

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique

Université Kasdi Merbah Ouargla  
Faculté Des Nouvelles Technologies de L'Information et La  
communication  
Département Informatique



## *Mémoire de master*

Spécialité : Administration et Sécurité des Réseaux

Présenté par : Mr REZZAG BARA FARES Mr BEN KHETTOU MOHAMMED ISLAM

Encadré par Mlle TOUMI CHAHRAZAD

## Thème

---

**Forensic throw (social networks) : a dataset  
construction and a study**

---

Soutenu le : .././2021

Devant le jury composé de:

Mlle	TOUMI CHAHRAZAD	Encadreur	M.A.A
Mr	ZITOUNI FAROUK	Membre de jury	M.C.A
Melle	AMEUR KHADIDJA	Membre de jury	M.C.C

Année universitaire 2020/2021

# Remerciements

*Nous remercions **ALLAH** le tout puissant d'avoir nous donner le courage, la force et la patience de mener à terme le présent travail.*

*La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui nous voulons témoigner toutes nos reconnaissances.*

*Nous offrons nos sincères et chaleureux remerciements à notre encadreur de recherche, Mlle. **Toumi Chahrazad**. Nous la remercions de nous avoir encadré, orienté, aidé et conseillé, son ouverture d'esprit, et ses qualités scientifiques exceptionnelles.*

*Nous remercions également nos parents pour leur soutien et leurs encouragements.*

*Nous remercions aussi les membres du jury d'avoir accepté de présider le jury de notre soutenance, et pour avoir accepté de juger ce modest travail.*

*Nous désirons aussi remercier les professeurs de notre faculté, qui nous avons fourni les outils nécessaires à la réussite de nos études universitaires.*

# Dédicaces

*Avant tout, je remercie **Allah** pour son aide et la force qu'il m'a donnée pour mener à bien ce travail.*

*Je dédie ce modeste travail :*

*À mes **parents** aimés qu'Allah les préserve pour toute l'aide qu'ils ont m'a donné, pour leur amour, leur patience et leur soutien toute ma vie.*

*À notre superviseur **Toumi chahrazad**.*

*À mes frères.*

*À toute ma famille maternelle et paternelle.*

*À tous mes chers amis.*

*À tous mes collègues d'études.*

*À tous ceux que j'aime et qui m'aiment.*

# Dédicaces

*Au meilleur des pères*

*A ma très chère maman*

*Qu'ils trouvent en moi la source de leur fierté*

*A qui je dois tout*

*A mes Amis*

*A tous ceux qui me sont chers*

## Résumé

Le développement rapide des technologies de l'information a un impact crucial sur la communication, surtout les réseaux sociaux. A travers ces derniers, il y a un échange de grande masse de données numériques et les photos sont parmi ces données. La plupart des photos publiées ou échangées sont des photos personnelles prises à l'aide de différents appareils. Ces photos sont utilisées dans des crimes, notamment pour fabriquer des mensonges et les publier pour attirer l'opinion publique, les menaces, l'usurpation. Et tout ça c'est la police judiciaire qui travaille à le combattre pour réparer ces crimes. De ce fait, nous sur les meilleures solutions pour aider la police juridique en détectant le criminel qui a pris la photo et l'a publiée ou envoyée via les sites. Dans ce cadre nous visons dans ce travail à créer une dataset contenant des appareils qui ont pris un grand groupe de photos, Détectez l'appareil utilisé pour prendre des photos et publiez-les sur les sites de réseaux sociaux Facebook Twitter et Messenger. Nous avons conçus et réaliser un système qui construit la dataset et il détecte les appareils qui prennent des photos en utilisant PRNU. De plus, Nous avons étudié le bruit après avoir envoyées ou publié des photos à travers ces sites.

**Mots clés :** imagerie, réseaux sociaux, crime, camera, bruit, Viber, Fcabook, Messenger, PRNU .

## ملخص

للتطور السريع لتكنولوجيا المعلومات تأثير حاسم على الاتصال ، وخاصة مع الشبكات الاجتماعية. من خلال هذه ، هناك تبادل لكتلة كبيرة من البيانات الرقمية والصور من بين هذه البيانات. معظم الصور المنشورة أو المشتركة هي صور شخصية تم التقاطها باستخدام أجهزة مختلفة. هذه الصور تستخدم في الجرائم وخاصة لتلفيق الأكاذيب ونشرها لجذب الرأي العام والتهديد والاغتصاب. وكل هذا من رجال الشرطة العدلية الذين يعملون على الكفاح لإصلاح هذه الجرائم. لهذا السبب نحن على أفضل الحلول لمساعدة الشرطة القانونية من خلال كشف المجرم الذي التقط الصورة ونشرها أو أرسلها عبر المواقع. ضمن هذا الإطار نهدف في هذا العمل إلى إنشاء مجموعة بيانات تحتوي على الأجهزة التي التقطت مجموعة كبيرة من الصور ، واكتشاف الجهاز المستخدم لالتقاط الصور ونشرها على مواقع التواصل الاجتماعي . لقد صممنا وبنينا نظاماً يبني مجموعة البيانات ويكتشف الأجهزة التي تلتقط الصور باستخدام ص.ضو. بالإضافة إلى ذلك ، قمنا بالتحقيق في الضوضاء بعد إرسال أو نشر الصور عبر هذه المواقع.

الكلمات الرئيسية صورة، شبكات إجتماعية، جرائمش  
PRNU, Pixel, Twitter, Fcabook, Messenger.

## Abstract

The rapid development of information technologies has a crucial impact on communication, especially with social networks. Through these, there is an exchange of large mass of digital data and photos are among this data. Most of the photos posted or shared are personal photos taken using different devices. These photos are used in crimes, in particular to fabricate lies and publish them to attract public opinion, threats, usurpation. And all this is the judicial police who work to fight to repair these crimes. Because of this, we on the best solutions to help the legal police by detecting the criminal who took the photo and published or sent it via the sites. Within this framework we aim in this work to create a dataset containing devices that have taken a large group of photos, Detect the device used to take photos and publish them on the social networking sites Facebook Twitter and Messenger. We have designed and built a system that builds the dataset and detects devices that take pictures using PRNU. In addition, We have investigated the noise after sending or posting photos through these sites.

**Keywords:** imagery, Viber, Fcabook, Messenger, PRNU, crime, camera, noise.

# Table des matières

<b>Table des matières</b>	<b>1</b>
<b>Table des figures</b>	<b>1</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>3</b>
<b>Liste des abréviations</b>	<b>4</b>
<b>Introduction Générale</b>	<b>5</b>
<b>1 Traitement d'image</b>	<b>1</b>
1.1 Introduction . . . . .	1
1.2 Définitions . . . . .	1
1.2.1 Qu'est ce que une image? . . . . .	1
1.2.2 Qu'est ce que une image numérique? . . . . .	1
1.3 Les caractéristiques d'une image numérique . . . . .	2
1.3.1 Le pixel . . . . .	2
1.3.2 Définition . . . . .	2
1.3.3 La Résolution . . . . .	3
1.3.4 Les Dimensions . . . . .	4
1.3.5 La Luminance . . . . .	4
1.3.6 La contraste . . . . .	4
1.3.7 Le histogramme . . . . .	4

1.3.8	Le Bruit . . . . .	5
1.4	Les types des images . . . . .	6
1.4.1	Image matricielle . . . . .	6
1.4.2	Image Vectorielle . . . . .	6
1.5	Formats des images . . . . .	7
1.6	La compression des images . . . . .	8
1.6.1	La compression avec perte . . . . .	8
1.6.2	La compression sans perte . . . . .	9
1.7	Codage des images . . . . .	9
1.7.1	Les images binaires . . . . .	10
1.7.2	Les images à niveaux de gris . . . . .	10
1.7.3	Les images couleurs . . . . .	11
1.8	La qualité des images . . . . .	12
1.8.1	Mesure d'évaluation la qualité des images . . . . .	12
1.9	Conclusion . . . . .	13
<b>2</b>	<b>Forensique et les réseaux sociaux</b>	<b>14</b>
2.1	Introduction . . . . .	14
2.2	Les réseaux sociaux . . . . .	14
2.2.1	Quelques définitions . . . . .	15
2.2.2	Statistiques . . . . .	16
2.3	Le droit d'auteur . . . . .	18
2.3.1	À quelles œuvres s'applique le droit d'auteur ? . . . . .	18
2.3.2	Les droits d'auteurs et l'image . . . . .	18
2.4	Fausse information . . . . .	19
2.4.1	Les images dans les réseaux sociaux . . . . .	19
2.4.2	La sécurisation images dans les réseaux sociaux . . . . .	20
2.5	Terminologie . . . . .	20
2.5.1	Crime . . . . .	20
2.5.2	Criminalité . . . . .	20



2.5.3	Criminologie . . . . .	20
2.5.4	Criminaliste . . . . .	21
2.5.5	Criminalistique . . . . .	21
2.5.6	Cybercriminalité . . . . .	22
2.6	L'informatique et criminalistique . . . . .	23
2.7	Forensique . . . . .	23
2.7.1	Multimedia Forensics . . . . .	24
2.7.2	Computer Forensics . . . . .	24
2.7.3	Software Forensics . . . . .	24
2.7.4	Mobile forensics . . . . .	25
2.8	L'appareil photographique . . . . .	25
2.8.1	L' appareil photographie numérique . . . . .	26
2.9	Capteur . . . . .	26
2.9.1	Capteur d'image . . . . .	26
2.9.2	Différence entre capteur CCD et capteur CMOS . . . . .	29
2.9.3	Perturbation du fonctionnement des capteurs d'images . . . . .	30
2.10	Le Bruit d'image . . . . .	31
2.10.1	Types de bruit d'image . . . . .	32
2.11	Conclusion . . . . .	33
<b>3</b>	<b>Conception et implémentation</b>	<b>34</b>
3.1	Introduction . . . . .	34
3.2	Motivation et objectif . . . . .	34
3.3	Description de data-set . . . . .	36
3.4	Architecture générale de notre système . . . . .	37
3.5	Implémentation . . . . .	39
3.6	Environnement de développement . . . . .	39
3.6.1	Environnement matériel . . . . .	39
3.6.2	Environnement logiciel . . . . .	39
3.7	Présentation de l'application desktop . . . . .	40

3.7.1	Authentification . . . . .	40
3.7.2	Détection device . . . . .	42
3.7.3	Data-set . . . . .	43
3.8	Résultats et discussions . . . . .	47
3.8.1	Résultat et discussion 1 . . . . .	47
3.8.2	Résultat et discussion 2 . . . . .	47
3.8.3	Discussion général . . . . .	49
3.9	Conclusion . . . . .	50
	<b>Conclusion générale</b>	<b>51</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>53</b>

# Table des figures

1.1	Représentation d'une image numérique . . . . .	2
1.2	Image et pixels . . . . .	3
1.3	Illustration de la résolution . . . . .	3
1.4	Exemple de Contraste . . . . .	4
1.5	Image avec histogramme . . . . .	5
1.6	Bruit d'une image . . . . .	5
1.7	Images matricielles et vectorielles . . . . .	6
1.8	Compression d'image avec perte . . . . .	9
1.9	Compression d'image sans perte . . . . .	9
1.10	Image binaire . . . . .	10
1.11	Image à niveau gris . . . . .	11
1.12	Image couleur . . . . .	11
2.1	Réseaux sociaux . . . . .	16
2.2	Classements des sites Réseaux sociaux les plus utilisés . . . . .	17
2.3	Fausse informations . . . . .	19
2.4	Criminalistique . . . . .	22
2.5	Schéma du forensics . . . . .	24
2.6	Appareil photographique . . . . .	25
2.7	Appareil photographique numérique . . . . .	26
2.8	Capteurs numériques d'image . . . . .	27

2.9	Schéma CCD . . . . .	28
2.10	Schéma CMOS . . . . .	29
2.11	Image avec CMOS et CCD . . . . .	30
2.12	Image original et ses bruits . . . . .	32
3.1	Architecture générale de notre système . . . . .	37
3.2	Interface d'authentification du système Best house . . . . .	41
3.3	Interface principal du système Best house . . . . .	41
3.4	Interface avant la détection d'appareil du système Best house . . . . .	42
3.5	Interface après la détection d'appareil du système Best house . . . . .	42
3.6	Interface après la sélection de dossier des images originaux du système Best house . . . . .	43
3.7	Le fichier CSV des images originaux . . . . .	43
3.8	Interface après la sélection de dossier des images publiées sur Facebook du système Best house . . . . .	44
3.9	Le fichier CSV des images publiés sur facebook . . . . .	44
3.10	Interface après la sélection de dossier des photos envoyées via Messenger du système Best house . . . . .	45
3.11	Le fichier CSV des photos envoyées via messenger . . . . .	45
3.12	Interface après la sélection de dossier des photos envoyées via Viber du système Best house . . . . .	46
3.13	Le fichier CSV des photos envoyées via Viber . . . . .	46
3.14	Le score des photos originaux . . . . .	47
3.15	Le score des photos publiées sur Facebook . . . . .	48
3.16	Le score des photos envoyées via Messenger . . . . .	48
3.17	Le score des photos envoyées via Viber . . . . .	49
3.18	la moyenne du score des photos envoyées/publiées via les réseaux sociaux et les photos originaux. . . . .	49

# Liste des tableaux

1.1	Les formats d'images . . . . .	8
2.1	classements des Sites Réseaux sociaux les plus utilisés . . . . .	17
3.1	Les différentes caractéristiques des photos dans dataset . . . . .	36
3.2	Les différents appareils utilisés pour prendre les photos . . . . .	37

# Liste des abréviations

TIFF	Tagged Image File Format
GIF	Graphics Interchange Format
JPEG	Joint Photographic Experts Group
PNG	Portable Network Graphics
TIF/TIFF	Tagged image (file) format
BMP	Bit map picture
AI	Adobe Illustrator
PS/EPS	Postscript /Encapsulated Postscript
FLA/SWF	Flash
PDF	Portable Document Format
PICT	Picture
RSO	Réseaux Sociaux
DPI	dots per inch (En anglais)
ppp	points par pouce (En français)
PSNR	sigle de Peak Signal to Noise Ratio
RGB	Red, Green, Bleu
PRNU	Photo Response Non-Uniformity
FPN	Fixed pattern noise

# Introduction Générale

Aujourd'hui, avec l'évolution et les avancées de la technologie et de la communication dans le monde, des réseaux sociaux sont apparus (Twitter, Facebook, Messenger, Instagram, Viber....), sont actuellement préoccupées de faciliter les interactions entre les personnes dans le monde entier. Chaque personne échange (envoie et/ou publie) des informations sur ces sites, parmi les informations les plus échangées sont les *images*. Mais la communication sociale est également devenue négative car grâce à cet échange, de nombreux crimes se produisent, y compris l'usurpation d'identité et des menaces, les fausses informations. Et à travers ces sites, des photos prises par différents appareils (smartphone, appareils photo, scanner..... ), sont également échangées ou publiées. Ces photos sont également publiées pour de nombreux crimes. En effet, l'un des plus importants médico-légaux (forensique) tâches détecter les caméras sources d'un ensemble de données (dataset) images numériques (avant la publication, l'envoi ou après la publication, l'envoi via les réseaux sociaux).

De ce fait, certaines questions se soulèvent et certains des problèmes attendent d'être résolus. (i) Concernant l'identification de caméra source d'un ensemble de données(dataset), les problèmes suivants peuvent être posés : comment les réseaux sociaux traitent diverses images envoyées? et est-ce qu'il ya un bruit lors de leurs envoies via les réseaux sociaux? , existe-t-il une dataset pour le forensique?

L'objectif principal est de détecter la caméra source d'une photo données. Nous avons fixé autres objectifs : la création d'une dataset pour le forensique (médecine légal) pour faciliter la détection des appareils de personnes qui commettent des crimes. Et étudiez si les photos changent lorsqu'elles sont envoyées, publiées via les médias sociaux ou non.

Nous entendons par là que la valeur du bruit change après son envoi, publication ou non.

Notre mémoire sera décliné en trois chapitres :

**Chapitre 1 :** dans ce chapitre nous allons parler sur les notions de base d'image numérique et leurs types et formats. En fin, la représentation des couleurs des images.

**Chapitre 2 :** présenter les réseaux sociaux et les images dans les réseaux sociaux. Deuxièmement, mettre le point sur la criminalité et le forensique. En fin, nous allons parler sur les appareils photos et le bruit des images.

**Chapitre 3 :** dans le troisième chapitre nous allons présenter la motivation et objectifs de ce travail, la conception de notre système et leur implémentation et résultats.

Nous terminons ce mémoire par une conclusion générale et quelques perspectives pour des travaux futures.



# Traitement d'image

## 1.1 Introduction

Dans nos jours l'imagerie numérique joue un rôle essentiel dans plusieurs domaines. Dans ce chapitre, nous aborderons les notions de base sur les images en commençant par quelques définitions générales, ensuite nous détaillerons les caractéristiques et les types des images. Enfin nous terminerons par la représentation des couleurs des images et leurs formats.

## 1.2 Définitions

### 1.2.1 Qu'est ce que une image ?

Une image est une représentation visuelle d'un objet, d'une personne ou d'une scène.[1] C'est aussi un ensemble structuré d'informations qui, après affichage, ont une signification pour l'œil humain.[2]

### 1.2.2 Qu'est ce que une image numérique ?

L'image numérique est une matrice de  $X \times Y$  pixels (Picture élément) correspondant à l'échantillonnage et la quantification d'un signal acquis avec une caméra. Chaque pixel est associé à un niveau de gris  $n$ , ou des niveaux de composante couleur codé sur  $N$

bits et qui représentent respectivement le niveau de luminosité ,ou de couleur de la zone correspondante dans la scène observée. Chaque pixel est localisé par ses coordonnées  $x$  et  $y$  dans l'image.[3]

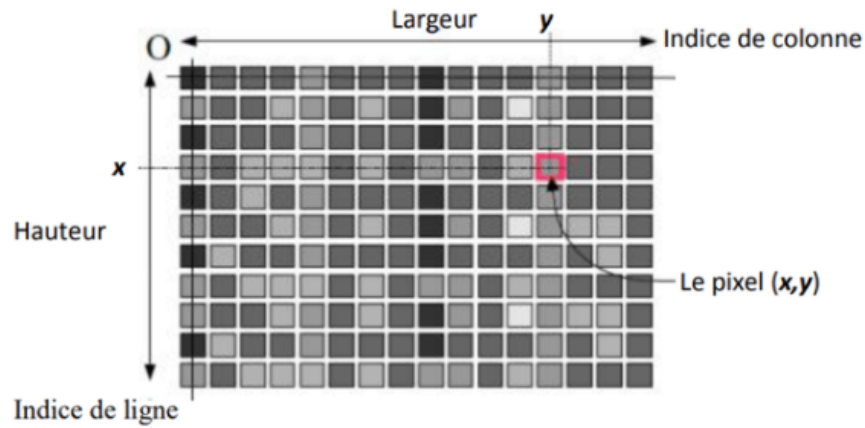


FIGURE 1.1: Représentation d'une image numérique[4]

## 1.3 Les caractéristiques d'une image numérique

L'image est un ensemble structuré d'informations. Elle a les caractéristiques suivantes :

### 1.3.1 Le pixel

Le pixel (PICture ELeMent) est le plus petit élément d'une image électronique, et ne peut être subdivisé qu'en créant des informations répétitives, c'est-à-dire qu'une meilleure résolution signifierait que tous les nouveaux pixels seraient à l'intérieur des anciens pixels et auraient la même valeur.[5]

### 1.3.2 Définition

La définition est le nombre des pixels que comporte une image en largeur et en hauteur.[6]

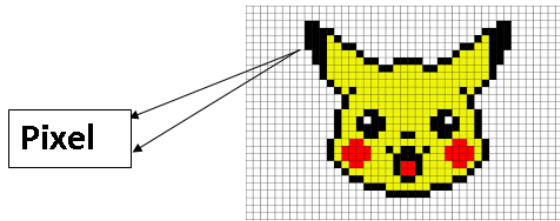


FIGURE 1.2: Image et pixels

### 1.3.3 La Résolution

Elle définit le degré de détail qui va être représenté sur l'image. Plus la résolution est élevée, plus la quantité d'informations qui décrit la structure à numériser est importante.[7] le nombre de pixels contenus dans l'image par unité de longueur. Sur les écrans on parle de pixel, les médias imprimés parlent de points ou dots. Par conséquent la résolution dans le domaine de l'écran est ppi - pixels per inch (PPP en français :pixels par pouce). La résolution dans le domaine des médias imprimés est dpi - dots per inch.[8]

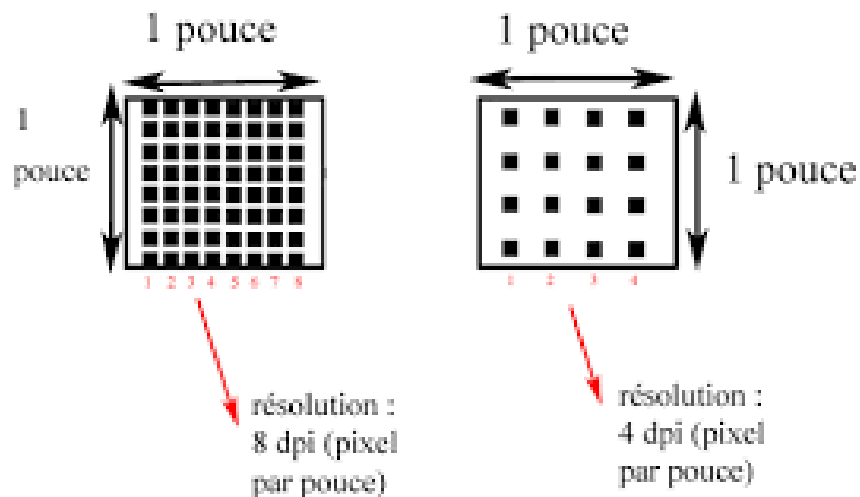


FIGURE 1.3: Illustration de la résolution[9]

### 1.3.4 Les Dimensions

C'est la taille de l'image. ce sont les mesures horizontales et verticales d'une image exprimées en pixels.[10]

### 1.3.5 La Luminance

Luminance désigne le signal qui détermine les valeurs de contraste d'une image, du noir le plus profond jusqu'au blanc le plus pur.[11]

### 1.3.6 La contraste

Contraste est défini comme la différence des intensités moyennes du fond et de l'objet, qui caractérise la différence d'intensité entre l'objet et le fond.[12]



FIGURE 1.4: Exemple de Contraste [13]

### 1.3.7 Le histogramme

L'histogramme est une fonction permettant de donner la fréquence d'apparition des différents niveaux de gris ou couleur qui composent l'image. [14]

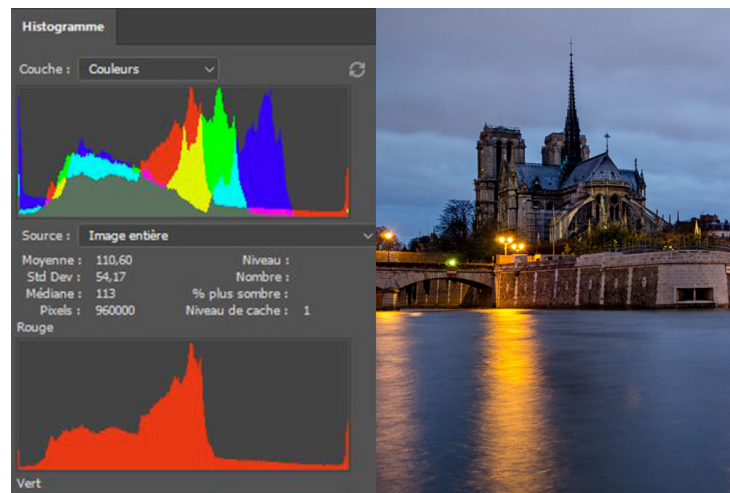


FIGURE 1.5: Image avec histogramme

### 1.3.8 Le Bruit

Le bruit d'une image représente les pixels de l'image dont l'intensité est très distincte de celles des pixels voisins ; le bruit peut provenir cause de certains défauts électroniques. [15]

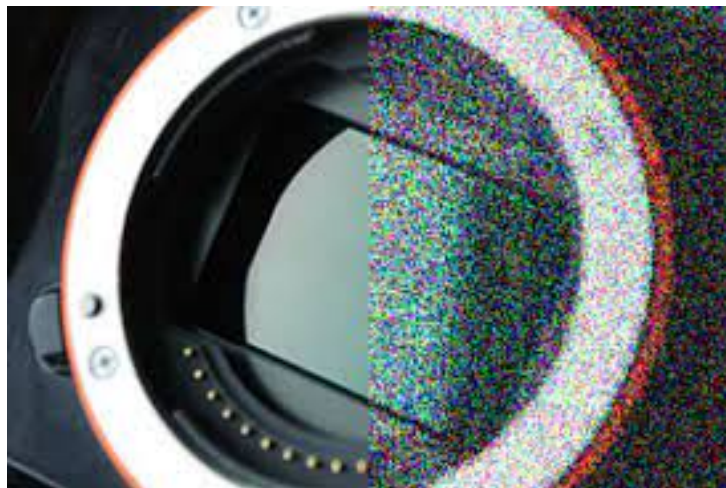


FIGURE 1.6: Bruit d'une image

## 1.4 Les types des images

Il existe deux types d'images :

### 1.4.1 Image matricielle

Elle est une grille de pixels que l'on ne voit pas à l'œil nu. Lors de l'agrandissement devient floue car les pixels ressortent.[16]

Chaque Pixel est un tout petit carré ayant une place bien définie avec sa propre couleur et l'image devient alors un quadrillage de Pixels qui, placés les uns à côté des autres, restituent le rendu visuel.[17]

### 1.4.2 Image Vectorielle

Elle est composée de lignes de segments qui sont liés entre eux par des formules mathématiques. Une image vectorielle se redimensionne aisément, sans aucune perte de qualité.

Ces images sont très utiles des calculs pouvant être réalisés à chaque fois, pour des reproductions à grande échelle, afin d'obtenir l'image exacte.[18]

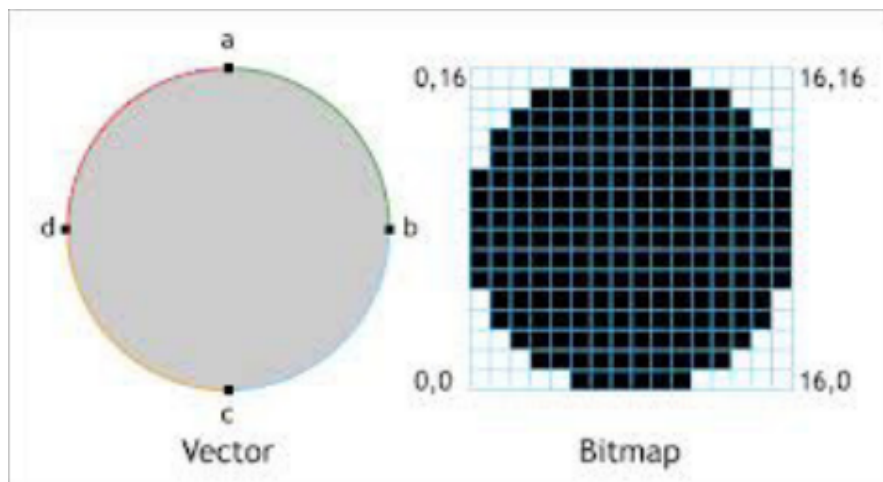


FIGURE 1.7: Images matricielles et vectorielles[19]

## 1.5 Formats des images

Les images sont classées en différents formats, chacun ayant leurs propres caractéristiques, avantages et inconvénients. Certains des formats populaires utilisés aujourd'hui sont PNG, JPEG, JIFF, BMP, GIF etc. Deux de ces formats sont discutés ici.

**GIF** : (**Extension : .GIF**) est utilisé dans le but de stocker plusieurs images bitmap dans un fichier unique pour l'échange entre les plateformes et les images. Il est souvent utilisé pour stocker des graphiques multibits et des données d'image. GIF n'était pas associé à une application logicielle particulière, mais était conçu pour permettre l'échange et la visualisation faciles des données d'image stockées sur des systèmes informatiques locaux ou distants. [20]

**PNG** : (**Extensions :.png**) qui signifie Portable Network Graphics est très format d'image populaire utilisé sur Internet. Ce format était développé pour surmonter les inconvénients des formats de fichiers GIF.[21]

**JPEG ou JPG** : (**Extension .jpg, .jpeg, .jpe ou .jif**) Le format le plus connu, c'est-à-dire JPEG, est l'abréviation de "Joint Photographic Experts Group", qui est aussi le nom du comité qui a développé ce format d'image populaire. JPEG est un format de fichier image compressé. Images JPEG se composent d'une vaste gamme de couleurs qui en font le meilleur choix pour compresser des images photographiques. C'est un très format populaire ainsi, vous le rencontrerez plusieurs fois dans votre vie de tous les jours. Bien que les images JPEG soient élevées images de résolution qui ont une profondeur de couleur et une clarté élevées, il est un format avec perte, ce qui signifie qu'une certaine qualité est perdue lorsque le l'image est compressée.[21]

**BMP** : (**Extension : .bmp**) est un format de fichier historique (mais toujours couramment utilisé) pour le système d'exploitation historique (mais toujours couramment utilisé) appelé "Windows". Les images BMP peuvent aller du noir et blanc (1 bit par pixel) jusqu'à 24 bit de couleur (16,7 millions de couleurs). Bien que les images puissent être compressées, ceci est rarement utilisé dans la pratique et ne sera pas discuté en détail ici. [22]

**PICT** : (**Extension : .pct**) c'est un général format qui peut stocker des affichages gra-

priques comme orientés objet dessins ou sous forme d'images mappées en pixels et est disponible sous forme de une option pour enregistrer des fichiers dans pratiquement tous les Macintosh programmes d'applications graphiques. [23]

PDF :(**Extension : .pdf**) ce format de fichier universel, créé par Adobe, est une version simplifiée du format Post script. C'est-à-dire qu'il conserve la police, les images, la mise en page et les graphiques du document, peu importe l'application ayant servi à le créer.[24] Le tableau 1.1suivant récapitule les formats d'images matricielle/vectorielle.

Nom du format	Type(matricielle/vectoriel)
JPEG JPEG 2000	matricielle
TIFF	matricielle
GIF	matricielle
PICT	vectoriel
PNG	matricielle
BMP	matricielle
PDF	vectoriel

TABLE 1.1: Les formats d'images

## 1.6 La compression des images

Compresser une image = réduire redondance des données d'image afin de pouvoir stocker ou transmettre des données sous une forme efficace. Cela se traduit par la réduction de la taille du fichier et permet de stocker plus d'images dans une quantité donnée d'espace disque ou mémoire. Processus inverse : décompression (par exemple pour afficher l'image). Concerne essentiellement les images bitmap.[25]

La compression d'image peut être avec ou sans perte.

### 1.6.1 La compression avec perte

La compression avec perte est de préserver les informations visuelles critiques de l'image signal tout en réduisant le débit utilisé pour coder l'image pour une transmission et un



stockage efficaces. Pour différents scénarios d'application, des compromis sont faits pour équilibrer la qualité de l'image compressée et le débit du code.[26]

L'image originale ne peut pas être récupérée à partir de l'image compressée car une certaine quantification des pertes sont rencontrées lors de l'encodage de l'image.[27]

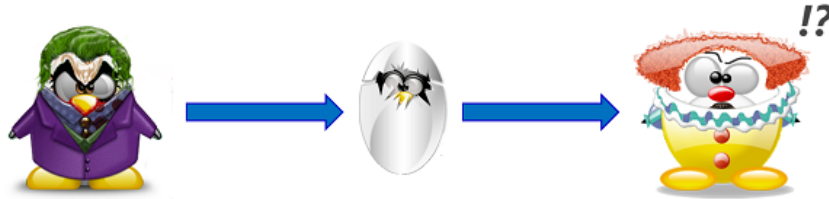


FIGURE 1.8: Compression d'image avec perte [28]

### 1.6.2 La compression sans perte

L'image originale peut être récupérée parfaitement à partir du image compressée.[27]

Les méthodes de la compression sans perte ne donnent généralement pas une très bon taux de compression (typiquement de l'ordre de 3 à 4 fois la taille des données d'origine), mais l'image reconstruite est exacte réplique de l'image originale. [29]

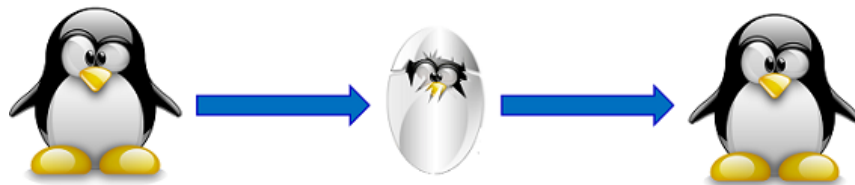


FIGURE 1.9: Compression d'image sans perte [28]

## 1.7 Codage des images

Il existe trois codes de représentation d'image, qui sont décrits ci-dessous.

### 1.7.1 Les images binaires

L'image binaire (ou noir et blanc) est courante et apparaît souvent sous forme de dessins animés dans les journaux et les magazines. Se cacher est difficile pour le image binaire puisque chacun de ses pixels noirs ou blancs ne nécessite qu'une représentation binaire.[30] Codage en 1 bit par pixel (bpp) 2 possibilités : [0,1].

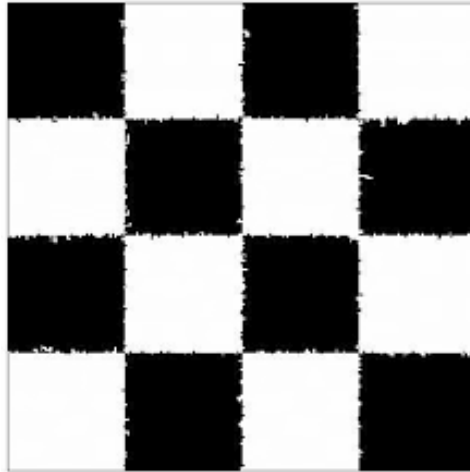


FIGURE 1.10: Image binaire[31]

### 1.7.2 Les images à niveaux de gris

Elle est également connue sous le nom d'image d'intensité, d'échelle de gris ou de niveau de gris. Tableau de classe uint8, uint16, int16, simple ou double dont le pixel les valeurs spécifient les valeurs d'intensité. Pour les baies simples ou doubles, les valeurs vont de [0, 1]. Pour uint8, les valeurs vont de [0,255]. Pour uint16, les valeurs vont de [0, 65535]. Pour int16, les valeurs plage de [-32768, 32767].[32]



FIGURE 1.11: Image à niveau gris[33]

### 1.7.3 Les images couleurs

La couleur de pixel est définie par 3 composantes (couleurs) : Rouge, Vert, Bleu, (en anglais RGB, Red, Green, Blue). L'intensité de chaque composante est codée sur 8 bits, donc chaque composante a une valeur comprise entre 0 (absence de couleur) et 255 (intensité maximale de la couleur).[34]



FIGURE 1.12: Image couleur

## 1.8 La qualité des images

La qualité des images est devenue un critère primordial pour tout traitement. Par relation de cause à effet, il est devenu indispensable de pouvoir juger de la qualité de l’image après traitement par rapport à l’image initiale.

La perte d’information causée par un traitement se traduit par une altération de l’image d’origine, il est indispensable de pouvoir évaluer cette perte de qualité de l’image altérée par rapport à l’image d’origine. Une première façon de procéder est de faire appel à des observateurs humains pour évaluer les images.[35]

### 1.8.1 Mesure d’évaluation la qualité des images

Méthodes largement utilisées c’est les méthodes avec référence complète :

Les méthodes ou mesures d’évaluation de la qualité de l’image telle que MSE Erreur quadratique moyenne en anglais (Mean Square Error), PSNR (Peak Signal To Noise Ratio) rapport crête signal sur bruit, sont principalement applicables car elles sont simples à calculer, claires dans les significations physiques, et également pratiques pour mettre en œuvre les mathématiques dans le contexte d’optimisation.[36]

#### L’erreur quadratique moyenne (MSE)

L’image dégradée  $\hat{I}$  est toujours comparée à l’originale  $I$  pour déterminer son rapport de ressemblance. Ce critère est le plus utilisé se basant sur la mesure de l’erreur quadratique moyenne (MSE) calculée entre les pixels originaux et dégradés.[37]

$$MSE = \frac{1}{M * N} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N (I(x, y) - \hat{I}(x, y))^2 \quad (1.1)$$

#### Le rapport crête signal sur bruit (PSNR)

Au lieu de mesurer la distorsion, cette valeur (Peak Signal to Noise Ratio, PSNR) mesure la fidélité, puisqu’elle est proportionnelle à la qualité. Tout de même, elle est une fonction de MSE ; sa définition et son utilisation proviennent du domaine du traitement

de signal :[37]

$$PSNR = 10 \log \left( \frac{I_{max}^2}{MSE} \right) \quad (1.2)$$

## 1.9 Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre une représentation générale sur l'image et leurs formats, ensuite nous avons présenté la représentation des couleurs des images.

Dans le chapitre suivant nous allons présenter le forensique et les réseaux sociaux.

# Forensique et les réseaux sociaux

## 2.1 Introduction

À notre époque, nous remarquons que de nombreuses personnes utilisent Internet, en particulier les réseaux sociaux, car ils envoient ou publient leurs informations personnelles via eux, notamment des photos. Et ces images envoyées via ces réseaux conduisent à de nombreux délits, dont des menaces ou des usurpations d'identité, intimidation, chantage et les fausses informations. Alors, la nécessité de s'attaquer rapidement ces crimes augmente de jour en jour pour aider à assurer la justice.

Dans ce chapitre, nous aborderons les réseaux sociaux et les images dans les réseaux sociaux, ensuite nous parlerons du droit d'auteur et les fausses informations qui circulent via les réseaux sociaux puis la criminalité, forensique et les appareils photographiques, le bruit des images. Enfin nous terminerons avec les capteurs des images et le bruit des images.

## 2.2 Les réseaux sociaux

Sont des sites internet permettant aux utilisateurs de se créer une page personnelle afin de partager et d'échanger des images (des informations ,vidéos ..) avec leur communauté d'amis et leur réseau de connaissances. [38]

### 2.2.1 Quelques définitions

RSO (réseau social) est généralement utilisé comme un terme générique qui décrit une variété de plateformes en ligne, y compris les blogs, les réseaux d'affaires, les projets collaboratifs, les réseaux sociaux d'entreprise (SN), les forums, les microblogs, le partage de photos, les produits avis, jeu social, partage vidéo et les mondes virtuels. Compte tenu de ce large éventail de plates-formes RSO, les applications de RSO sont assez diverses et non limitées du partage d'instantanés de vacances ou de publicité et de promotion. [39]

Le concept de réseaux sociaux englobe une vaste gamme de communication. Il peut être défini comme un ensemble de les relations, les comportements, les sentiments, l'empirisme et l'interaction entre les consommateurs, les marques, dans laquelle il y a une communication multidirectionnelle, l'échange d'expérience avec des outils de communication avancés. Les réseaux sociaux offrent aux utilisateurs de nombreuses possibilités d'interaction, d'intégration et de personnalisation des sites pour les internautes dans la dimension internationale et globale. [40]

Plus de 4,5 milliards de personnes utilisent désormais Internet, tandis que les utilisateurs des réseaux sociaux ont dépassé la barre des **4.33 billion**. Près de 60 pour cent de la population mondiale est déjà en ligne, et les dernières tendances suggèrent que plus de la moitié de la population mondiale totale utilisera les médias sociaux d'ici le milieu de cette année,[41] et parmi ces sites on trouve :

- \* **Facebook** : Facebook est le site de réseau social permet la création de page, le jeu en ligne ou encore d'aimer ou d'interagir sur des sujets ou encore des pages de personnalités. [42]
- \* **Messenger** : Messenger ou encore « chat » ; mot dérivé de l'anglais « to chat » qui signifie bavarder. C'est l'application Facebook officielle qui te laisse avoir des conversations texte avec tous tes amis sur le populaire réseau social. [43]
- \* **Twitter** : Twitter est le site de réseau social le plus connu en matière de microblogues (microblogging). Twitter est principalement utilisé en matière de publication, mais il est au cœur de toutes actions liées aux réseaux sociaux puisqu'il permet la publication et le partage de contenu, la discussion ainsi que le réseautage.[44]

- \* **Whatsapp** : Whatsapp est une application mobile de messagerie multiplateforme. Elle permet aux utilisateurs de communiquer avec leurs contacts possédant eux aussi le logiciel sur leurs smartphones gratuitement, sans avoir à effectuer d'appel ou envoyer de SMS, pour peu qu'elles aient une connexion internet.[45]
- \* **Viber** : Viber aussi l'application d'appel et de messagerie multiplateforme. Conçue spécialement pour les appareils électroniques comme les Smartphones, tablettes, ou les ordinateurs. L'une des caractéristiques de l'application Viber est qu'elle fonctionne à travers le numéro de téléphone de celui ou celle qui l'utilise. La communication entre les différents utilisateurs inscrits est gratuite et sécurisée. [46]
- \* **Instagram** : Instagram est principalement mobilisé par ces médias comme un outil de marketing leur permettant de susciter l'attention des abonnés de ce réseau social sur leurs contenus, et moins comme un outil journalistique destiné à informer le public. [47]



---

FIGURE 2.1: Réseaux sociaux

### 2.2.2 Statistiques

Sur la base des données accessibles au public jusqu'au 17 avril 2021, au moins 17 plateformes de médias sociaux comptent 300 millions d'utilisateurs actifs mensuels ou plus. La figure 2.2 suivante explique classements des Sites Réseaux sociaux les plus utilisés. Le tableau 2.1 détaille les classements des réseaux sociaux et le nombres des utilisateurs.[48]



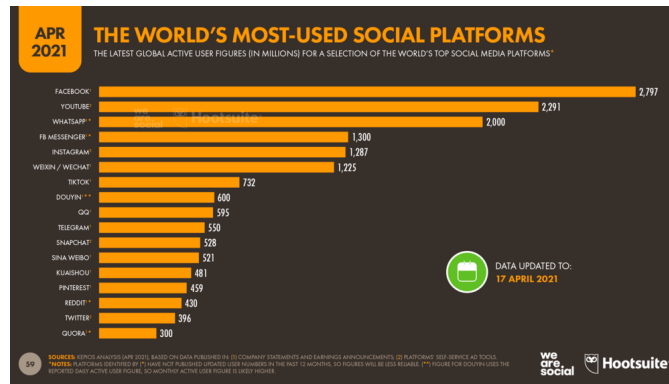


FIGURE 2.2: Classements des sites Réseaux sociaux les plus utilisés[48]

Classements	Réseaux sociaux	Utilisateur en milion
1	Facebook	2797
2	You Tube	2291
3	WhatsApp	2 000
4	Facebook Messenger	1300
5	Instagram	1287
6	WeChat	1225
7	TikTok	732
8	Douyin	600
9	QQ	595
10	Telegram	550
11	Snapchat	528
12	Sina Weibo	521
13	Kuaishou	481
14	Pinterest	459
15	Reddit	430
16	Twitter	396

TABLE 2.1: classements des Sites Réseaux sociaux les plus utilisés

## 2.3 Le droit d’auteur

Le droit d’auteur est un terme juridique désignant les droits dont jouissent les créateurs sur leurs œuvres littéraires et artistiques. Les œuvres protégées par le droit d’auteur vont des livres, œuvres musicales, peintures, sculptures et films aux programmes d’ordinateur, bases de données, créations publicitaires, cartes et dessins techniques.[49]

### 2.3.1 À quelles œuvres s’applique le droit d’auteur ?

Les lois ne contiennent généralement pas de liste exhaustive des œuvres protégées par le droit d’auteur. Cependant, d’une manière générale, les œuvres protégées par le droit d’auteur dans le monde comprennent notamment :

- Les œuvres littéraires tels les romans, poèmes, pièces de théâtre, ouvrages de référence ou articles de journaux ;
- Les programmes d’ordinateur, les bases de données ;
- Les films, les compositions musicales et les œuvres chorégraphiques ;
- Les œuvres artistiques telles que les peintures, dessins, photographies et sculptures
- Les œuvres d’architecture ; et les créations publicitaires, les cartes et les dessins techniques.[50]

### 2.3.2 Les droits d’auteurs et l’image

Le droit à l’image est un droit de la personnalité qui permet à toute personne d’autoriser ou d’interdire (sauf exceptions) la diffusion de son image notamment au sein d’une photographie ou d’une vidéo dès lors qu’elle est reconnaissable. Ce droit de la personnalité est prévu à l’article 9 du Code civil et est parfaitement distinct des droits d’auteur. Le droit d’auteur n’a en principe pas vocation à tout protéger. Le risque de voir toute nouvelle création bloquée implique d’une part que les idées ne soient pas protégées et d’autre part qu’il existe un seuil en dessous duquel la création peut être librement réutilisée par un tiers.[51]

Les images graphiques, picturales, photographiques ou sous la forme d’un film sont

également des œuvres susceptibles d’être protégées par le droit d’auteur. Par exemple, à supposer qu’elle soit originale, une photographie peut également bénéficier d’une protection par le droit d’auteur au même titre que tout autre œuvre, à partir du moment où elle exprime les choix créatifs de son auteur<sup>125</sup>. En Allemagne, le droit d’auteur reconnaît même des droits voisins sur une photographie non originale.<sup>[52]</sup>

## 2.4 Fausses informations

"Fausses nouvelles" qui, en tant que concept, a explosé pour inclure plus que de simples informations fausses, avec des partisans les armant pour jeter le discrédit sur la véracité des affirmations de ceux qui s’y opposent politiquement. Nous identifions sept types différents de contenus en ligne sous l’étiquette de « fake news » (fausses nouvelles, contenu polarisé, satire, fausses déclarations, commentaires, informations persuasives et journalisme citoyen) et les opposer aux « vraies nouvelles » en introduisant une taxonomie des indicateurs opérationnels dans quatre domaines—message, source, structure et réseau—qui, ensemble, peuvent aider à lever l’ambiguïté sur la nature du contenu d’actualités en ligne.<sup>[53]</sup>

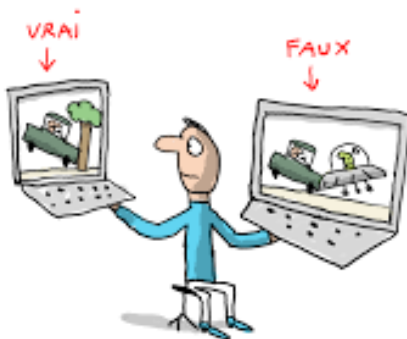


FIGURE 2.3: Fausses informations

### 2.4.1 Les images dans les réseaux sociaux

Les réseaux sociaux sont des sources majeures de partage d’images et de messages secrets entre les gens. À ce jour, ces réseaux ne sont pas strictement limités par les lois

sur le droit d'auteur qui le partage d'images, la messagerie secrète et son authentification sont vulnérables à de nombreux risques le maintien de la confidentialité, de l'intégrité et de l'authenticité des messages secrets des systèmes de communication d'aujourd'hui.[54]

## 2.4.2 La sécurisation images dans les réseaux sociaux

La sécurisation des images est devenue est aujourd'hui primordial a cause des pirates informatiques et toute autre attaque préjudiciable sur ses comptes de réseaux sociaux, alors il faut sécuriser ces images car :

- \* Les images est dissuader le piratage dans les réseaux sociaux.
- \* Identifier le créateur d'une image.
- \* Bloquer les images d'être vu par des utilisateurs qui ne devraient pas y avoir accès (Protéger les informations).

## 2.5 Terminologie

### 2.5.1 Crime

Ensemble des actes illégaux, délictueux (délits) et criminels (crimes), commis dans un milieu donne, a une époque donnée, la criminalité est la transgression des normes juridiques d'un système social.[55]

### 2.5.2 Criminalité

Ensemble des actes criminels dans une période et un milieu donnés. La catégorie des infractions les plus graves, catégorie plus ou moins vaste suivant les pays et système juridiques.[56]

### 2.5.3 Criminologie

Est la science qui étudie les caractéristiques, les raisons et les causes du phénomène criminel. Est une approche théorique, méthodologique et interventionniste de comprendre

le crime et son contrôle qui considère la criminalité et les agents de son contrôle comme produits culturels.[57]

#### 2.5.4 Criminaliste

Fonctionnaires de la police nationale, les ingénieurs de la police scientifique et technique concourent à l'identification des auteurs d'infractions.[58]

#### 2.5.5 Criminalistique

Peut être entendue de deux sens. **Au sens large**, c'est l'ensemble des procédés applicables à la recherche et à l'étude matérielles du crime pour aboutir à sa preuve. Dans ce cas, il convient de distinguer : des procédés policiers (1), mis en œuvre pour la conduite d'une enquête, y compris le recueil des preuves de crime ; des procédés scientifiques (2), employés à la démonstration de ces preuves de crime ; des procédés juridiques, encadrant et codifiant l'administration, dans les formes de droit, de ces preuves de crime, qu'on les recueille ou qu'on les démontre. La Science, là, se situe à mi-chemin de la Police et de la Justice.

**Au sens strict**, la Criminalistique sera cette science seule, séparée même de la médecine, de la toxicologie et de la psychiatrie légales, dont le sujet est tout autre et l'objet de longtemps consacré : il est, en effet, un domaine qui ne peut revenir ni au médecin, ni au chimiste, ni au psychiatre, car d'une technicité absolument différente et particulière.[59] Elle possède des laboratoires comme :

- \* Balistique : étude des armes, munitions, trajectoires de tir.
- \* Biologie : analyse de sang, sperme, cheveux, recherche d'empreintes génétiques.
- \* Documents – traces papillaire : analyse de faux documents et écritures.
- \* Incendies – explosions : étude des explosifs et liquides inflammables.
- \* Physique – chimie : étude des peintures, résidus de tir, verres.
- \* Stupéfiants : analyse de substances chimiques (échantillon de saisie, stupéfiants,);
- \* Toxicologie : recherche de toxiques.
- \* Technologies numériques : analyse des téléphones, GPS, vidéos.



FIGURE 2.4: Criminalistique[60]

### 2.5.6 Cybercriminalité

Est le terme employé pour désigner l'ensemble des infractions pénales qui sont commises via les réseaux informatiques, notamment, sur le réseau internet.[61] Les principaux types de cybercrimes sur lesquels les policiers enquêtent sont les suivants :

Crimes contre **la personne**[62] :

- Leurre.
- Pornographie juvénile.
- Harcèlement.
- Extorsion.
- Menaces.
- Faux messages.
- Propagande haineuse.
- Intimidation.
- Libelle diffamatoire.
- Incitation au suicide.

Crimes contre la propriété :

- Usage non autorisé d'un ordinateur
- Fraude
- Virus informatique

## 2.6 L'informatique et criminalistique

Le métier de policier informatique consiste à traiter les signaux audio, les images (authentification) et de faire de l'expertise informatique. Ce service est assez récent et a pour but de lutter contre le terrorisme informatique et de travailler sur l'authentification de messages.[63]

Un **analyste judiciaire** en informatique spécialisé dans Crimes sur Internet. Il sait comment les criminels peuvent accéder aux systèmes et quoi faire avec le contenu qu'ils contiennent.

À ce titre, il peut jouer l'un des deux rôles ; tout d'abord, il peut agir comme consultant pour les clients intéressés par leur sécurité. Deuxièmement, il peut enquêter sur les dommages survenus après son arrivée Un des hackers Pour n'importe quel système avec succès et sélectionnez-le.

Certains employeurs utiliseront également le terme «enquêtes criminelles numériques» pour cette tâche. Il n'y a aucune différence entre l'analyste et l'enquêteur.[64] **La criminalistique informatique** ou les enquêtes judiciaires numériques sont une branche de la science criminelle et comprennent la recherche et la recherche de documents sur des appareils numériques tels qu'un disque dur qui sont souvent liés à la criminalité informatique ou à la criminalité liée aux téléphones portables.

## 2.7 Forensique

Le nom forensic, qui signifie « un exercice argumentatif » dérive de l'adjectif forensic, dont le premier sens en anglais est « appartenant à, utilisé ou adapté aux tribunaux ou aux discussions et débats publics ». Le mot anglais est dérivé d'un mot latin forensic signifiant « de la place de marché ou de la forme, public », qui à son tour vient du mot latin forum, qui signifie « place de marché, forum ».[65] **Digital forensics** : est définie comme l'analyse de données, tels que l'audio, la vidéo, les images, etc., obtenus après l'examen des appareils électroniques, pour aider la justice traiter.[66]

Il existe plusieurs types de digital forensic parmi ces types :

### 2.7.1 Multimedia Forensics

La criminalistique multimédia se consacre à l'analyse de contenus multimédias numériques tels que la photo, la vidéo et l'audio afin de produire des preuves dans le domaine de la criminalistique. Plus précisément, Image Forensics se concentre sur l'investigation des images fixes en analysant l'authenticité et l'intégrité des données (Forgery Detection) et en reconstituant l'histoire de l'image elle-même depuis son acquisition (Image Ballistics).[67]

### 2.7.2 Computer Forensics

entreprenant l'analyse post-mortem, ou «après l'événement» de la criminalité informatique. L'exigence de réussir rétrécir l'espace de recherche potentiellement vaste souvent présenté aux enquêteurs de telles crimes. Cela implique généralement une ou plusieurs formes de traitement guidé des données recueillies comme preuves afin de produire une liste restreinte d'activités suspectes. Les preuves des enquêteurs peuvent utiliser cette liste restreinte pour examiner dans plus de détails.[68]

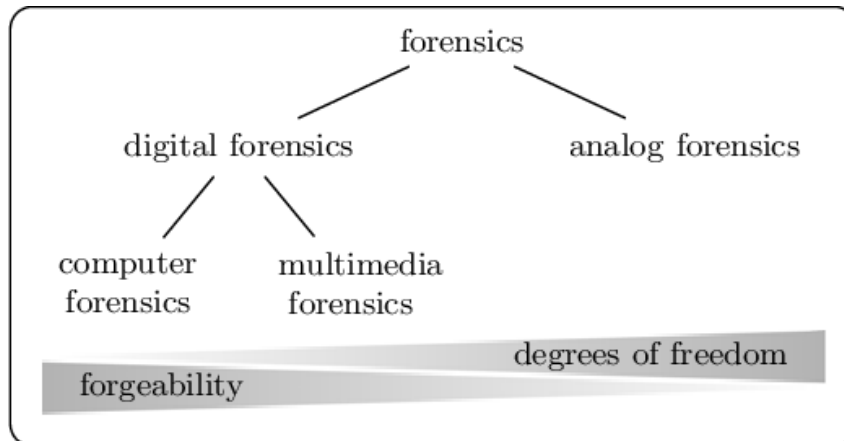


FIGURE 2.5: Schéma du forensics [69]

### 2.7.3 Software Forensics

Le code source est la forme textuelle d'un programme informatique qui est écrit par un programmeur informatique dans un langage de programmation informatique. Celles-ci



les langages de programmation peuvent à certains égards être traités comme une forme de langage d'un point de vue linguistique, ou plus précisément comme une série de langues de types particuliers, mais au sein d'une famille commune.[70]

### 2.7.4 Mobile forensics

Les appareils mobiles ont la capacité de stocker et de traiter données selon diverses méthodes. La criminalistique mobile, qui est appelé examen des appareils mobiles, est un domaine difficile pour le processus judiciaire car il comprend des dispositifs tels que différents modèles de téléphones mobiles, smartphones, comprimés.[66]

## 2.8 L'appareil photographique

Un appareil photo, c'est une boîte faite pour capturer la lumière et la garder en mémoire sur un support adapté.[71]

La lumière passe à travers l'objectif de l'appareil photo, cet objectif sert à concentrer la lumière sur le piège, c'est-à-dire transformer déjà de la lumière en image, il sert aussi avec le diaphragme à régler le débit, la quantité de lumière qui va passer par l'objectif.[72]



FIGURE 2.6: Appareil photographique [73]

### 2.8.1 L' appareil photographie numérique

est apparue au tout début des années 80. La résolution initiale était de 200 000 pixels (Sony Mavica), elle est aujourd'hui de plus de 15 millions de pixels (Canons Eos 50d). Les nouveaux appareils numériques intègrent des technologies qui semblaient inenvisageables voilà seulement trois ans (maîtrise du bruit et de la sensibilité, stabilisation de l'image, vidéo en haute définition). [74]

D'autre la photographie numérique est un procédé d'enregistrement qui produit l'image d'un sujet, au moyen de la lumière associée a un système optique et d'un capteur CCD permettant de la numériser. L'image captée par l'objectif est codée en une suite logique de 0 et 1, ce qui correspond au système de numération binaire. [75]



FIGURE 2.7: Appareil photographique numérique [74]

## 2.9 Capteur

Un capteur symbolique est un capteur numérique interactif pouvant produire, recevoir et manipuler des informations sous forme symbolique et de ce fait, assimilable par les systèmes de contrôle basés sur la manipulation des connaissances. Les capteurs symboliques flous, ou plus simplement capteurs flous, sont considérés comme un cas particulier des capteurs symboliques.

### 2.9.1 Capteur d'image

Le capteur d'image est l'un des composants majeur qui influe sur la qualité d'une caméra.

Le rôle du capteur d'image est de transformer l'énergie lumineuse de chaque point de l'original en un signal électrique.

Les principaux éléments que l'on rencontre dans un capteur sont :

- Un système photosensible (capteur ponctuel, barrette, matrice).
- Un dispositif électronique et/ou mécanique permettant de balayer toute l'image pixel par pixel.
- Un système de conversion analogique/numérique.
- Un système de transport de l'image numérique vers le ordinateur.

La réalisation des capteurs est très variable suivant les performances recherchées ; aux plus elles sont élevées, au plus le capteur est complexe et difficile de mise en oeuvre.[76]

Les capteurs numériques d'image sont omniprésents dans notre vie de tous les jours. Téléphones portables, appareils photographiques, caméras scientifiques haute sensibilité, caméras rapides, le marché des capteurs a littéralement explosé ces dernières années. Face aux applications toujours plus poussées et à la grande diversité de produits sur le marché, il est important de revenir à l'essentiel et d'identifier les questions à se poser pour choisir la technologie et donc le capteur adapté au besoin de chacun.[77]

En vidéo surveillance, on trouve deux technologies : le capteur CCD (Charged Coupled Device) et le capteur CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor).

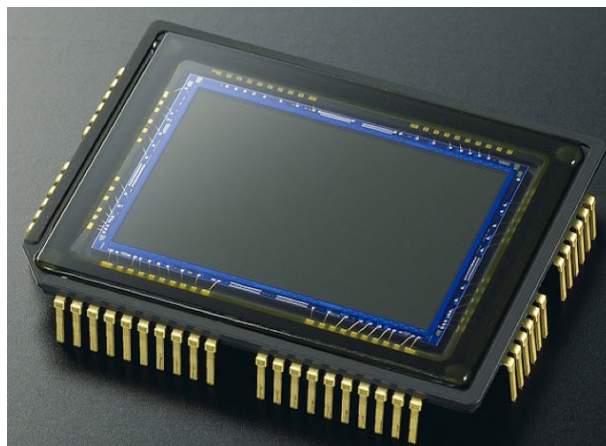


FIGURE 2.8: Capteurs numériques d'image [78]

**Les capteurs CCD :**

Le capteur CCD est un composant basé sur une technologie à semi-conducteur et composé de cellules de silicium. Sur ces cellules, des charges électriques s'accumulent au fur et à mesure de l'arrivée des photons, et remplissent des zones appelées "puits". Les charges se déplacent séquentielle-ment sur un amplificateur puis sortent du circuit CCD vers un circuit de mise en forme qui peut être numérique ou analogique (signaux émis vers une sortie analogique). Ces charges électriques se déplacent sur une distance qui peut atteindre une quinzaine de millimètres. Cette distance liée à la fréquence de fonctionnement du capteur ne permet de négliger le temps de propagation dans le capteur. Les capteurs CCD doivent par conséquent disposer d'une zone de stockage intermédiaire où s'opère le découplage entre le temps d'intégration et le temps de transfert des données. [79]

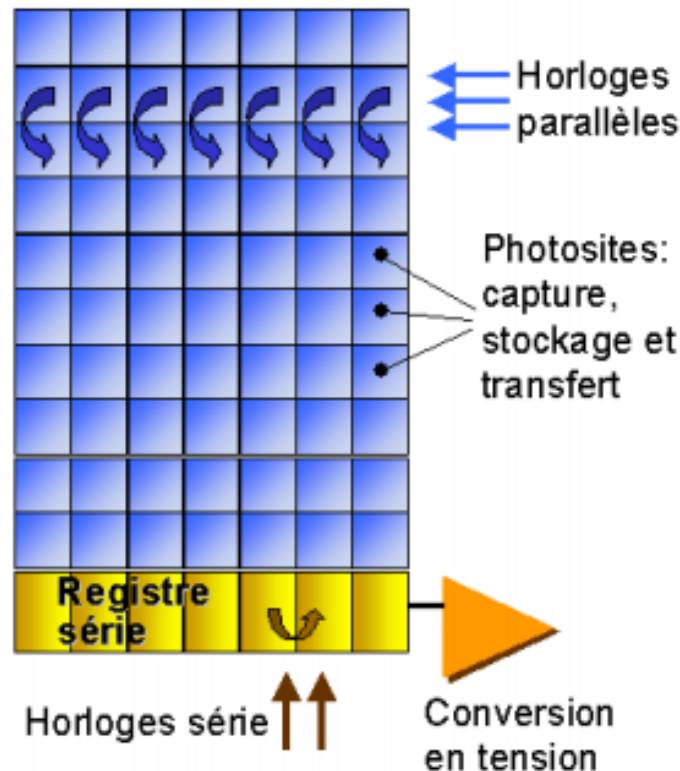


FIGURE 2.9: Schéma CCD [79]

## Les capteurs CMOS

Les capteurs d'images CMOS ont connu au cours des six dernières années une réduction de la taille des pixels d'un facteur quatre. Néanmoins, cette miniaturisation se heurte à la diminution rapide du signal maximal de chaque pixel et à l'échange parasite entre pixels (diaphotie). C'est dans ce contexte qu'a été développé le Pixel à Tranchées Profondes Capacitives et Grille de Transfert verticale (pixel CDTI+VTG). Basé sur la structure d'un pixel « 4T », il intègre une isolation électrique par tranchées, une photodiode profonde plus volumineuse et une grille verticale permettant le stockage profond et le transfert des électrons.[80]

Les capteurs d'image, utilisés dans ce travail, sont constitués d'une matrice de pixels 1 dont les photo diodes sont fabriquées sur silicium, ce matériau étant sensible au spectre de la lumière visible.[81]

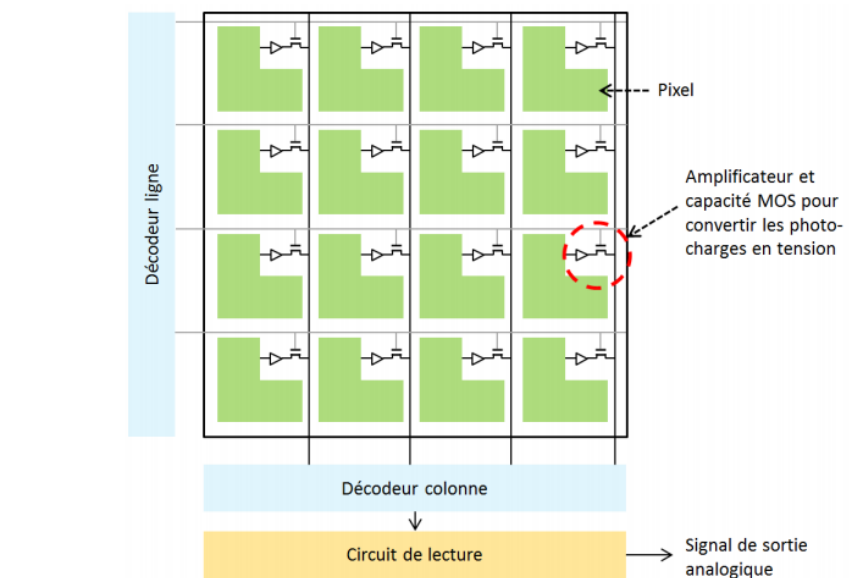


FIGURE 2.10: Schéma CMOS [79]

### 2.9.2 Différence entre capteur CCD et capteur CMOS

Grâce au développement au cours des trois dernières décennies, la technologie CCD, grâce à la spécialisation des processus, a été en mesure de offrir des performances de

détection de haut niveau mais au prix à la fois de plusieurs inconvénients pour l'utilisateur et, pour le meilleur produits amincis et rétro-éclairés, le risque lié au nombre très limité de sources d'approvisionnement. Il reste la technologie de premier choix pour les applications très haut de gamme, telles que l'imagerie médicale, l'astronomie, le bas de gamme appareils photo professionnels, etc. en raison de sa meilleure qualité d'image. D'autre part, les capteurs d'images CMOS ont intrinsèquement avantages (faible consommation d'énergie, faible coût, imagerie à grande vitesse, capacité d'intégration, dureté de rayonnement, etc.) qui les rendent bien adaptés non seulement aux marchés de l'imagerie à faible coût, mais également aux applications hautes performances telles que la photographie numérique haut de gamme, la télévision haute définition et plusieurs applications spatiales. Dans un avenir prévisible, le CCD et les capteurs d'images CMOS resteront complémentaires et concurrents à long terme, et prospéreront le marché des capteurs d'images ensemble.[82]



FIGURE 2.11: Image avec CMOS et CCD

### 2.9.3 Perturbation du fonctionnement des capteurs d'images

Il y a des différentes étapes afin de convertir un flux de photons incident en photo-charges puis en tension et enfin en signal analogique grâce aux capteurs d'images CCD et CMOS.

Au cours de chacune de ces étapes, l'information (photon, photo-charge ou tension) peut être altérée : des photons peuvent traverser les pixels sans interagir avec les électrons

de valence, des photo-charges peuvent être générées par simple excitation thermique ou encore des pièges peuvent capturer des photo charges les empêchant d’atteindre le circuit de lecture.

Deux types de bruits peuvent survenir dans un capteur d’image : les bruits temporels et les bruits spatiaux.[83]

- **Un bruit temporel** est un dysfonctionnement qui diffère d’une image à l’autre.[84]
- **Un bruit spatial** est un dysfonctionnement qui varie d’un pixel à l’autre à cause de paramètres géométriques qui diffèrent.[85]

## 2.10 Le Bruit d’image

Un bruit (parasite) dans une image est considéré comme un phénomène de brusque variation de l’intensité d’un pixel par rapport à ses voisins. Il provient de l’éclairage des dispositifs optiques et électroniques du capteur. [86] Le bruit est du :

- \* La qualité de l’appareil d’acquisition.
- \* Les conditions de prise de vue : luminosité, mouvement de la scène.[87]

Toutefois, les images numériques continuent de présenter certains défauts des photographies. Elles ont en particulier un bruit de fond qui limite leur lisibilité. La technologie digitale cherche à réduire au maximum ce bruit.

Dans toute image digitale, les trois valeurs de couleur observées présentent une incertitude due au bruit. Cette incertitude est due aux aléas du comptage des photons arrivant dans chaque capteur. [88]

Les valeurs de couleur mesurées sont perturbées car les capteurs reçoivent des photons parasites et subissent des fluctuations électrostatiques lors de leurs charges et décharges. Quand un capteur reçoit beaucoup de photons venant d’une scène bien éclairée, les parasites sont négligeables par rapport au flux de vrais photons. Mais, même dans une photo d’exposition suffisante, les pixels sombres reçoivent très peu de photons et sont donc “bruités”. [89]

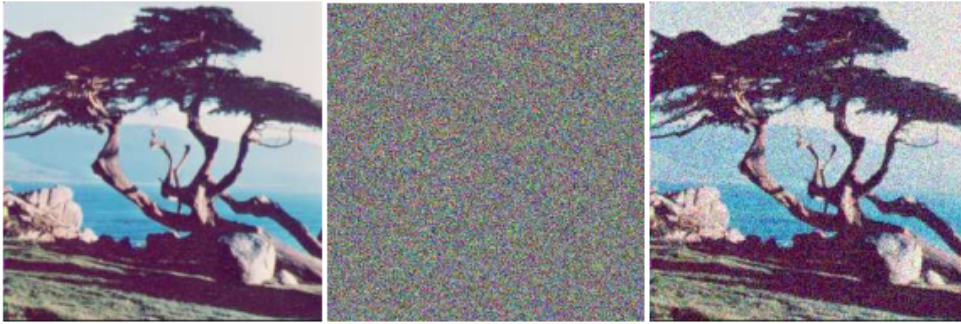


FIGURE 2.12: Image original et ses bruits

### 2.10.1 Types de bruit d'image

Il y a deux types de bruits :

#### Shot noise

Le Shot noise est une conséquence de la quantification. Il peut être utilisé pour obtenir des informations sur un système qui ne sont pas disponibles par des mesures de conductance. En particulier, les expériences de bruit de grenaille peuvent déterminer la charge et les statistiques des cas particules pertinentes pour le transport, et révèlent des informations sur le profil potentiel et échelles d'énergie interne des systèmes mésoscopiques. Le bruit de grenaille est généralement plus sensible aux effets des interactions électron-électron que la conductance moyenne.[90]

#### Pattern noise

Il existe plusieurs sources d'imperfections et de bruit qui influencent le processus d'acquisition d'images. Lorsque l'imagerie le capteur prend une photo d'une scène absolument uniformément éclairée, l'image numérique résultante présentera toujours de petits changements dans intensité entre les pixels individuels. [91]

- **FPN :**

Fixed pattern noise (FPN) a toujours été un facteur important affectant la qualité d'image du capteur d'image CMOS (CIS). Cependant, les méthodes actuelles de suppression du FPN basées sur la scène se concentrent principalement sur l'image



elle-même et prennent rarement en compte les informations de structure du FPN, ce qui entraîne divers effets indésirables de suppression du bruit.[92]

- **PRNU :**

Le bruit de non-uniformité de la réponse photo (Photo Response Non-Uniformity) (PRNU) est un bruit de motif de capteur caractérisant le dispositif d'imagerie. Il a largement été utilisé dans la littérature pour l'identification de la caméra source et l'authentification des images. Les informations abondantes que le bruit du motif du capteur porte en termes de fréquence le contenu le rend unique, et donc approprié pour identifier la caméra source et la détection des falsifications d'images. [93]

PRNU est la partie dominante du bruit de motif dans les images naturelles.[91]

**PCE** est un algorithme fréquemment utilisé pour comparer les modèles PRNU (Chuang et al., 2011 ; Fridrich, 2009 ; Bayram et al., 2015). PCE est calculé comme le rapport entre la hauteur du pic et l'énergie de la corrélation croisée entre deux motifs PRNU.

Le rapport d'énergie de pic à corrélation (PCE)(The peak-to-correlation energy) est utilisé comme métrique de plan de corrélation à la fois dans la synthèse de filtres et dans les tests, car il fonctionne mieux que la hauteur de pic de corrélation.[94]

## 2.11 Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre une présentation générale sur les réseaux sociaux et l'image dans les réseaux sociaux. Ensuite nous avons présenté des terminologies sur la criminalité et la relation entre l'informatique et la criminalistique. Après, nous avons expliqué le forensique et les appareils photos. Enfin, nous avons présenté le bruit des images et leurs types.

Dans le chapitre suivant nous allons présenter la conception et l'implémentation de notre système puis les résultats obtenus.

# Conception et implémentation

## 3.1 Introduction

Aujourd'hui, avec le développement de l'utilisation de l'internet beaucoup d'informations transforment dans le réseau. Ces informations incluent les photos.

La plupart des photos sont échangées via des sites de réseaux sociaux. Grâce à cet échange, de nombreux crimes se produisent, y compris l'usurpation d'identité et des menaces, les fausses informations. Et à travers ces sites, des photos prises par différents smartphones sont également échangées ou publiées. Ces photos sont également publiées pour de nombreux crimes.

Ce chapitre sera consacré à la conception de notre système de détection l'appareil qui a pris la photo en utilisant le PRNU, étudier le bruit de l'image après l'avoir envoyée ou publiée en utilisant le PRNU aussi sur certains sites sociaux, Ainsi que leur architecture.

Ensuit, nous allons présenter notre système réalisée ainsi les différents outils nécessaires pour le développement. Enfin, nous discuterons des résultats obtenus.

## 3.2 Motivation et objectif

Avec l'utilisation quotidienne et imparable de l'internet, beaucoup d'informations sont échangées surtout via les réseaux sociaux, parmi ces informations sont les images. Et à travers ces sites, des photos prises par différents smartphones sont également échangées et

publiées.

Il nous faut mentionner que ces photos sont des données très sensibles qui soulèvent des problèmes et des crimes parmi ces crimes les menaces de la part de certains pirates et voleurs et ces photos peuvent également être utilisées pour diffuser de fausses nouvelles qui circulent à plein régime. Il suffit que quelqu'un publie une photo sur l'une des réseaux sociaux de communication, portant de fausses informations sur l'un des sujets qui préoccupent les gens, ou sur un personnage controversé, pour que la rumeur commence à se répandre comme une traînée de poudre, et de nombreuses personnes acceptent de circuler elle, sans chercher sa source dans la plupart des cas.

Cependant, de nombreuses études ont indiqué que l'échange des photos se fait en grande partie via les réseaux sociaux selon les dernières statistiques de l'année 2021, le nombre de photos échangées via Messenger **17 billion** par mois.[95] Plus de **50 milliards** de photos ont été partagées sur Instagram depuis son lancement en 2010.[96] Un tweet avec une image va obtenir 150 % de retweets, 89% de likes et 18 % de clics en plus qu'une publication qui n'en comporterait pas. [97] Plus de **5 milliards** Snaps créés chaque jour en moyenne.[98]

De plus, cet échange a augmenté le problème des crimes, par exemple, il y a beaucoup de personnes qui ont été menacés par leurs photos personnels et elles sont également exploitées, comme nous l'avons mentionné précédemment, dans la fabrication de la diffusion de fausses nouvelles. De ce fait, d'avantage de questions se posent : Avec quel appareil as-tu pris ces photos ? (2) Et ces photos changent-elles lorsque vous les envoyez ou publiez sur les réseaux sociaux ? (3) Et la valeur du PRNU change-t-il lorsqu'elles sont envoyées ou publiées via ces sites ? (4) Existe-t-il data-set pour le forensique ?

L'objectif de notre projet est construit une data-set pour le forensique et détecter l'appareil qui a pris les photos en utilisant le PRNU, et calculé puis étudié le PRNU (Bruit) des différentes photos couleur lors de leurs échanges sur certains réseaux sociaux.

### 3.3 Description de data-set

Data-set que nous avons créée contient **136** (Originaux) et **270** (nouveaux) photos avec des caractéristiques différentes et ces photos ont été prises à l'aide de **7** appareils différents.

Les photos ont été prises à l'aide de différents appareils et nous avons changé les dimensions de ces photos à chaque fois que nous prenons la même photo dans des dimensions différentes et nous avons conservé son extension, qui est jpg ou jpeg, avons également changé sa résolution. Parfois nous choisissons de petites dimensions, ce qui conduit à la petite taille de la photo et sa résolution diminue également. Nous choisissons également des photos avec de grandes dimensions, donc leur taille et leur résolution doivent être grandes.

Et tout cela pour remarquer le changement qui se produira après l'exécution certaines opérations.

Nombre des photos	Format	Taille	Résolution
270	jpg, jpeg	296701	275*206
		14452	4128*3096
		5389914	1152*1548
		4857332 .....etc.	155*206 ..... etc.

TABLE 3.1: Les différentes caractéristiques des photos dans dataset

Le matériel que nous avons utilisé pour prendre des photos est également varié. Y compris les appareils photo samsung-galaxy-j7, samsung-galaxy-J8, Iphone-8, Huawei P30 lite, ainsi que les appareils photo Canon-5d et Canon-500d. Nous avons pris 49 photos avec l'IPHONE 8, 30 photos avec J7, 20 photos avec P30-LITE, 11 photos avec Canon-5d, 10 photos avec Canon-500d.

Le tableau suivant 3.2 indique le nombre de photos prises par chaque appareil

Appareil	Nombre des images	Formats
IPHONE-8	49	.JPEG, JPG
Samsung-galaxy-j7	30	JPEG, JPG
Samsung-galaxy-j8	16	JPEG, JPG
Huawei P30 lite	20	JPEG, JPG
Canon-5d	11	JPEG,JPG
Canon-500d	10	JPEG, JPG

TABLE 3.2: Les différents appareils utilisés pour prendre les photos

Son but est de détecter l'appareil utilisé lors de la prise de vue en fonction du traitement d'image et des différents calculs PRNU. Et aussi découvrir des images qui ont changé ou ont été perturbées après avoir été envoyées ou publiées via certains sites de réseaux sociaux en fonction de PRNU.

### 3.4 Architecture générale de notre système

La figure suivante 3.1 représente la structure générale de notre système :

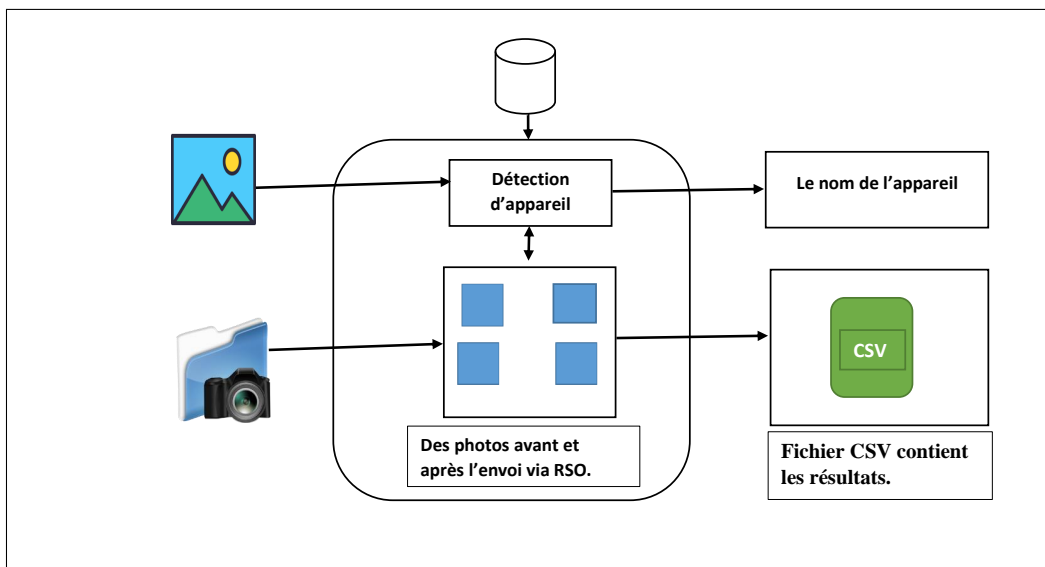


FIGURE 3.1: Architecture générale de notre système

Notre système contient **trois** modules utilisées :

### A) Module détection :

Ce module a besoin de une photo couleur (RGB) prise par un téléphone ou un appareil photo et une Data-set.

Et pour faire une détection **PRNU** est calculé, puis sa valeur est comparée aux valeurs de PRNU des appareils dans dataset, puis l'appareil qui l'a capturé est connu (détectée).

### B) Module d'échange via les réseaux sociaux :

Ce module a besoin d'un dossier contenant les images envoyées ou publiées via les réseaux sociaux et une data-set qui contient les photos originaux.

Ensuite, le PRNU est calculé après son envoi ou sa publication via les réseaux sociaux Viber, Facebook ou Messenger, puis sa valeur est comparée aux valeurs de l'ensemble de données, puis le score est calculé. Les résultats sont stockés dans un fichier Excel qui contient le nom, l'extension, la taille, la valeur PRNU et le score des photos envoyées.

### C) Module qui calcul PRNU : Ce module consiste à mesurer le PRNU des photos. Il se compose de deux sous-modules :

Le premier sous-module : calcule la valeur PRNU de la photo capturée et la compare à la valeur PRNU des appareils contenu dans data-set pour identifier l'appareil qui a capturé la photo.

La deuxième sous-module : calcule le PRNU des photos envoyées ou publiées via les sites de réseaux sociaux, Viber, Facebook ou Messenger, puis les compare avec les valeurs de PRNU des photos originaux dans le dataset (avant et après l'envoi via les réseaux sociaux). Il mesure le bruit qui s'est produit sur la photo après son envoi via facebook, messenger et viber en utilisant PRNU.

## 3.5 Implémentation

Après avoir présenté la conception de notre système, nous allons présenter notre application réalisée ainsi les différents outils nécessaires pour le développement.

## 3.6 Environnement de développement

Dans cette partie, nous présentons les environnements matériels et logiciels utilisés dans notre travail :

### 3.6.1 Environnement matériel

Nous avons utilisé un ordinateur ayant ces caractéristiques pour réaliser notre travail :  
Un ordinateur Dell caractérisé par :

- Processeur : Intel(R) Core(TM) i5-4300U CPU @ 2.50 GHz.
- RAM : 4,00 GB.
- Système d'exploitation : Microsoft Windows 8 64 bits.

### 3.6.2 Environnement logiciel

1. Langage de programmation : nous avons conçu notre application sous le langage PYTHON.

**Python** : est un langage de programmation de haut niveau conçu pour être facile à lire et simple implémenter. Python est open source, ce qui signifie qu'il est gratuit à utiliser, même pour les applications de commerce. Python peut fonctionner sur plusieurs plateformes. Il est considéré comme un langage de script, les scripts écrits en Python (fichiers .PY) peuvent être analysés et exécutés immédiatement. Permettre aux utilisateurs de créer plugins et extensions personnalisés avec python. [99]

[100]

2. Éditeur :



### NotePad++ :

Un éditeur de texte, de code, gratuit avec coloration syntaxique très pratique. Ce logiciel est installé dans beaucoup d'établissements scolaires mais une version portable est toujours utile. [101] Et un remplacement du Bloc-notes qui prend en charge plusieurs langues. Fonctionnant dans l'environnement MS Windows, son utilisation est régie par la licence publique générale GNU.

Basé sur le puissant composant d'édition Scintilla, Notepad++ est écrit en C++ et utilise l'API Win32 et la STL pures, ce qui garantit une vitesse d'exécution plus élevée et une taille de programme plus petite. En optimisant autant de routines que possible sans perdre en convivialité, Notepad++ tente de réduire les émissions mondiales de dioxyde de carbone. Lorsqu'il utilise moins de puissance CPU, le PC peut ralentir et réduire la consommation d'énergie, résultant en un environnement plus vert.[102]



## 3.7 Présentation de l'application desktop

On commence par l'application desktop qui permet d'illustrer les processus de détection d'appareil qui a pris les photos, d'envoyer ou poster les photos via les réseaux sociaux ensuite les résultats obtenus sont enregistrées dans un fichier CSV.

### 3.7.1 Authentification

L'utilisateur authentifie par leur nom et son mot de passe pour utiliser l'application (passer à la page d'accueil).

La figure 3.2 présente l'interface d'authentification.



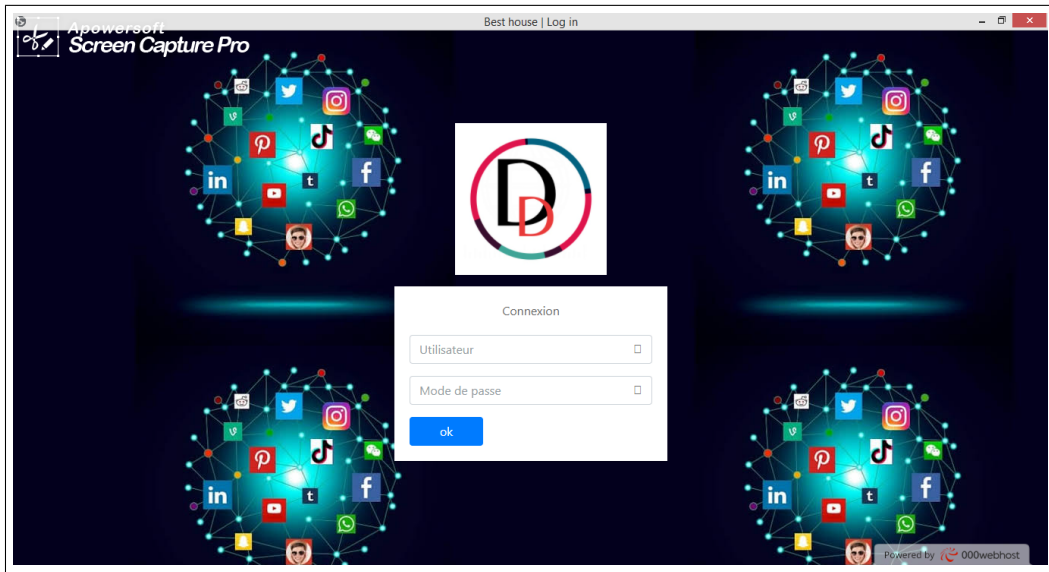


FIGURE 3.2: Interface d'authentification du système Best house

Ensuite, l'utilisateur choisit entre les fonctionnalités de l'application : la sélection de la photo puis détection d'appareil ou data-set.

La figure (3.3) ci-dessous présente l'accueille.

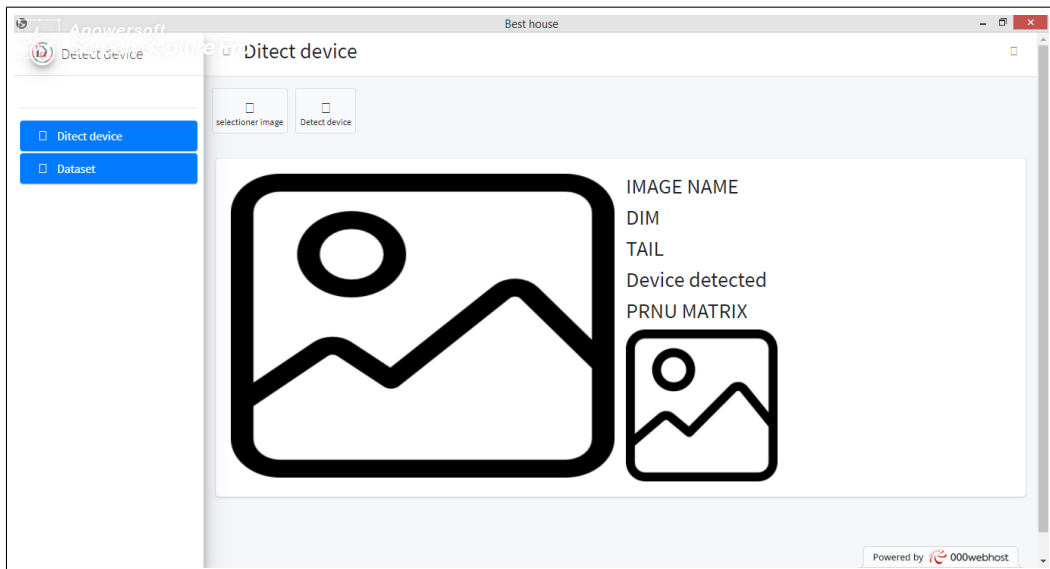


FIGURE 3.3: Interface principal du système Best house

### 3.7.2 Détection device

Tout d’abord, nous commençons par choisir l’image en appuyant sur le bouton **sélectionner photo**.

Ensuite, la photo apparaît avec ses informations (le nom, taille, dimensions, format..). La figure (3.4) ci-dessous présente la détection d’appareil.

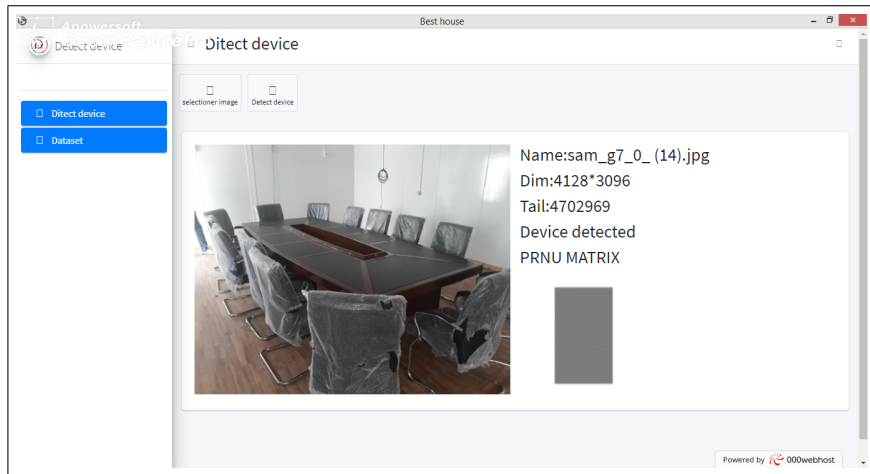


FIGURE 3.4: Interface avant la détection d’appareil du système Best house

On appuie sur le bouton **detect device**, le nom de la caméra qui a servi à capturer la photo apparaît et la matrice de bruit (PRNU). La figure (3.5) ci-dessous présente la détection d’appareil.

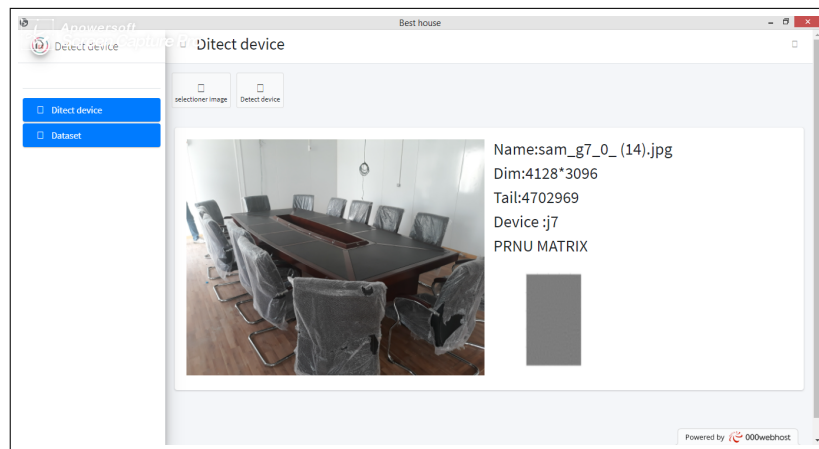


FIGURE 3.5: Interface après la détection d’appareil du système Best house

### 3.7.3 Data-set

On appuie sur le bouton **Dataset**, une autre fenêtre apparaît, dans laquelle nous pouvons choisir le dossier qui contient les images originaux en appuyant sur le bouton **Original photo**. Ensuite, les photos apparaissent avec leurs propriétés, et le PRNU pour chacune de ces photos est calculé. Enfin, les propriétés des photos et le PRNU pour chaque photo sont enregistrés dans un fichier Excel **CSV**.

La figure (3.6) ci-dessous présente les images originaux.

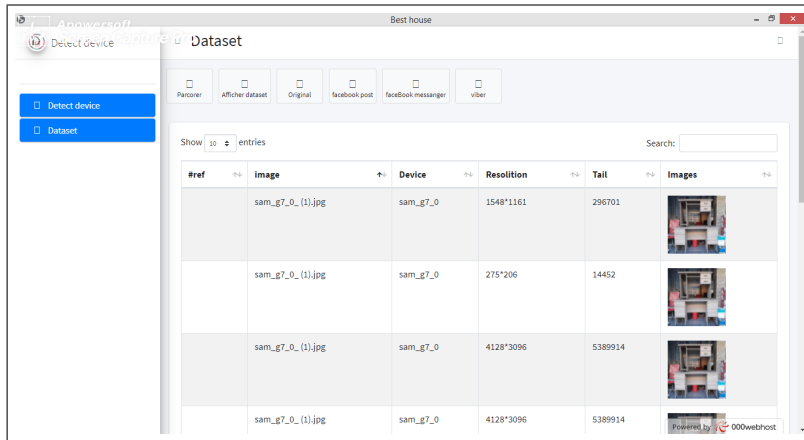


FIGURE 3.6: Interface après la sélection de dossier des images originaux du système Best house

La figure (3.7) ci-dessous présente le fichier **CSV** des images originaux.

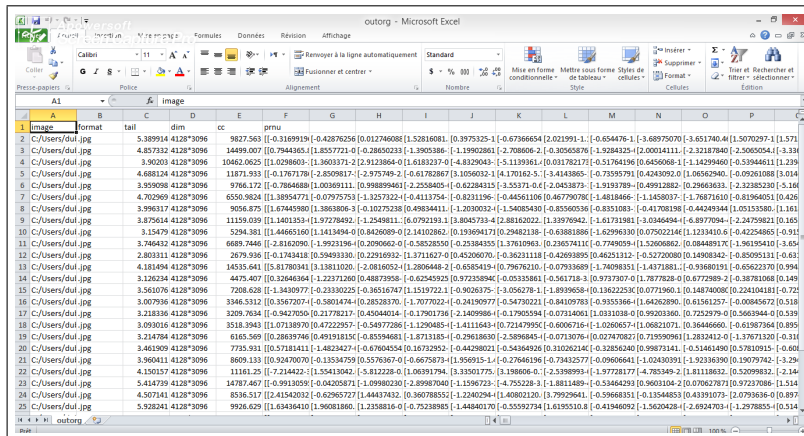


FIGURE 3.7: Le fichier CSV des images originaux

On appuie sur le bouton **Facebook post** et on sélectionne le dossier qui contient les même photos mais après leurs publications sur facebook. Ensuite, les photos apparaissent avec leurs propriétés, et le PRNU pour chacune de ces photos est calculé. Enfin, les propriétés des photos et le PRNU, le score qui présente la différence entre la PRNU de l'image originale et l'image après la publication pour chaque photo sont enregistrés dans un fichier Excel CSV.

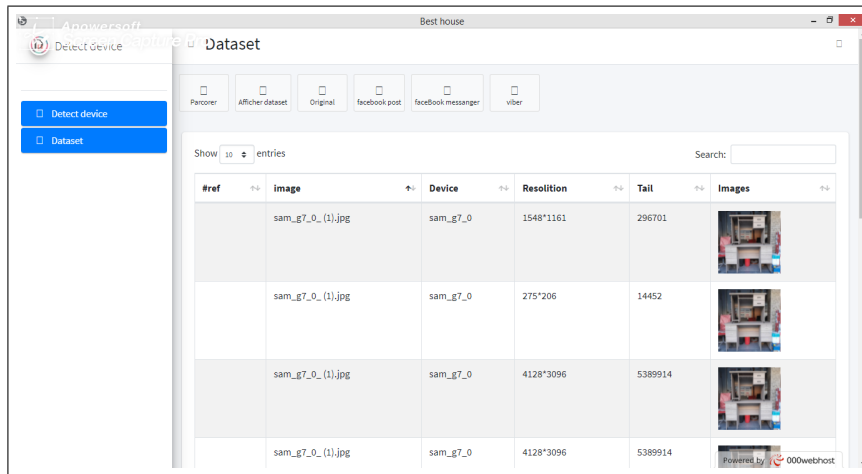


FIGURE 3.8: Interface après la sélection de dossier des images publiées sur Facebook du système Best house

La figure (3.9) ci-dessous présente le fichier CSV des photos publiés sur facebook.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with a CSV file named 'outorg'. The spreadsheet has columns labeled A through P. Column A contains image file names (e.g., 'C:/Users/dul.jpg'). Column B contains the format (e.g., 'jpg'). Column C contains the tail value. Column D contains the dimensions (e.g., '4128\*3096'). Column E contains the 'cc' value. Column F contains the 'prnu' value. Columns G through P contain numerical data representing the PRNU score for each image. The data is organized in a grid format with row numbers 1 through 24 visible.

FIGURE 3.9: Le fichier CSV des images publiés sur facebook

On appuie sur le bouton **Facebook messenger** et on sélectionne le dossier qui contient les mêmes photos mais après leurs envoi via messenger. Ensuite, les photos apparaissent avec leurs propriétés, et le PRNU pour chacune de ces photos est calculé. Enfin, les propriétés des photos et le PRNU, le score qui présente la différence entre le PRNU de l'image originale et l'image après l'envoi pour chaque photo sont enregistrés dans un fichier excel **CSV**.

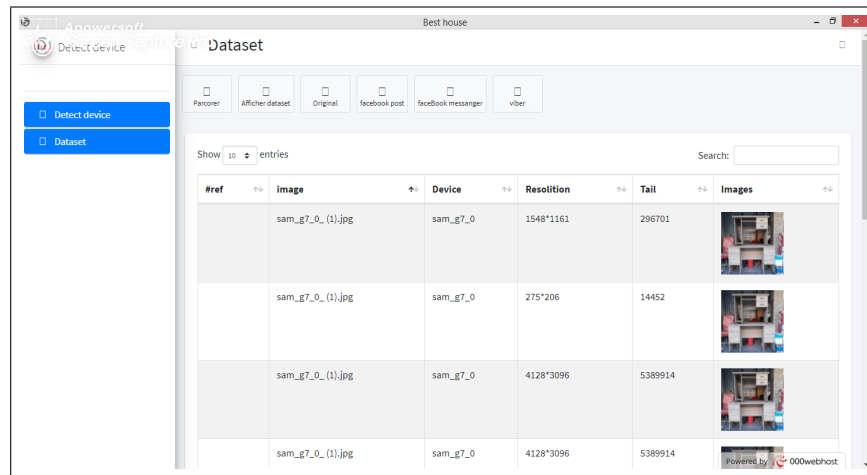


FIGURE 3.10: Interface après la sélection de dossier de photos envoyées via Messenger du système Best house

La figure (3.11) ci-dessous présente le fichier **CSV** des photos envoyées via Messenger.

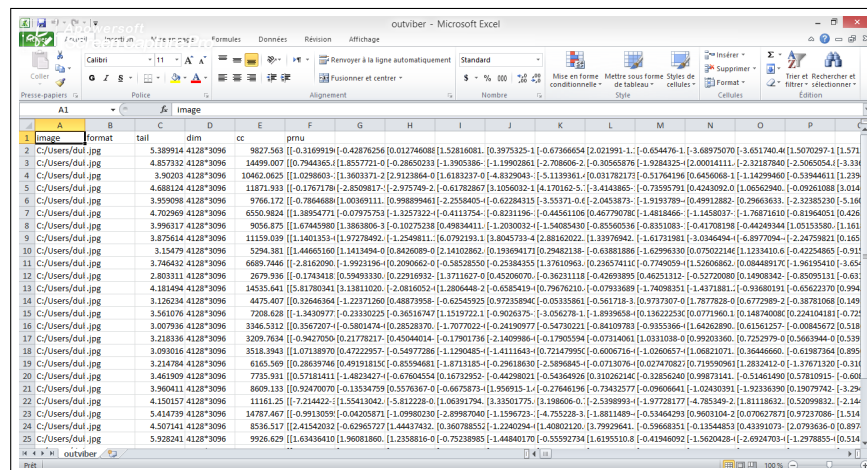


FIGURE 3.11: Le fichier CSV des photos envoyées via messenger

On appuie sur le bouton **Viber** et on sélectionne le dossier qui contient les mêmes photos mais après leurs envoi via Viber. Ensuite, les photos apparaissent avec leurs propriétés, et le PRNU pour chacune de ces photos est calculé. Enfin, les propriétés des photos et le PRNU, le score qui présente la différence entre le PRNU de l'image originale et l'image après l'envoi pour chaque photo sont enregistrés dans un fichier excel **CSV**.

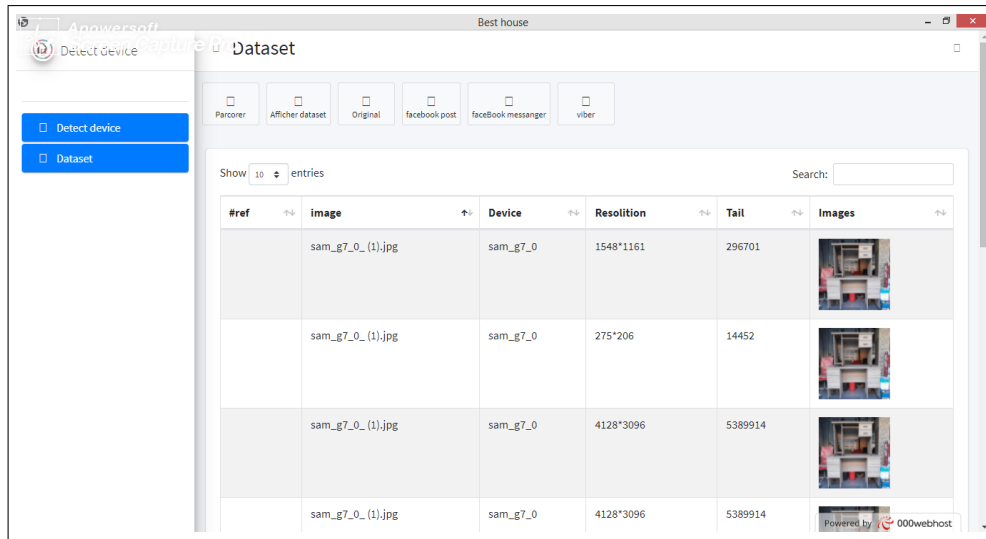


FIGURE 3.12: Interface après la sélection de dossier de photos envoyées via Viber du système Best house

La figure (3.13) ci-dessous présente le fichier **CSV** des photos envoyées via Viber.

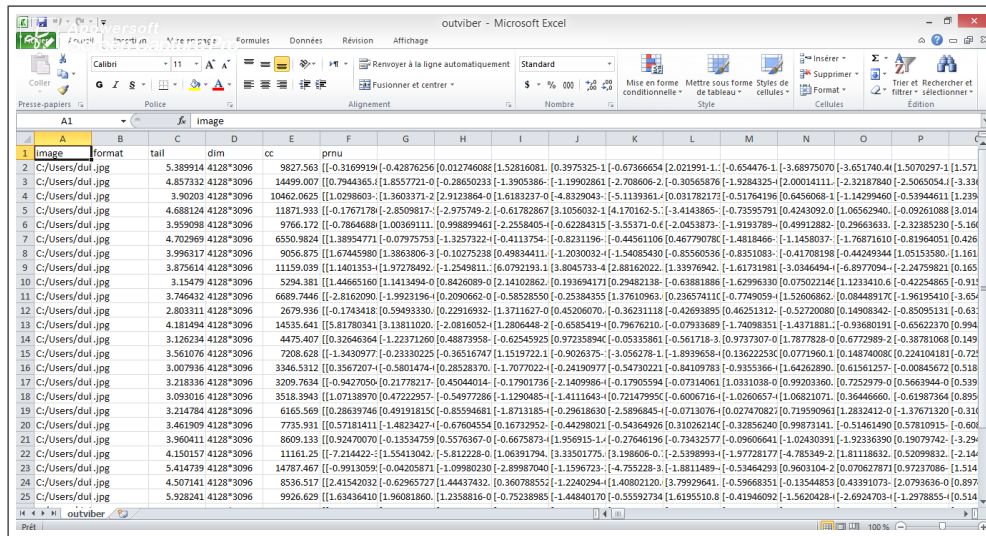


FIGURE 3.13: Le fichier CSV des photos envoyées via Viber

## 3.8 Résultats et discussions

### 3.8.1 Résultat et discussion 1

Afin de détecter la caméra source de la photo nous l'avons calculé le PRNU des différents photos couleurs prises de différentes caméras (envoyées ou publiées ou non) et Ensuite, nous l'avons comparé avec PRNU des caméras (J7, J8, iphone,...) dans Dataset, à partir desquelles l'appareil est découvert.

Nous calculons le score en utilisant PCE.

La figure (3.14) ci-dessous le score des images originaux.

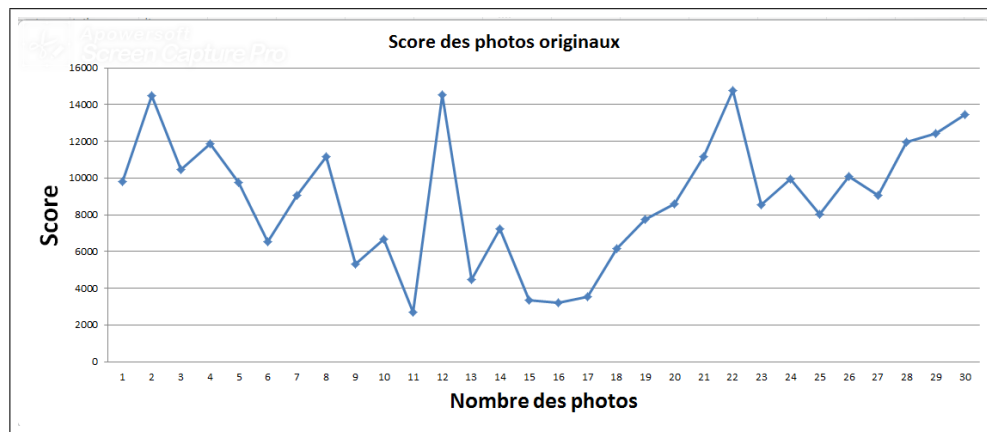


FIGURE 3.14: Le score des photos originaux

### Discussion

On constate que la valeur du PCE (Score) n'est pas stable, change avec le changement de la photo, même si la photo a les mêmes dimensions et la même extension, il y a des valeurs hautes et il y a des valeurs basses, selon la photo et leurs caractéristiques.

### 3.8.2 Résultat et discussion 2

Afin d'étudier PRNU des photos envoyées via les réseaux sociaux ou publiées dans ceux-ci, nous avons envoyé les photos de dataset via Messenger et Viber, et nous avons publié ces images sur Facebook, puis nous avons calculé le score PCE.

La figure (3.15) ci-dessous le score des images publiés sur Facebook.



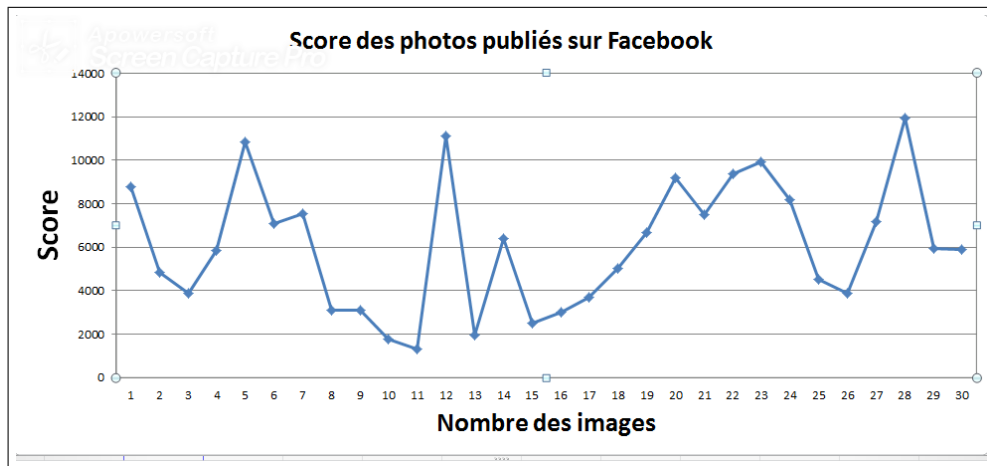


FIGURE 3.15: Le score des photos publiées sur Facebook

### Discussion 2

Nous notons également que les valeurs du PCE changent, leurs valeurs diminuent d'un grand pourcentage lors de leurs publication (les photos) sur facebook. La plupart des images changent beaucoup de qualité.

La figure (3.16) ci-dessous le score des photos envoyées via Messenger.

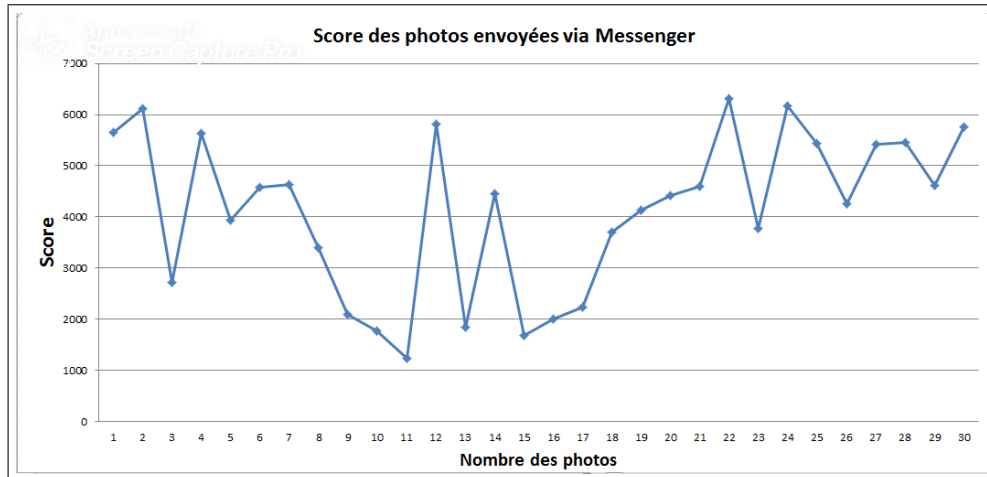


FIGURE 3.16: Le score des photos envoyées via Messenger

### Discussion 3

Nous notons également que les valeurs du PCE des photos changent. Le PCE change d'un très grand pourcentage, il diminue d'un très grand pourcentage lors de leurs envoi (les photos) via messenger. La plupart des images changent beaucoup de qualité.



La figure (3.17) ci-dessous le score des photos envoyées via Mssenger.

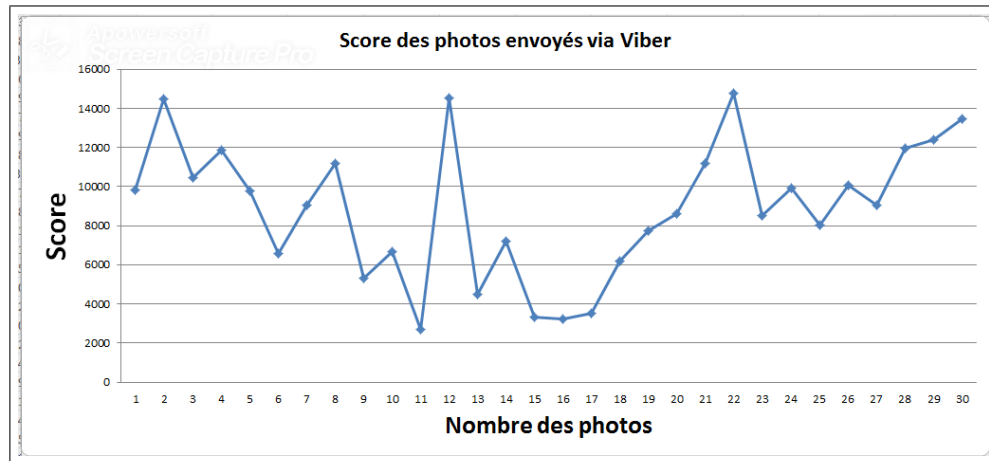


FIGURE 3.17: Le score des photos envoyées via Viber

#### Discussion 4

Nous notons également que les valeurs du PCE ne changent pas et restent presque les mêmes après les avoir envoyées via Viber.

### 3.8.3 Discussion général

La figure (3.18) ci-dessous la moyenne du score des photos envoyées/publiées via les réseaux sociaux (Messenger, Facebook et Viber) et les photos originaux.

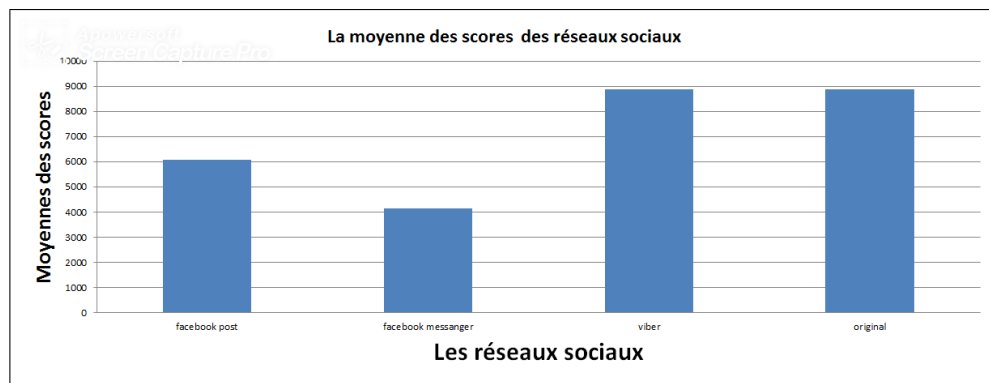


FIGURE 3.18: la moyenne du score des photos envoyées/publiées via les réseaux sociaux et les photos originaux.

### Discussion général

Nous notons que lors de l’envoi d’images via Messenger, la valeur du score est très faible par rapport à la valeur du score de l’image d’origine, et lors de la publication sur Facebook également, mais lors de l’envoi via Viber, la valeur reste la même.

Et à partir de là, nous concluons que lorsque la photo change, la valeur du PRNU change également. Par conséquent, l’appareil qui a pris la photo ne peut pas être détecté lorsque la photo change, mais si la photo conserve ses caractéristiques (la valeur PRNU), l’appareil peut être détecté.

Nous concluons également que Viber conserve la valeur de PRNU par rapport à d’autres sites (Messenger, Facebook), de sorte que la plupart des photos prises et envoyées via celui-ci sont reconnues par l’appareil qui les a capturées.

## 3.9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la conception et la réalisation de notre système et les différents outils utilisés dans notre développement et la réalisation de ce travail. Enfin, nous avons présenté les résultats obtenus.

# Conclusion générale

Le développement rapide des outils et des réseaux de communication a provoqué des problèmes de crimes comme le piratage, vole d'information et les fausses informations, l'usurpation, les menaces et la plupart de ces crimes sont commis au moyen de photos prises par des appareils, et la plupart d'entre eux sont des photos personnelles qui sont échangées ou publiées sur des sites de réseaux sociaux.

De ce fait, il s'est avéré nécessaire de détecter les caméras sources (Détecter l'appareil qui a pris la photo) d'un ensemble de données (dataset) photos (avant la publication, l'envoi ou après la publication, l'envoi via les réseaux sociaux) pour pouvoir identifier le Criminel. Cela aide beaucoup la police judiciaire. Au cours de ce mémoire, nous avons : créé une dataset contenant un groupe de 6 appareils que nous avons utilisé afin de prendre un groupe de photos avec un nombre total de 136 photos afin de faire des tests sur celles-ci et de faciliter pour nous et la police scientifique la détection des criminel. Ensuite, nous avons utilisé cette dataset pour détecter l'appareil qui prend la photo en prenant la photo et en calculant son PRNU (Bruit), puis en le comparant avec le PRNU les appareils de la dataset, puis le processus de détection est terminé. Ensuite, nous avons envoyé les images capturées via Messenger et Viber, et nous les avons publiées sur Facebook, et nous avons remarqué les changements dans la valeur du PRNU, puis nous avons appliqué le PCE pour savoir dans quelle mesure les photos ont changé après leur envoi ou publication.

D'après les résultats obtenus avec les différentes comparaisons effectuées nous pouvons conclure que l'appareil qui a pris la photo est détecté, et que lorsque vous modifiez la photo, elle ne sera pas détectée. C'est ce que nous avons remarqué lors de l'envoi de

photos via Messenger et de leur publication sur Facebook. Nous avons remarqué que ces photos n'étaient pas détectées par l'appareil qui les a pris. Nous avons également remarqué que les valeurs PCE changent d'un grand pourcentage dans Messenger et Facebook, alors que Viber ne change pas, nous avons donc pu détecter les appareils qui ont pris des photos même après les avoir envoyées via Viber.

Dans ce mémoire, nous avons abordé dans le premier chapitre les notions de bases liées au domaine d'imagerie et la qualité d'image. Dans le deuxième chapitre nous avons présenté les réseaux sociaux et la criminalité et le forensique et nous avons terminer ce chapitre avec le bruit des images et leur type. Au troisième, nous avons expliqué notre la conception et la réalisation de notre système puis les résultats obtenus.

Dans la continuité directe de notre travail, l'ajout d'un grand nombre d'appareils pour rendre la dataset plus précise. Et prenez un grand nombre de photos et envoyez-les via tous les réseaux sociaux pour voir les changements qui se produisent sur tous ces réseaux. Et tout cela pour que la police scientifique l'utilise sans aucun obstacle ni problème et lui permette de détecter le criminel très rapidement. Nous suggérons également de créer une application téléphonique qui effectue ce processus pour une détection rapide, même s'ils se trouvent en dehors du siège.

# Bibliographie

- [1] C. P. Papageorgiou, M. Oren, and T. Poggio, “A general framework for object detection,” in *Sixth International Conference on Computer Vision (IEEE Cat. No. 98CH36271)*, pp. 555–562, IEEE, 1998.
- [2] R. Caloz and C. Collet, *Précis de télédétection-Volume 3 : Traitements numériques d’images de télédétection*, vol. 3. PUQ, 2001.
- [3] N. Safaei, O. Smadi, A. Masoud, and B. Safaei, “An automatic image processing algorithm based on crack pixel density for pavement crack detection and classification,” *International Journal of Pavement Research and Technology*, pp. 1–14, 2021.
- [4] E.-H. GUERROUT, R. MAHIOU, A. MELOUK, and I. HARMALI, “La segmentation des images médicales en utilisant les champs de markov cachés et la technique deep learning,”
- [5] P. Fisher, “The pixel : a snare and a delusion,” *International Journal of Remote Sensing*, vol. 18, no. 3, pp. 679–685, 1997.
- [6] R. Caloz and C. Collet, *Précis de télédétection-Volume 3 : Traitements numériques d’images de télédétection*, vol. 3. PUQ, 2001.
- [7] M. Pignon, *La radiologie numérique en odontologie*. PhD thesis, UHP-Université Henri Poincaré, 2003.

- [8] C. SELLAMI, *TATOUAGE FRAGILE DES IMAGES NUMERIQUES*. PhD thesis, Université Mohamed Boudiaf-M'sila, 2018.
- [9] “pixelvalley.” <http://www.pixelvalley.com/appareil-numerique/definition-resolution>. Accessed : 03-06-2021.
- [10] A. Kamal and H. Samir, *Initialisation automatique des snakes pour une segmentation d'une image IRM*. PhD thesis, Université Mouloud Mammeri, 2008.
- [11] E. Reinhard, M. Stark, P. Shirley, and J. Ferwerda, “Photographic tone reproduction for digital images,” in *Proceedings of the 29th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, pp. 267–276, 2002.
- [12] Y. Qiao, Q. Hu, G. Qian, S. Luo, and W. L. Nowinski, “Thresholding based on variance and intensity contrast,” *Pattern Recognition*, vol. 40, no. 2, pp. 596–608, 2007.
- [13] I. TRABELSI and H. Maamri, “Tatouage numérique fragile pour l'authentification d'images,” 2016.
- [14] S. Mavromatis and O. Coulon, “Analyse d'images,” *Détection de contours*, 2007.
- [15] H. BENDAOU MOHAMED, *Développement de méthodes d'extraction de contours sur des images à niveaux de gris*. PhD thesis, Université Mohamed Boudiaf des Sciences et de la Technologie-Mohamed Boudiaf . . . .
- [16] I. Belkadi, N. Amiar, and I. Nini, “Cryptage d'image par considération des plans de bits des pixels séparément par,” 2018.
- [17] N. Aboubacar Beidari Abdoul and M. Bourezg, *Développement d'une application de fiable détection et de reconnaissance*. PhD thesis, 27-09-2018.
- [18] C. SELLAMI, *TATOUAGE FRAGILE DES IMAGES NUMERIQUES*. PhD thesis, Université Mohamed Boudiaf-M'sila, 2018.
- [19] A. Sere, “l'infographie,” 2018.

- [20] N. Tiwari and D. M. Shandilya, “Evaluation of various lsb based methods of image steganography on gif file format,” *International Journal of Computer Applications*, vol. 6, no. 2, pp. 1–4, 2010.
- [21] B. Sinha, “Comparison of png & jpeg format for lsb steganography,” *International Journal of Science and Research*, vol. 4, no. 4, 5, pp. 198–201, 2015.
- [22] P. Bourke, “Bmp image format,” *BMP Files*. July, 1998.
- [23] R. D. Page, “Tree view : An application to display phylogenetic trees on personal computers,” *Bioinformatics*, vol. 12, no. 4, pp. 357–358, 1996.
- [24] S. BRAHMI and Z. BENZIANE, *La compression des images médicales sous un Smartphone Android*. PhD thesis.
- [25] H. Prasantha, H. Shashidhara, and K. B. Murthy, “Image compression using svd,” in *International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications (ICCIMA 2007)*, vol. 3, pp. 143–145, IEEE, 2007.
- [26] Y. Hu, W. Yang, Z. Ma, and J. Liu, “Learning end-to-end lossy image compression : A benchmark,” *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2021.
- [27] A. M. Rufai, G. Anbarjafari, and H. Demirel, “Lossy image compression using singular value decomposition and wavelet difference reduction,” *Digital signal processing*, vol. 24, pp. 117–123, 2014.
- [28] “La compression de données.” [http://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2013/La\\_compression\\_de\\_donnees/types.html](http://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2013/La_compression_de_donnees/types.html). Accessed : 04-06-2021.
- [29] J. Shukla, M. Alwani, and A. K. Tiwari, “A survey on lossless image compression methods,” in *2010 2nd International Conference on Computer Engineering and Technology*, vol. 6, pp. V6–136, IEEE, 2010.

- [30] J. Chen, T.-S. Chen, and M.-W. Cheng, “A new data hiding method in binary image,” in *Fifth International Symposium on Multimedia Software Engineering, 2003. Proceedings.*, pp. 88–93, IEEE, 2003.
- [31] D. Coupier, *Asymptotique des propriétés locales pour le modèle d’Ising et applications*. PhD thesis, Université René Descartes-Paris V, 2005.
- [32] T. Kumar and K. Verma, “A theory based on conversion of rgb image to gray image,” *International Journal of Computer Applications*, vol. 7, no. 2, pp. 7–10, 2010.
- [33] C.-C. Lin and W.-H. Tsai, “Visual cryptography for gray-level images by dithering techniques,” *Pattern Recognition Letters*, vol. 24, no. 1-3, pp. 349–358, 2003.
- [34] M. Najarnikoo, M. Z. Targhi, and H. Pasdarshahri, “Experimental study on the flame stability and color characterization of cylindrical premixed perforated burner of condensing boiler by image processing method,” *Energy*, vol. 189, p. 116130, 2019.
- [35] H. L. H. Kacem and M. S. Bouhleb, “Mesure de la qualité des images par l’utilisation de la loi de weber,” in *International Conference : Sciences of Electronic, Technologies of Information and Telecommunications*, vol. 6, 2005.
- [36] A. Hore and D. Ziou, “Image quality metrics : Psnr vs. ssim,” in *2010 20th international conference on pattern recognition*, pp. 2366–2369, IEEE, 2010.
- [37] B. Bringier, *Elaboration de modeles d’évaluation de la qualité du rendu couleur*. PhD thesis, PhD thesis, Université de Poitiers, 2005.
- [38] X. Kong, Y. Shi, S. Yu, J. Liu, and F. Xia, “Academic social networks : Modeling, analysis, mining and applications,” *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 132, pp. 86–103, 2019.
- [39] T. Aichner, M. Grünfelder, O. Maurer, and D. Jegeni, “Twenty-five years of social media : a review of social media applications and definitions from 1994 to 2019,” *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, vol. 24, no. 4, pp. 215–222, 2021.



- [40] B. Mróz-Gorgoń and K. Peszko, “Marketing analysis of social media—definition considerations,” *European Journal of Service Management*, vol. 20, pp. 33–40, 2016.
- [41] “wearesocial.” <https://wearesocial.com/blog/2020/01/digital-2020-3-8-billion-people-use-social-media>. Accessed : 10-06-2021.
- [42] M.-P. Proulx-Lauzon, *Les Facteurs Qui Influencent L’utilisation de Twitter Dans Un Contexte Politique*. PhD thesis, Université de Sherbrooke, 2014.
- [43] A. Burri, *Réseaux sociaux, discussions instantanées, jeux en ligne ; quel temps reste-t-il pour les devoirs ?* PhD thesis, Haute école pédagogique BEJUNE, 2013.
- [44] C. Balagué and D. Fayon, *Facebook, Twitter et les autres... : Intégrer les réseaux sociaux dans une stratégie d’entreprise*. Pearson Education France, 2012.
- [45] M. Filali, “Lorsque les réseaux sociaux servent l’humanitaire,” *Rhizome*, no. 3, pp. 19–19, 2016.
- [46] M. Yamna, *Le rôle des autocollants dans les conversations synchrones en ligne : Analyse sémio-pragmatique des stickers sur Viber*. PhD thesis, 2020.
- [47] J.-H. Roy, “Instagram : la une de l’ère mobile,” *Les Cahiers du journalisme-Recherches*, vol. 2, no. 6, pp. R69–R97, 2021.
- [48] “datareportal.” <https://datareportal.com/social-media-users>. Accessed : 10-06-2021.
- [49] R. Bernaoui, “Actes séminaire jeunes chercheurs. éducation universitaire à l’ère numérique : Propriété intellectuelle et droit d’auteur. 23 & 24 avril 2018,” 2018.
- [50] “Organization mondial de la propriétés intellectuel.” [https://www.wipo.int/copyright/fr/faq\\_copyright.html](https://www.wipo.int/copyright/fr/faq_copyright.html). Accessed : 12-06-2021.
- [51] C. Geiger, “Liberté de l’image et droit d’auteur,” *LegiCom*, no. 2, pp. 65–76, 2005.

- [52] F. Corone, “Droit d’auteur et droit à l’image des biens,” *LEGICOM*, no. 2, pp. 25–31, 2001.
- [53] M. D. Molina, S. S. Sundar, T. Le, and D. Lee, ““fake news” is not simply false information : a concept explication and taxonomy of online content,” *American behavioral scientist*, p. 0002764219878224, 2019.
- [54] K. Muhammad, J. Ahmad, S. Rho, and S. W. Baik, “Image steganography for authenticity of visual contents in social networks,” *Multimedia Tools and Applications*, vol. 76, no. 18, pp. 18985–19004, 2017.
- [55] A. Brisman, “Crime-environment relationships and environmental justice,” *Seattle J. Soc. Just.*, vol. 6, p. 727, 2007.
- [56] R. Deckers, H. J. Eysenck, and G. H. Gudjonsson, *The causes and cures of criminality*. Springer Science & Business Media, 1989.
- [57] K. Hayward and J. Ilan, *Cultural criminology*. Routledge, 2018.
- [58] “Criminaliste : Comment devenir criminaliste (métier, formation, salaire)? - 14m.” <https://www.14m.fr>.
- [59] P. F. Ceccaldi, *La Criminalistique : par Pierre Fernand Ceccaldi...* Presses universitaires de France (Vendôme, Impr. des PUF), 1962.
- [60] “criminalistique-reveler-analyser-interpreter-trace.” <https://neo.uqtr.ca/criminalistique-reveler-analyser-interpreter-trace/>. Accessed : 12-06-2021.
- [61] E. Bailly and A. DAOUD, “Cybercriminalité et réseaux sociaux : la réponse pénale,” *AJ Pénal*, p. 252, 2012.
- [62] “spvm.qc.ca.” <https://spvm.qc.ca/fr/Jeunesse/Cybercriminalite>. Accessed : 12-06-2021.
- [63] “imagine-ton-futur.” <https://www.imagine-ton-futur.com/metier-policier-informatique.html>. Accessed : 12-06-2021.

- [64] “dz-techs.” <https://www.dz-techs.com/fr/computer-forensics-analyst#lwptoc1>. Accessed : 12-06-2021.
- [65] “merriam-webster.” <https://www.merriam-webster.com/dictionary/forensic>. Accessed : 12-06-2021.
- [66] S. Dogan and E. Akbal, “Analysis of mobile phones in digital forensics,” in *2017 40th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, pp. 1241–1244, IEEE, 2017.
- [67] S. Battiato, O. Giudice, and A. Paratore, “Multimedia forensics : discovering the history of multimedia contents,” in *Proceedings of the 17th International Conference on Computer Systems and Technologies 2016*, pp. 5–16, 2016.
- [68] T. Abraham and O. de Vel, “Investigative profiling with computer forensic log data and association rules,” in *2002 IEEE International Conference on Data Mining, 2002. Proceedings.*, pp. 11–18, IEEE, 2002.
- [69] R. Böhme, F. C. Freiling, T. Gloe, and M. Kirchner, “Multimedia forensics is not computer forensics,” in *International Workshop on Computational Forensics*, pp. 90–103, Springer, 2009.
- [70] A. Gray, P. Sallis, and S. MacDonell, “Identified (integrated dictionary-based extraction of non-language-dependent token information for forensic identification, examination, and discrimination) : A dictionary-based system for extracting source code metrics for software forensics,” in *Proceedings. 1998 International Conference Software Engineering : Education and Practice (Cat. No. 98EX220)*, pp. 252–259, IEEE, 1998.
- [71] D. B. Gabel, “Repenser l’appareil photographique,” *Revue. Art and art history*, 2013.
- [72] E. Romagnoli, *Dynamique de combustion des végétaux et analyse des fumées émises, effets de l’échelle et du système*. PhD thesis, Université Pascal Paoli, 2014.

- [73] J. Miranda, M. João, L. Matias, M. Sofia, and S. Raposo, “Ndt techniques for the analysis of anomalies related with durability-heritage buildings with masonry walls and confining concrete elements,”
- [74] C. Chossegros, L. Guyot, B. Mantout, F. Cheynet, P. Olivi, and J.-L. Blanc, “Photographie numérique médicale et dentaire. le choix d’un appareil photo simple et économique,” *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-faciale*, vol. 111, no. 2, pp. 79–83, 2010.
- [75] F.-X. Bernard, B. Laetitia, and G. Arganini, “Utilisation de tablettes numériques à l’école. une analyse du processus d’appropriation pour l’apprentissage,” *STICEF (Sciences et Technologies de l’Information et de la Communication pour l’Éducation et la Formation)*, vol. 20, pp. 1–13, 2013.
- [76] B. MOUAKI BENANI, *LA RECONSTRUCTION DE L’IMAGES PAR LA METHODE DE LA MORPHOLOGIE MATHEMATIQUE*. PhD thesis.
- [77] “photoniques.” <https://www.photoniques.com/articles/photon/abs/2015/06/photon201579p39/photon201579p39.html>. Accessed : 12-06-2021.
- [78] P. Mayaux, H. Eva, A. Fournier, L. Sawadogo, I. Palumbo, and J.-M. Grégoire, “Apport des techniques spatiales pour la gestion des aires protégées en afrique de l’ouest,” *FOURNIER et al. Quelles aires protégées pour l’Afrique de l’Ouest*, pp. 321–327, 2007.
- [79] V. Muracciole, *Définition et mise en place d’un outil temps réel d’analyse des caractéristiques physiques des semences sèches*. PhD thesis, Université d’Angers, 2009.
- [80] B. Ramadout, *Capteurs d’images CMOS à haute résolution à Tranchées Profondes Capacitives*. PhD thesis, Lyon 1, 2010.
- [81] F. Domengie, *Etude des défauts électriquement actifs dans les matériaux des capteurs d’image CMOS*. PhD thesis, Université de Grenoble, 2011.

- [82] L. Zhang, Y. Jin, L. Lin, J. Li, and Y. Du, “The comparison of ccd and cmos image sensors,” in *2008 International Conference on Optical Instruments and Technology : Advanced Sensor Technologies and Applications*, vol. 7157, p. 71570T, International Society for Optics and Photonics, 2009.
- [83] M.-C. Ursule, *Compréhension des mécanismes physiques à l’origine des dégradations électriques extrêmes des pixels dans les capteurs d’images irradiés*. PhD thesis, Toulouse, ISAE, 2017.
- [84] Y. Degerli, *Étude, modélisation des bruits et conception des circuits de lecture dans les capteurs d’images à pixels actifs CMOS*. PhD thesis, École nationale supérieure de l’aéronautique et de l’espace (Toulouse; 1972 . . . , 2000.
- [85] J. Solhusvik, *Etude et conception de capteurs d’images à pixels actifs et de l’électronique de traitement associée en vue d’applications faible flux*. PhD thesis, Toulouse, ENSAE, 1996.
- [86] A. BAROUDI, *Comparaison entre les différents filtres dimages*. PhD thesis.
- [87] K. Sara, “Introduction à l’imagerie médicale,” 201.
- [88] A. Buades, B. Coll, and J. Morel, “Chasse au bruit dans les images,” *RECHERCHE-PARIS-*, vol. 394, p. 82, 2006.
- [89] B. MOUAKI BENANI, “La reconstruction de l’images par la methode de la morphologie mathématique,” Master’s thesis.
- [90] Y. M. Blanter and M. Büttiker, “Shot noise in mesoscopic conductors,” *Physics reports*, vol. 336, no. 1-2, pp. 1–166, 2000.
- [91] J. Lukáš, J. Fridrich, and M. Goljan, “Detecting digital image forgeries using sensor pattern noise,” in *Security, Steganography, and Watermarking of Multimedia Contents VIII*, vol. 6072, p. 60720Y, International Society for Optics and Photonics, 2006.

- [92] T. Zhang, X. Li, J. Li, and Z. Xu, “Cmos fixed pattern noise removal based on low rank sparse variational method,” *Applied Sciences*, vol. 10, no. 11, p. 3694, 2020.
- [93] A. Lawgaly and F. Khelifi, “Sensor pattern noise estimation based on improved locally adaptive dct filtering and weighted averaging for source camera identification and verification,” *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, vol. 12, no. 2, pp. 392–404, 2016.
- [94] R. Patnaik and D. Casasent, “Mstar object classification and confuser and clutter rejection using minace filters,” in *Automatic Target Recognition XVI*, vol. 6234, p. 62340S, International Society for Optics and Photonics, 2006.
- [95] “blogdumoderateur.” <https://www.blogdumoderateur.com/chiffres-facebook/>. Accessed : 13-06-2021.
- [96] “statista.” <https://www.statista.com/statistics/325587/instagram-global-age-group/>. Accessed : 13-06-2021.
- [97] “blogdumoderateur.” <https://www.blogdumoderateur.com/chiffres-twittr/>. Accessed : 13-06-2021.
- [98] “investor.snap.com.” <https://investor.snap.com/overview/default.aspx>. Accessed : 13-06-2021.
- [99] “python definition.” <https://techterms.com>. Accessed : 13-06-2021.
- [100] S. F. Pane and Y. A. Saputra, *Big Data : Classification Behavior Menggunakan Python*, vol. 1. Kreatif, 2020.
- [101] C. Accard *et al.*, “Logiciels libres en version portable–informatique,” Informatique, 2020.
- [102] V. P.-L. Lembé, “L’école sous l’influence du numérique : quelques enjeux et perspectives pédaogo-techniques,” *Numérique, éducation et apprentissage : Enjeux communicationnels*, p. 43, 2015.