

L'éco-efficacité du recyclage d'un rejet de teinture végétale à la garance (*Rubia tinctorum*)

R. Lofti¹, D. Zakarya

¹Laboratoire de Matériaux, Catalyse & Valorisation des Ressources Naturelles (LMaCaVa), Université Hassan II-Casablanca, Faculté des sciences et techniques, BP146, 20650 Mohammedia, Maroc.

Correspondance : lotfirabaa@yahoo.fr

Original submitted in on 17th February 2017. Published online at www.m.elewa.org 31st March 2017
<http://dx.doi.org/104314/jab.v111i1.4>

RÉSUMÉ

Objectif : La présente étude consiste en l'évaluation de l'éco-efficacité d'une teinture végétale par le recyclage des rejets de bain de teinture à la garance.

Méthodologie et résultats : Nous avons utilisé les racines de la garance cueillies dans la région de Midelt (Maroc) pour teindre les écheveaux de la laine que nous avons préalablement mordancés au sulfate d'aluminium et à la crème de tartre. Les rejets des bains de teinture sont réutilisés pour teindre de nouveaux fils. Nous avons mesuré l'absorbance pour chaque rejet et déduit sa concentration à partir de la droite d'étalonnage préalablement établie. La valeur de cette concentration nous permet de savoir si on recycle le bain à rejeter ou le garnir de nouveau en colorant (mise à niveau du bain).

Conclusion et application de la recherche : Les résultats obtenus montrent qu'il y a possibilité d'économie du colorant, de l'eau et de l'énergie, ce qui est un avantage pour la protection de l'environnement, l'efficacité énergétique et la limitation des émissions des gaz à effet de serre.

Mots-clés: Teinture, garance, recyclage, production propre, développement durable.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to evaluate the eco-efficiency of recycling rejects of dyeing bath from madder. The present study consisted in the eco-efficiency of a plant dye by recycling of the produced wastewater of madder dye bath.

Methods and results: in this study, we used the roots of the madder collected in the Midelt region (Morocco) to dye the skeins of wool which we had previously etched with aluminum sulfate and calcium tartrate. The wastewater from the dye baths was reused to dye new yarns. Before using this wastewater, we measured the absorbance for each release and deduced its concentration by means of the calibration line produced. The value of this concentration allows us to know whether we recycle the bath to be rejected or to refill it with dye.

Conclusion and application of research: Our work shows that the recycling of the dyeing bath we save money, water and energy (cleaner production) and the environment.

Keywords: Dyeing, madder, recycling, cleaner production

INTRODUCTION

La garance (*Rubia tinctorum*) est une plante tinctoriale bien connue. Elle contient une quantité importante d'antraquinones dans sa racine et son rhizome. Elle est utilisée comme colorant alimentaire dans de nombreuses régions du monde depuis l'antiquité, comme médicament ostéotrope pour le traitement des tumeurs osseuses (Fotia, 2012) et comme colorant naturel pour peinture et teinture du cuir et textile. Les colorants sont à l'origine de la pollution une fois évacués dans l'environnement. Les méthodes habituellement utilisées pour la décontamination des effluents textiles permettent effectivement de réduire leurs effets néfastes. Cependant elles restent limitées par leur inefficacité à garantir une bonne dépollution, soit par leur coût élevé tel est le procédé d'ozonation plus utilisé dans la décoloration. Cependant, l'ozone reste un réactif cher (Bottino *et al.*, 2001), tout comme le procédé d'adsorption sur charbon actif dont le principe est de piéger les colorants. L'adsorbant se sature progressivement, il faut ainsi le régénérer ou le

changer régulièrement. En général dans les études menées par les scientifiques, le charbon actif est un bon traitement de décoloration mais présente des inconvénients principaux qui sont son coût de fabrication et de régénération (Mabika *et al.*, 2013). Ces traitements ainsi que ceux basés sur la coagulation/floculation, ou précipitation etc., ainsi que le traitement biologique sont couramment utilisés pour décontaminer les effluents industriels. Ces méthodes sont peu efficaces compte tenu des exigences du respect de l'environnement. Le recyclage des eaux des rejets de teinture constitue une alternative fiable (Lotfi., 2003). Le présent article porte sur le traitement des rejets générés par la teinture de la laine à base des colorants naturels de la garance. Le présent article traite les rejets que génèrent la teinture de la laine avec les colorants naturels (Lotfi., 2005) de la garance en les réutilisant jusqu'à disparition de la couleur, pour assurer une économie de l'eau, du colorant, et de l'énergie tout en minimisant les nuisances environnementales.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La plante de la famille Rubiacées de nom botanique : *Rubia tinctorum*, a été récoltée à Taddamout (région de Midelt, Maroc) en début du printemps (Figure 1). Cette plante rubiacée aux fleurs jaunes, a été séchée à l'ombre afin de conserver son pouvoir tinctorial. Les racines ont été broyées afin d'en séparer l'écorce et le bois inutiles, puis pilées et tamisées (tamis métallique 1 à 1,5 mm) (Chemchame *et al.*, 2016). Les racines de *Rubia tinctorum* ont été récoltées à Taddamout (région de Midelt, Maroc) en début du printemps, puis séchées à l'ombre pour conserver leur pouvoir tinctorial. Les racines ont été broyées afin d'en séparer l'écorce et le bois inutiles, puis pilées et tamisées (tamis métallique 1 à 1,5 mm) (Chemchame *et al.*, 2016). La matière textile utilisée sont des fils de laine préparés sous forme d'écheveaux qui ont été lavés à l'eau du robinet en utilisant le savon de Marseille en paillettes à une température de 30°C environ, puis rincés à la même température. Pour procéder à la teinture (Figure 2) nous avons tout d'abord mordancé les écheveaux de laine à 10 % d'alun (sulfate d'aluminium) et 6 % en crème de tartre (tartrate de calcium). Nous avons ensuite préparé le bain de teinture en y mettant 0,86 g de la garance en poudre, 10 g de fil de laine

mordancée et 100 ml d'eau déminéralisée. La teinture a été réalisée à l'aide d'un appareil de laboratoire de marque Polycolor muni d'un système de montée en température régulée et d'autoclaves. Le déroulement du procédé suit le schéma suivant.



Figure 1 : La garance (*Rubia Tinctorum*). Réf *Rubia tinctorum* - Köhler-s 123.jpg des plantes médicinales Création 1 janvier 1897:



Figure 2 : Echeveaux de laine lavée et prétraitée.

On chauffe le bain à 30 °C, on introduit le colorant broyé et tamisé (tamis métallique diamètre 1 à 1,5 mm)

(Chemchame *et al.*, 2016), et les écheveaux de laine préalablement nettoyés, lavés et mordancés à l'alun (10 %) et à la crème de tartre (6 %). Le mélange est porté progressivement à 98 °C avec un gradient de température de 2 °C/min et maintenu à cette température pendant 60 minutes. Après ce temps, le bain est refroidi à 30 °C, puis récupéré pour une nouvelle teinture. Un échantillon de ce rejet est prélevé pour mesurer son absorbance. La concentration en g/l de ce rejet est déduite à partir de la droite d'étalonnage pour permettre une mise à niveau du bain et le rendre prêt à un second emploi (Figure 3).

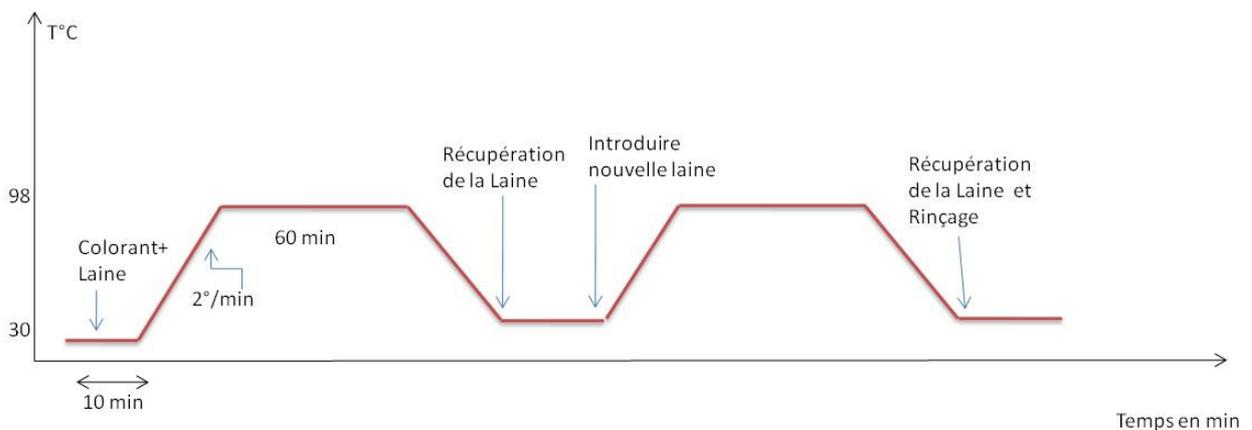


Figure 3 : Procédé de teinture avec recyclage.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Recyclage des bains de teinture : Après chaque cycle de teinture on fait un prélèvement pour mesurer l'absorbance (Robert *et al.* 2001) à la longueur d'onde de 529 nm, à l'aide d'un spectrophotomètre. Cette mesure nous permet d'accéder à la concentration du

colorant contenu dans le rejet par le biais de la droite d'étalonnage dont l'absorbance est fonction de la concentration du colorant, tracée à partir des résultats de mesures obtenus et consignés dans la figure 4.

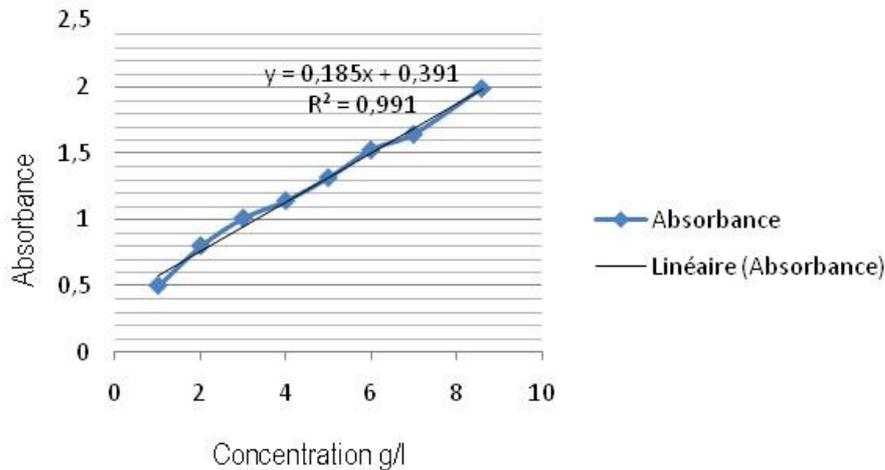


Figure 4 : Droite d'étalonnage de l'absorbance en fonction de la concentration.

La figure 4 montre une relation linéaire avec R2 ajusté à 99% (Azais et Bardet, 2005) entre l'absorbance et la concentration du colorant dans l'eau. Celle-ci nous permettra de retrouver pour toute concentration donnée l'absorbance correspondante.

(Eq 1) : $Y = 0,185.X + 0,391$

Avec : Y= Absorbance et X= concentration (g/l).

Epuisement des baigns de teinture : Pour étudier le recyclage des baigns de teinture, nous avons réalisé la première teinture avec une concentration de 8,6 g/l de la poudre de garance broyée, moulue et tamisée

finement puis introduite dans le bain de teinture avec un rapport de bain de 1:10 qui signifie 10 litres d'eau pour 1 kg de matière textile (écheveaux de laine nettoyée, lavée et mordancée avec 10 % d'alun et 6 % de crème de tartre. Le rejet de cette solution a été dosé puis remis pour une nouvelle teinture et ainsi de suite. Les essais de teinture ont été arrêtés une fois que le rejet est totalement épuisé, c'est-à-dire ne présentant pas de couleur. Les résultats dressés dans le tableau suivant montrent que les rejets ne présentant pas de couleur sont les rejets n° 4, 5 et 6.

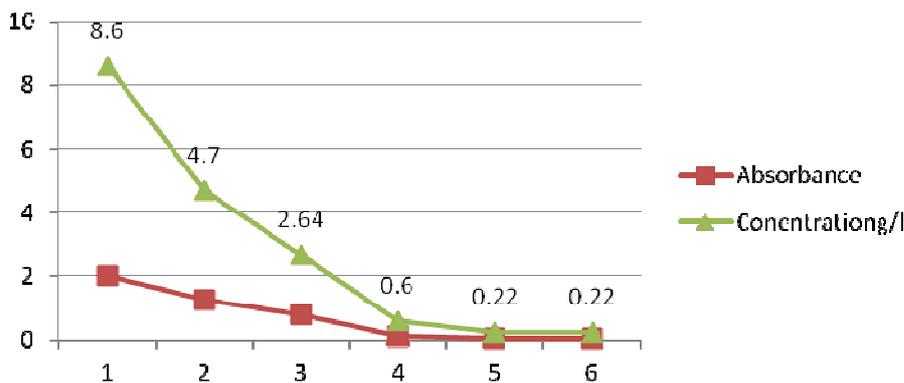


Figure 5 : Concentration et l'absorbance de chaque rejet.

Les résultats schématisés dans la figure 5, montrent que les deux premiers rejets peuvent être réutilisés puisqu'ils sont chargés en colorant. En effet la concentration du premier rejet est de 4,7 g/l, ce qui représente un taux d'épuisement de 45 % (Slimani et al., 2011) et par conséquent une réserve en colorant de 55%. La teinture réalisée avec ce premier rejet

donne un coloris illustré sur la photo (2) de la figure 6, qui est évalué à l'œil nu à presque 50% du coloris obtenu avec le bain de la solution mère. La teinture des fils avec ce premier rejet génère un rejet n°2 d'une concentration de teinture 2,64 g/l, avec un taux d'épuisement de 44 %, dont le coloris évalué à l'œil nu à presque 90 % du coloris réalisé avec la solution

initiale photo 3. Le rejet n°4 de concentration égale à 0,6 g/l est réutilisé mais ne donne aucune coloration sur la laine comme le montre la photo 4 où cette laine a

une couleur proche à celle montrée dans la figure 2. Nous pouvons conclure que les deux premiers rejets peuvent être réutilisés pour deux nouvelles teintures.

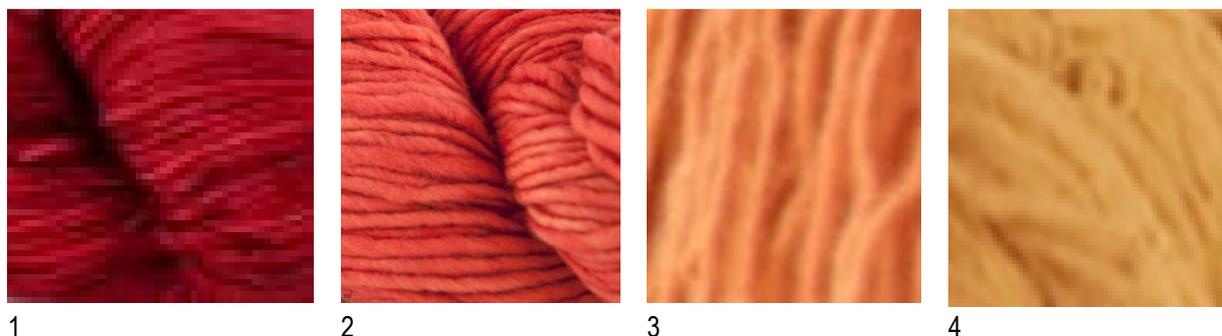


Figure 6 : Les fils de laine teints avec la solution initiale : (Photo 1)

Les fils de laine teints avec le rejet n° 1: (Photo 2)

Les fils de laine teints avec le rejet n° 2: (Photo 3)

Absence de coloration avec le rejet n° 3 : (Photo 4)

CONCLUSION

Cette étude montre que la technique du recyclage des rejets de teinture est économiquement peu onéreuse, indispensable pour l'utilisation durable des ressources naturelles et par conséquent la protection de

l'environnement, tout en permettant d'obtenir des écheveaux de coloration variée, ce qui répondrait aux goûts esthétiques des consommateurs.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bottino, A., Ciardelli, G., Capannelli, G., 2001. Ozone treatment of textile wastewater for reuse. *Wat. Sci. Tech.* 44: 61-67.
- Lofti, R., 2003. Teinture artisanale ou industrielle à l'aide de colorants naturels en présence de terres rares. Brevet n°27342.
- Lofti, R. 2005. Use of the rare earth salt in the textile dyeing as a tool for automation and control, *Phys. Chem. News.* 24 : 89-92.
- Azais, J.M. Bardet, J.M., 2005. Le modèle linéaire par l'exemple. Dunod.
- Slimani, R. Anouzla, A., Abrouki, Y. Ramli, Y., El Antri, S., Mamouni, R., Lazar, S., El Haddad, M. 2011. Removal of a cationic dye- Methylene Blue- from aqueous media by the use of animal bone meal as a new low cost adsorbent. *J. Mater. Env.* 2 : 77-87.
- Fotia, C, Avnet, S., Granchi, D., Baldini, N., 2012. Le composé naturel Alizarine comme un ostéotrope pour le traitement des tumeurs osseuses. *J Orthop Res.* 30 : 1486-1492.
- Madiélé, A.B., Mabika, Nkounkou, C., Loumpangou, , 2013. Les plantes tinctoriales d'Afrique Centrale 5236 Les plantes tinctoriales d'Afrique Centrale : enquête ethnobotanique et screening phytochimique. *J. App. Bio.* 67: 5236-5251.
- Zalaghi A, F. Lamchouri, H. Toufik, M. Merzouki. [2014] «Valorisation des matériaux naturels poreux dans le traitement des Lixiviats de la décharge publique non contrôlée de la ville de Taza ». *J. Mater. Env. Sci.* 5: 1643-1652.
- Chemchame, Y., M. El Moudden, A. Mansar, 2016. Dyeing Wool Fiber with Natural Alizarin in a Vat System. *Amer. J. App.Chem.* 4: 170-173.