

PROJET TRAITEMENT D'IMAGE

# Tatouage numérique des images(embedding and extraction)

## DWT-SVD

PRÉSENTÉ À  
Mr. LACHGER  
RÉALISÉ PAR  
BOUKHALLAD AISSAME  
KAMOUN AMINE

## ■ Table of Contents

■	<i>Table of Contents .....</i>	<i>2</i>
<b>CHAPTER 1 : Introduction Générale.....4</b>		
	DIGITAL IMAGE PROCESSING .....	4
	UNE IMAGE: C'EST QUOI? .....	5
	Signal.....	6
	Relation .....	6
	Resolution .....	8
	Dimension .....	8
	Échantillonnage .....	8
	Aspects du traitement d'images.....	9
	Histoire.....	11
<b>Chapitre 2 : Projet .....15</b>		
<b>GESTION DE PROJET .....17</b>		
■	<i>Cahier de charges.....</i>	<i>17</i>
■	<i>Diagramme de GANTT .....</i>	<i>18</i>
■	<i>Diagramme de cas d'utilisation.....</i>	<i>19</i>
<b>Chapitre 3 : Phase Développement ..... 2</b>		
	LA STRATÉGIE .....	2
	LES SOLUTIONS LOGICIELLES .....	3
	APPLICATION ET DÉVELOPPEMENT.....	3
	<b>Discrete Wavelet Transform (DWT).....</b>	<b>4</b>
	DWT pour le tatouage numérique:.....	4
	.....	4
	<b>SVD pour le tatouage numérique:.....</b>	<b>5</b>
	<b>DWT SVD algorithme hybride: .....</b>	<b>5</b>
	<b>L'algorithme utilisé, UWT_SVD:.....</b>	<b>6</b>
	.....	6
	<b>Algorithme d'ajout de tatouage.....</b>	<b>7</b>
	<b>Algorithme d'extraction de tatouage.....</b>	<b>7</b>
	Résultats expérimentaux.....	8

<b>BILAN DU PROJET .....</b>	<b>12</b>
<b>APPORTS INDIVIDUELS ET COLLECTIFS .....</b>	<b>12</b>
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>13</b>

# CHAPTER 1 : Introduction Générale

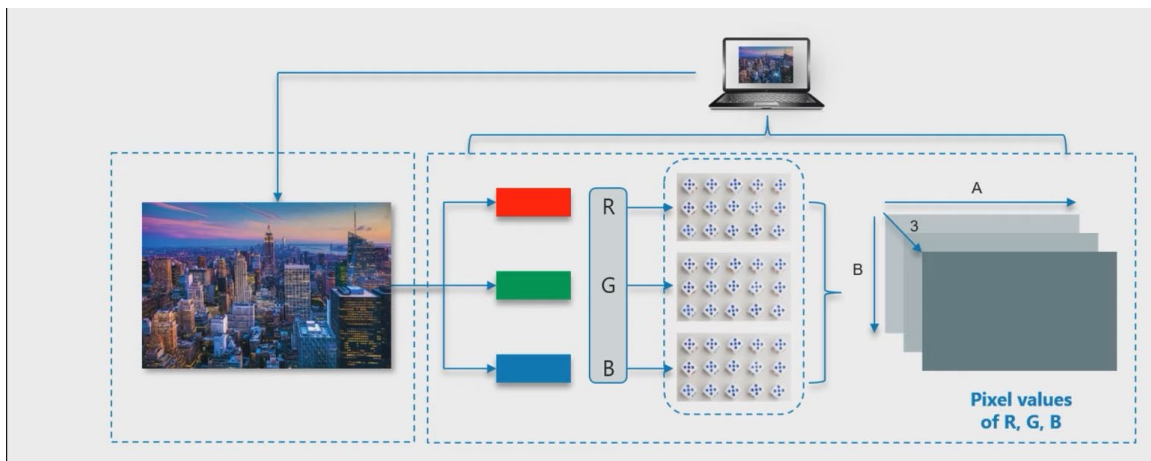
## Introduction

Résumé : « Une image vaut mille mots. », est un adage bien connu qui signifie que les images ont tendance à avoir plus d'impact que le texte, car il est plus facile de faire abstraction du contenu des informations textuelles que s'interroger sur l'origine et l'authenticité d'une photo. Depuis quelques années, avec l'explosion d'Internet et aussi le d'enveloppement à grande échelle de la photographie numérique, le domaine de l'image numérique est devenu un domaine en pleine expansion. Ce chapitre constitue une introduction aux images numériques.

## DIGITAL IMAGE PROCESSING

Le traitement d'image numérique (DIP) est la manipulation d'images numériques par le biais d'un ordinateur. C'est un sous-domaine des signaux et des systèmes mais qui s'intéresse particulièrement aux images. Il se concentre sur le développement d'un système informatique capable d'effectuer un traitement sur une image. L'entrée de ce système est une image numérique et le système traite cette image en utilisant des algorithmes, et donne une image en sortie.

Le traitement numérique de l'image consiste à développer un système numérique qui effectue opérations sur une image numérique.



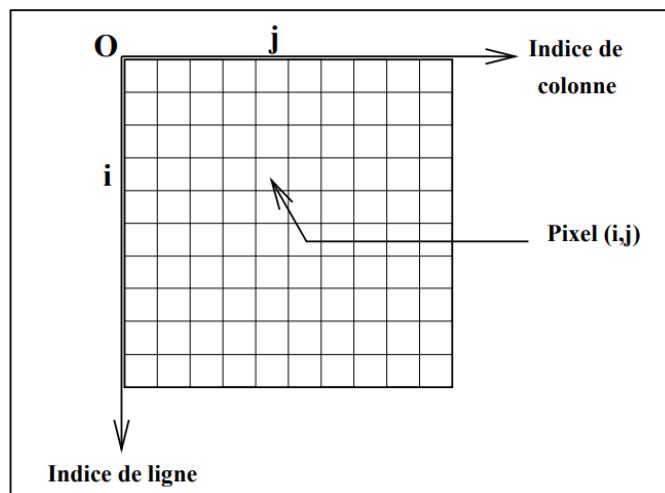
## UNE IMAGE: C'EST QUOI?

Une image est un signal bidimensionnel (2D), défini par la formule mathématique fonction  $f(x,y)$  où  $x$  et  $y$  sont les deux coordonnées horizontales et verticales.

La valeur de  $f(x,y)$  à n'importe quel point donne la valeur du pixel à ce point d'une image.



La figure ci-dessus est un exemple d'image numérique qui n'est rien d'autre qu'une image bidimensionnelle ou le tableau de nombres est compris entre 0 et 255.



Représentation mathématique sous forme matricielle d'une image.

# RELATION SIGNAL-IMAGE

## Signal

Physiquement, toute quantité mesurable dans le temps sur l'espace ou toute quantité supérieure dimension peut être considérée comme un signal. Un signal est une fonction mathématique, qui transmet une information.

Un signal peut être unidimensionnel ou bidimensionnel ou un signal dimensionnel supérieur. Un signal dimensionnel est un signal mesuré dans le temps. L'exemple courant est la voix.

## Relation

Étant donné que tout ce qui véhicule une information ou diffuse un message dans le monde physique entre deux observateurs est un signal. Cela inclut la parole ou (voix humaine) ou une image comme signal.

Depuis que nous parlons, notre voix est convertie en une onde/signal sonore et transformée avec en ce qui concerne le temps à la personne à qui nous parlons.

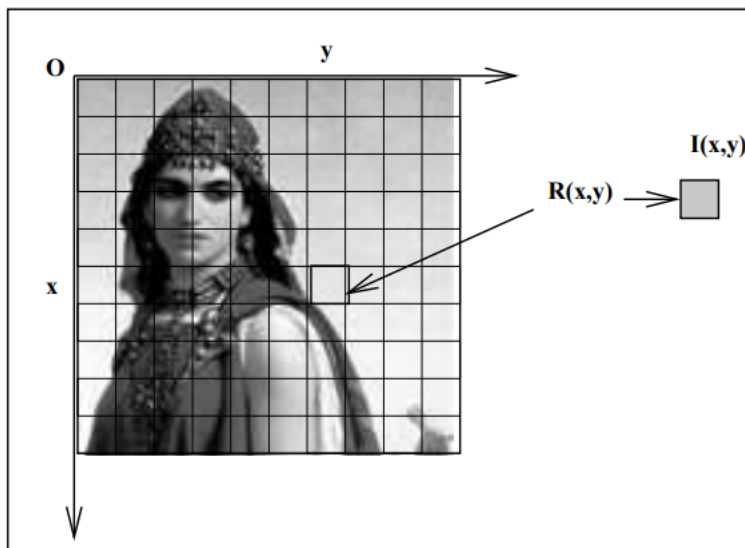
Non seulement cela, mais la façon dont un appareil photo numérique fonctionne, car l'acquisition d'une image à partir d'un appareil photo numérique implique le transfert d'un signal une partie du système à l'autre.

## PROCESSUS DE NUMÉRISATION

La représentation informatique d'une image est nécessairement discrète, alors que l'image est de nature continue : le monde est continu. Si on regarde un peu après, la transformation d'un signal analogique 2D nécessite à la fois une discrétisation de l'espace : c'est l'échantillonnage, et une discrétisation des couleurs : c'est la quantification.

Le processus de numérisation d'une image suit les étapes suivantes :

- **Echantillonnage:** C'est le procédé de discrétisation spatiale d'une image consistant à associer à chaque pixel  $R(x,y)$  une valeur unique  $I(x,y)$  (Figure)



- **Quantification:** la quantification désigne la discrétisation tonale correspondant à la limitation du nombre de valeurs différentes que peut prendre chaque pixel.



## Fidélité de la numérisation

La fidélité de la représentation fournie par l'image numérique par rapport à l'image modèle analogique dépend de nombreux paramètres très liés entre eux : la résolution, la définition, l'échantillonnage et la qualité de stockage.

### Resolution

La résolution d'une image est le nombre de pixels par pouce qu'elle contient

(1 pouce = 2.54 centimètres). Elle est exprimée en "PPP" (points par pouce) ou DPI (dots per inch).

Plus il y a de pixels (ou points) par pouce et plus il y aura d'information dans l'image (plus précise). Par exemple, une résolution de 300dpi signifie que l'image comporte 300 pixels dans sa largeur et 300 pixels dans sa hauteur, elle est donc composée de 90 000 pixels (300x300 ppp). Grâce à cette formule, il est facile de connaître la dimension maximale d'un tirage.

Il est généralement admis qu'une résolution de 300 ppp pour une image est largement suffisante avant impression. Cette résolution peut être revue à la baisse dans le cas d'impressions devant être visualisées à une distance plus ou moins éloignée de l'observateur (par conséquent liée au pouvoir séparateur de l'œil humain).

### Dimension



La définition de l'image est le nombre fixe de pixels qui est utilisé pour représenter l'image dans ses deux dimensions. Pour une image analogique donnée, plus la définition est grande, plus la précision des détails sera élevée. Ce nombre de pixels détermine directement la taille des informations nécessaire au stockage de l'image (du fichier numérique brut). La dimension, en pixels, détermine le format d'affichage à l'écran.

### Échantillonnage

La quantification détermine la qualité de l'échantillonnage du signal. Celui-ci se mesure en nombre de bits par pixel de l'image (bpp). La précision du rendu colorimétrique de l'image dépend du nombre de niveaux du signal pouvant être codés pour chaque pixel. Les valeurs les plus courantes sont 8 bits/pixel pour les images en niveaux de gris (256 niveaux de gris) et 24 bits/pixels, c'est à dire 8 bits par composante primaire, pour les images en couleur (plus de 16 millions de couleurs distinctes)

### Qualité de stockage

Le volume des informations qu'il est nécessaire pour stocker une image peut être très important, surtout dans le cas de l'utilisation d'images en haute résolution. Des techniques de compression doivent souvent être mises en place pour diminuer ce volume tout en conservant une certaine qualité de représentation.



## Aspects du traitement d'images

Dans cette section, nous présentons les trois aspects du traitement d'images qui nous intéressent : filtrage, compression et tatouage

### Filtrage

*Un filtre est une transformation mathématique permettant, pour chaque pixel de la zone à laquelle il s'applique, de modifier sa valeur en fonction des valeurs des pixels avoisinants, affectées de coefficients.*



Le filtre est représenté par un tableau (matrice), caractérisé par ses dimensions et ses coefficients, dont le centre correspond au pixel concerné. Les coefficients du tableau déterminent les propriétés du filtre.

#### ➤ Filtre passe-bas (lissage)

Un filtre passe-bas accentue les éléments qui ont une basse fréquence spatiale tout en atténuant les éléments à haute fréquence spatiale (pixels foncés). Il en résulte une image qui apparaît plus homogène (un peu floue) particulièrement en présence d'arêtes.

Ce type de filtrage est généralement utilisé pour atténuer le bruit de l'image, c'est la raison pour laquelle on parle habituellement de lissage.

#### ➤ Filtre moyenneur

Ce filtre très simple préserve la radiométrie mais tend à brouiller les parties texturées de l'image. Ce lissage de l'image est souhaitable lorsque l'on applique le filtre en tant que filtre spatial. Les fenêtres de grande dimension reflètent les fréquences spatiales les plus basses alors que les fenêtres plus petites reflètent les fréquences spatiales basses et intermédiaires.

#### ➤ Filtre median

Le filtre médian préserve l'information texturale plus efficacement que le filtre moyenneur. Toutefois, le filtre modifie l'information radiométrique et ne préserve pas la signature des cibles ponctuelles. Lorsqu'on se sert de ce filtre comme filtre spatial, il préserve bien les arêtes tout en lissant des données.

#### ➤ Filtre gaussien

Un filtre où tous les éléments du filtre sont pondérés selon une distribution gaussienne (distribution Normale). Selon la dimension du filtre, la convolution de ce filtre avec une image donne une image plus ou moins lissée (une petite dimension de filtre donne une image peu lissée).

#### ➤ Filtre passe-haut (accentuation)

Les filtres passe-haut atténuent les composantes de basse fréquence de l'image et permettent notamment d'accentuer les détails et le contraste, c'est la raison pour laquelle le terme de « filtre d'accentuation » est parfois utilisé.

Ce filtre n'affecte pas les composantes de haute fréquence d'un signal, mais doit atténuer les composantes de basse fréquence. Un filtre passe haut favorise les hautes fréquences spatiales, comme les détails, et de ce fait, il améliore le contraste. Toutefois, il produit des effets secondaires.

➤ **Filtre passe-bande (différentiation)**

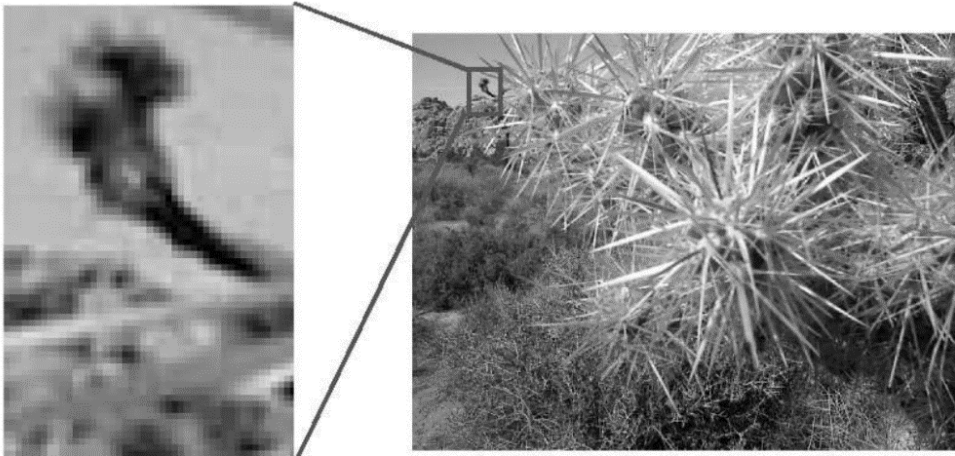
Cette opération est une dérivée du filtre passe-bas. Elle consiste à éliminer la redondance d'information entre l'image originale et l'image obtenue par filtrage passe-bas. Seule la différence entre l'image source et l'image traitée est conservée. Les filtres différentiels permettent de mettre en évidence certaines variations spatiales de l'image. Ils sont utilisés comme traitements de base dans de nombreuses opérations comme le rehaussement de contraste ou la détection de contours.

➤ **Filtre directionnel**

Dans certains cas, on cherche à faire apparaître des détails de l'image dans une direction bien déterminée. Pour cela, on utilise des filtres qui opèrent suivant des directions (horizontales, verticales et diagonales).

## Compression

Réduire le volume des données nécessaire pour représenter et coder les caractéristiques d'une image



# Tatouage numérique

## Histoire

L'information est un élément essentiel et déterminant dans tous les domaines. Tout au long de l'histoire, l'humanité a essayé d'échanger les informations d'une façon sécurisée. Pour cette raison, la dissimulation d'information a été utilisée pour les stratégies militaires et l'échange de données secrètes. On distingue, principalement deux grandes catégories : la sténographie et le tatouage.



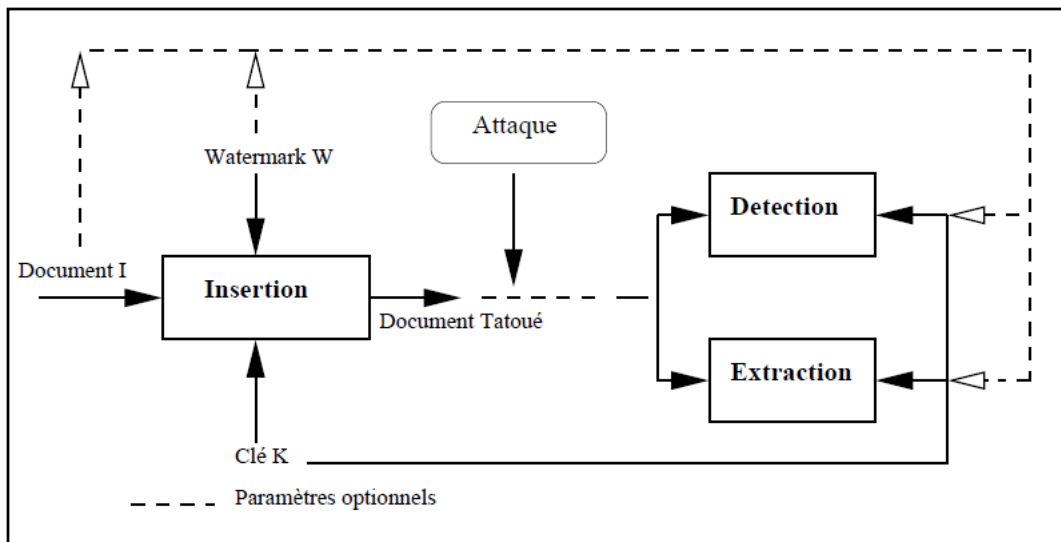
L'utilisation classique de la sténographie prend place il y a plus de deux mille ans. Hérodote, l'historien grec, raconte que Xerxès, roi des Perses, décida d'envahir la Grèce. Lorsque l'offensive fut lancée, les Grecs étaient depuis longtemps au courant de ses intentions. Démarrâtes, ancien roi de Sparte réfugié auprès de Xerxès, apprit ses intentions et décida de transmettre l'information à Sparte. Il prit une tablette double, en gratta la cire, puis écrivit sur le bois même les projets de Xerxès, il recouvra ensuite de cire son message : ainsi le porteur d'une tablette vierge ne risquait pas d'ennuis. Un autre exemple de dissimulation d'information est celui d'Hésitée qui incite son gendre Aris agoras, gouverneur de Milet, à se révolter contre son roi, Darius. Pour passer son message, Hésitée fit raser la tête d'un esclave, et tatoua son message sur le crâne et attendit que les cheveux repoussent et envoya l'esclave à Milet. Dans les années 80, Margaret Thatcher, premier ministre britannique, soupçonna certains de ses ministres de transmettre des informations à la presse. Pour identifier le coupable, elle exigea que tous les documents de son cabinet aient un espacement entre les mots spécifiques pour chaque ministère afin d'identifier la source de la fuite des informations. Cependant, l'art du tatouage a été inventé en Chine depuis plus de mille ans pour tatouer le papier (papermarking), mais le plus ancien papier marqué archivé date de 1292 et son origine est la ville Fabriano en Italie. Le but principal des premiers tatouages sont incertains, mais ils ont été utilisés pour des fonctionnalités pratiques telles que l'identification de l'origine de fabrication du papier ou pour l'identification du fabricant. Au 18<sup>ème</sup> siècle, le tatouage fut utilisé en Europe et en Amérique, initialement pour identifier un fabricant ou une usine de papeterie. Il a servi par la suite à indiquer le format et la qualité du papier, et aussi comme base d'authentification du papier et une mesure anti-contrefaçon pour la monnaie et autres documents.

En outre, à cette époque plusieurs organisations ont commencé à considérer le tatouage numérique pour l'inclure dans leurs normes. Le Copy Protection Technical Working Group a testé des systèmes de tatouage numérique pour la protection de la vidéo dans des disques DVD. Deux projets (Viva et Talisman) ont été sponsorisés par l'Union Européenne afin de tester le tatouage numérique pour le contrôle de diffusion. Vers la fin des années 90, plusieurs compagnies ont été établies pour lancer des produits de tatouage numérique sur le marché. Dans le domaine de l'imagerie, la société Adobe en collaboration avec la compagnie Digimarc a utilisé cette technique dans son logiciel Adobe Photoshop. Depuis, le tatouage numérique a été utilisé dans diverses applications comme le contrôle de diffusion (broadcast monitoring), l'identification du propriétaire (copyright identification), le suivi de transaction (transaction tracking), l'authentification du contenu (content authentication), le contrôle de copie (copy control) et le contrôle de périphérique (device control).

## Modèle générique du tatouage

Le système typique du tatouage numérique comprend deux sous-systèmes : le sous-système d'insertion du watermark (appelé aussi la phase de codage) et le sous-système de détection/extraction (appelé aussi la phase de décodage).

Le sous-système d'insertion (Embedding) comprend en entrée un watermark  $W$ , un document hôte (porteur)  $I$  et une clé secrète  $K$  spécifique au tatoueur. Cette dernière est utilisée pour renforcer la sécurité de tout le système.



La phase d'insertion génère en sortie un document tatoué  $I_w$ . Cette phase est modélisée par la fonction suivante :

$$I_w = E(I, W, K)$$

Le document tatoué  $I_w$  est en suite copié et attaqué, ce qui est modélisé par la transmission dans un canal soumis à bruit. Le document reçu est appelé  $I * w$ .

La réception du document consiste en deux parties : d'une part la détection du watermark et d'autre part, s'il est présent son décodage (extraction).

La phase de détection/extraction prend en entrée le document tatoué et éventuellement l'attaque  $I * w$  et la clé  $K$  est éventuellement (dépends de la méthode utilisée) le document original  $I$  et/ou le watermark original  $W$ .

La phase de détection consiste à prouver la présence d'un watermark en utilisant une mesure de confidentialité. Elle est modélisée par la fonction :

$$p = D(I * w, K, ..)$$

La phase d'extraction consiste à calculer une estimation  $W'$  de  $W$ . Elle est modélisée par la fonction :

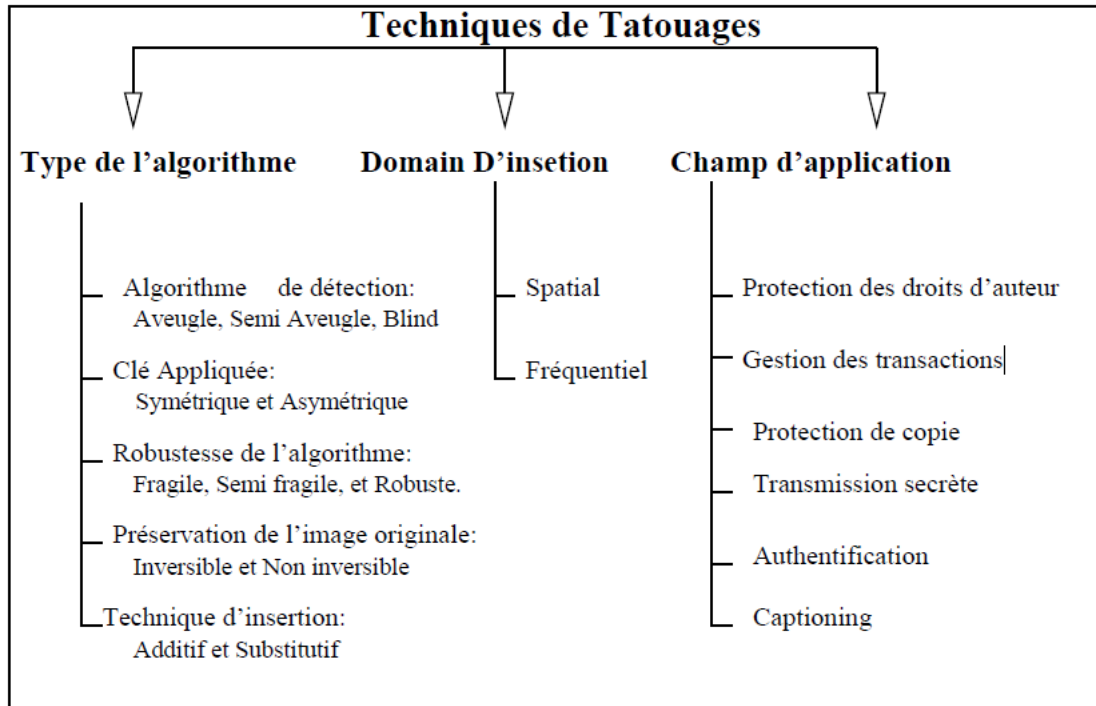
$$W' = D(I * w, K, ..)$$

$I$  et  $W$  sont des paramètres optionnels pour la fonction  $D$ .

Pour un système de tatouage typique, plusieurs conditions doivent être satisfaites :

- Le watermark  $W'$  doit être détecté à partir de  $I_w$  avec/ou sans la connaissance explicite de  $I$ .
- Si  $I_w$  n'est pas modifié (attaqué), alors  $W'$  correspond exactement à  $W$ .

## Techniques de Tatouages



## Chapter 2 : Projet

# BESOINS ET OBJECTIFS DU PROJET

### CONTEXTE

- Dans le cadre de notre seconde année du cycle ingénieurs en Génie Informatique à l'ENSAT, il nous est proposé un projet nous permettant de mettre en pratique nos connaissances et nos compétences au travers d'un cahier des charges ayant pour finalité la conception et le développement d'un outil en accord avec nos intérêts professionnels.

- Ayant une passion commune pour le développement de solutions innovantes, notre groupe composé de AISSAME BOUKHALLAD et AMINE KAMOUN, a saisi l'opportunité d'exploiter cet intérêt commun pour soumettre l'ébauche d'un projet personnel innovant au responsable de la matière

«Traitement d'image » Mr. LACHGER.

### MOTIVATION

Etant donné la nature du projet réalisé, qui consiste à concevoir un outil basé sur un projet Image Watermarking et étant donné l'obsolescence des outils adaptés par la plupart des universités ; nous avons eu l'occasion en tant que binôme de travailler sur notre propre outil favorisant simplicité, efficacité et facilité d'utilisation .

Partant de ce postulat, nous avons eu l'idée de combler cette insatisfaction en quête de meilleure solution; une solution logicielle plus précisément un prototype logiciel répondant aux besoins cités dans le cahier de charges.

C'est avec ces objectifs en tête que nous avons créé nos propres scripts Python rassemblant parmi eux une panoplie de fonctions chacune correspondante à une problématique donnée.

### ENJEUX

Les enjeux du projet sont technologiques, économiques et humains.

- En premier lieu, c'est le défi technologique qui nous a attirés. Comme évoqué précédemment, le projet réalisé fait intervenir une notion de multimodalité, c'est-à-dire la capacité d'un produit à exploiter plusieurs technologies pour fonctionner. Ainsi, nous avons voulu à travers ce projet, tester notre capacité à faire communiquer différentes technologies entre elles. S'ajoute à cela la notion de modularité : nous voulions proposer une solution facilement intégrable.
- Outre la technique, l'aspect économique nous a également motivés dans notre équipe : pouvons-nous proposer un outil abordable avec les moyens à disposition et le temps imparti ? En effet, si le développement de solution de vision par ordinateur se développe rapidement cette dernière décennie,



- c'est en partie grâce à l'intérêt apporté aux différents domaines d'application de traitement d'image. Avec l'avancée et l'émergence des applications de même nature, les développements embarqués de nouvelles solutions sont de plus en plus demandés sur le marché.

C'est pourquoi nous avons eu l'idée de développer une solution à faible coût et de travailler sur l'uniformité des différents services proposés surtout ceux les mieux adaptés aux applications de la vie courante.

- Enfin et non sans importance, c'est le fait de travailler en groupe et l'opportunité de réaliser un projet de A à Z tout en exploitant les compétences de chacun qui nous ont séduits.



# GESTION DE PROJET

## L'EQUIPE

Notre équipe de projet est composée de personnalités complémentaires provenant du même

Cursus :

- AISSAME BOUKHALLAD, élève ingénieur en 2eme année cycle ingénieur en Génie Informatique.
- AMINE KAMOUN, élève ingénieur en 2eme année cycle ingénieur en Génie Informatique.

Nos diverses expériences professionnelles et personnelles au cours de ces années d'études, nous ont permis d'aiguiser notre curiosité et de nous ouvrir à d'autres domaines et à de nouvelles technologies. Nos centres d'intérêts, souvent abordés au cours de nos discussions quotidiennes, nous ont rassemblés cette année autour de ce projet de traitement d'image, faisant combiner une panoplie de sujets accostés auparavant.

## LA PLANIFICATION DE PROJET ET LES OUTILS DE GESTION

Pour accompagner le développement du projet dès le stade d'ébauche, un cours de gestion de projet a rapidement été mis en place. Ce cours introduit la méthodologie à suivre et les outils nécessaires au bon déroulement d'un projet. Étant dans une dimension ingénieur, cette gestion est d'autant plus importante que le respect des délais, des coûts et de la performance est essentiel dans la conception d'une telle application. La gestion de projet permet d'autre part de distribuer les travaux à réaliser entre les membres de l'équipe mais également de créer une base de référence permettant de surveiller les écarts et l'évolution du projet afin d'assurer sa continuité.

### ▪ Cahier de charges

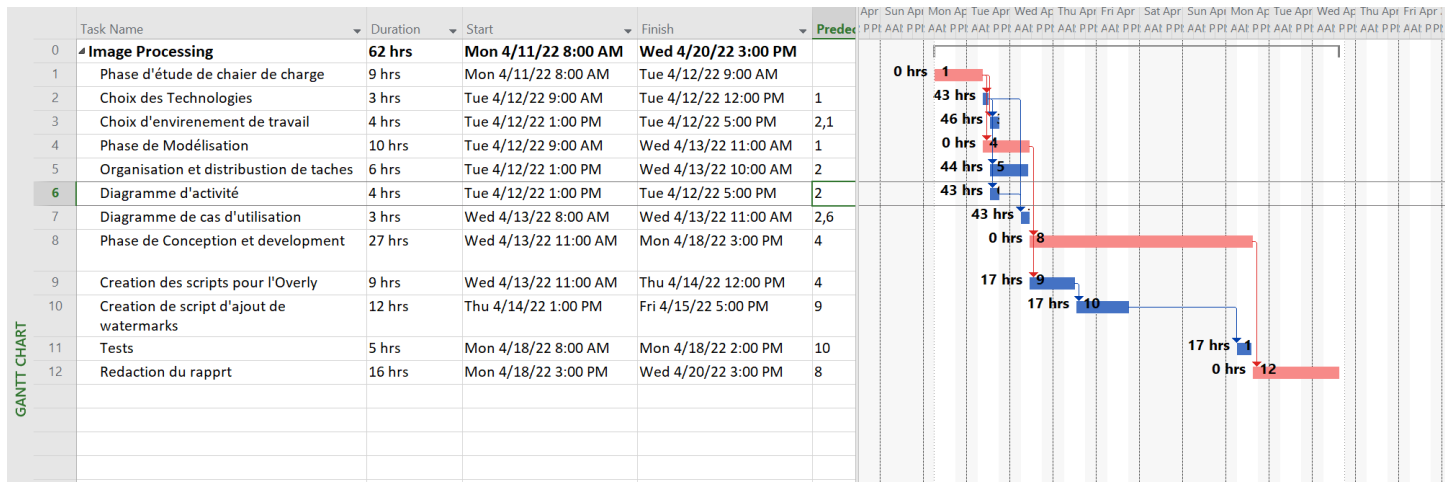
Décrivant l'ensemble des conditions attachées à l'exécution du projet, le cahier des charges nous a permis dans un premier temps, de définir le contexte, les enjeux, les objectifs techniques ainsi que les livrables et les axes de développement envisagés. En organisant nos idées, nous avons ainsi pu vérifier la concordance et la faisabilité de notre projet.

## ■ Diagramme de GANTT

Couramment utilisé en gestion de projet, le diagramme de Gantt est l'un des outils les plus efficaces pour représenter visuellement l'état d'avancement des différentes activités (tâches) qui constituent un projet.

La colonne de gauche du diagramme énumère toutes les tâches à effectuer, tandis que la ligne d'en-tête représente les unités de temps les plus adaptées au projet (jours, semaines, mois etc.). Chaque tâche est matérialisée par une barre horizontale, dont la position et la longueur représentent la date de début, la durée et la date de fin.

En établissant ce diagramme au fur et à mesure de l'avance de notre projet, nous avons pu alors visualiser d'un seul coup d'œil les différentes tâches à envisager, la date de début et la date de fin de chaque tâche, la durée escomptée de chaque tâche, le chevauchement éventuel des tâches, et la durée de ce chevauchement ainsi que la date de début et la date de fin du projet dans son ensemble.

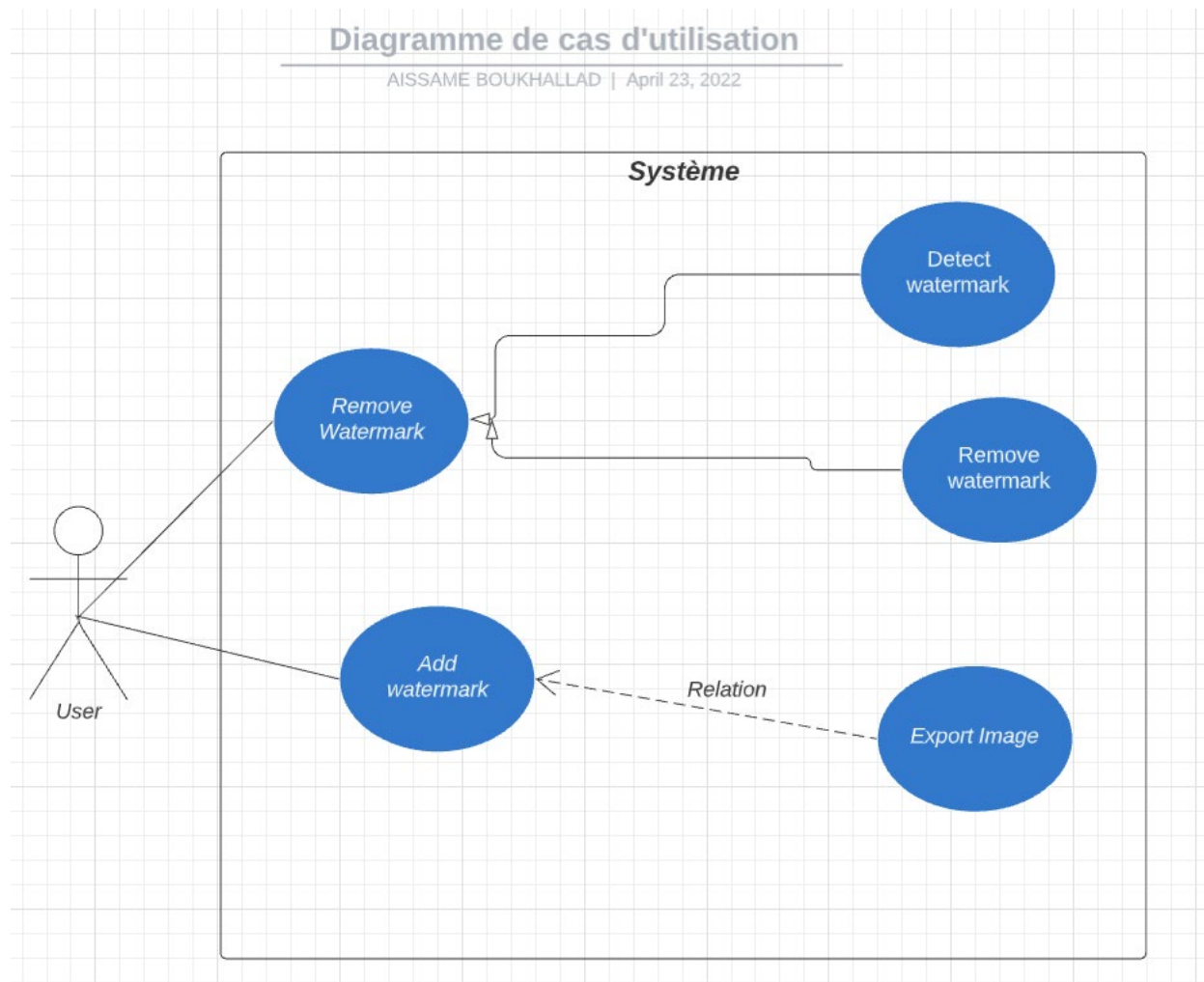


## ■ Diagramme de cas d'utilisation

Les diagrammes de cas d'utilisation sont des diagrammes UML utilisés pour une représentation du comportement fonctionnel d'un système logiciel.

Ils sont utiles pour des présentations auprès de la direction ou des acteurs d'un projet, mais pour le développement, les cas d'utilisation sont plus appropriés.

Le premier diagramme traduit le comportement du premier script concernant l'opération de comptage des doigts.



## LA PLANIFICATION DE PROJET ET LES OUTILS DE GESTION

### a. Répartition des tâches

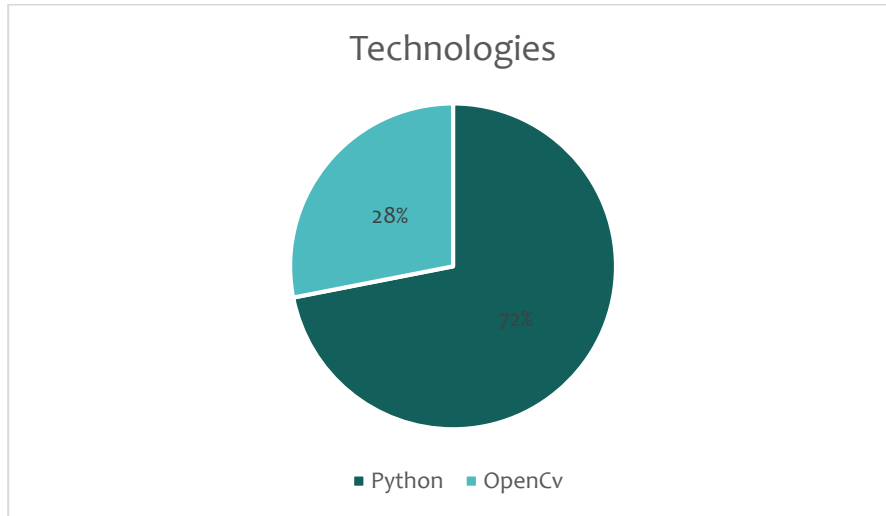
Le diagramme ci-dessous illustre la répartition du temps et de l'effort implique attribués à chacune des grandes étapes du projet.

C'est une conclusion graphique résultant de notre gestion de projet, nous permettant d'identifier au premier coup d'œil les travaux chronophages et l'homogénéité entre les tâches.

Name	Start	Finish	Duration	% Complete	Resource Names
Phase d'étude de chaier de charge	Mon 4/11/22 8:00 AM	Tue 4/12/22 9:00 AM	9 hrs	0%	
Choix des Technologies	Tue 4/12/22 9:00 AM	Tue 4/12/22 12:00 PM	3 hrs	0%	
Choix d'environnement de travail	Tue 4/12/22 1:00 PM	Tue 4/12/22 5:00 PM	4 hrs	0%	
Phase de Modélisation	Tue 4/12/22 9:00 AM	Wed 4/13/22 11:00 AM	10 hrs	0%	
Organisation et distribution de taches	Tue 4/12/22 1:00 PM	Wed 4/13/22 10:00 AM	6 hrs	0%	
Diagramme d'activité	Tue 4/12/22 1:00 PM	Tue 4/12/22 5:00 PM	4 hrs	0%	
Diagramme de cas d'utilisation	Wed 4/13/22 8:00 AM	Wed 4/13/22 11:00 AM	3 hrs	0%	
Phase de Conception et development	Wed 4/13/22 11:00 AM	Mon 4/18/22 3:00 PM	27 hrs	0%	
Creation des scripts pour l'Overly	Wed 4/13/22 11:00 AM	Thu 4/14/22 12:00 PM	9 hrs	0%	
Creation de script d'ajout de watermarks	Thu 4/14/22 1:00 PM	Fri 4/15/22 5:00 PM	12 hrs	0%	
Tests	Mon 4/18/22 8:00 AM	Mon 4/18/22 2:00 PM	5 hrs	0%	
Redaction du rapprt	Mon 4/18/22 3:00 PM	Wed 4/20/22 3:00 PM	16 hrs	0%	

### ***b. Répartition des technologies***

Le diagramme ci-dessous est une visualisation des différentes technologies abordées : Python et OpenCV sont respectivement le langage et la librairie auxquels nous avons accordé le plus de temps au cours du développement technique.



## Chapitre 3 : Phase Développement

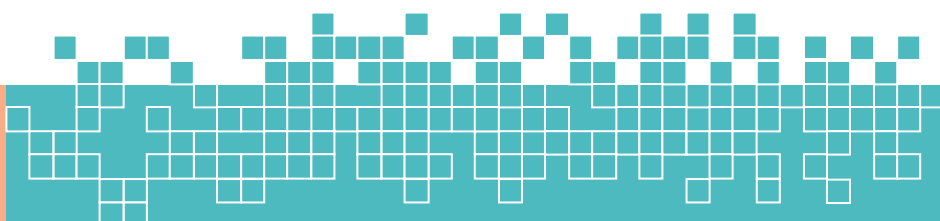
# DÉVELOPPEMENT TECHNIQUE

### LA STRATÉGIE

Ce projet étant personnel, notre première mission fut de définir nous-mêmes une stratégie prévisionnelle ainsi que les objectifs à atteindre. Bien entendu, cette stratégie a évolué au cours du temps afin de satisfaire nos exigences, mais aussi les contraintes auxquelles nous avons fait face. Nous avons ainsi tissé notre réflexion, avec pour fil conducteur la relation entre l'utilisateur et l'application développée.

À la manière d'une interface homme-machine, l'application permet d'interagir avec l'utilisateur, sans nécessiter de connaissances pointues de la part de ce dernier pour être configuré et utilisé.

Cette application inclut une interface simple (console) où l'utilisateur navigue sur les différents scripts de détection de mains, comptage des doigts, souris virtuelle et lui suffit d'exécuter le script Python correspondant.



## LES SOLUTIONS LOGICIELLES

### *a. Les technologies*

#### *Python :*

Langage de programmation interprété, multiparadigme et multiplateformes. Il favorise la **programmation impérative structurée, fonctionnelle et orientée objet**. Il est doté d'un typage dynamique fort, d'une gestion automatique de la mémoire par ramasse-miettes et d'un système de gestion d'exceptions ; il est ainsi similaire à Perl, Ruby, Scheme, Small talk et Tcl.

#### *OpenCV :*

Initialement développée par Intel, OpenCV (Open Computer Vision) est une bibliothèque graphique. Elle est **spécialisée dans le traitement d'images**, que ce soit pour de la photo ou de la vidéo.

## APPLICATION ET DÉVELOPPEMENT

Pour cette partie nous avons opté pour un développement progressif, et ce, suivant le cahier de charge qui nous a été homologué. Nous avons suivi cette approche pour démontrer les différents changements occurrents sur notre projet que nous avons regroupés sous le voile de stades :

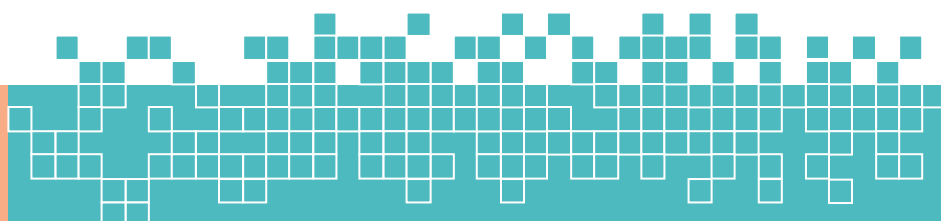
**Stade 0 : Développement du module HandModule**

**Stade 1 : Développement du script Fingercounter pour réaliser le comptage des doigts**

**Stade 2 : Développement du script GestureVolumeControl pour réaliser la fonction de paramétrage de volume en se basant sur les gestes des doigts de la mains**

**Stade 3 : Développement du script AiVirtualMouse pour réaliser la fonction de souris intelligente**

**NB : Les fichiers constitutifs de notre projet sont documentés à la ligne près pour garantir une bonne compréhension de l'ensemble des lignes de codes.**

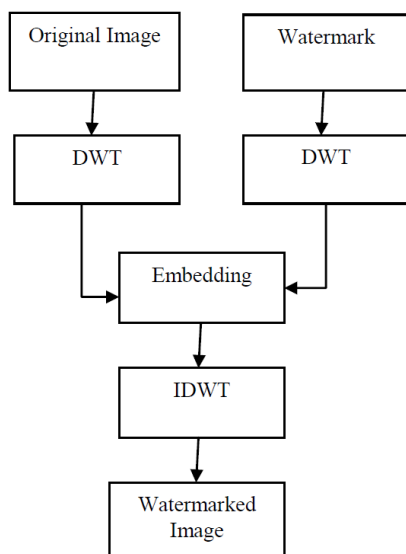


# Algorithmes utilisés

## Discrete Wavelet Transform (DWT)

Wavelet domain est un domaine prometteur pour l'intégration de filigranes. DWT est une transformation orthogonale similaire à Discrete Cosine Transform qui peut être utilisée pour la compression audio et vidéo, la reconnaissance vocale, l'extraction de caractéristiques, l'empreinte digitale, le tatouage et de nombreuses autres applications en génie biomédical. Il s'agit d'une technique dans le domaine fréquentiel dans laquelle l'image de couverture est d'abord transformée en domaine fréquentiel, puis ses coefficients fréquentiels sont modifiés en fonction des coefficients transformés du filigrane et l'image filigranée est obtenue, ce qui est très robuste.

### DWT pour le tatouage numérique:



- Étape 1 : L'image RVB  $N \times N$  d'origine est transformée en sous-bandes à l'aide d'un seul niveau DWT 2D.
- Étape 2 : Le filigrane de l'image RVB de taille  $M \times M$  est transformé en sous-bandes à l'aide de DWT 2-D à un seul niveau.
- Étape 3 : Le filigrane résultant est ensuite intégré dans la sous-bande de fréquence inférieure de l'image originale en utilisant le facteur d'échelle alpha

$$WI = O + \alpha W$$



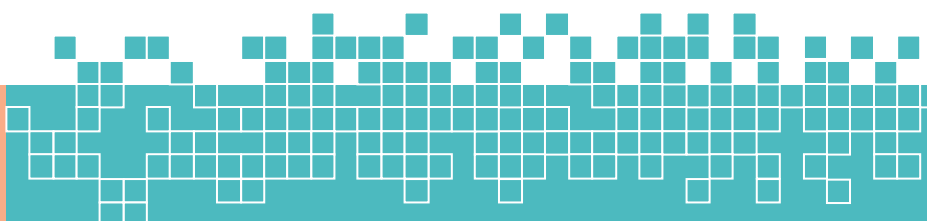
## SVD pour le tatouage numérique:

La décomposition en valeurs singulières est une transformation d'algèbre linéaire qui est utilisée pour factorisation d'une matrice réelle ou complexe avec de nombreuses applications dans divers domaines de traitement d'image. Comme une image numérique peut être représentée sous forme de matrice avec ses entrées donnant la valeur d'intensité de chaque pixel de l'image,  $M = USV^T$  SVD d'une image M avec dimensions m x m est donnée par :

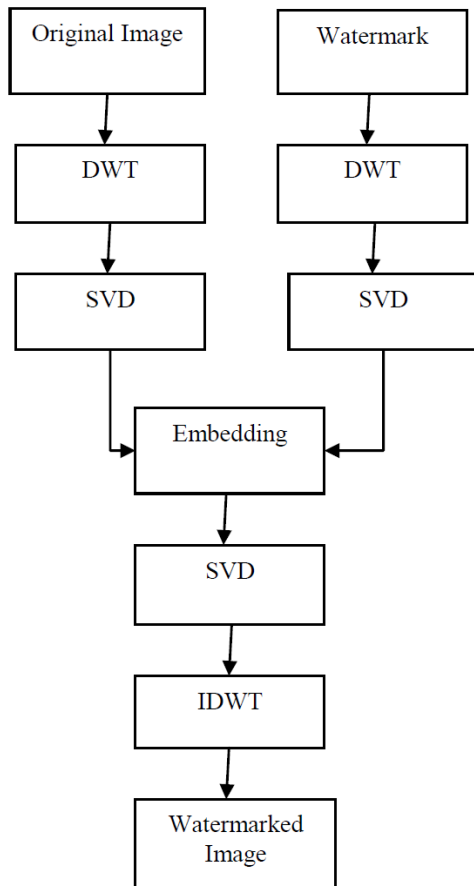
Où, U et V sont des matrices orthogonales et S dite matrice singulière est une diagonale matrice portant des valeurs singulières non négatives de la matrice M. Les colonnes de U et V sont appelés vecteurs singuliers gauche et droit de M, respectivement.

## DWT SVD algorithme hybride:

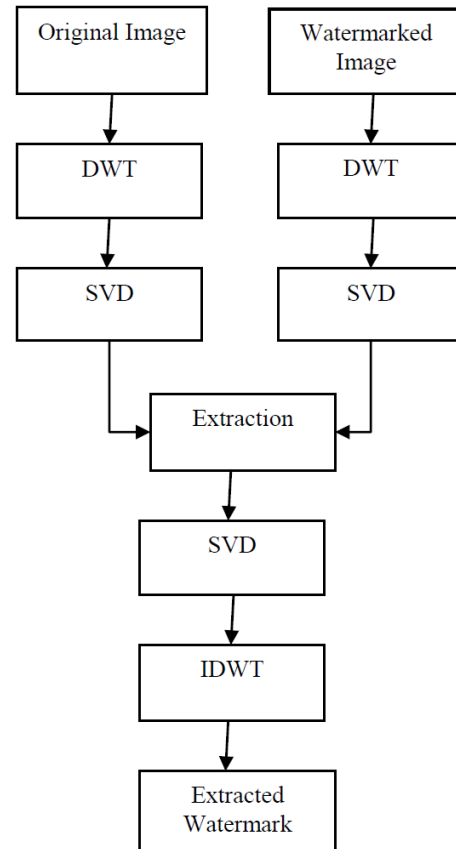
La technique hybride est une fusion de deux techniques. Ici, DWT et SVD sont utilisés ensemble pour améliorer la qualité du tatouage numérique et donc augmenter la robustesse et imperceptibilité d'une image.



## L'algorithme utilisé, UWT\_SVD:



**DWT-SVD based Embedding**



**DWT-SVD based Extraction**

## Algorithme d'ajout de tatouage

- Étape 1 : L'image RVB  $N \times N$  d'origine est transformée en sous-bandes à l'aide d'un seul niveau DWT 2D.
- Étape 2 : SVD est effectué sur la sous-bande LL (sur les composants RVB) du RVB décomposé image originale  $S = U S V^T$
- Étape 3 : Le filigrane de l'image RVB de taille  $M \times M$  est transformé en sous-bandes à l'aide de DWT 2-D à un seul niveau.
- Étape 4 : SVD est effectué sur la sous-bande LL (sur les composants RVB) du RVB décomposé image en tatouée  $SW = U_w S_w V_w^T$
- Étape 5 : Après avoir exécuté SVD sur les images d'origine et de tatouée, le résultat l'image du filigrane est ensuite intégrée à l'image d'origine à l'aide du facteur d'échelle ( $\alpha$ )  $SWI = S + \alpha (SW)$
- Étape 6 : La SVD inverse est effectuée sur l'image intégrée.
- Étape 7 : Enfin, une DWT 2D inverse est effectuée pour produire l'image tatouée.

## Algorithme d'extraction de tatouage

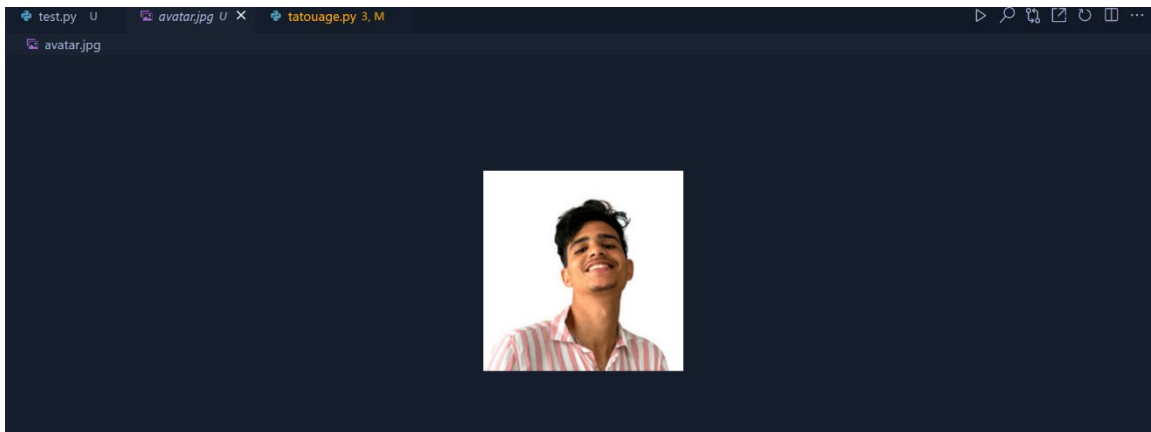
L'algorithme d'extraction pour le filigrane basé sur DWT-SVD, fonctionne comme suit :

- Étape 1 : L'image RVB  $N \times N$  d'origine est transformée en sous-bandes à l'aide d'un seul niveau DWT 2D.
- Step 2: SVD is performed on LL sub-band (on RGB components) of decomposed RGB original image  $S = U S V^T$
- 3 : Le filigrane de l'image RVB de taille  $M \times M$  est transformé en sous-bandes à l'aide DWT 2-D à un seul niveau.
- Step 4: SVD is performed on LL sub-band (on RGB components) of decomposed RGB watermark image  $SW = U_w S_w V_w^T$
- Etape 5 : L'image tatouée (sortie de l'incrustation) est transformée en sous-bandes en utilisant le DWT 2-D à un seul niveau.
- Étape 6 : SVD est effectué sur la sous-bande LL (sur les composants RVB) du RVB décomposé image en filigrane  $SWI = U_w S_w V_w^T$
- Étape 7 : Ensuite, l'extraction est appliquée à l'image SVD résultante en utilisant la même valeur du facteur d'échelle ( $\alpha$ )  $EWI = (SWI - S) / \alpha$
- Étape 8 : La SVD inverse est appliquée sur une image résultante après extraction.
- Étape 9 : Enfin, une DWT 2D inverse est effectuée pour obtenir l'image de filigrane extraite.

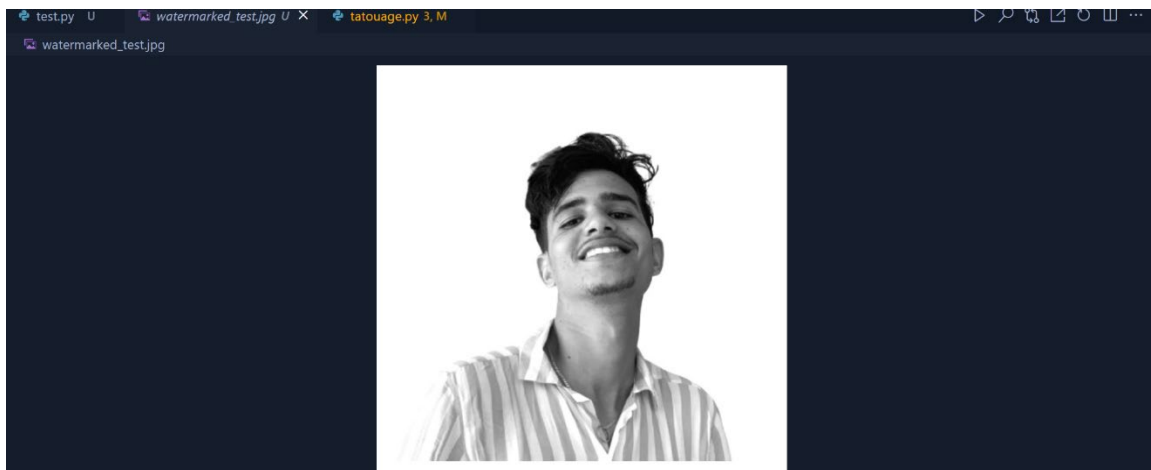
## Résultats expérimentaux

Link du projet sur [github](#) !

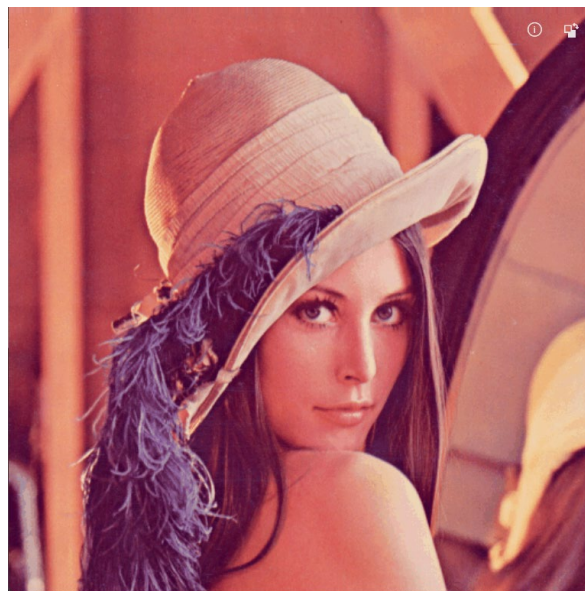
Image originale :



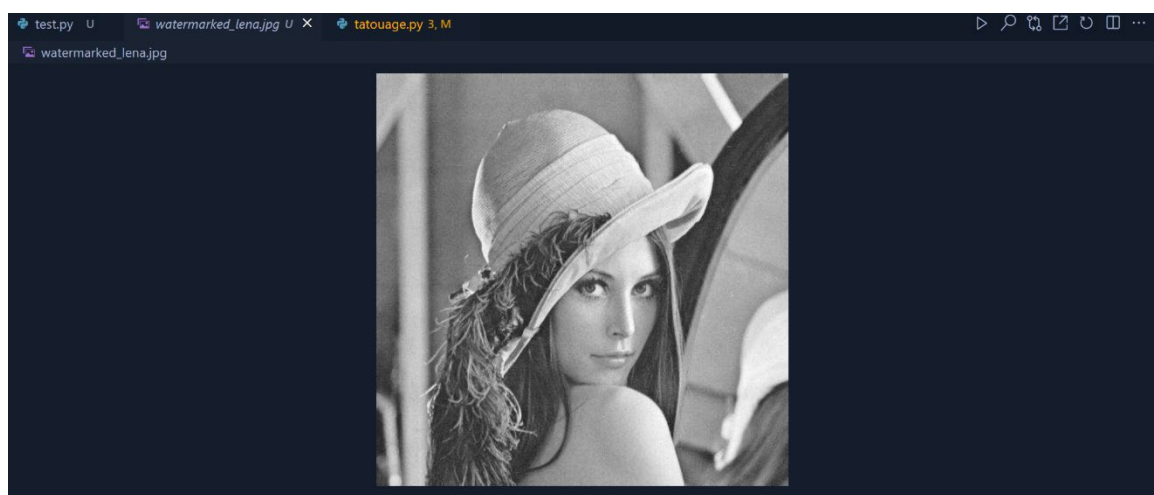
Résultat tatouage :



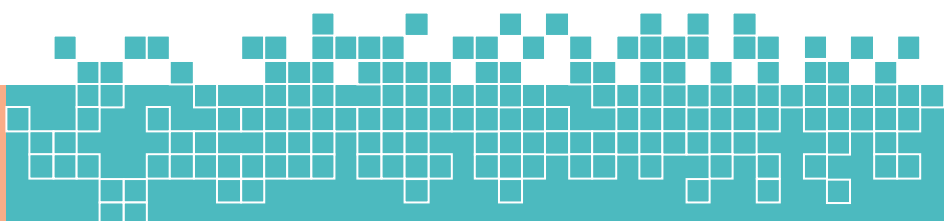
Image

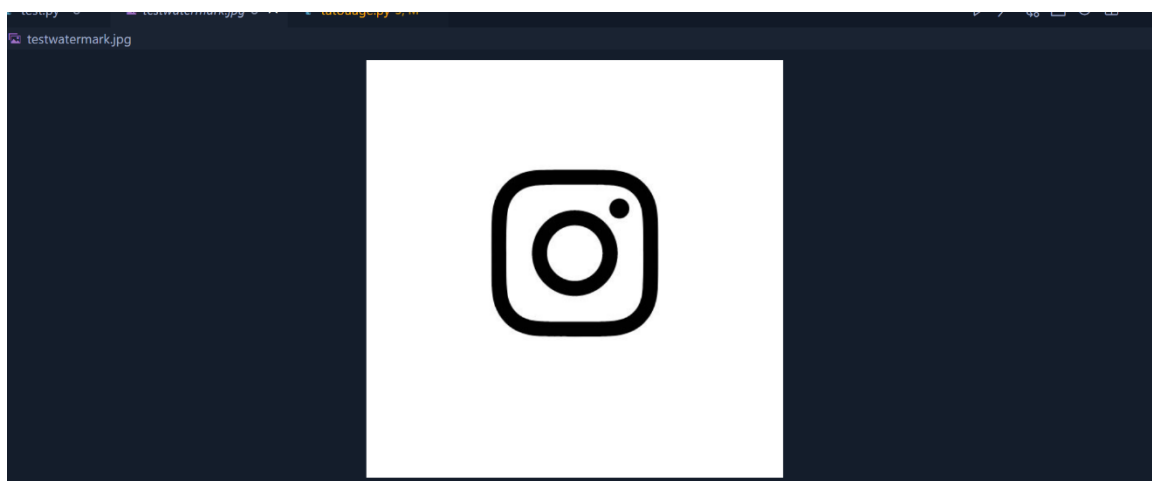
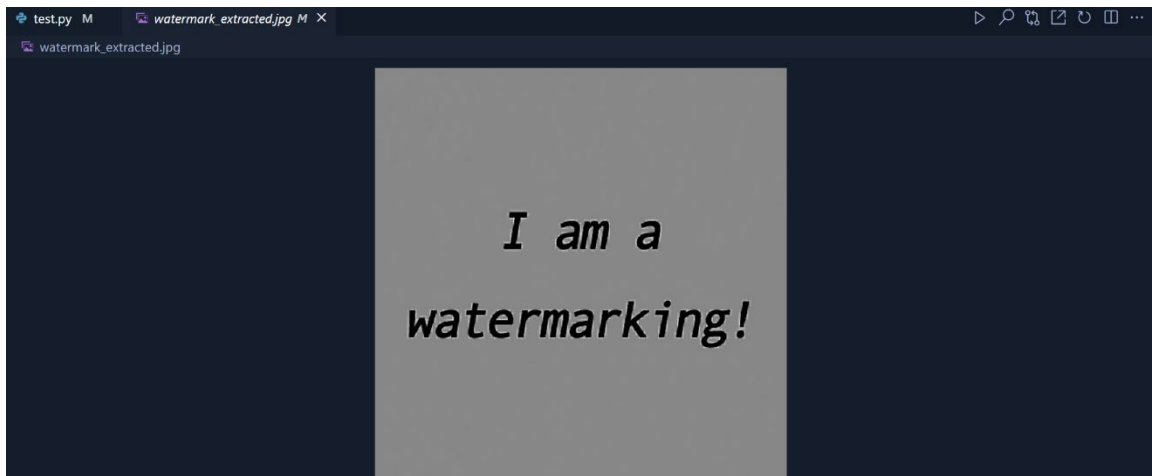


originale :

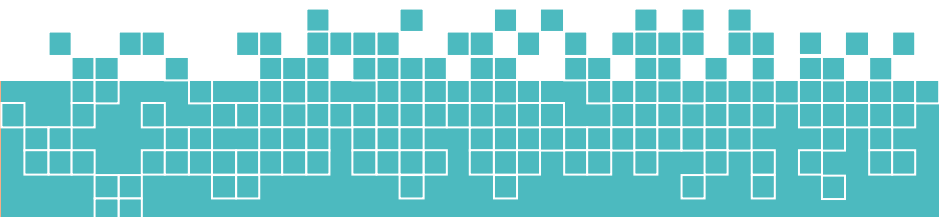
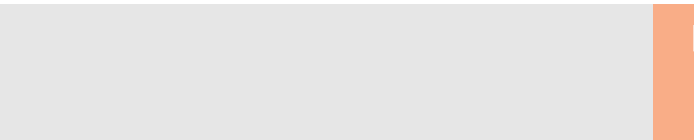
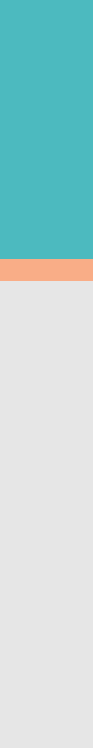


Résultat :





Tatouages extraits :



# BILAN DU PROJET

## APPORTS INDIVIDUELS ET COLLECTIFS

- **BOUKHALLAD AISSAME**

Ce projet m'a donné l'opportunité d'exploiter et d'aiguiser mes compétences que ce soit ceux retenues durant le cours de traitement d'image ou ceux en dehors.

Le développement d'un tel outil a permis de mettre en corrélation un grand nombre de technologies mais aussi de remettre le défi de faisabilité, de modularité et d'extensibilité du prototype réalisé. C'est là où l'aspect humain intervient pour relever ces défis.

En effet le travail en équipe depuis les premiers stades du projet a permis de lever le voile sur le poids de la dynamique d'échange qui devrait régner au sein de tout projet ainsi que de souligner les différents aspects de concentration, sérieux et engagement de tous les membres d'équipe.

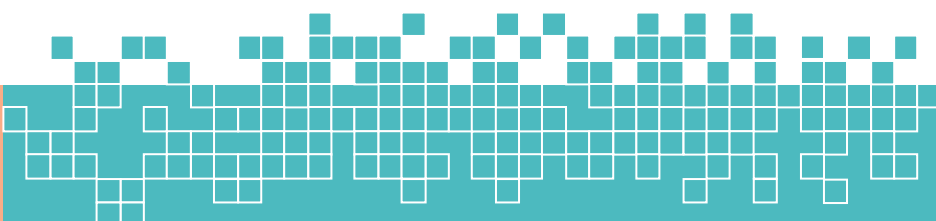
Ajouté à cela le fait que ce projet m'a permis d'élargir ma base de connaissances et obtenir un esprit d'ouverture envers d'autres technologies à travers la conciliation de différents langages et l'adoption de différents Framework intelligents.

Au-delà de l'aspect technique, j'ai pu remarquer que l'aspect humain est comme à chaque fois dans un projet, la part la plus importante.

- **KAMOUN AMINE**

Grâce à ce projet, j'ai pu élargir ma base de connaissances vis-à-vis de quelques techniques appliquées de l'informatique. En plus d'apprendre et de maîtriser de nouvelles connaissances concernant différentes technologies, ce projet a également souligné que le travail en équipe facilite la construction de projets par rapport au travail individuel et montre aussi le grand rôle que joue la maîtrise des technologies dans les projets universitaires et ce, afin de nous initier et nous préparer au marché de travail. Je tiens aussi à mettre le point sur le travail d'équipe et son importance dans l'élaboration des projets que ce soient les projets universitaires ou professionnels.

En effet, le fait d'aborder le projet de différents points de vue permet de faciliter sa construction, d'aborder une gestion des tâches équitable entre les membres de l'équipe et d'optimiser le temps d'exécution de chaque tâche.





## CONCLUSION GENERALE

Ce projet est le fruit de longues sessions de réflexions qui s'ont avérées enrichissantes et formatrices. Après avoir mené une étude du papier relative au déploiement de l'outil, nous avons pu acquérir une idée claire du procédé de développement d'une telle solution.

D'autre part, le développement d'un tel outil a cette particularité de rassembler divers corps de métiers : modélisation, conception, programmation, et bien d'autres. Cette pluridisciplinarité fut un obstacle que nous avons surmonté grâce aux compétences multiples et à la polyvalence de notre équipe. Cette plurivalence a notamment été mise à profit dans l'attribution des tâches afin que chacun tire parti de ses accomplissements.

Enfin, les temps impartis à la réalisation du projet furent brefs et il a fallu faire preuve de flexibilité et de persévérance, parfois pour respecter les délais, parfois pour respecter les contraintes technologiques imposées par le projet. Somme toute, nous avons retrouvé lors de ces trois semaines, les compétences, les contraintes mais aussi l'excitation d'un projet universitaire.

