

IMA201 Projet : Restauration d'images sous-marines

Andrey EL-BITAR, Benjamin TERNOT

Encadrant : Saïd LADJAL

22 Novembre 2022

Table des matières

I	Introduction	3
I.1	Photo sous-marine	3
I.2	Restauration	3
II	Correction des couleurs	3
II.1	Hypothèse du monde gris	3
II.2	Espaces chromatiques	3
II.3	Egalisation d'histogramme	5
III	Restauration	7
III.1	Restauration de Wiener	7
III.2	Méthode de "Dehazing"	7
IV	Conclusion	8

I Introduction

Le but de notre projet est d'implémenter et de tester une méthode permettant d'améliorer la qualité des images prises sous l'eau. On s'appuie sur deux articles scientifiques [1] et [2] fournis par notre encadrant de projet Saïd Ladjal. On y trouve des approches qui ajustent la perception du contenu, sous certaines hypothèses mathématiques.

I.1 Photo sous-marine

Les appareils photo et caméras modernes sont capables de corriger les couleurs d'une image prise dans différentes conditions (par exemple lumière néon, soleil fort ou ciel couvert). Malgré les résultats souvent satisfaisants des méthodes intégrées, elles ont beaucoup de mal à gérer les images sous-marines, où la forte déformation chromatique s'ajoute à une diffusion optique de la lumière.

En effet, on observe sous l'eau, outre le décalage chromatique vers le bleu dû à l'absorption des longueurs d'ondes plus élevées par l'eau, une déviation des rayons lumineux qui empruntent des chemins optiques non rectilignes. Cela se traduit par exemple par une absence de stigmatie (un flou), de plus en plus marqué avec la profondeur de champ.

I.2 Restauration

Plusieurs corrections sont nécessaires pour restaurer les images sous-marines :

- Correction des couleurs On retire l'excédent de teinte bleue venant de l'absorption des autres teintes par l'eau
- Egalisation d'histogramme On répartit uniformément les valeurs de luminosité de l'image sur tous les pixels.
- Restauration On filtre l'image pour retirer l'effet de brouillard causé par la déviation des rayons lumineux.

II Correction des couleurs

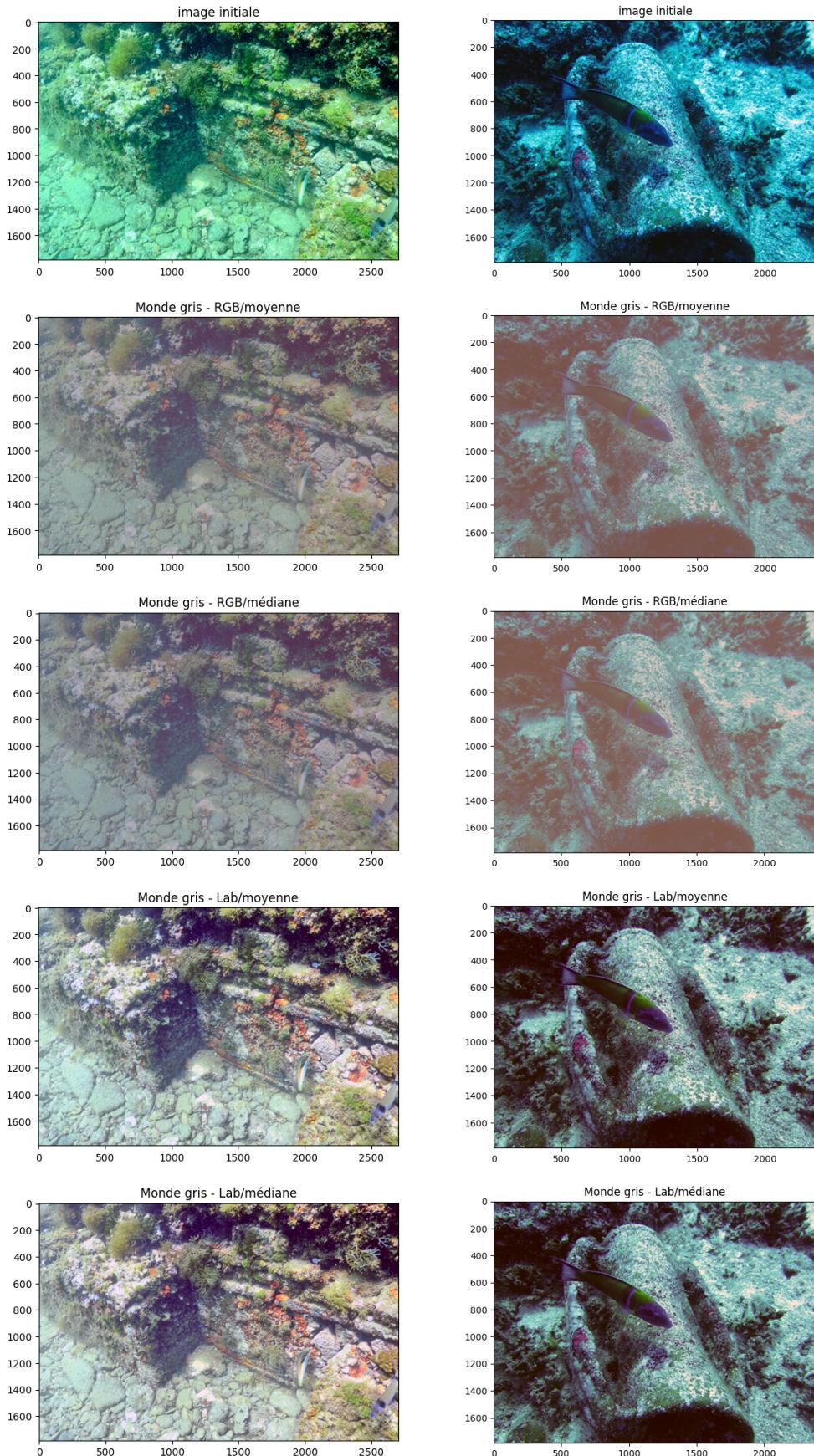
II.1 Hypothèse du monde gris

La restauration des couleurs (notamment les teintes rouges) repose sur l'hypothèse que toutes les teintes sont censées être présentes dans les mêmes proportions dans une scène convenablement éclairée à la lumière blanche. Cela se traduit mathématiquement par une moyenne des pixels correspondant à une coloration grise (autant de rouge, de vert et de bleu).

II.2 Espaces chromatiques

L'espace de couleurs RGB est l'espace le plus couramment utilisé en image, pour la raison qu'il permet directement de donner les intensités des sous-pixels rouge, vert et bleu composants chaque pixel d'un écran. L'espace $L\alpha\beta$ quant à lui correspond à l'espace TSL, en coordonnées cartésiennes. Le passage en $L\alpha\beta$ applique également une correction gamma sur numpy.

La transformation effectuée pour le traitement en RGB correspond à recentrer la moyenne ou la mediane à 128 pour chaque canal, tandis que en $L\alpha\beta$, on recentre la teinte (couple $\alpha\beta$) à la teinte nulle (gris).



On remarque que l'utilisation de l'espace $L\alpha\beta$ permet de mieux conserver la saturation des couleurs, et qu'utiliser la formule avec la médiane améliore légèrement le rendu.



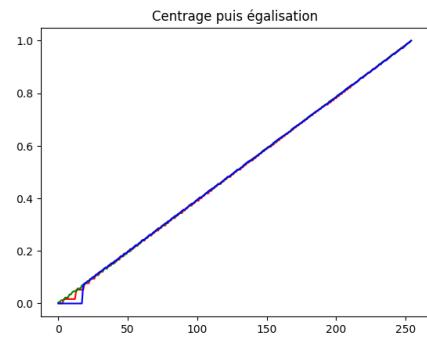
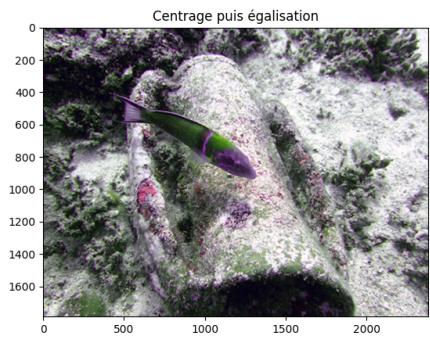
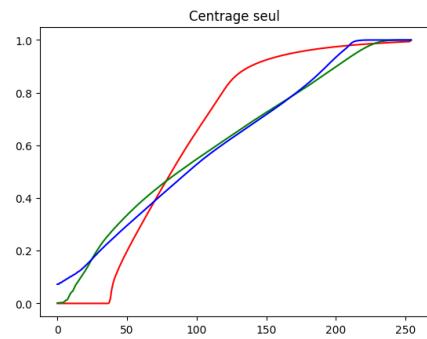
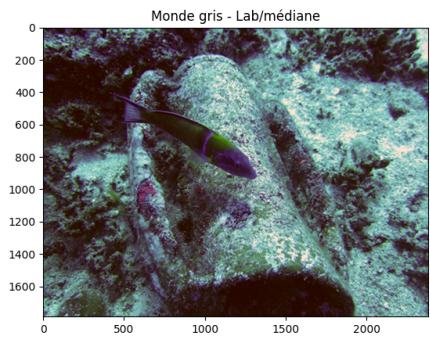
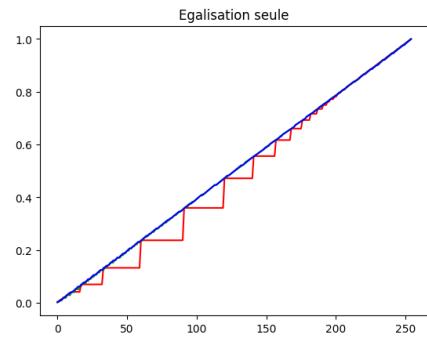
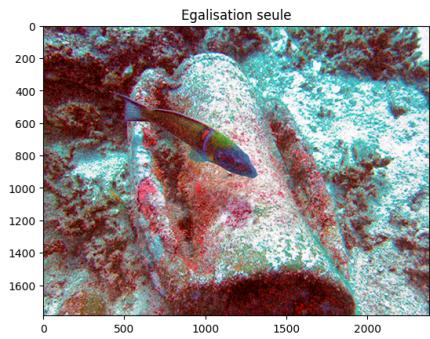
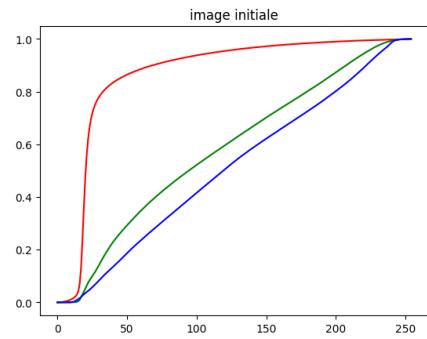
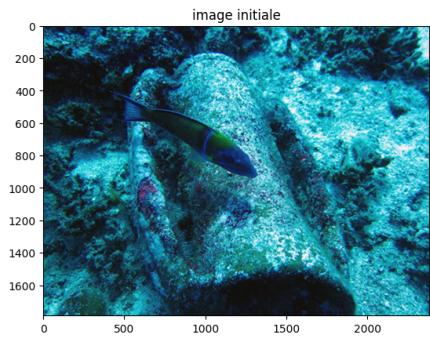
Toutefois, ce dernier exemple nous montre pourquoi l'hypothèse d'avoir toutes les couleurs présente sur la scène photographiée est essentielle : ici, le rouge n'est pas présent, et la correction présentée précédemment fait apparaître du violet sur tout l'arrière-plan, tandis que l'avion est teinté en vert pour compenser.

II.3 Egalisation d'histogramme

Il s'agit d'une amélioration de la méthode de l'hypothèse du monde gris, en uniformisant les valeurs de chaque canaux (en RGB). On réutilise les fonctions d'égalisation d'histogramme vues en TP qu'on applique à chaque canaux RGB, après avoir centré les couleurs par la méthode précédente (en $L\alpha\beta$, avec la médiane).

La page suivante montre les différents résultats selon les transformations appliquées et l'ordre d'application, ainsi que leurs histogrammes RGB.

En conclusion, pour restaurer les couleurs efficacement, il faut passer en $L\alpha\beta$ et appliquer l'hypothèse du monde gris, puis égaliser l'histogramme une fois le changement de base vers RGB fait.

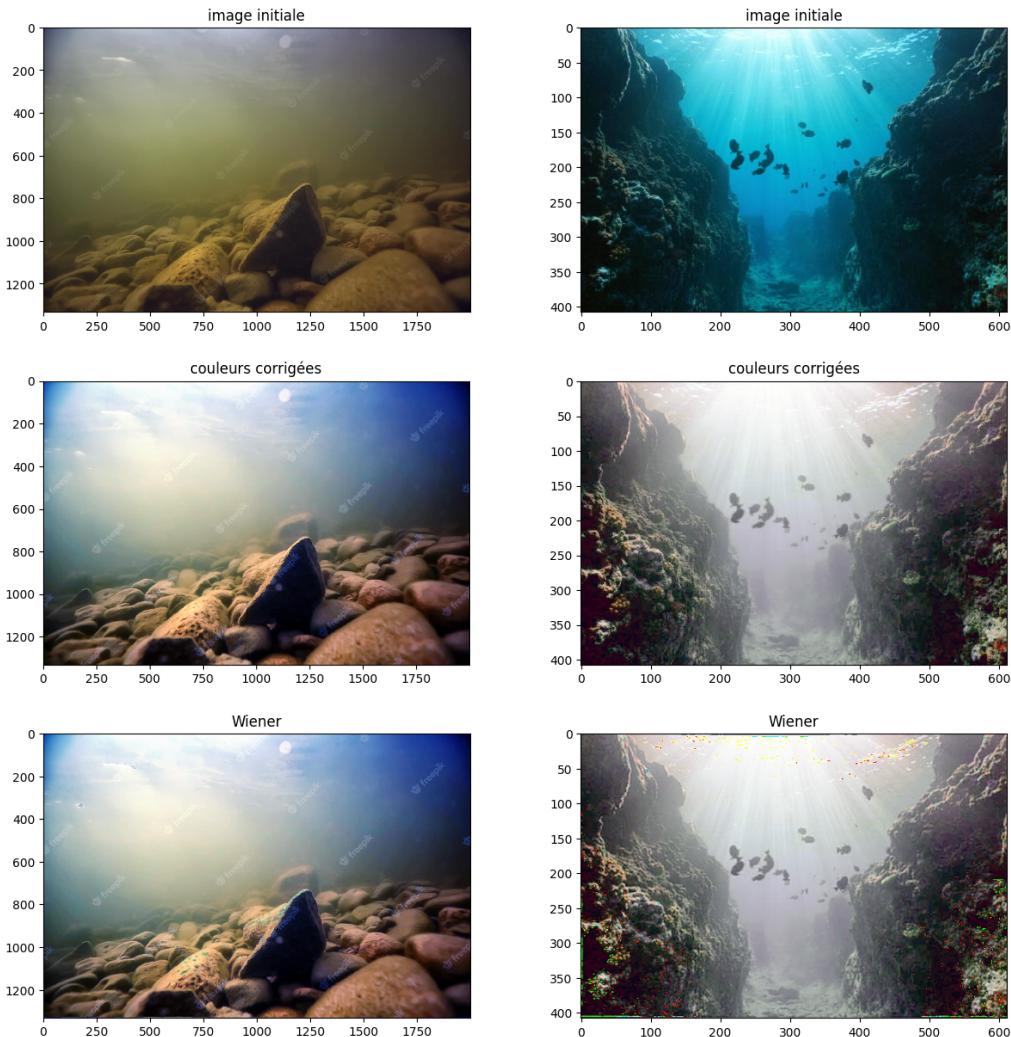


III Restauration

Dans cette partie, nous nous intéressons aux techniques de restaurations permettant de diminuer l'effet de brouillard. La différence avec les méthodes vues en TP est qu'ici la correction dépend de la profondeur de champ, tandis que en TP nous avions un flou généralisé.

III.1 Restauration de Wiener

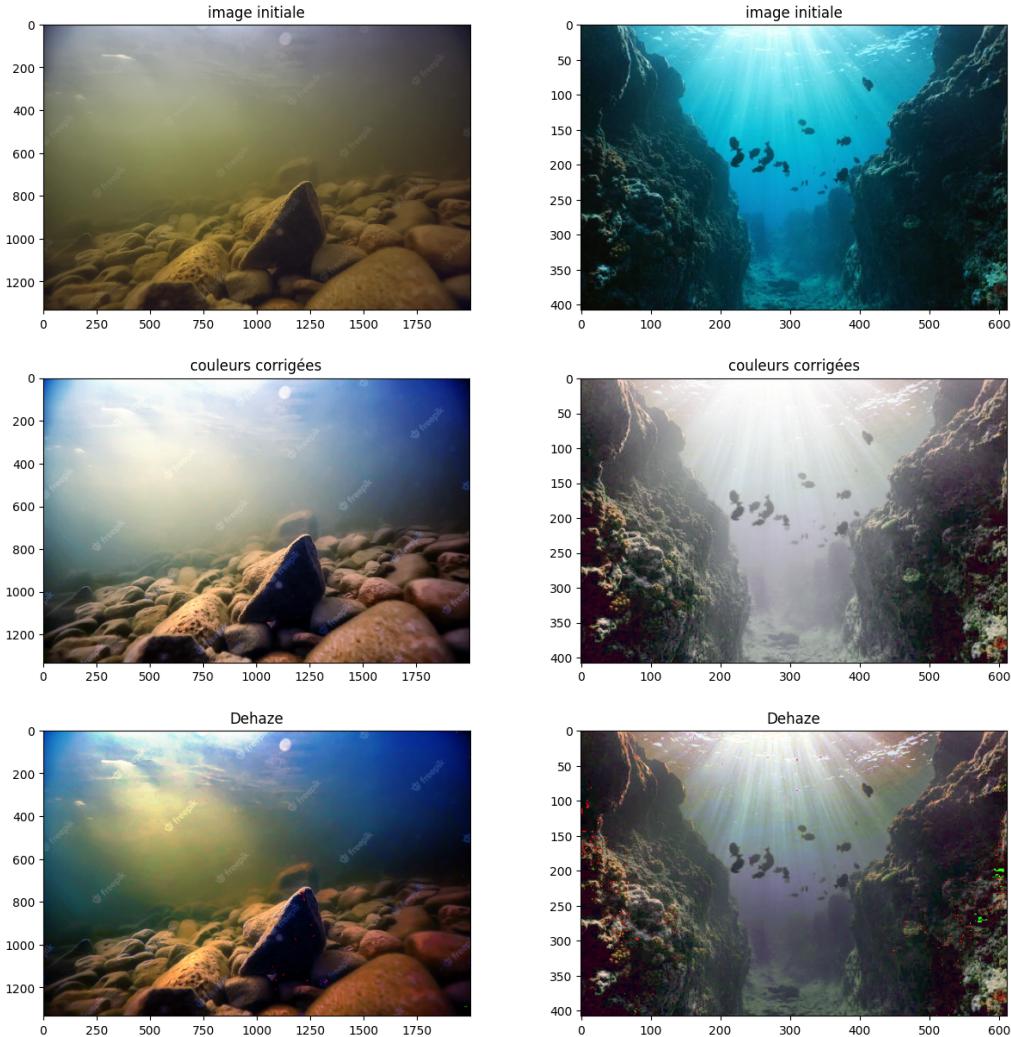
Cette méthode consiste à estimer le noyau du bruit, pour calculer un filtrage inverse en tenant en compte le bruit. Ici, nous sommes en couleurs donc nous appliquons Wiener sur chaque canal RGB indépendamment.



III.2 Méthode de "Dehazing"

Une méthode plus coûteuse (image 1200x1700 en 3min) mais plus performante pour retirer l'effet de brume est d'estimer la profondeur de champ à chaque zone de la photo et de restaurer l'image en fonction de la profondeur estimée. Cette méthode représente un projet d'IMA201 à part entière encadré par Y. Gousseau et basé sur un autre article [3] et nous nous sommes rapprochés du groupe réalisant ce projet pour récupérer et essayer des fonctions de dehazing pour des images sous-marines. En effet, après avoir corrigé les couleurs, le brouillard sous-marin peut se rapprocher d'une brume qu'on retrouverait sur des images d'extérieur.

Les couleurs sont bien mieux rendues qu'avec Wiener. Il y a cependant quelques pixels saturés en rouge ou vert, mais ils pourraient être effacés par une méthode de filtrage médian. Peut-être ceux-ci viennent d'un élément erroné du code que l'on a récupéré, mais comme celui-ci représente un projet à part entière, nous n'avons pas pu prendre le temps de le corriger.



IV Conclusion

Après avoir utilisé différentes méthodes de restauration d'images sous-marines, nous en avons conclus une méthode générale qui fonctionne relativement bien (expérimentalement du moins). Pour cela, il faut :

- Centrer les couleurs en passant en base $L\alpha\beta$ et retirant la médiane des canaux $\alpha\epsilon\beta$.
- Egaliser l'histogramme de l'image RGB obtenue par la fonction précédente
- Restaurer l'image par Wiener si l'image n'a pas de plans trop éloignés, une autre méthode de *dehazing* sinon, qui tient en compte les différences de plans afin de retirer au maximum le bruit des plans éloignés, sans perdre la netteté des premiers plans.
- Eventuellement corriger les aberrations chromatiques localisées sur quelques pixels approfondies par Wiener ou une autre méthode de *dehazing*, avec un filtre médian par exemple.

Références

- [1] Schettini, Raimondo & Corchs, Silvia. (2010). *Underwater Image Processing : State of the Art of Restoration and Image Enhancement Methods.* EURASIP Journal on Advances in Signal Processing. 2010. 10.1155/2010/746052.
- [2] Bianco, Gianfranco & Bruno, Fabio & Muzzupappa, Maurizio & Garcia, Rafael & Neumann, Laszlo. (2015). *A New Color Correction Method for Underwater Imaging.* ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. XL-5/W5. 10.5194/isprsarchives-XL-5-W5-25-2015.
- [3] Kaiming He, Jian Sun and Xiaoou Tang, *Single image haze removal using dark channel prior,* 2009 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2009 pp. 1956-1963, doi : 10.1109/CVPR.2009.5206515.