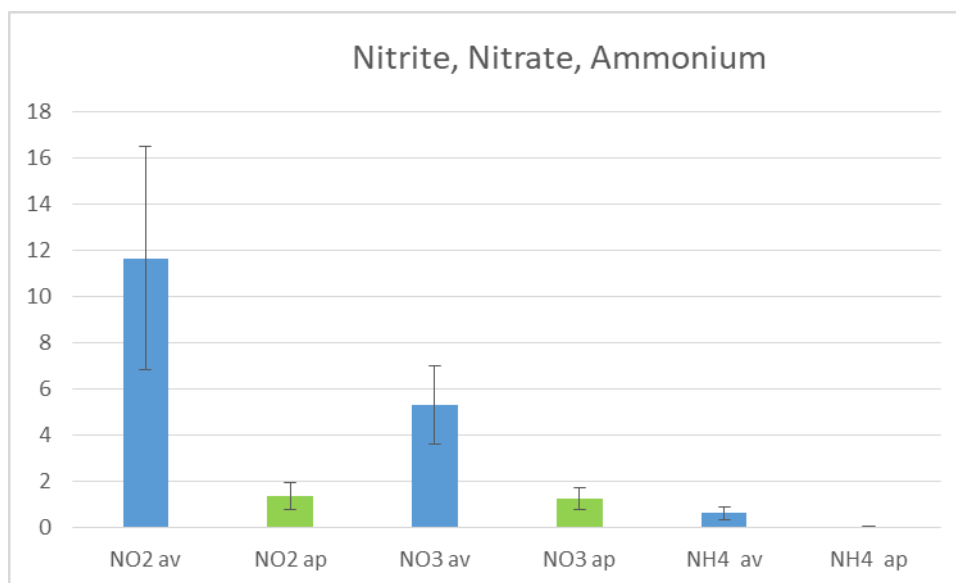


Figure III. Variation pondérale et comparaison de poids pendant 30 jours du traitement entre témoin mâle et les souris mâles administré de l'extrait de kobahy

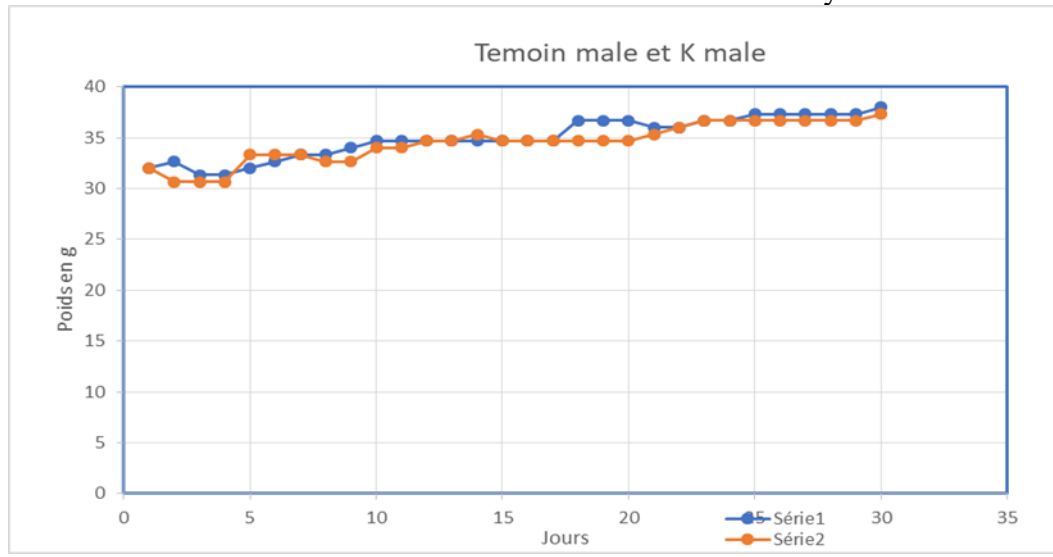


Figure IV. Variation pondérale et comparaison de poids pendant 30 jours du traitement entre témoin femelle et les souris femelle administré de l'extrait de kobahy

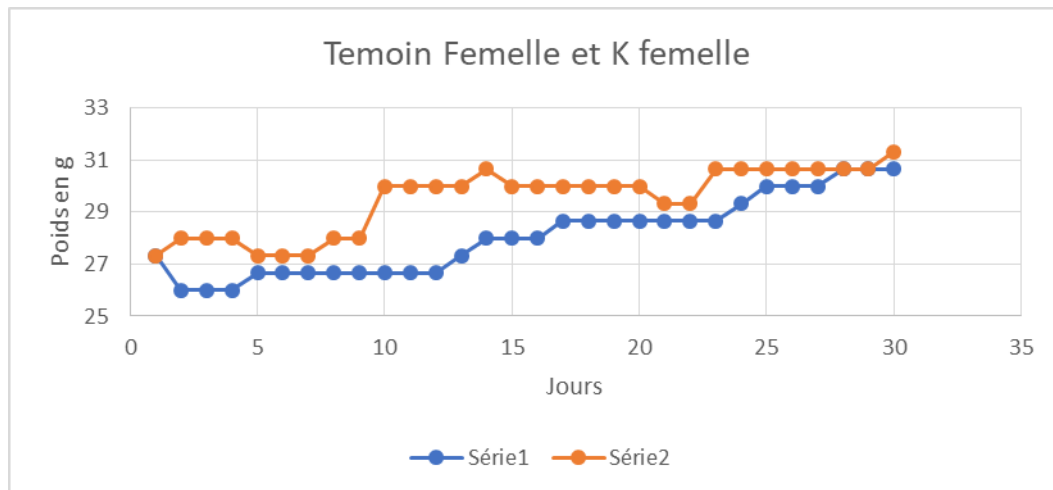


Figure V. Variation pondérale et comparaison de poids pendant 30 jours du traitement entre témoin mâle et les souris mâles administré de l'extrait de cendre de bois de chauffe

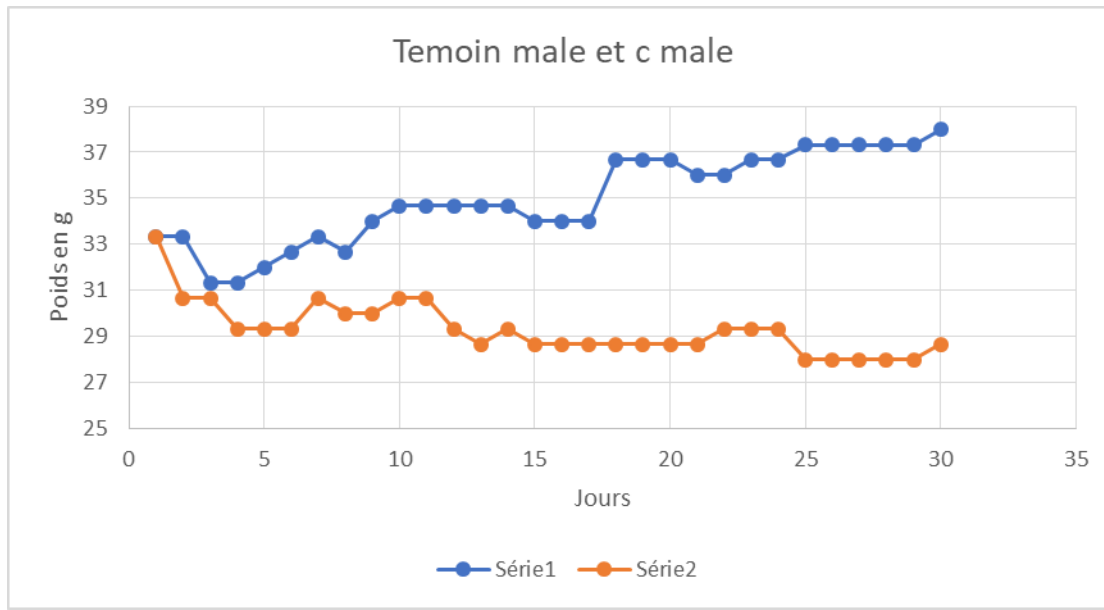


Figure VI. Variation pondérale et comparaison de poids pendant 30 jours du traitement entre témoin femelle et les souris femelle administré de l'extrait de cendre de bois de chauffe.

