

Rapport du Projet Vision par ordinateur

Présenté par :

Mme. Charid basma

Filière :

Informatique et ingénierie des données

Thème :

L'amélioration d'images et la détection de contours

Encadré par :

Pr. LYAQINI SOUFIANE

Table des matières

Remerciements	4
Introduction	4
Partie 1: l'amélioration d'images.....	5
Filtre Moyen (Mean Filter)	6
Filtre Médian (Median Filter)	7
Filtre Gaussien	8
Filtre Maximum	9
Filtre Nagao	10
Partie 2: l'optimisation de la luminosité	12
Histogramme égalisation (Histogram Equalization)	13
Contraste et luminosité (Contrast and Brightness)	13
Le filtre de renforcement du contraste	14
Le Filtre Gamma (Gamma Correction)	14
Partie 3: la détection des contours	16
Extraction de contours.....	16
Méthode de Roberts	16
Méthode de Sobel	17
Méthode de Prewitt	17
Méthode de Canny	18
Extraction de lignes.....	19
Extraction de coins.....	20
Conclusion.....	21

Remerciements :

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers vous, **Professeur Soufiane Lyaqini**, pour votre soutien et votre dévouement tout au long du semestre dans le cadre du module de vision par ordinateur, notamment pendant le projet portant sur l'amélioration d'images et la détection de contours.

Professeur Lyaqini, votre enseignement tout au long du semestre a été une source inestimable de connaissances et d'inspiration. Votre expertise dans le domaine de la vision par ordinateur a enrichi mon apprentissage et a été un catalyseur essentiel pour le développement de mes compétences.

Votre disponibilité pour répondre à mes questions, votre approche pédagogique exceptionnelle et votre passion pour le sujet, Professeur Lyaqini, ont contribué significativement à mon parcours académique. Le projet sur l'amélioration d'images et la détection de contours, encadré par vous, a été une expérience formatrice qui a renforcé ma compréhension des concepts enseignés en classe.

J'apprécie sincèrement, **Professeur Lyaqini**, l'opportunité que vous m'avez offerte de travailler sur ce projet sous votre direction. Votre encadrement continu a été d'une valeur inestimable, et je suis convaincue que les compétences acquises pendant cette période auront un impact significatif sur ma trajectoire académique et professionnelle.

Introduction :

Dans le cadre de mon projet sur l'amélioration d'images et la détection de contours, mené sous la supervision du Professeur Soufiane Lyaqini dans le module de vision par ordinateur, j'ai entrepris l'application pratique des algorithmes étudiés en cours et lors des travaux pratiques.

L'objectif central de ce projet était d'appliquer ces algorithmes sur deux images spécifiques, en explorant leur impact sur l'amélioration visuelle des clichés et leur capacité à identifier les contours de manière précise. Cette expérience a été l'occasion de mettre en œuvre les connaissances acquises, tout en bénéficiant des conseils avisés du Professeur Lyaqini.

Le présent rapport détaille les choix d'algorithmes, les méthodologies adoptées, et les résultats obtenus, illustrant ainsi ma compréhension approfondie des concepts de vision par ordinateur et ma capacité à les mettre en pratique de manière significative.

Partie 1 :

l'amélioration d'images

L'amélioration d'image à travers l'utilisation de filtres constitue une méthode fondamentale dans le domaine du traitement d'image. Ces filtres, qu'ils soient linéaires ou non linéaires, servent à ajuster la qualité visuelle des images en atténuant le bruit, accentuant les contours, et mettant en relief des caractéristiques spécifiques. Parmi les filtres linéaires, le filtre moyen est fréquemment utilisé pour réduire le bruit global, tandis que le filtre gaussien excelle dans la réduction du bruit tout en préservant les contours. Les filtres de Sobel et de Prewitt se révèlent essentiels pour la détection des contours et la mise en évidence des détails.

En parallèle, les filtres non linéaires, comme le filtre médian, sont incontournables pour éliminer le bruit impulsif, souvent présent dans les images capturées dans des environnements bruyants. L'application stratégique de ces filtres offre une flexibilité dans l'amélioration d'image, répondant ainsi aux besoins spécifiques de diverses applications, de la vision par ordinateur à la réalité augmentée.

Dans la suite, chaque filtre sera examiné en détail pour illustrer comment chacun contribue à l'amélioration ciblée des images dans des contextes spécifiques du traitement d'image.

Nous allons travailler sur une image illustrant les défis fréquents en traitement d'image, marquée par la présence de bruit visuel. L'objectif est d'appliquer une série de filtres pour réduire le bruit, améliorer la qualité visuelle, et mettre en évidence les détails importants dans l'image.



✓ Filtre Moyen (Mean Filter) :

Le filtre moyen est une méthode de traitement d'image qui réduit le bruit en remplaçant la valeur de chaque pixel par la moyenne pondérée de ses pixels voisins. Cette opération de lissage atténue les variations locales, améliorant ainsi la qualité visuelle de l'image tout en préservant certains détails.

Avantages du Filtre Moyen :

1. **Réduction du Bruit Global** : Le filtre moyen est efficace pour réduire le bruit global dans une image en lissant les variations locales.
2. **Facile à Implémenter** : Il est simple à mettre en œuvre grâce à sa structure linéaire, ce qui en fait un choix pratique pour des applications rapides.
3. **Conservation des Bords** : Contrairement à certains filtres, le filtre moyen conserve généralement les contours et les structures de l'image.
4. **Paramétrable** : La taille du noyau peut être ajustée pour contrôler l'effet de lissage, permettant une certaine flexibilité dans son utilisation.

Inconvénients du Filtre Moyen :

1. **Perte de Détails** : L'application du filtre moyen peut entraîner une perte de détails, en particulier dans des images complexes ou contenant des textures fines.
2. **Effet de Flou** : L'image résultante peut sembler floue, car le filtre moyen lisse les variations, y compris celles qui sont intentionnelles.
3. **Inefficace pour le Bruit Impulsif** : Il peut ne pas être optimal pour éliminer le bruit impulsif, tel que le "sel et poivre", car il ne prend pas en compte la médiane des valeurs.
4. **Non-Adaptatif** : Il n'ajuste pas son comportement en fonction des caractéristiques locales de l'image, ce qui peut entraîner des résultats sous-optimaux dans certaines situations.



✓ Filtre Médian (Median Filter) :

Le filtre médian, par opposition au filtre moyen, offre une approche non linéaire pour le lissage d'image. En remplaçant la valeur d'un pixel par la médiane des valeurs de ses voisins, ce filtre présente des avantages significatifs. Il excelle dans la conservation des détails fins et la réduction du bruit impulsif, ce qui en fait un choix privilégié lorsque la préservation des contours et des caractéristiques subtiles est cruciale. Contrairement au filtre moyen, le filtre médian réduit moins l'effet de flou, rendant ses résultats particulièrement adaptés à des applications où la netteté de l'image est une priorité.

Avantages du Filtre Médian :

- Conservation des Détails** : Le filtre médian est efficace pour préserver les détails fins de l'image, car il ne lisse pas autant les variations importantes que le filtre moyen.
- Réduction du Bruit Impulsif** : Il est particulièrement performant pour éliminer le bruit impulsif, tel que le "sel et poivre", grâce à la prise en compte de la médiane, qui n'est pas sensibilisée aux valeurs extrêmes.
- Moins de Flou des Contours** : Comparé au filtre moyen, le filtre médian réduit moins l'effet de flou, ce qui le rend préférable lorsque la netteté des contours est une priorité.
- Adaptabilité** : Il s'adapte mieux aux variations locales de l'image, offrant une réponse non linéaire qui peut être bénéfique dans des scénarios complexes.

Inconvénients du Filtre Médian :

- Inefficace pour le Bruit Global** : Le filtre médian peut être moins efficace pour réduire le bruit global dans une image, comparé au filtre moyen.

2. **Moins Paramétrable** : Il offre moins de contrôle sur le niveau de lissage par rapport au filtre moyen, car la médiane ne prend pas en compte les poids des pixels.
3. **Coût Calculatoire** : Le filtre médian peut être plus coûteux en termes de puissance de calcul, surtout avec des noyaux de taille importante, en comparaison avec le filtre moyen.
4. **Possibilité d'Effets Indésirables** : Dans certaines situations, le filtre médian peut introduire des artefacts ou des effets de blocs, en particulier lorsque des contours importants sont présents dans l'image.



✓ Filtre Gaussien :

Le filtre gaussien est une technique de traitement d'image qui utilise une fonction gaussienne pour lisser une image. Il remplace la valeur de chaque pixel par une moyenne pondérée des valeurs de ses voisins, en mettant davantage l'accent sur les pixels proches et moins sur ceux éloignés. Cette méthode de lissage contribue à réduire le bruit tout en préservant les contours et les détails importants de l'image. Le filtre gaussien est souvent utilisé dans le domaine du traitement d'image pour atténuer les variations locales et améliorer la qualité visuelle des images.

Avantages du Filtre Gaussien :

1. **Réduction du Bruit** : Le filtre gaussien est efficace pour réduire le bruit dans une image en lissant les variations locales.
2. **Conservation des Contours** : Il conserve les contours et les structures importantes de l'image, contrairement à certains filtres qui peuvent entraîner une perte de détails.
3. **Flexibilité** : La forme de la fonction gaussienne permet une certaine flexibilité en ajustant la variance du noyau, ce qui influence le degré de lissage.

4. **Approprié pour le Lissage Global** : Bien adapté pour le lissage global de l'image, en particulier lorsque le bruit est uniformément réparti.

Inconvénients du Filtre Gaussien :

1. **Perte de Détails** : Comme tout filtre de lissage, le filtre gaussien peut entraîner une perte de détails fins dans l'image.
2. **Flou des Contours** : Dans des situations où la netteté des contours est cruciale, le filtre gaussien peut introduire un certain niveau de flou.
3. **Effet Secondaire de Flou** : L'application d'un filtre gaussien avec un noyau trop large peut entraîner un effet de flou indésirable.
4. **Calcul Intensif** : Le filtre gaussien peut être plus intensif en termes de calcul, en particulier avec des noyaux de grande taille, ce qui peut affecter les performances.



✓ **Filtre Maximum :**

Le filtre maximum, également appelé filtre de dilatation, est une opération de traitement d'image visant à accentuer les caractéristiques locales en attribuant à chaque pixel la valeur maximale parmi les pixels de son voisinage défini par un élément structurant. Ce filtre est particulièrement utilisé pour élargir les contours et les structures dans une image, faisant ressortir les régions lumineuses.

Avantages du Filtre Maximum :

1. **Accentuation des Contours** : Le filtre maximum est efficace pour accentuer les contours et les structures importantes de l'image.

- Élargissement des Caractéristiques** : Il permet d'élargir les caractéristiques saillantes, ce qui peut être utile pour la détection d'objets ou la mise en évidence de certaines zones.
- Traitement de l'Érosion : En combinaison avec l'érosion, le filtre maximum peut être utilisé pour des opérations morphologiques telles que la fermeture, la suppression de petits objets, etc.

Inconvénients du Filtre Maximum :

- Perte de Détails** : En élargissant les contours, le filtre maximum peut entraîner une perte de détails fins dans l'image.
- Introduction d'Artéfacts** : Dans certaines situations, l'utilisation excessive du filtre maximum peut introduire des artéfacts et des déformations indésirables.
- Sensibilité au Bruit** : Comme le filtre maximum accentue les valeurs maximales, il peut être sensible au bruit, en particulier dans des images de faible qualité.
- Calcul Intensif** : Le filtre maximum, lorsqu'il est utilisé avec des noyaux de grande taille, peut être plus intensif en termes de calcul, affectant les performances.



✓ Filtre Nagao:

Le filtre Nagao, également connu sous le nom de filtre de Nagao-Matsuyama, est un filtre non linéaire utilisé pour la détection des contours et le lissage des images. Conçu par Tetsuo Nagao et Takashi Matsuyama, ce filtre est particulièrement efficace pour améliorer la perception des contours dans des images complexes.

Le filtre Nagao utilise une matrice de pixels 3x3 pour chaque pixel de l'image. Cette matrice est placée de manière à couvrir le pixel central et ses huit voisins. Ensuite, une évaluation non linéaire est effectuée en utilisant des coefficients de pondération spécifiques pour chaque paire de pixels dans la matrice. Ces coefficients sont choisis pour maximiser la sensibilité aux contours.

Avantages du Filtre Nagao :

1. **Amélioration de la Détection des Contours** : Le filtre Nagao est conçu pour améliorer la détection des contours dans des images complexes.
2. **Robuste aux Bruits** : Il est plus robuste aux effets du bruit que certains filtres linéaires, car il utilise des pondérations spécifiques pour la détection des contours.
3. **Adaptabilité** : Le filtre Nagao est adaptatif aux caractéristiques locales de l'image, ce qui le rend efficace dans des situations variées.

Inconvénients du Filtre Nagao :

1. **Coût Calculatoire** : En raison de sa nature non linéaire et de l'évaluation de plusieurs coefficients, le filtre Nagao peut être plus coûteux en termes de calcul.
2. **Complexité de Mise en Œuvre** : La mise en œuvre du filtre Nagao peut être plus complexe que celle des filtres linéaires plus simples.
3. **Dépendance à la Taille de la Fenêtre** : L'efficacité du filtre Nagao peut dépendre de la taille de la fenêtre choisie, nécessitant une sélection appropriée pour des résultats optimaux.

Partie 2 :Optimisation de la Luminosité

L'optimisation de la luminosité dans le traitement d'image est une étape cruciale pour améliorer la qualité visuelle des images en ajustant les niveaux de luminosité. La ligalisation d'histogramme, parmi les techniques utilisées, permet de répartir de manière équilibrée les valeurs de luminosité, améliorant ainsi la représentation visuelle. Cette approche va au-delà de simplement ajuster la brillance globale, englobant la gestion des contrastes, des ombres, et des hautes lumières. En résumé, elle contribue à maximiser la plage dynamique des images, créant des résultats visuellement plus équilibrés et agréables à observer.

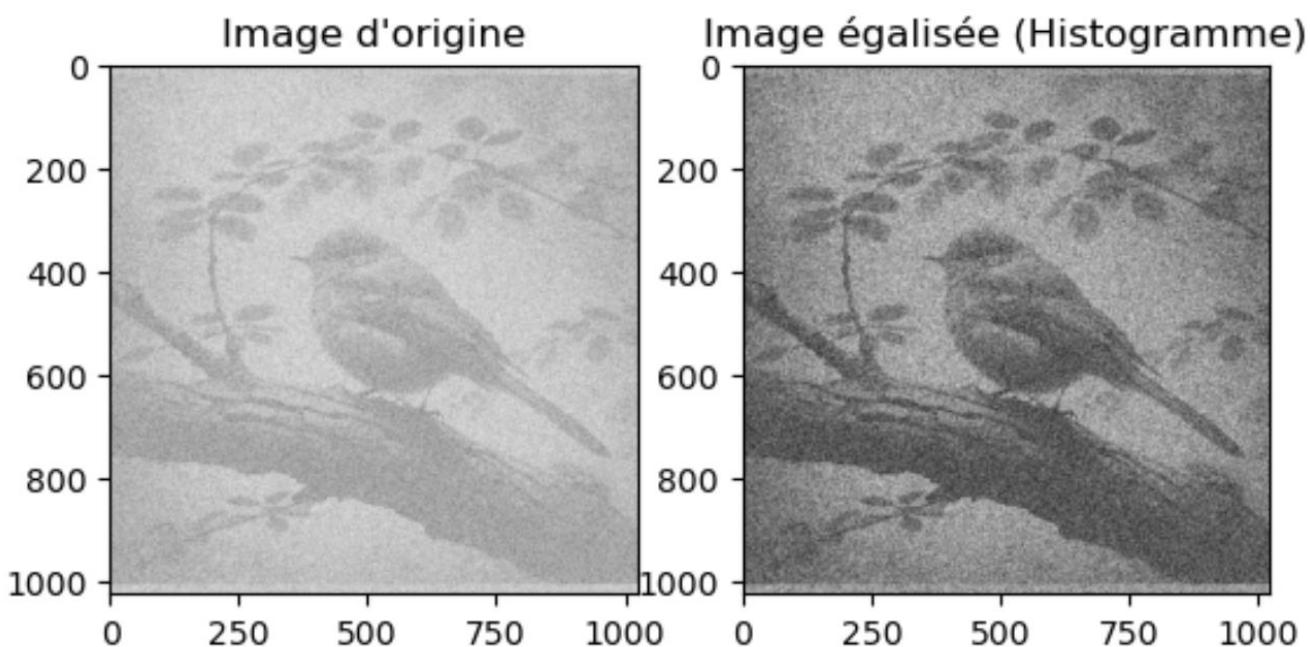
Dans cette section dédiée à l'optimisation de la luminosité, nous explorerons diverses méthodes et principes visant à perfectionner la qualité visuelle des images. Parmi ces approches, la ligalisation d'histogramme émergera comme une technique centrale, permettant d'ajuster les niveaux de luminosité de manière équilibrée. Nous aborderons également d'autres méthodes, telles que l'amélioration du contraste, l'ajustement adaptatif de la luminosité, et l'utilisation de filtres spécifiques. L'objectif est de fournir un aperçu complet des différentes stratégies employées pour optimiser la luminosité dans le traitement d'image, offrant ainsi une compréhension approfondie des mécanismes sous-jacents à cette étape cruciale du processus.

Dans cette section, notre analyse se concentrera sur une photographie présentant un problème de grande luminosité. En examinant cette image spécifique, nous explorerons différentes méthodes et principes visant à corriger et optimiser les niveaux de luminosité, offrant ainsi des solutions concrètes pour améliorer la qualité visuelle malgré les défis posés par une luminosité excessive.



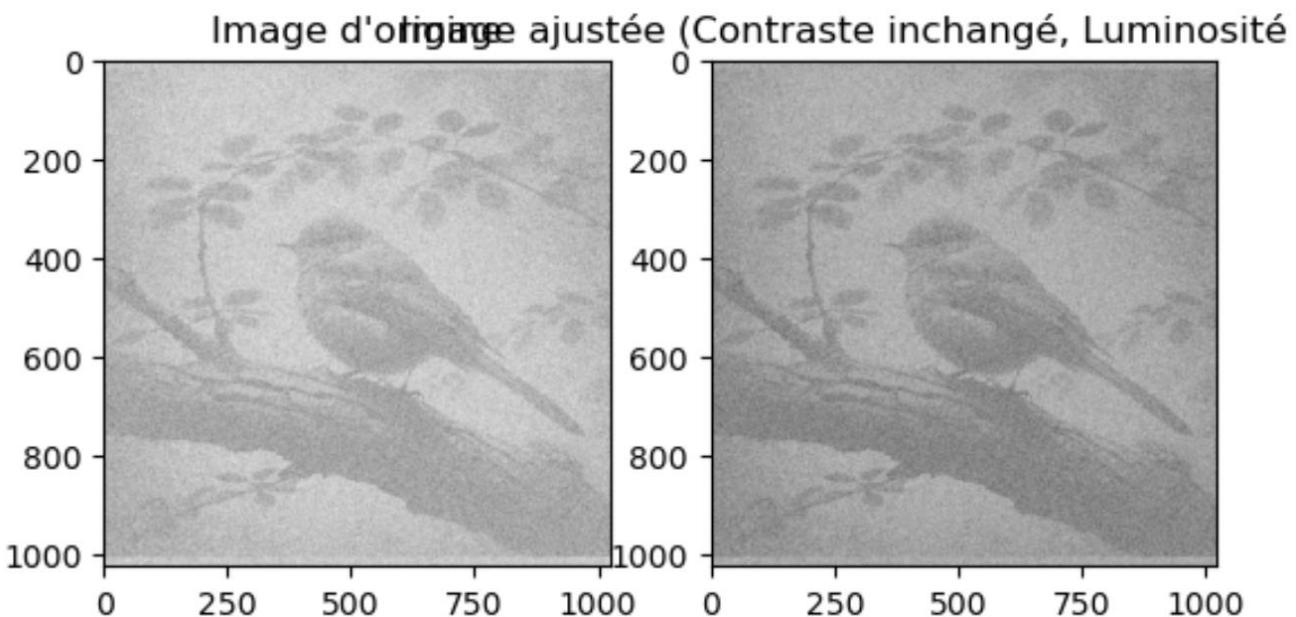
✓ Histogramme égalisation (Histogram Equalization) :

La normalisation d'histogramme, également connue sous le nom de "ligalisation d'histogramme", émerge comme une opération fondamentale dans le domaine de l'optimisation de la luminosité des images. Cette technique trouve son importance dans le processus d'égalisation de la répartition des niveaux de luminosité au sein d'une image, garantissant ainsi une représentation plus équilibrée des intensités lumineuses. En ajustant l'histogramme de l'image, la ligalisation contribue à étendre la plage dynamique, améliorant la perception visuelle des détails et des nuances. En effet, cette opération favorise une meilleure exploitation du spectre de luminosité disponible, conduisant à une image finale plus éclatante et plus fidèle à la réalité. En intégrant la ligalisation d'histogramme dans le processus d'optimisation de la luminosité, on peut atteindre des résultats significatifs en termes d'amélioration de la qualité visuelle des images.



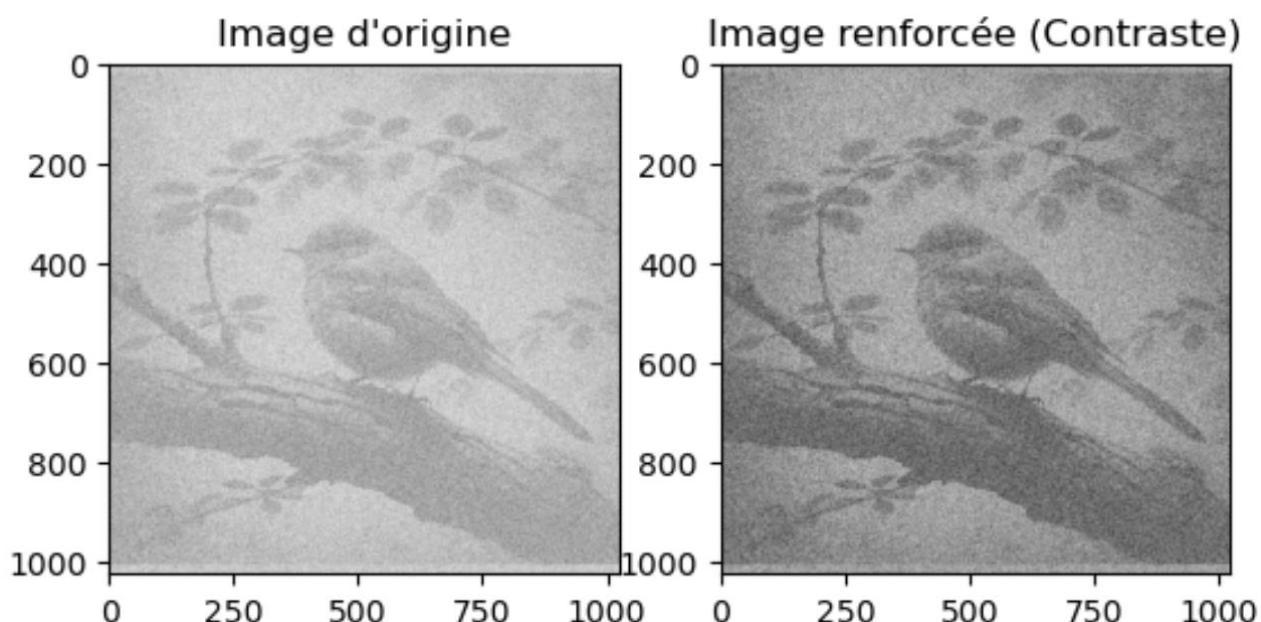
✓ Contraste et luminosité (Contrast and Brightness) :

La méthode de contraste et luminosité est une technique d'ajustement dans le traitement d'images qui permet de réguler la répartition des niveaux de luminosité sans altérer les informations de couleur. En ajustant le contraste, on peut étendre ou compresser la gamme de niveaux de luminosité, révélant ainsi davantage de détails. La modification de la luminosité agit sur la brillance globale de l'image. Cette méthode est utilisée pour optimiser la luminosité en améliorant la visibilité des détails, particulièrement utile dans des conditions d'éclairage variées.



✓ **Le filtre de renforcement du contraste :**

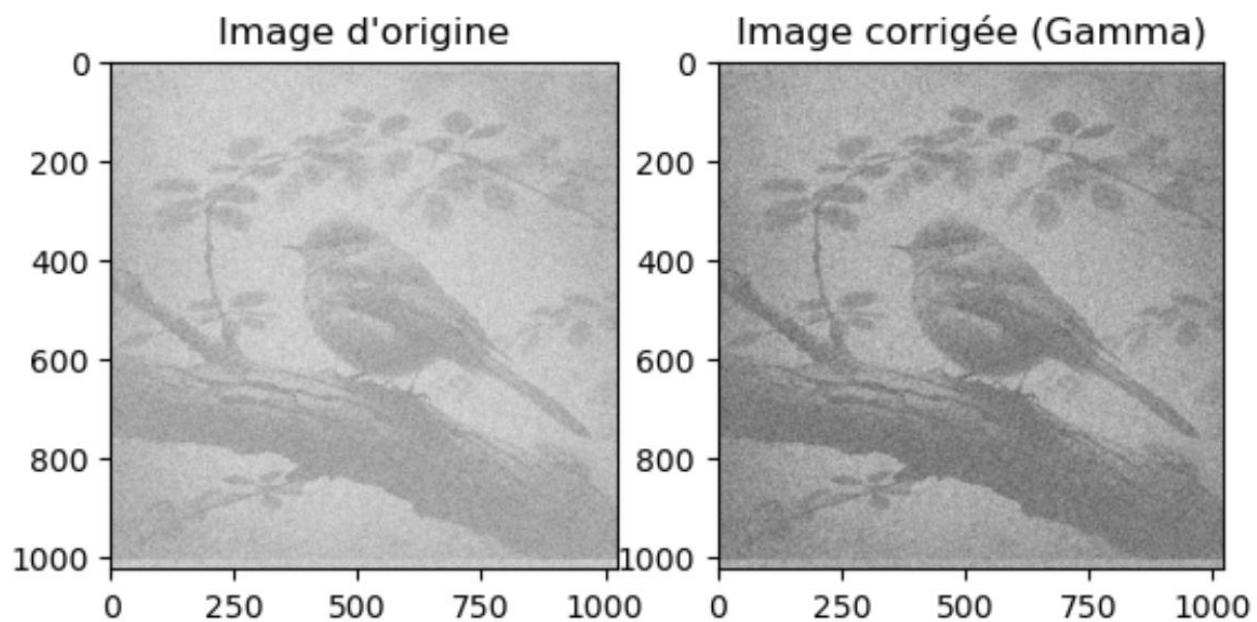
Le filtre de renforcement du contraste est une technique d'amélioration visuelle dans le traitement d'images. Il vise à accentuer les différences entre les niveaux de luminosité, ce qui entraîne une augmentation des détails et du contraste apparent dans une image. Ce filtre applique une pondération plus forte aux pixels dont la différence par rapport à leurs voisins est plus importante, créant ainsi une image plus nette et dynamique. En renforçant le contraste, cette technique peut rendre les détails plus visibles, améliorer la clarté des contours et donner une impression de netteté accrue à l'image traitée.



✓ **Le Filtre Gamma (Gamma Correction) :**

La correction gamma, souvent réalisée à l'aide d'un filtre gamma, est une technique de traitement d'images visant à ajuster la luminosité des pixels en fonction de la valeur de la luminance. Elle permet de compenser les non-linéarités des écrans et des capteurs d'appareils photo. La correction gamma améliore la reproduction des couleurs en adaptant la luminance des pixels pour mieux correspondre à la perception

humaine. En ajustant la courbe gamma, cette technique peut clarifier les détails dans les zones sombres ou claires d'une image, améliorant ainsi la visibilité et l'apparence globale de la scène capturée.



Partie 3 :

la détection de contours

1. Extraction de contours :

La détection de contours joue un rôle essentiel dans le domaine du traitement d'images et de la vision par ordinateur. Elle constitue un outil fondamental pour extraire des caractéristiques, analyser des formes, segmenter des images et reconnaître des objets. Ce tutoriel approfondi explore la détection de contours en utilisant différentes méthodes de gradient, notamment Roberts, Sobel, Prewitt et Canny, à l'aide du langage de programmation Python.

Durant l'ensemble de la phase de détection de contours, nous allons travailler avec la photo suivante :



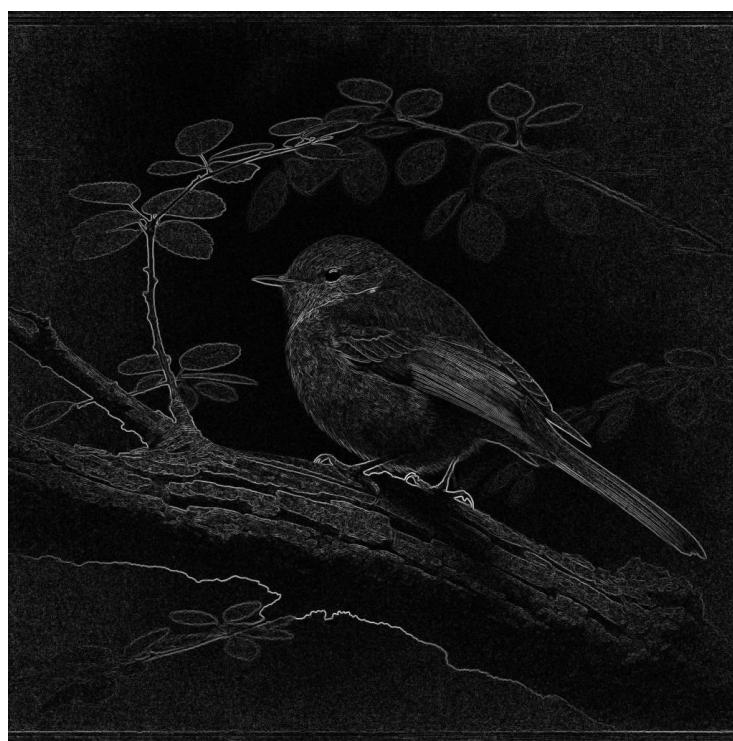
➤ Méthode de Roberts :

La méthode de Roberts est une technique de détection de contours qui est souvent utilisée pour des images en niveaux de gris. Elle vise à identifier les variations rapides d'intensité des pixels dans une image, ce qui correspond généralement aux frontières entre les objets présents dans l'image. Elle peut être sensible au bruit et est moins robuste dans des situations bruyantes.



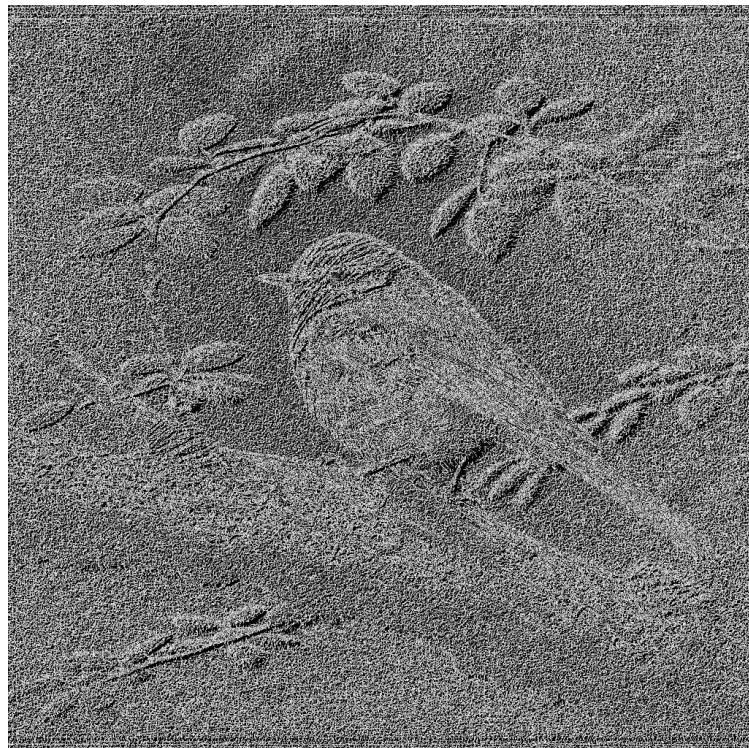
➤ Méthode de Sobel:

La méthode de Sobel est une technique de détection de contours en traitement d'images et vision par ordinateur. Elle utilise des filtres de Sobel pour calculer les gradients d'intensité horizontaux et verticaux, permettant de repérer les variations rapides d'intensité associées aux contours des objets dans une image. Cette méthode est appréciée pour sa simplicité et son efficacité, particulièrement en présence de bruit. En appliquant ces filtres et en calculant la magnitude du gradient, la méthode de Sobel produit une image mettant en évidence les contours de l'image originale.



➤ Méthode de Prewitt:

La méthode de Prewitt est une technique de détection de contours utilisée en traitement d'images et en vision par ordinateur. Elle utilise des filtres spécifiques pour calculer les gradients d'intensité horizontaux et verticaux, mettant en évidence les changements rapides d'intensité associés aux contours des objets dans une image. Similaire à la méthode de Sobel, la méthode de Prewitt améliore la visibilité des structures en détectant les variations d'intensité le long des axes horizontal et vertical, permettant ainsi une détection efficace des contours.



➤ Méthode de Canny :

traitements d'images. Elle utilise plusieurs étapes, dont le lissage gaussien, le calcul du gradient d'intensité, la suppression des non-maxima locaux et l'application de seuils pour fournir une détection précise des contours, tout en minimisant les réponses au bruit. La méthode de Canny est reconnue pour sa robustesse et est largement utilisée en vision par ordinateur.



2. Extraction de lignes :

L'extraction des lignes en traitement d'image se réfère au processus de détection et d'isolation des caractéristiques linéaires dans une image. Cela implique l'application de techniques et d'algorithmes spécifiques visant à identifier et à extraire les contours, les arêtes ou les lignes présentes dans l'image, permettant ainsi de mettre en évidence les structures linéaires importantes. Cette opération est cruciale dans de nombreuses applications, telles que la vision par ordinateur, la reconnaissance d'objets et la cartographie, où la compréhension précise des caractéristiques linéaires contribue à l'analyse et à l'interprétation des données visuelles.

Nous continuerons notre travail en utilisant la même photo originale que celle employée dans la partie précédente.

Je vais maintenant décrire en détail le processus de détection des lignes dans une image, soulignant les étapes clés qui permettent d'identifier et de visualiser les structures linéaires présentes.

- **Étape 1 : Lecture et préparation de l'image**

L'image originale a été préparée pour l'analyse en la convertissant en niveaux de gris.

- **Étape 2 : Détection des contours**

La détection des contours a été réalisée en utilisant l'algorithme de détection de contours de Canny.

- **Étape 3 : Utilisation de la transformée de Hough pour détecter les lignes**

La transformée de Hough a été appliquée sur l'image des contours pour détecter les lignes présentes.

- **Étape 4 : Dessiner les lignes détectées sur l'image**

Les lignes détectées ont été dessinées sur une copie de l'image originale.

3. Extraction de coins :

La détection de coins dans le traitement d'image vise à identifier des points caractéristiques où les gradients de luminosité changent significativement, rendant ces points uniques. Cette technique trouve des applications diverses, notamment en vision par ordinateur, reconnaissance d'objets, cartographie, et réalité augmentée. Les coins servent à extraire des caractéristiques distinctes pour la correspondance entre images, le suivi d'objets, la création de mosaïques, la reconnaissance d'objets, l'alignement d'images en cartographie, et la superposition précise d'objets virtuels en réalité augmentée.

En résumé, la détection de coins est une méthode clé pour extraire des informations importantes, facilitant de nombreuses applications avancées dans le domaine du traitement d'image.

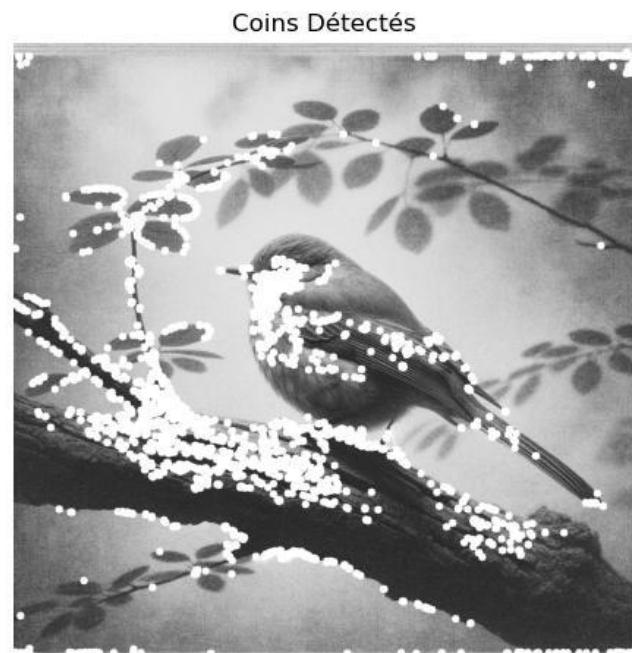
Après l'importation des bibliothèques et la préparation de l'image, le processus de détection de coins se poursuit avec deux étapes clés.

Étape 1 : Application de l'Algorithme de Harris

L'Algorithme de Harris est appliqué pour évaluer les variations locales de luminosité, identifiant ainsi les coins potentiels dans l'image.

Étape 2 : Marquage des Coins sur l'Image

Les coins détectés sont visuellement marqués sur l'image pour une interprétation claire des résultats. Ce marquage est essentiel pour évaluer la précision de la détection et facilite l'utilisation ultérieure des points caractéristiques dans diverses applications de traitement d'image.



Conclusion :

En conclusion, ce projet de traitement d'image a été une exploration enrichissante des techniques visant à améliorer la qualité visuelle des images. La première partie a démontré l'efficacité de divers filtres pour filtrer et améliorer les caractéristiques visuelles, tout en mettant en évidence la pertinence de l'exploration de filtres avancés dans des contextes spécifiques.

Dans la deuxième partie, l'optimisation du contraste a été abordée sous divers angles, allant de la correction gamma aux méthodes plus avancées telles que l'égalisation d'histogramme adaptative. Les ajustements de contraste ont été évalués non seulement en termes de performance quantitative, mais aussi en considérant leur impact perceptuel sur la qualité d'image.

Enfin, la troisième partie a exploré la détection des contours, une étape cruciale dans le traitement d'image, en présentant des algorithmes tels que le détecteur de contours de Canny. L'application pratique de ces techniques a été démontrée à travers des cas réels, illustrant leur utilité dans des domaines variés tels que la médecine et la vision par ordinateur.

Ce projet a souligné l'importance de la compréhension approfondie des techniques de traitement d'image pour atteindre des résultats optimaux. Les connaissances acquises sur les filtres, l'optimisation du contraste et la détection des contours offrent un ensemble d'outils puissants pour résoudre divers problèmes liés à la qualité et à l'analyse des images. Les défis rencontrés ont également mis en évidence l'importance de l'adaptabilité des techniques en fonction du contexte spécifique de l'image traitée.

En somme, ce projet a été une exploration approfondie et éclairante du vaste domaine du traitement d'image, offrant une base solide pour des applications futures dans des domaines aussi divers que la vision par ordinateur, la médecine, et bien au-delà.