

**UNIVERSITE ELHADJ LAKHDER - BATNA**  
**FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR**  
**DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE**

**No. attribuer la bibliothe**

/ / / / / / / / / / / / / / /

**Mémoire**

présenté en vue de l'obtention du diplôme

**Magister en Informatique**

**Spécialité : Ingénierie des Systèmes Informatiques**  
présenté et soutenu publiquement par

**Nour El-Houda GOLEA**

Titre :

**Tatouage numérique des images couleurs RGB.**

**JURY**

M. AMMAR LAHLOUHI	Président
M. MOHAMED CHAOUKI BABAHENINI	Examineur
M. ABDELKADER GASMI	Examineur
M. REDHA BENZID	Rapporteur
M. RACHID SEGHIR	Co-Rapporteur



# Remerciements

*Je tiens tout d'abord à exprimer mes sincères remerciements à mes encadreurs Mr. Redha BENZID et Mr. Rachid SEGHIR qui ont assumé la direction de ce travail. Leur dévouement, leur disponibilité et leurs conseils m'ont permis d'accomplir ce travail dans les meilleures conditions. Merci de m'avoir fait découvrir le plaisir de la recherche et de m'avoir soutenue jusqu'au bout.*

*Je remercie les membres de jury qui ont accepté de juger ce travail :*

*Dr. Ammar LAHLOUHI, maître de conférences à l'université de Batna, qui me fait le grand honneur d'accepter la présidence du jury.*

*Dr. Mohamed Chaouki BABAHNINI, maître de conférences à l'université de Biskra et Dr. Abdel-kader GASMI, maître de conférences à l'université de M'sila pour l'honneur qu'ils me font en acceptant de participer à ce jury.*

*Je suis très reconnaissante à mes enseignants durant les années de cette formation. J'adresse un remerciement particulier à Dr. Ali BEHLOUL.*

*Je tiens également à remercier tous mes collègues à l'école doctorale STIC (ISI).*

*Je réserve un remerciement chaleureux à mes chères amies : Lemya, Nabila et Leila.*

*Un grand merci à mes très chers parents qui m'ont toujours aidé, soutenu et encouragé au cours de mes études.*

*Je remercie aussi mes sœurs et frères : Affaf, Farouk, Asma, Nour El-Imen et mon petit frère adorable Mohamed Akram.*

*Merci à ma grande mère, merci pour son encouragement et ses prières.*

*Merci à tous ceux qui ont su me donner le goût pour la science et la recherche.*



# Table des matières

<b>Introduction générale</b>	<b>9</b>
<b>I État de l'art</b>	<b>13</b>
<b>1 Introduction aux images numériques</b>	<b>15</b>
1.1 Introduction . . . . .	15
1.2 Les images numériques et le système visuel humain . . . . .	16
1.3 Numérisation des images . . . . .	18
1.3.1 Processus de numérisation . . . . .	19
1.3.2 Fidélité de la numérisation . . . . .	20
1.4 Codage des images numériques . . . . .	21
1.4.1 Codage en noir et blanc . . . . .	21
1.4.2 Codage en niveaux de gris . . . . .	22
1.4.3 Codage en couleurs 24 bits . . . . .	22
1.4.4 Codage en couleurs 8 bits . . . . .	23
1.5 Représentation de la couleur . . . . .	23
1.5.1 Synthèse additive de la lumière (mode RGB) . . . . .	23
1.5.2 Synthèse soustractive de la lumière (mode CMJN) . . . . .	24
1.6 Stockage des images . . . . .	24
1.6.1 Formats d'image matricielle . . . . .	25
1.6.2 Formats d'image vectorielle . . . . .	26
1.7 Aspects du traitement d'images . . . . .	27
1.7.1 Filtrage . . . . .	27
1.7.2 Compression . . . . .	29
1.7.3 Tatouage numérique . . . . .	31
1.8 Conclusion . . . . .	32
<b>2 Tatouage numérique, concepts de base et terminologies</b>	<b>33</b>
2.1 Introduction . . . . .	33
2.2 Historique et Terminologies . . . . .	34
2.2.1 Historique . . . . .	34

2.2.2	Terminologies . . . . .	35
2.3	Modèle générique du tatouage . . . . .	37
2.4	Conditions requises pour les techniques du tatouage d'images numériques . . . . .	39
2.4.1	Imperceptibilité . . . . .	39
2.4.2	Robustesse et fragilité . . . . .	39
2.4.3	Sécurité . . . . .	39
2.5	Taxonomie des techniques du tatouage numérique . . . . .	40
2.5.1	Classification selon le type de l'algorithme . . . . .	41
2.5.2	Classification selon le domaine d'insertion . . . . .	42
2.5.3	Classification selon le champ d'application . . . . .	47
2.6	Classification des attaques . . . . .	49
2.7	Mesures perceptuelles de la qualité visuelle des images . . . . .	50
2.7.1	Métriques Basées Pixels . . . . .	51
2.7.2	Métriques psycho-visuelles . . . . .	52
2.8	Conclusion . . . . .	55
<b>3</b>	<b>Tatouage d'images numériques utilisant la SVD</b>	<b>57</b>
3.1	Introduction . . . . .	57
3.2	La décomposition en valeurs singulières SVD . . . . .	58
3.2.1	Définition . . . . .	58
3.2.2	Interprétation géométrique . . . . .	59
3.2.3	Exemple . . . . .	60
3.3	Algorithmes de tatouage utilisant la transformée SVD . . . . .	60
3.3.1	Algorithmes non aveugles . . . . .	60
3.3.2	Algorithmes aveugles . . . . .	65
3.4	Conclusion . . . . .	69
<b>4</b>	<b>Tatouage fragile d'images numériques</b>	<b>71</b>
4.1	Introduction . . . . .	71
4.2	Problématique d'intégrité des images numériques . . . . .	72
4.2.1	Schéma générique d'un système d'authentification d'image . . . . .	73
4.3	Approches basées sur la signature électronique . . . . .	74
4.3.1	Généralités sur les schémas de signature électronique . . . . .	74
4.3.2	Signature électronique pour les images numériques . . . . .	75
4.4	Approches basées sur le tatouage fragile . . . . .	78
4.4.1	Modèle générique d'une technique de tatouage fragile . . . . .	78
4.4.2	Caractéristiques d'un système de tatouage fragile . . . . .	78
4.4.3	Types d'attaques . . . . .	79
4.4.4	Algorithmes de tatouage fragile . . . . .	80
4.5	Conclusion . . . . .	82

<b>II</b>	<b>Algorithmes proposés</b>	<b>85</b>
<b>5</b>	<b>Algorithme du tatouage aveugle d'images couleurs RGB</b>	<b>87</b>
5.1	Introduction . . . . .	87
5.2	Méthode proposée . . . . .	88
5.2.1	Modèle utilisé . . . . .	88
5.2.2	Algorithme d'insertion . . . . .	89
5.2.3	Algorithme d'extraction . . . . .	91
5.3	Simulations et résultats expérimentaux . . . . .	92
5.3.1	Propriété d'imperceptibilité . . . . .	92
5.3.2	Propriété de robustesse . . . . .	95
5.4	Conclusion . . . . .	99
<b>6</b>	<b>Algorithme du tatouage fragile d'images couleurs RGB</b>	<b>101</b>
6.1	Introduction . . . . .	101
6.2	Contrôle de redondance cyclique CRC . . . . .	102
6.2.1	Principe . . . . .	102
6.2.2	Procédure de codage et décodage CRC . . . . .	102
6.3	Méthode proposée . . . . .	104
6.3.1	Modèle utilisé . . . . .	104
6.3.2	Algorithme de génération du watermark . . . . .	105
6.3.3	Algorithme d'insertion . . . . .	106
6.3.4	Algorithme de détection . . . . .	107
6.4	Simulations et résultats expérimentaux . . . . .	108
6.4.1	Propriété d'imperceptibilité . . . . .	108
6.4.2	Propriété de fragilité . . . . .	109
6.4.3	Discussion . . . . .	112
6.5	Conclusion . . . . .	113
	<b>Conclusion et perspectives</b>	<b>115</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>116</b>