



Laboratoire  
d'Informatique  
de Robotique  
et de Microélectronique  
de Montpellier



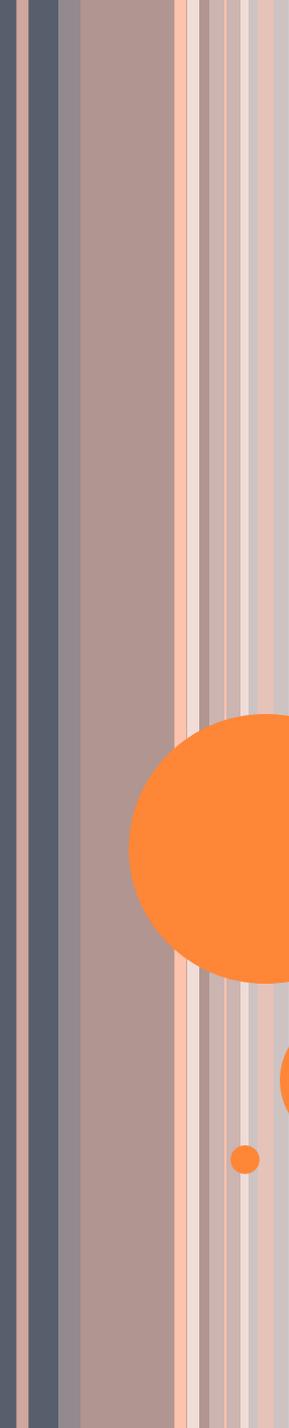
*Neil F. Johnson,  
Sushil Jajodia,  
Exploring Steganography:  
Seeing the Unseen,  
Computing Practices*

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE, LA STÉGANOGRAPHIE, LE DIGITAL FORENSICS

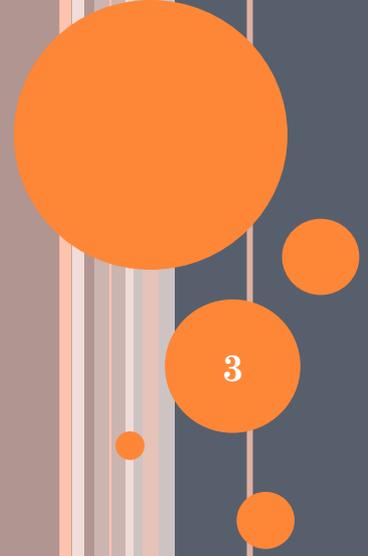
**Marc CHAUMONT (Nîmes - LIRMM)**

# PLAN

- Le tatouage
- La stéganographie
- Le digital forensics



# LE TATOUAGE QU'ES AQUÒ ?



3

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : *QU'ES AQUÒ ?*

- Le tatouage numérique est l'art **d'altérer** un média (une image, un son, une vidéo ...) :
  - de sorte qu'il **contienne un message** le plus souvent en rapport avec le média,
  - le plus souvent de manière imperceptible,
  - et le plus souvent de manière robuste et sûre.

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : *QU'ES AQUÒ ?*

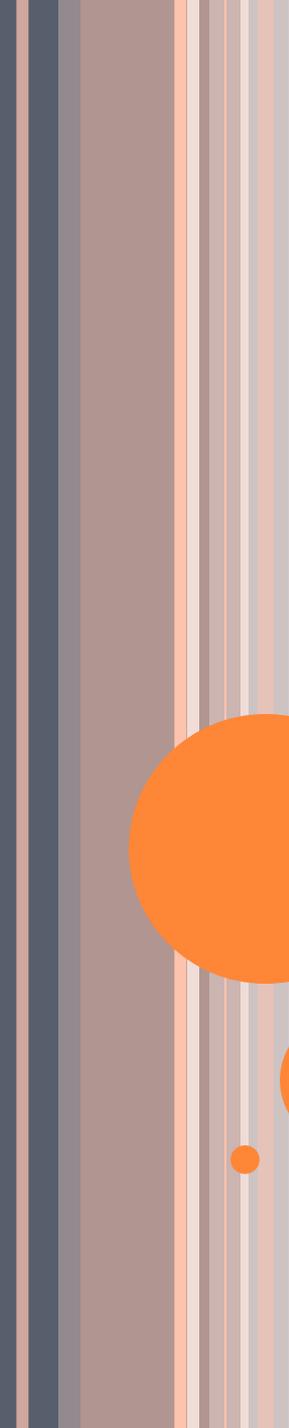
- Exemple sur une image :



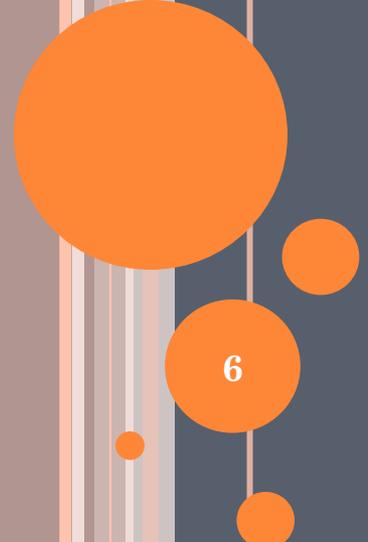
Tatouage visible



Tatouage invisible



# LE TATOUAGE COMMENT ÇA MARCHE ?



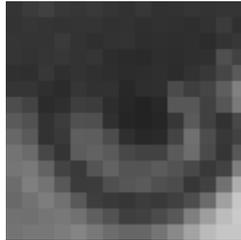
6

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : TATOUAGE LSB

- Prenons l'exemple d'une image en niveau de gris :



# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : TATOUAGE LSB



Zone de l'œil  
Agrandie (15x15)

52	59	64	56	54	57	53	50	55	49	50	53	51	53	53
51	54	52	51	52	52	49	50	47	49	48	46	50	59	48
53	52	52	58	51	47	50	51	46	47	46	47	44	51	55
53	51	53	55	51	53	45	43	42	46	45	47	48	79	66
48	47	55	47	51	48	46	44	45	47	44	50	56	70	90
53	53	47	43	54	49	50	40	46	47	75	62	69	94	128
77	67	43	47	62	60	45	39	35	40	87	87	65	86	121
90	81	50	60	80	79	48	37	35	38	55	90	65	50	72
103	90	50	57	94	93	76	47	40	42	68	112	77	56	66
115	107	71	52	92	98	90	72	66	66	90	108	74	53	87
117	121	99	67	58	84	98	84	84	91	83	72	57	66	126
108	127	115	88	59	60	79	86	90	80	76	55	65	113	173
105	114	125	113	89	62	57	54	60	57	64	77	107	160	198
113	112	117	120	113	95	82	63	65	75	88	127	158	188	202
115	119	119	124	132	120	108	101	102	116	137	163	186	197	198

Valeur des pixels (intervalle [0, 255])

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : TATOUAGE LSB

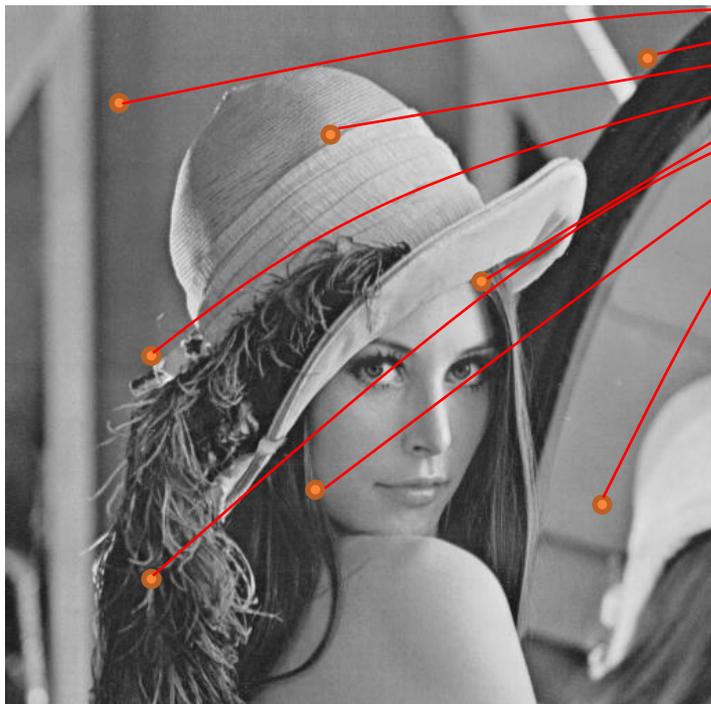
- Représentation en binaire des entiers de  $[0, 255]$  :

octet

ENTIER (BASE 10)	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	0	0	1	1
4	0	0	0	0	0	1	0	0
...								
254	1	1	1	1	1	1	1	0
255	1	1	1	1	1	1	1	1

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : TATOUAGE LSB

- L'insertion par substitution du bit de poids faible (LSB : Low Significant Bit Data-Hiding) :



Choix de quelques pixels

Chacun des pixels va être modifié pour « embarquer » un bit

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : TATOUAGE LSB

- L'insertion par substitution du bit de poids faible (LSB : Low Significant Bit Data-Hiding) :



## Exemple :

- Supposons que le pixel vaut 42
- Supposons que le bit à insérer vaut 1
  
- 42 en binaire s'écrit 101 010
- Après insertion on a 101 011  
c'est-à-dire la valeur 43

... modification invisible à l'œil

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : TATOUAGE LSB

- L'insertion par substitution du bit de poids faible (LSB : Low Significant Bit Data-Hiding) :



Message inséré :  
« ceci est l'image Lena »



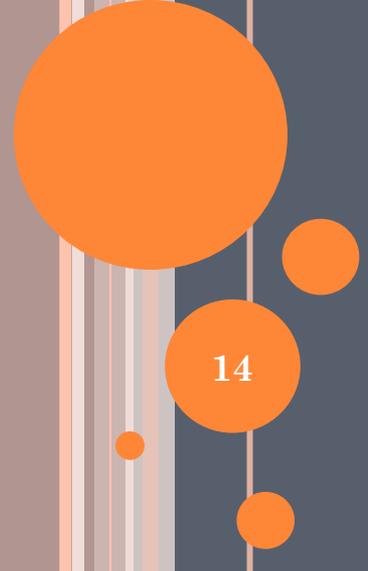
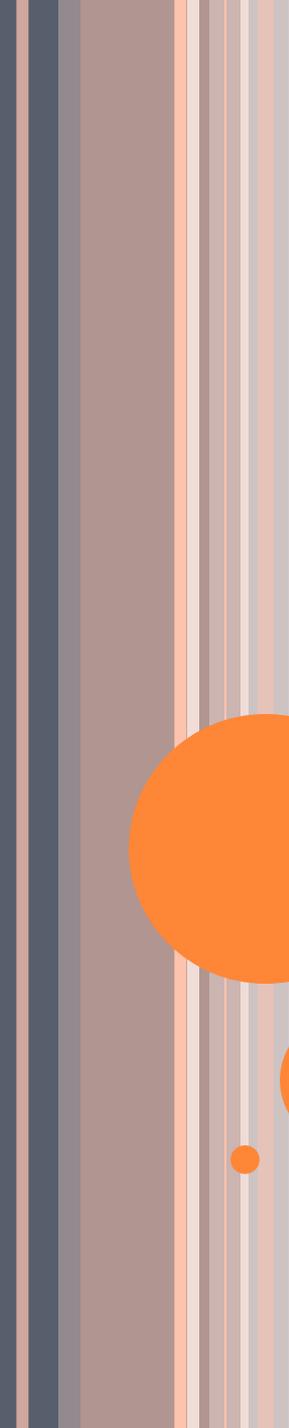
*Conversion en séquence binaire*

01001000100010010 ...

*Insertion LSB de la séquence*

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : *QU'ES AQUÒ ?*

- Le tatouage numérique est l'art **d'altérer** un média (une image, un son, une vidéo ...) :
  - de sorte qu'il **contienne un message** le plus souvent en rapport avec le média,
  - le plus souvent de manière imperceptible,
  - et le plus souvent de manière robuste et sûre.



# LE TATOUAGE QUELQUES EXEMPLES POUR DIFFÉRENTS MEDIAS

14

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : *DIFFÉRENTES TECHNIQUES*

- Exemple sur une image :



Tatouage visible



Tatouage invisible

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : *DIFFÉRENTES TECHNIQUES*

- Exemple sur une image (cas réversible):

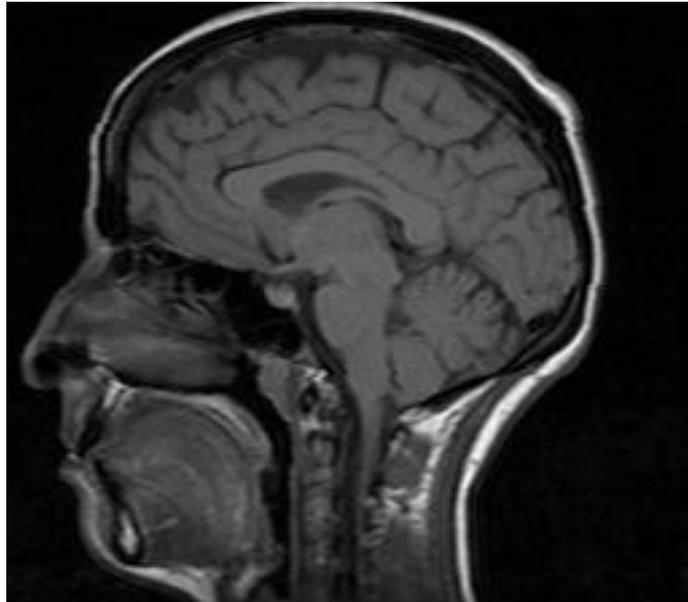


Image initiale

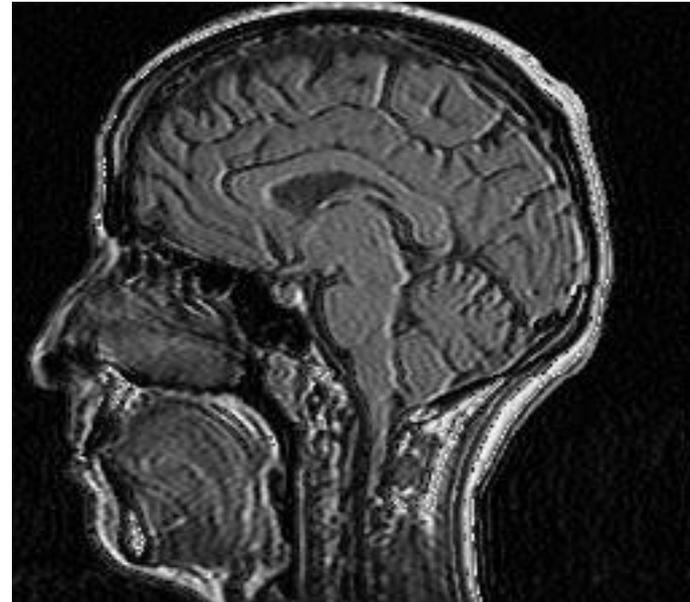


Image tatouée  
de manière réversible  
(la dégradation est visible)

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : *DIFFÉRENTES TECHNIQUES*

- Exemple sur du texte (dans une image)

For a watermark to be effective in ownership applications, it must remain in the media object and be reliably detectable from the published product. For the publishing example described above, it is important that the watermark be reliably detectable from the scan of a published image.

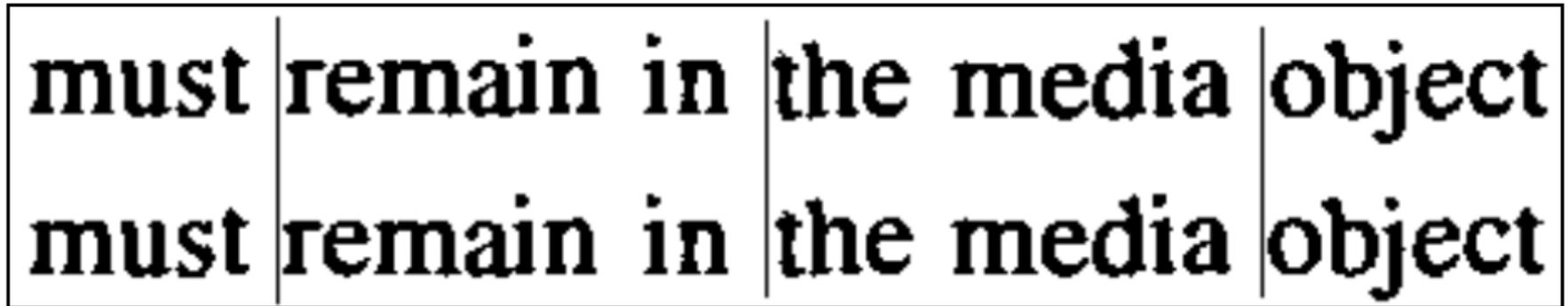
(a) Original image

For a watermark to be effective in ownership applications, it must remain in the media object and be reliably detectable from the published product. For the publishing example described above, it is important that the watermark be reliably detectable from the scan of a published image.

(b) Watermarked image

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : *DIFFÉRENTES TECHNIQUES*

- Exemple sur du texte (dans une image)



(a) a part of line 2

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : *DIFFÉRENTES TECHNIQUES*

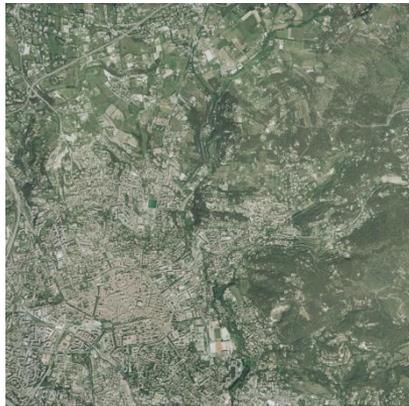
- Tatouage dans les vidéos MPEG4-P10 (H.264)

City\_qcif.yuv

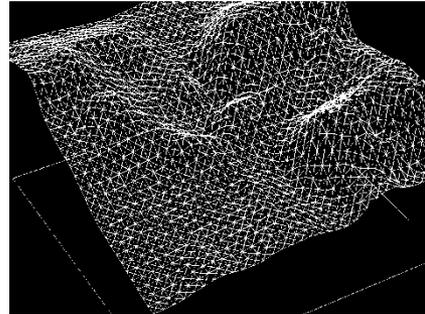
City\_qcif\_watermarked.yuv

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : *DIFFÉRENTES TECHNIQUES*

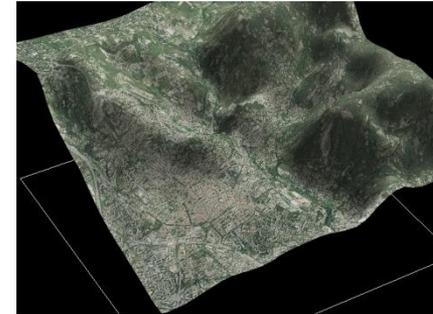
- Tatouage dans des images jpeg2000



**Image (texture)**



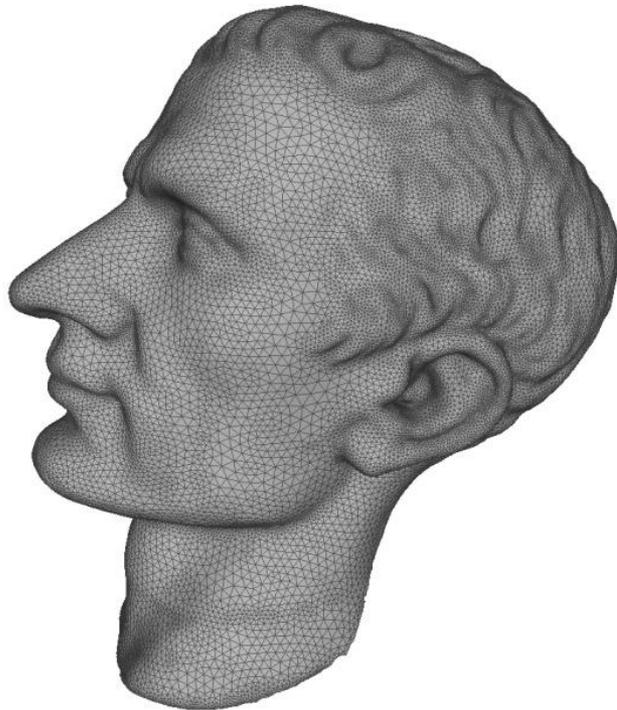
**Altitudes (= matrice de points)**



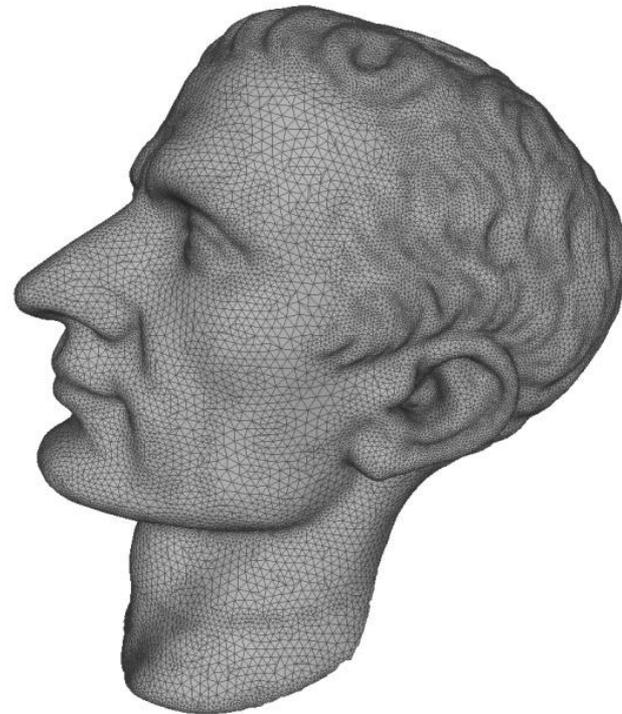
**Vue 3D  
(plaquage de la texture)**

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : *DIFFÉRENTES TECHNIQUES*

- Le tatouage 3D



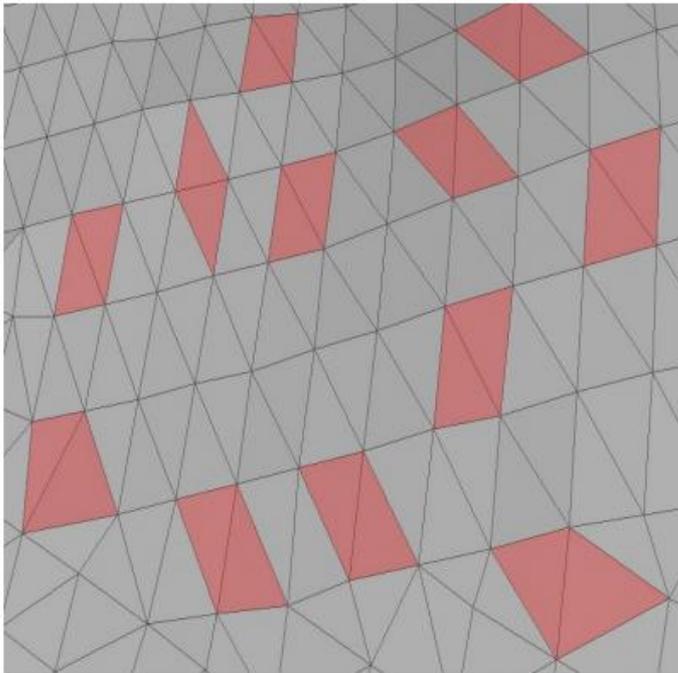
Avant tatouage



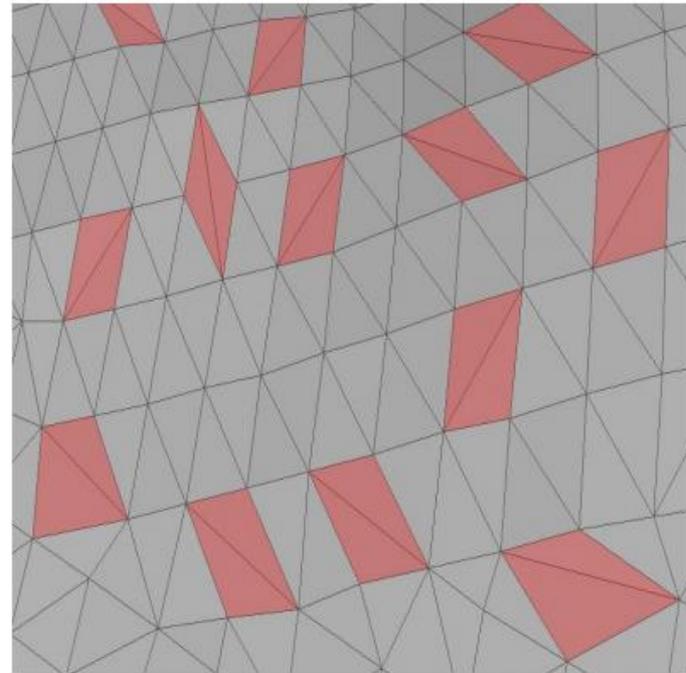
Après tatouage

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : *DIFFÉRENTES TECHNIQUES*

- Le tatouage 3D



Avant tatouage

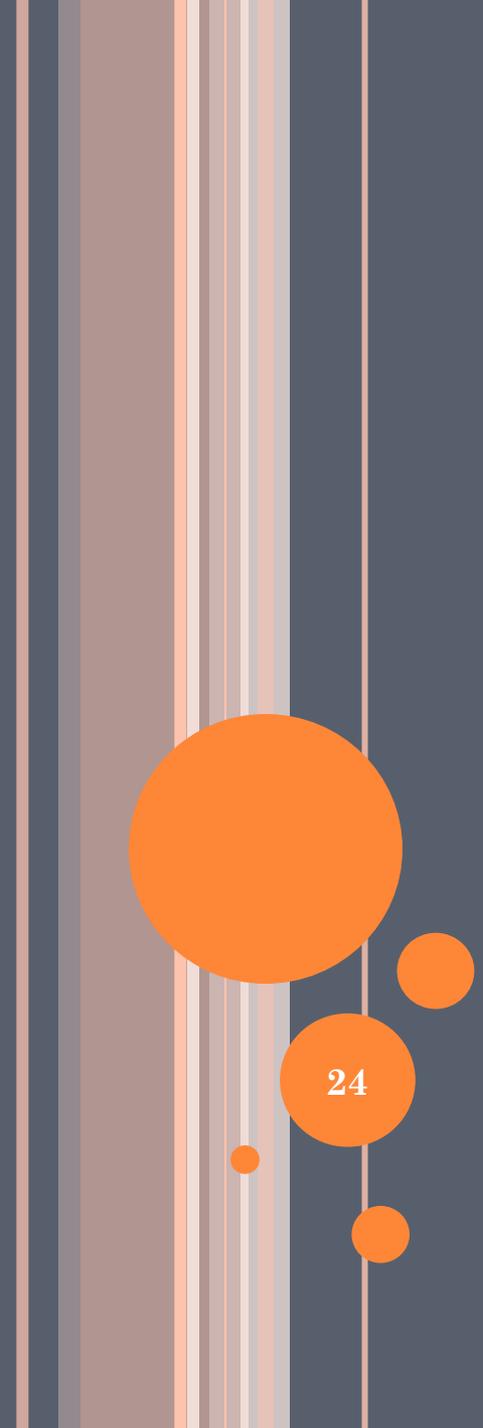


Après tatouage

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : *DIFFÉRENTES TECHNIQUES*

On peut faire du tatouage de :

- Textes,
- Programmes,
- Images,
- Sons,
- Vidéos,
- Modèles 3D,
- ...



# LE TATOUAGE : LES GRANDES FAMILLES

24

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : *FAMILLES*

- Sur une image, tatouage robuste :



Tatouage visible



Tatouage invisible

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : *FAMILLES*

- Sur une image, tatouage réversible:

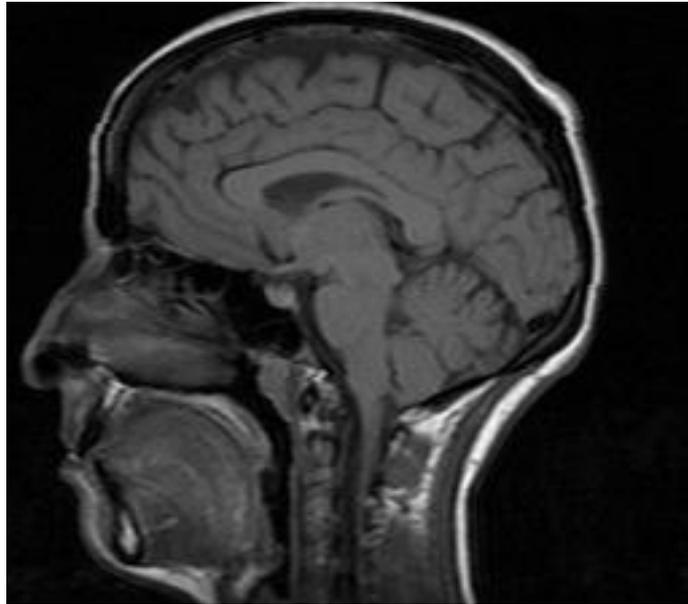


Image initiale

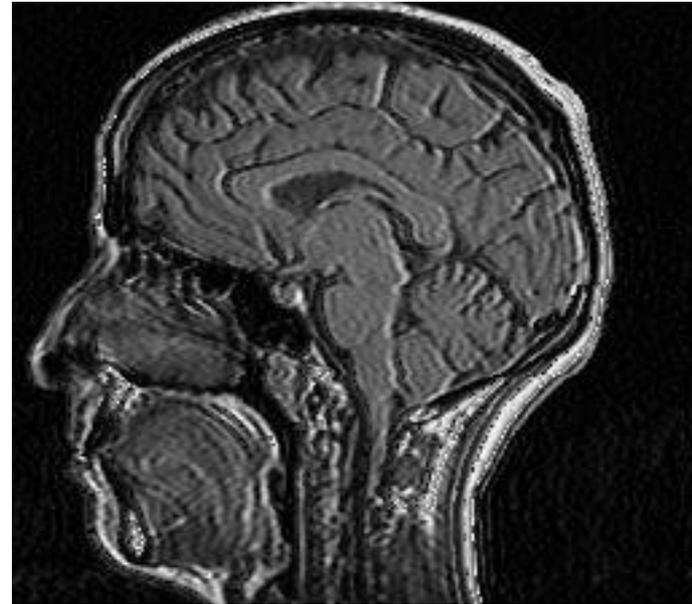


Image tatouée  
de manière réversible  
(la dégradation est visible)

# LE TATOUAGE NUMÉRIQUE : *FAMILLES*

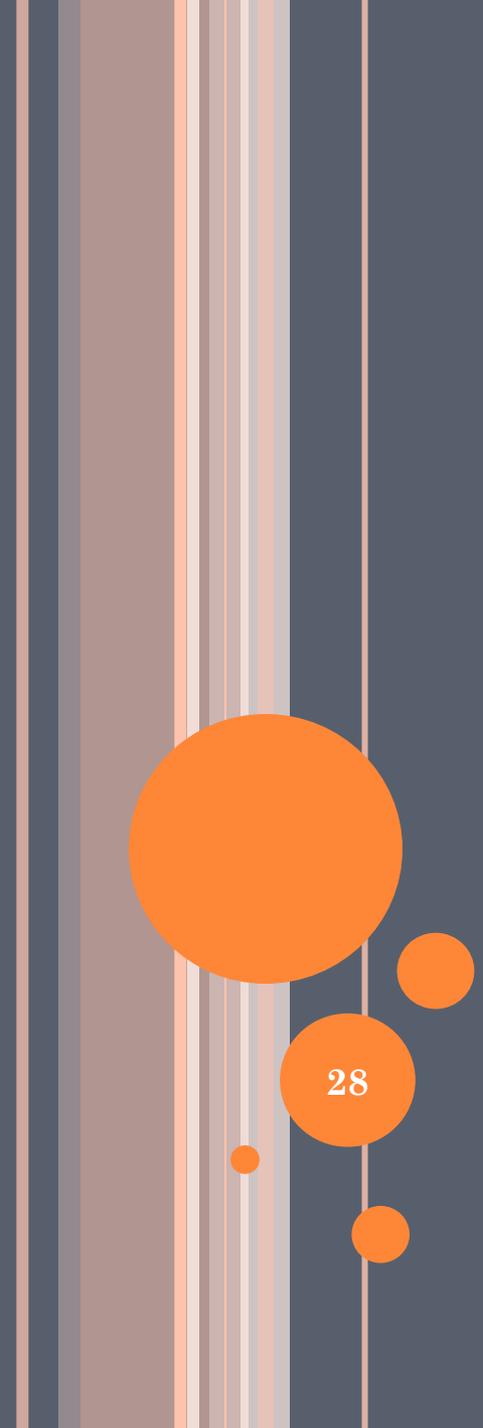
- Sur une image, tatouage fragile ou semi-fragile:



Image tatouée



L'image est falsifiée :  
le tatouage n'est plus détecté

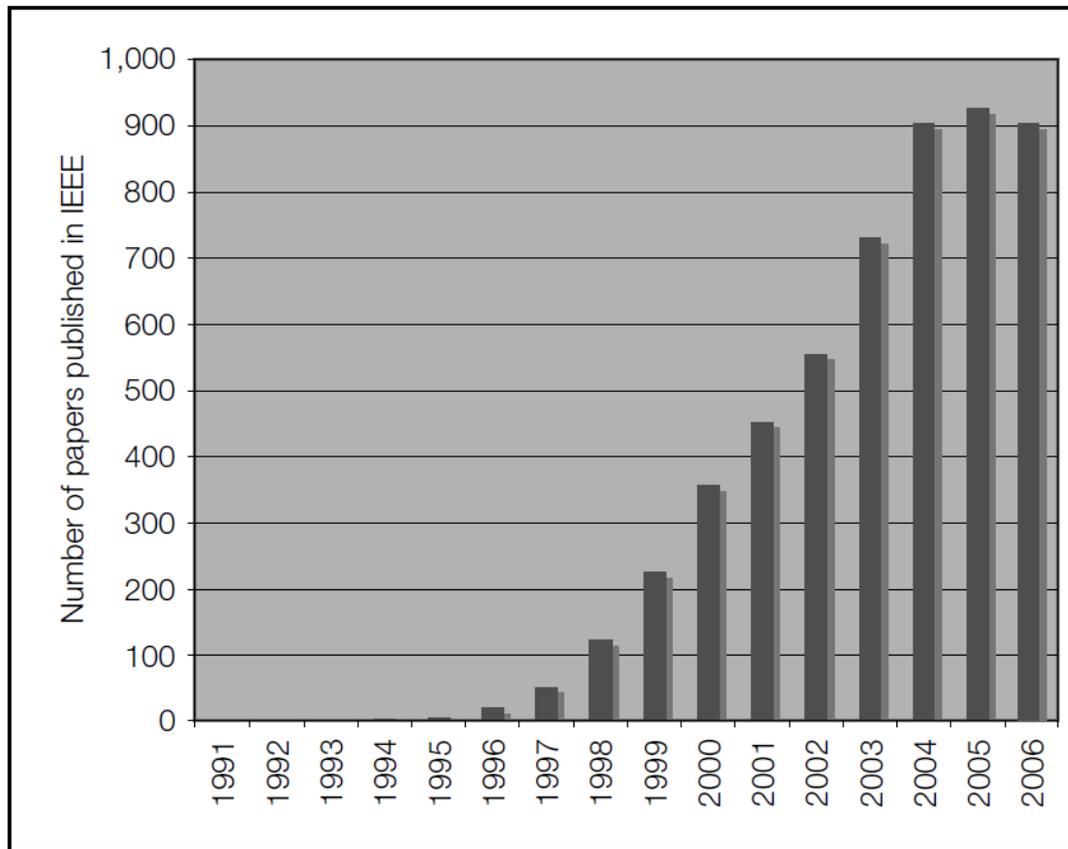


# A QUOI ÇA SERT ? APPLICATIONS POSSIBLES

28

# AVANT PROPOS :

## LE TATOUAGE EST UNE SCIENCE JEUNE



**FIGURE 1.3**

Annual number of papers published on watermarking and steganography by the IEEE.

# APPLICATIONS

- Identification du propriétaire - preuve de propriété (« copyright proof »),
- Traçage de traîtres (« active fingerprinting »),
- Vérification d'authenticité,
- Gestion de copie,
  
- Gestion de périphérique,
- Contrôle/Surveillance/Analyse de diffusion (« broadcast monitoring »),
- Enrichissement.

# APPLICATIONS

- Identification du propriétaire - preuve de propriété (« copyright proof »),
- Traçage de traîtres (« active fingerprinting »),
- Vérification d'authenticité,
- Gestion de copie,
  
- Gestion de périphérique,
- Contrôle/Surveillance/Analyse de diffusion (« broadcast monitoring »),
- Enrichissement.

# APPLICATIONS : COPYRIGHT



**FIGURE 2.1**

The often-used Lena image in image processing research is a cropped version of a 1972 *Playboy* centerfold. This portion of the original, lost to cropping, identifies the copyright owner.

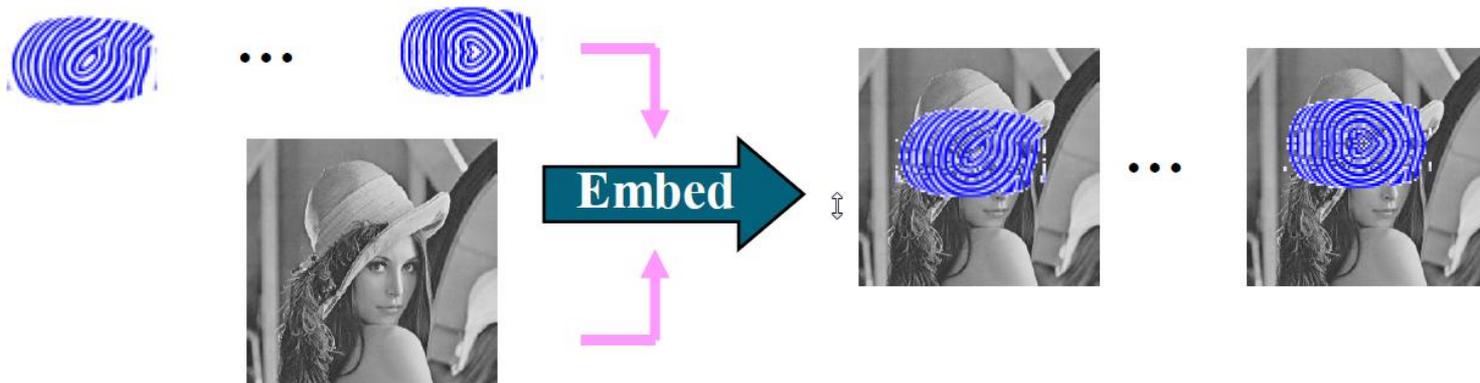
I. Cox and M. Miller and J. Bloom and J. Fridrich and T. Kalker,  
Digital Watermarking and Steganography, Morgan Kaufmann, 2007, in Multimedia Information and Systems, 2nd.

# APPLICATIONS

- Identification du propriétaire - preuve de propriété (« copyright proof »),
- **Traçage de traîtres (« active fingerprinting »)**,
- Vérification d'authenticité,
- Gestion de copie,
  
- Gestion de périphérique,
- Contrôle/Surveillance/Analyse de diffusion (« broadcast monitoring »),
- Enrichissement.

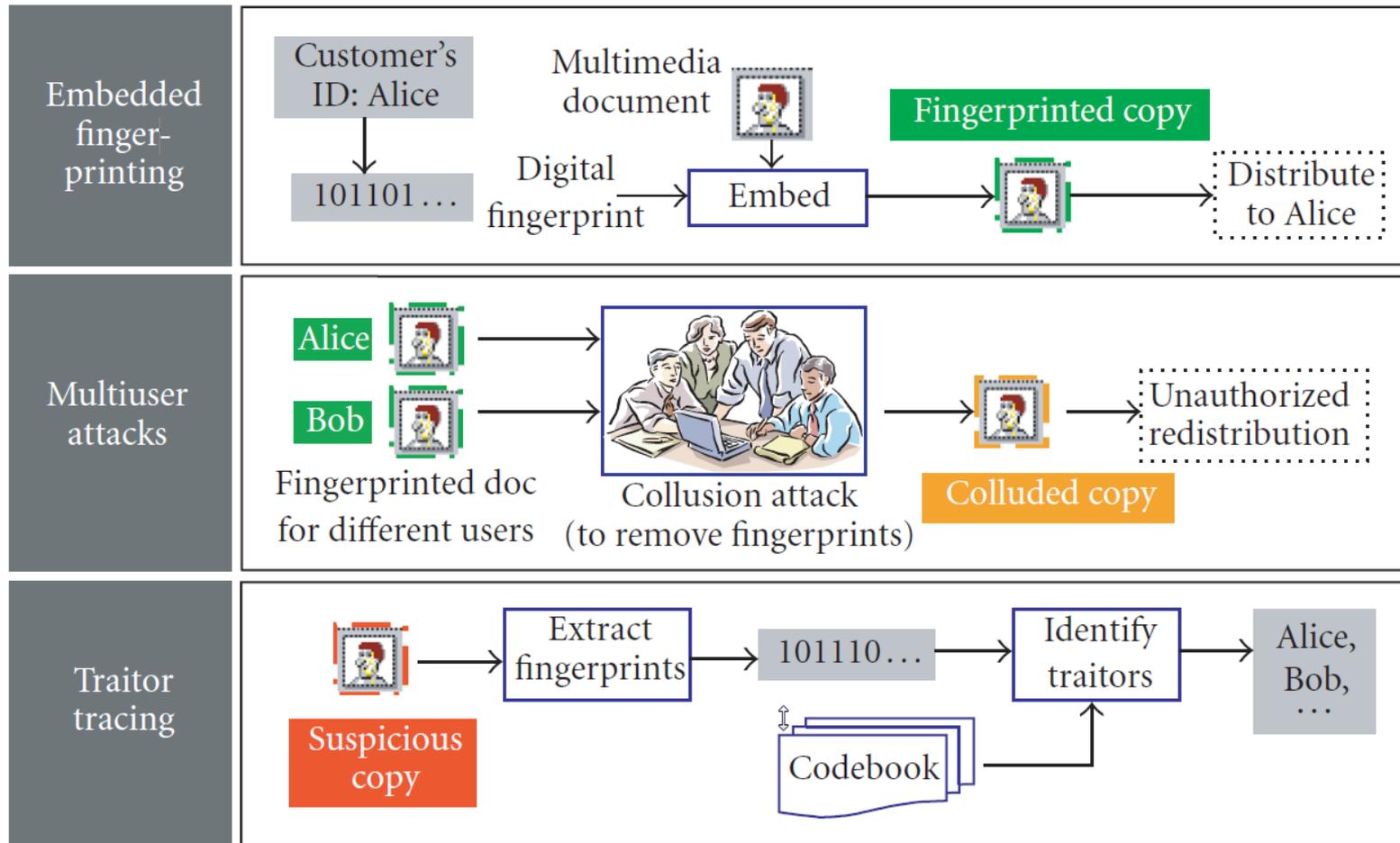
# APPLICATIONS : TRAÇAGE DE TRAÎTRES (FINGERPRINTING)

Le vendeur vend à l'acheteur une image qui contient une information identifiant l'acheteur



Traitor tracing = Transactional watermarking = content serialisation = users forensics = active fingerprinting.

# APPLICATIONS : TRAÇAGE DE TRAÎTRES (FINGERPRINTING)



# APPLICATIONS

- Identification du propriétaire - preuve de propriété (« copyright proof »),
- Traçage de traîtres (« active fingerprinting »),
- Vérification d'authenticité,
- Gestion de copie,
  
- Gestion de périphérique,
- Contrôle/Surveillance/Analyse de diffusion (« broadcast monitoring »),
- Enrichissement.

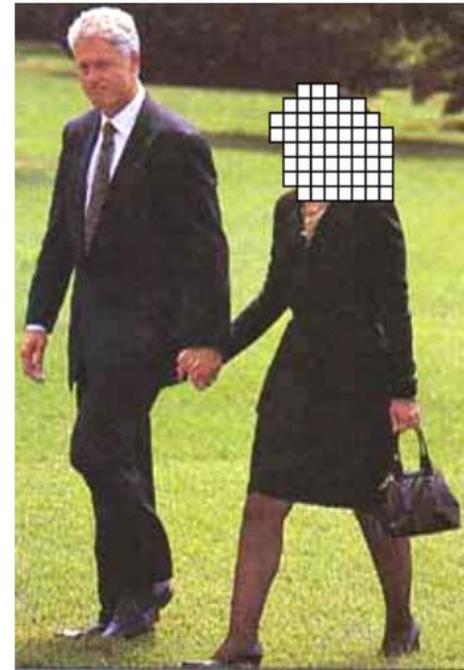
# VÉRIFICATION D'AUTHENTICITÉ



Image originale  
(protégée)



Image modifiée

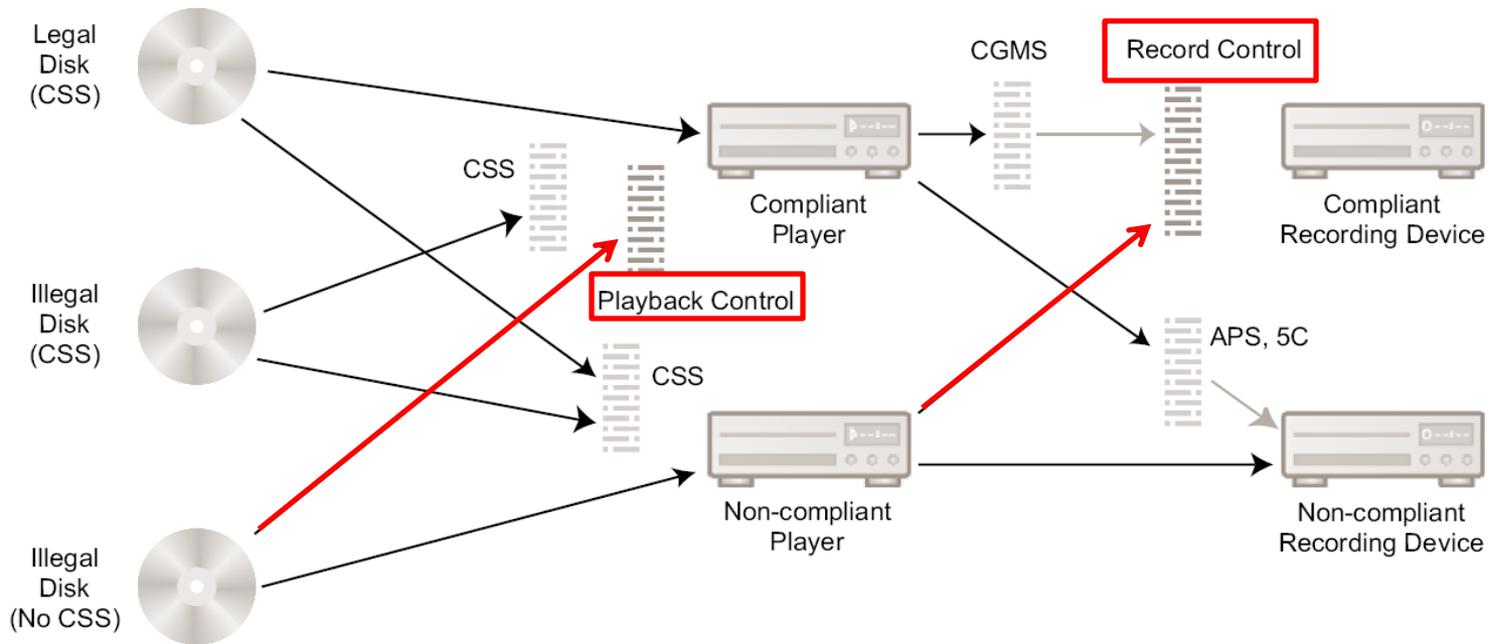


Détection des régions  
modifiées

# APPLICATIONS

- Identification du propriétaire - preuve de propriété (« copyright proof »),
- Traçage de traîtres (« active fingerprinting »),
- Vérification d'authenticité,
- Gestion de copie,
  
- Gestion de périphérique,
- Contrôle/Surveillance/Analyse de diffusion (« broadcast monitoring »),
- Enrichissement.

# GESTION DE COPIE : EXEMPLE D'UNE SOLUTION ENVISAGÉE POUR LE DVD



# APPLICATIONS

- Identification du propriétaire - preuve de propriété (« copyright proof »),
- Traçage de traîtres (« active fingerprinting »),
- Vérification d'authenticité,
- Gestion de copie,
  
- Gestion de périphérique,
- Contrôle/Surveillance/Analyse de diffusion (« broadcast monitoring »),
- Enrichissement.

# GESTION DE PÉRIPHÉRIQUE

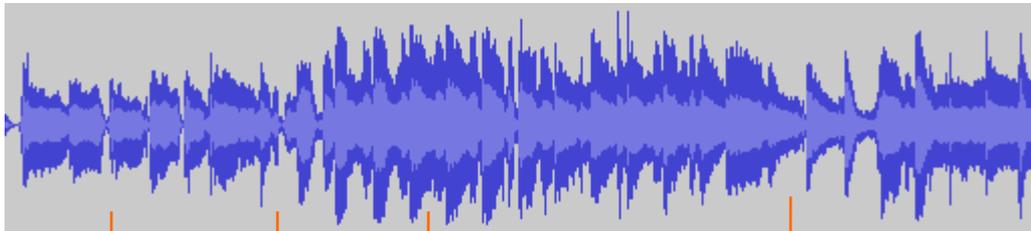


Interaction télévision – jouet robot

# APPLICATIONS

- Identification du propriétaire - preuve de propriété (« copyright proof »),
- Traçage de traîtres (« active fingerprinting »),
- Vérification d'authenticité,
- Gestion de copie,
  
- Gestion de périphérique,
- Contrôle/Surveillance/Analyse de diffusion (« broadcast monitoring »),
- Enrichissement.

# ANALYSE DE DIFFUSION



*pub 1*

*pub 2*

*pub 2*

*pub 1*

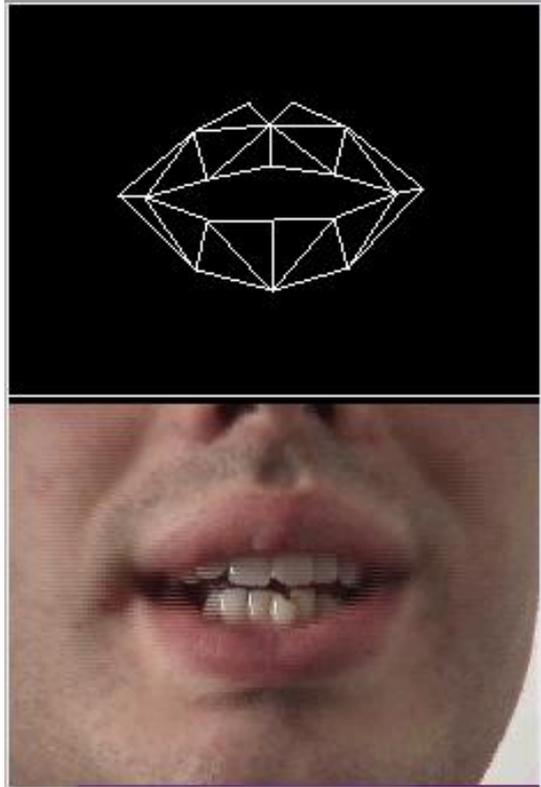
Nombre de pub1 = 2

Nombre de pub2 = 2

# APPLICATIONS

- Identification du propriétaire - preuve de propriété (« copyright proof »),
- Traçage de traîtres (« active fingerprinting »),
- Vérification d'authenticité,
- Gestion de copie,
  
- Gestion de périphérique,
- Contrôle/Surveillance/Analyse de diffusion (« broadcast monitoring »),
- **Enrichissement.**

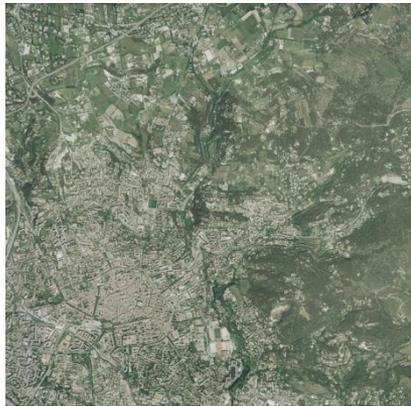
# ENRICHISSEMENT



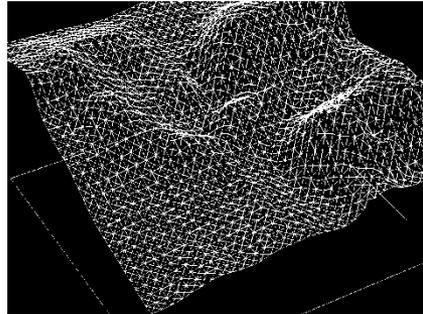
[suiviParModel3DActif.AVI](#)

# ENRICHISSEMENT

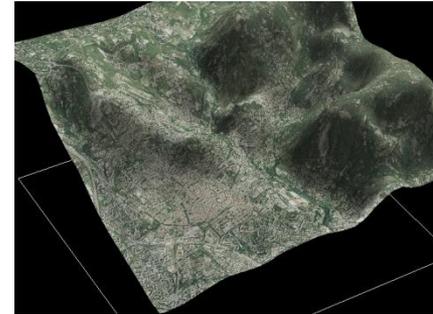
- Tatouage de l'altitude dans une image



**Image (texture)**



**Altitudes (= matrice de points)**



**Vue 3D  
(plaquage de la texture)**

# ENRICHISSEMENT

- Insertion de données médicales dans une image

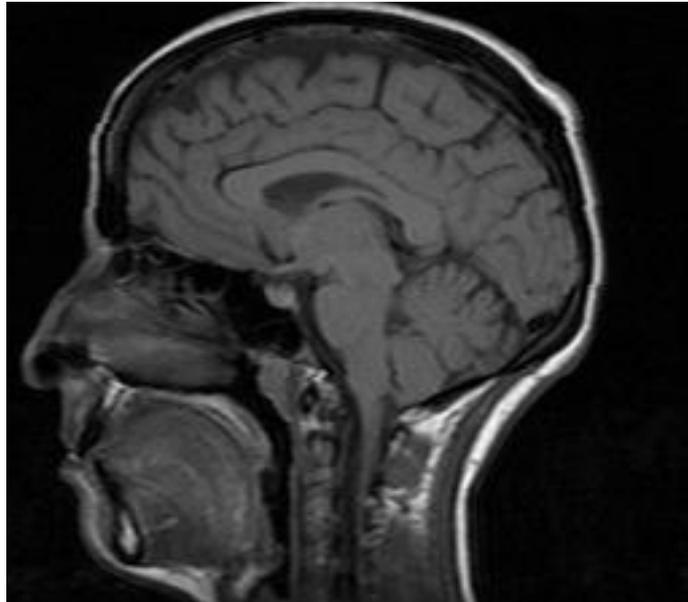


Image initiale

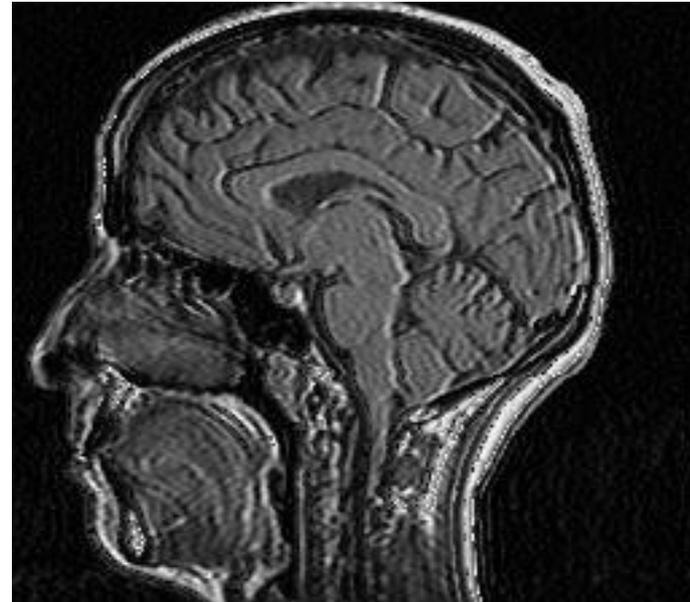
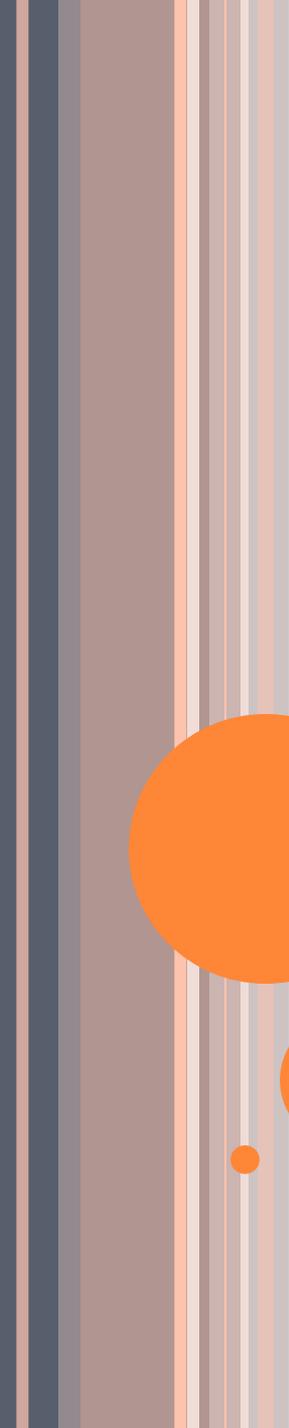
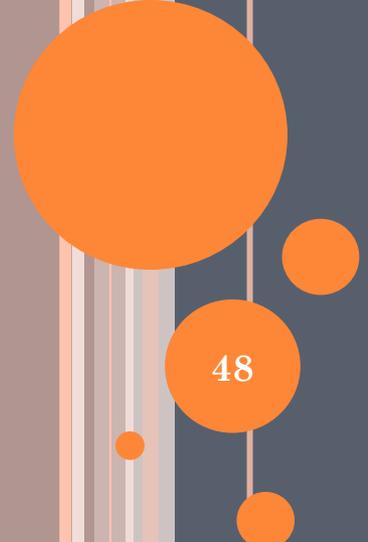


Image tatouée  
de manière réversible  
(la dégradation est visible)



# LA STÉGANOGRAPHIE



48

# LE STAGANOGRAPHIE QU'ES AQUÒ ?

49

# LA STÉGANOGRAPHIE : QU'ES AQUÒ ?

- la stéganographie numérique est l'art **d'altérer** un média (une image, un son, une vidéo ...) :
  - Pour dissimuler **un message** (le plus souvent sans rapport avec le média),
  - De manière **indécelable**,
  - Sans se préoccuper de notion de robustesse.

**La dissimulation se fait de sorte qu'il soit difficile pour un observateur extérieur de se rendre compte qu'il y a eu dissimulation.**

La stéganographie :  
l'art de la communication secrète

**Complice**



**Prisonnier**



**Gardien**



« cet ?\*! de  
gardien va n'y  
voir que du  
feu »

***Prison***

*Modèle de gardien passif*

La stéganographie :  
l'art de la communication secrète

**Complice**



**Prisonnier**



**Gardien**



« S'il y a un truc  
louche avec ce  
gâteau, je ne laisse  
plus rien passer »

***Prison***

*Modèle de gardien passif*

La stéganographie :  
l'art de la communication secrète

**Complice**



**Prisonnier**



**stéganalyse**  
**Gardien**

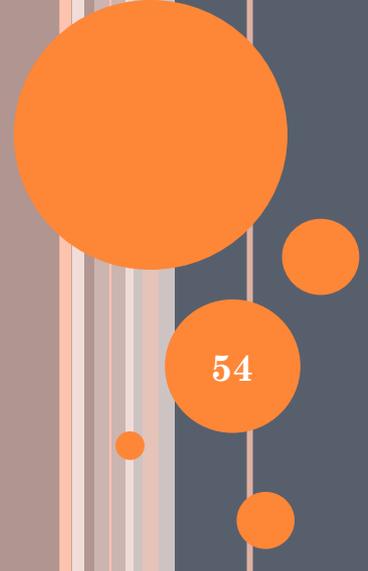
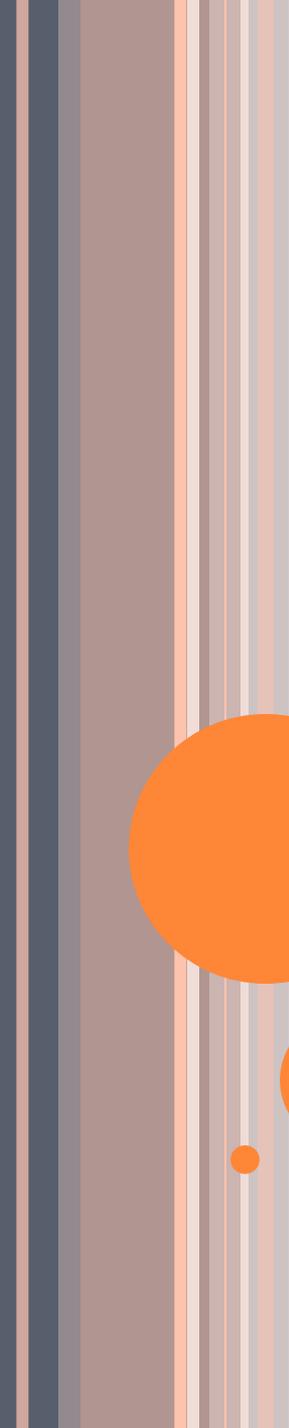


**stéganographie**

*Communiquer sans être  
soupçonné de communiquer*

**Prison**

*Modèle de gardien passif*



# LE STAGANOGRAPHIE : UNE HISTOIRE ANCIENNE

54

# LA STÉGANOGRAPHIE : UNE HISTOIRE ANCIENNE

Histiée pousse Aristagoras à la rébellion contre Darius le roi Perse.

Pour cela, il écrit sur le crâne, d'abord rasé d'un esclave, qu'il envoie à Arisagoras après que les cheveux ont repoussé.

# CORRESPONDANCE SAND / MUSSET (1833)

## George à Alfred

Je suis très émue de vous dire que j'ai bien compris l'autre soir que vous aviez toujours une envie folle de me faire danser. Je garde le souvenir de votre baiser et je voudrais bien que ce soit là une preuve que je puisse être aimée par vous. Je suis prête à montrer mon affection toute désintéressée et sans calcul, et si vous voulez me voir aussi vous dévoiler sans artifice mon âme toute nue, venez me faire une visite. Nous causerons en amis, franchement. Je vous prouverai que je suis la femme sincère, capable de vous offrir l'affection la plus profonde comme la plus étroite en amitié, en un mot la meilleure preuve que vous puissiez rêver, puisque votre âme est libre. Pensez que la solitude où j'habite est bien longue, bien dure et souvent difficile. Ainsi, en y songeant j'ai l'âme grosse. Accourez donc vite et venez me la faire oublier par l'amour où je veux me mettre.

## Réponse de Musset

Quand je mets à vos pieds un éternel hommage  
Voulez-vous qu'un instant je change de visage ?  
Vous avez capturé les sentiments d'un cœur  
Que pour vous adorer forma le Créateur.  
Je vous chéris, amour, et ma plume en délire  
Couche sur le papier ce que je n'ose dire.  
Avec soin, de mes vers lisez les premiers mots  
Vous saurez quel remède apporter à mes maux.

## Réponse de Sand

Cette insigne faveur que votre cœur réclame  
Nuit à ma renommée et répugne mon âme.

Transparent François Cayre 

# LA STÉGANOGRAPHIE : LES MODELES

- Gardien passif (analyse – coupe en cas de communication secrète)



La stéganographie :  
l'art de la communication secrète

**Complice**



**Prisonnier**



**stéganalyse**  
**Gardien**



**stéganographie**

*Communiquer sans être  
soupçonné de communiquer*

**Prison**

*Modèle de gardien passif*

# LA STÉGANOGRAPHIE : *LES MODÈLES*

- Gardien passif (analyse – coupe en cas de communication secrète)
- Gardien actif (analyse – coupe en cas de communication secrète – modifie le média de manière préventive)
- Gardien malicieux (essaye de saisir la communication)

# LE STAGANOGRAPHIE : NOTION DE DÉTECTABILITÉ

60

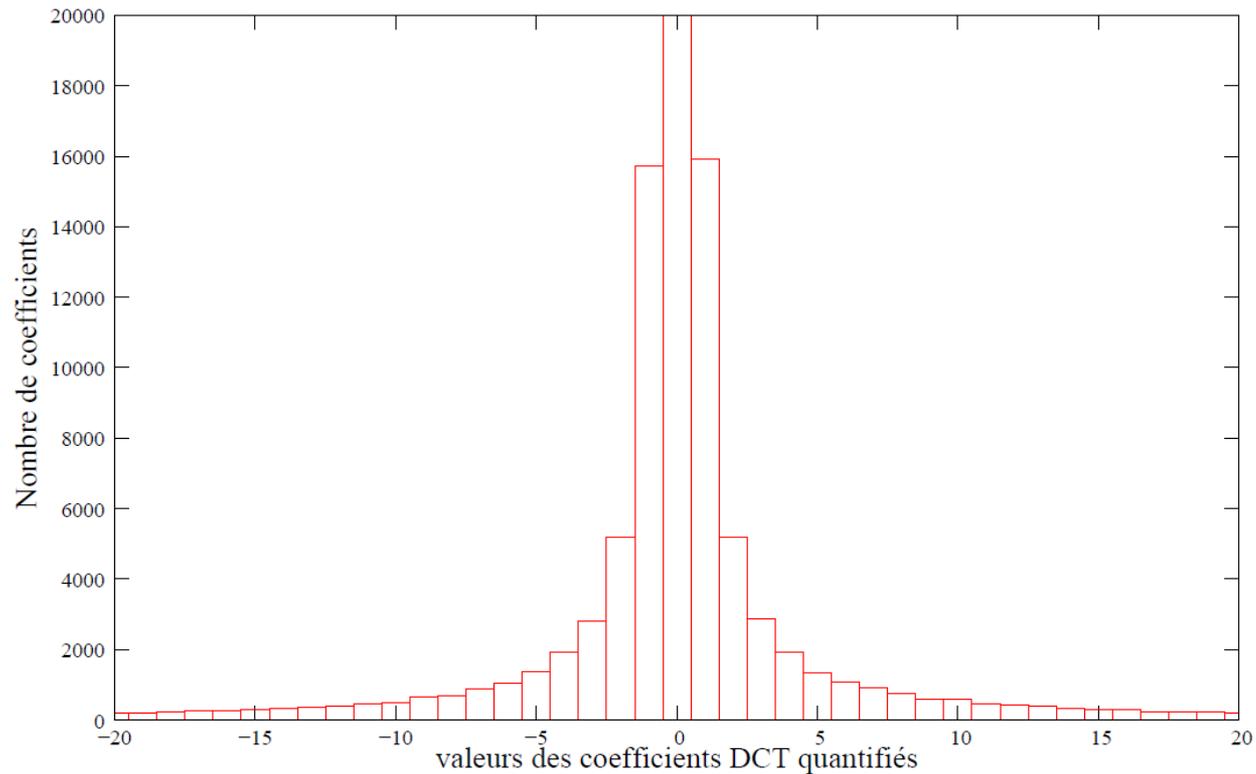
# LA NOTION DE DÉTECTABILITÉ EXPLIQUÉE SIMPLEMENT



Image chinois.jpg

# LA NOTION DE DÉTECTABILITÉ EXPLIQUÉE SIMPLEMENT

Histogramme de chinois.jpg



Histogramme des coefficient DCT quantifiés

# LA NOTION DE DÉTECTABILITÉ EXPLIQUÉE SIMPLEMENT

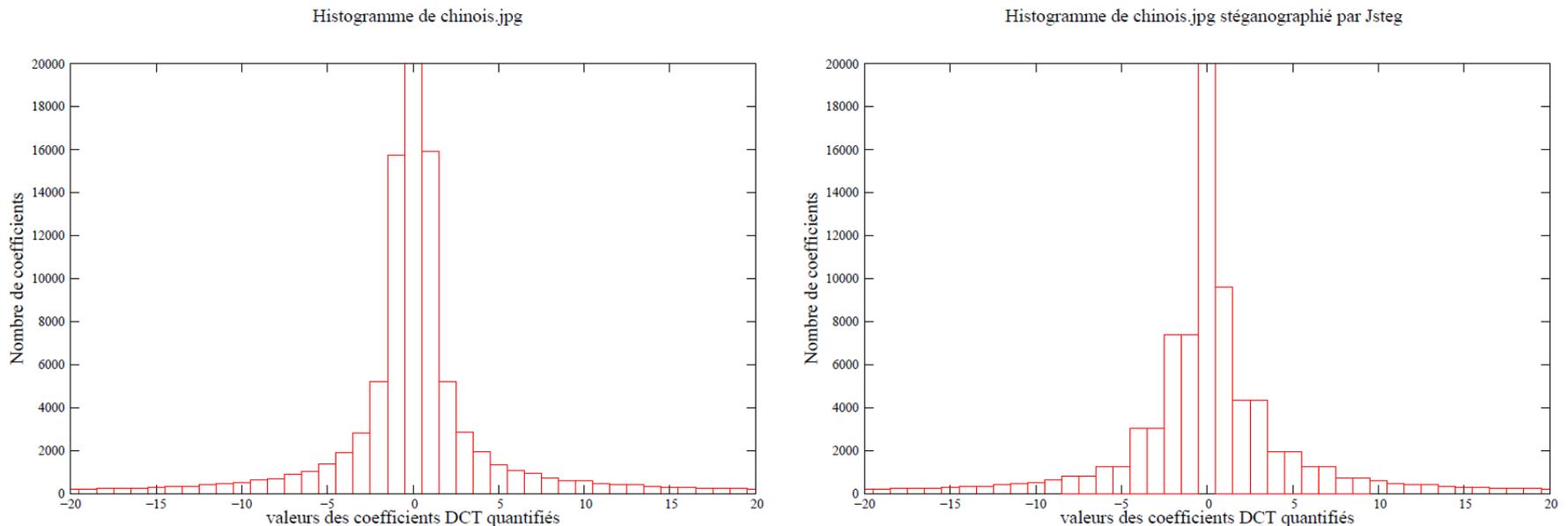


FIG. 5.20 – Modifications de l’histogramme de *chinois.jpg* par Jsteg

D. Upham : Jsteg, 1997. <http://zoid.org/paul/crypto/jsteg/>.

# UN EXEMPLE SIMPLE DE STÉGANOGRAPHIE : OUTGUESS

- Outguess : un des tout premiers algorithmes dédié aux images et issu de la communauté scientifique (1998).
- Principe grossier (algorithme intégré à jpeg):
  - Sélection d'un certain nombre de coefficients,
  - Modification des LSB (pour insérer le message),
  - Compensation des LSBs modifiés (pour préserver l'histogramme).

# UN EXEMPLE SIMPLE DE STÉGANOGRAPHIE : OUTGUESS



Image tahiti.jpg

# UN EXEMPLE SIMPLE DE STÉGANOGRAPHIE : OUTGUESS

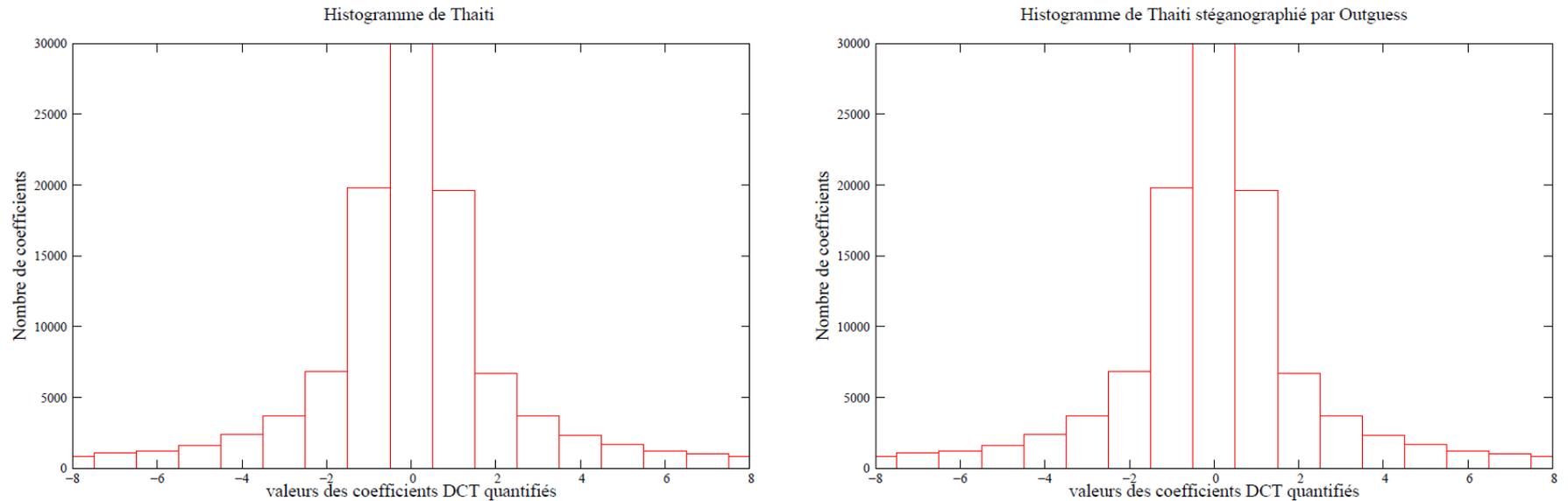


FIG. 5.25 – Modifications de l’histogramme de *tahiti.jpg* par *Outguess*

# UN EXEMPLE SIMPLE DE STÉGANOGRAPHIE : OUTGUESS

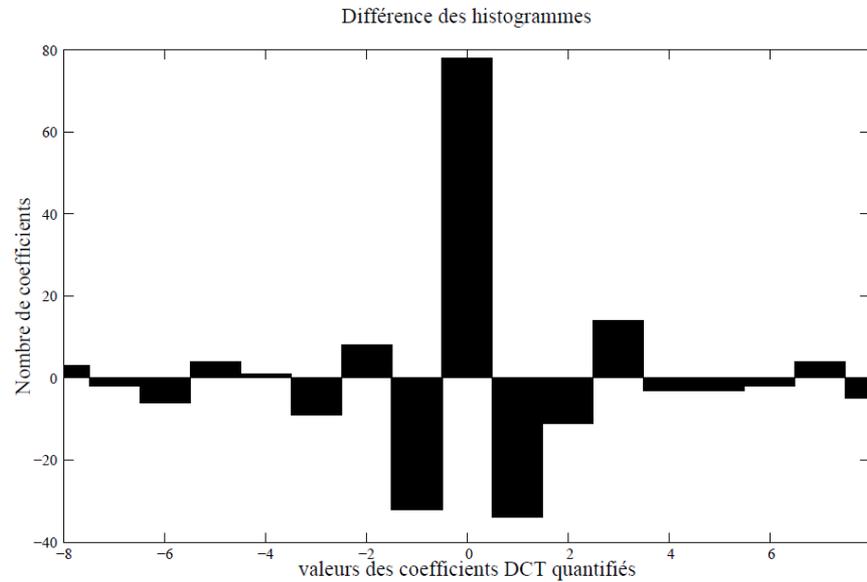


FIG. 5.26 – Différence des histogrammes avant et après insertion

# UN EXEMPLE SIMPLE DE STÉGANOGRAPHIE : OUTGUESS

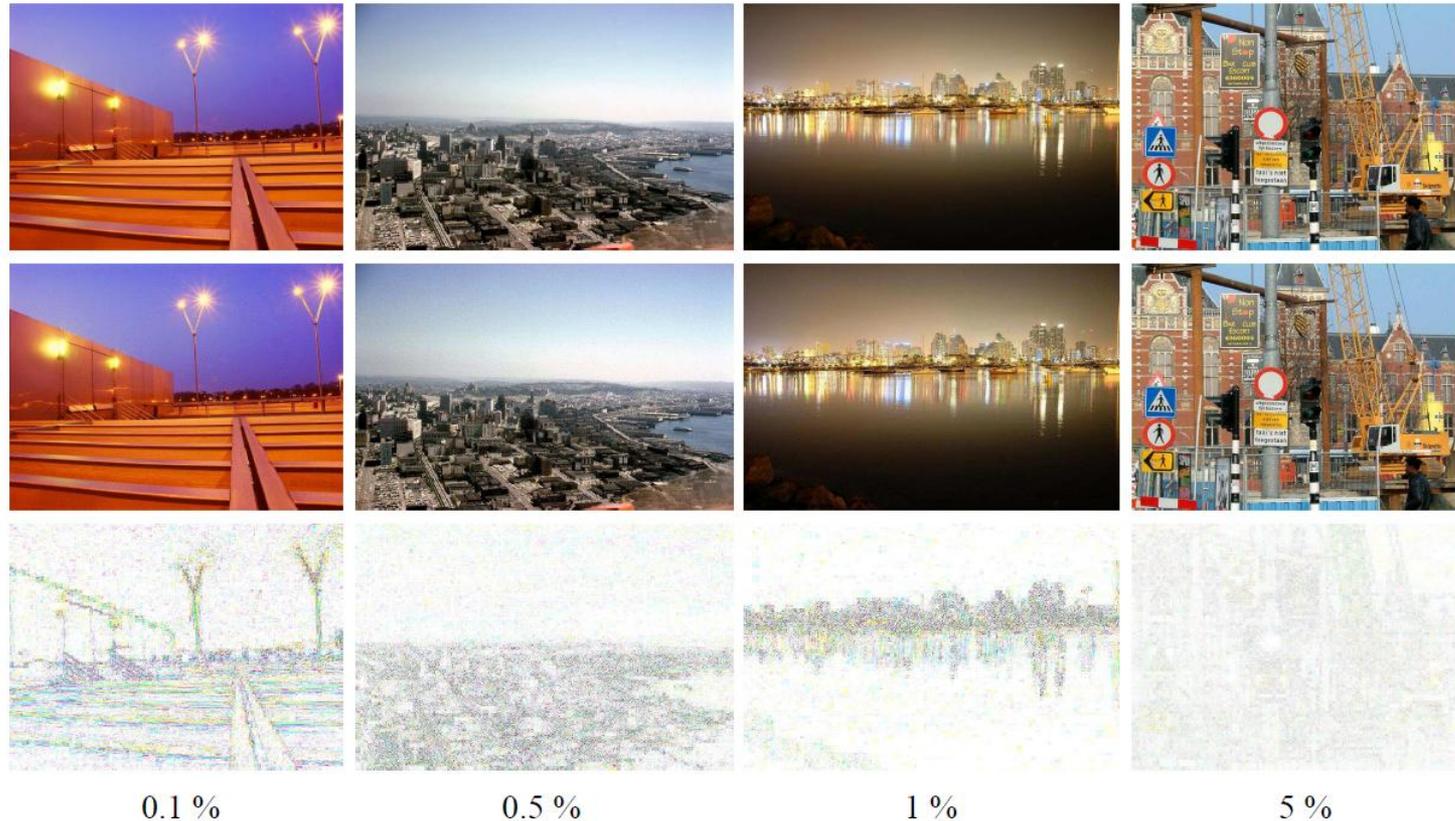
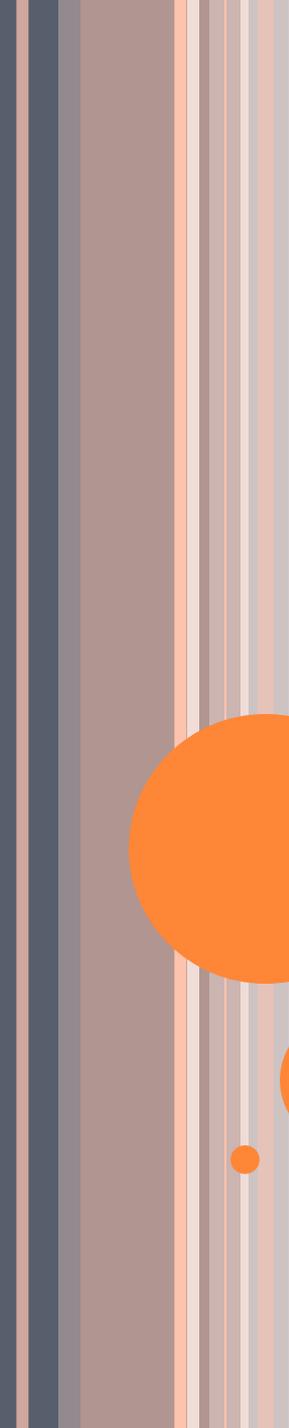
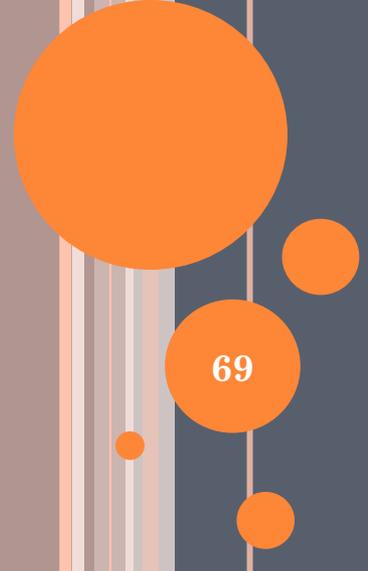


FIG. 5.27 – Images stéganographiées par *Outguess* pour différents taux stéganographiques



# LE DIGITAL FORENSICS



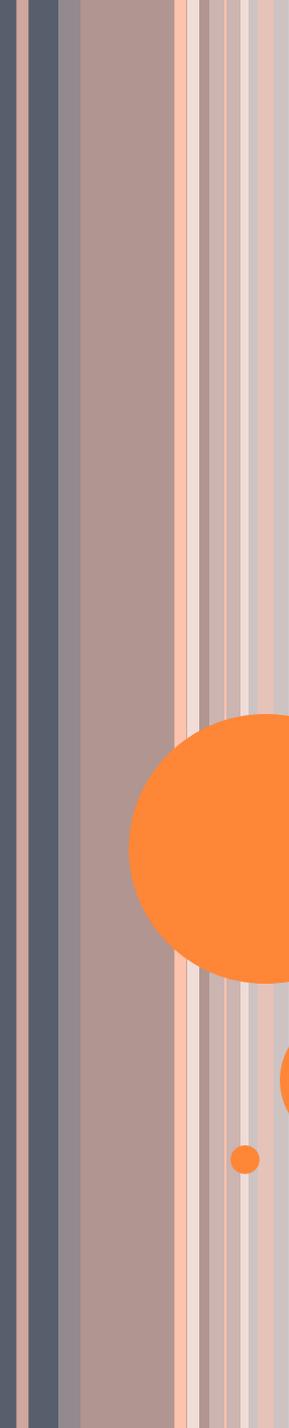
69

# LE DIGITAL FORENSICS

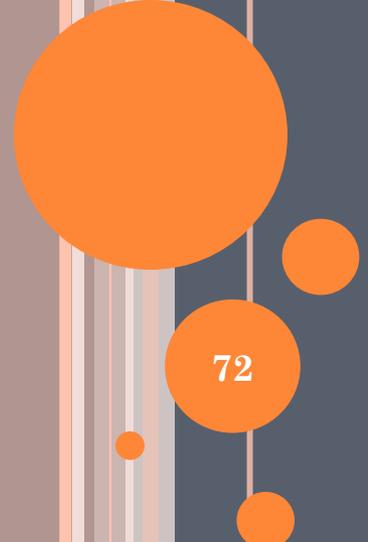
- La science du *forensic* :  
tentative de traduction : **criminalistique**  
ou **digital-légale** ?
- La science du « *forensic* » est l'art de fournir des preuves, valable devant une cours de justice, de la falsification d'un média ou de la provenance d'un média...

# LE DIGITAL FORENSICS

- 5 catégories d'outils pour les images :
  1. Techniques basées pixel : détection des anomalies statistiques au niveau pixel ;
  2. Techniques basées format : exploite les statistiques introduites par la compression avec perte ;
  3. Technique basée appareil photo (ou autre matériel) : exploite les artefacts introduits par la focale, les capteurs ou les post-traitements numériques ;
  4. Techniques basées physique : modélisation d'un phénomène et détection d'anomalie entre l'objet physique, la lumière et l'appareil photo ;
  5. Techniques basées géométrie : mesures des objets et positions relatives à l'appareil photo.



# EXEMPLE DE FALSIFICATION À TRAVERS L'HISTOIRE



72

# LE DIGITAL FORENSICS : EXEMPLE DE FALSIFICATIONS CÉLÈBRES



- **1930** : Staline fait disparaître un de ses commissaires de la photo originale après que le dit commissaire soit tombé en disgrâce aux yeux de Staline.

# LE DIGITAL FORENSICS : EXEMPLE DE FALSIFICATIONS CÉLÈBRES



- **1930** : Staline fait disparaître un de ses commissaires de la photo originale après que le dit commissaire soit tombé en disgrâce aux yeux de Staline.

# LE DIGITAL FORENSICS : EXEMPLE DE FALSIFICATIONS CÉLÈBRES



- **Juin 1994:** Couverture du magazine Time avec OJ Simpson « sombre » et « menaçant ».

# LE DIGITAL FORENSICS : EXEMPLE DE FALSIFICATIONS CÉLÈBRES



- **Juin 1994:** Couverture du magazine Time avec OJ Simpson « sombre » et « menaçant ».

# LE DIGITAL FORENSICS : EXEMPLE DE FALSIFICATIONS CÉLÈBRES



- **October 2005:** retouche de l'image de la secrétaire d'état Condoleezza Rice dans le journal "USA Today".

*Editor's note : Photos published online are routinely cropped for size and adjusted for brightness and sharpness to optimize their appearance. In this case, after sharpening the photo for clarity, the editor brightened a portion of Rice's face, giving her eyes an unnatural appearance. This resulted in a distortion of the original not in keeping with our editorial standards.*

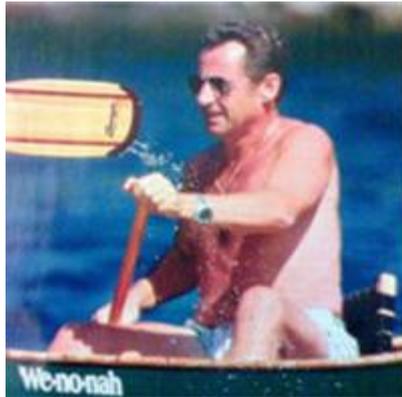
# LE DIGITAL FORENSICS : EXEMPLE DE FALSIFICATIONS CÉLÈBRES



- **October 2005:** retouche de l'image de la secrétaire d'état Condoleezza Rice dans le journal "USA Today".

*Editor's note : Photos published online are routinely cropped for size and adjusted for brightness and sharpness to optimize their appearance. In this case, after sharpening the photo for clarity, the editor brightened a portion of Rice's face, giving her eyes an unnatural appearance. This resulted in a distortion of the original not in keeping with our editorial standards.*

# LE DIGITAL FORENSICS : EXEMPLE DE FALSIFICATIONS CÉLÈBRES



- **Aout 2007:** Altération de la photo de Nicolas Sarkozy dans le magazine *Paris Match*.

# LE DIGITAL FORENSICS : EXEMPLE DE FALSIFICATIONS CÉLÈBRES



- **Aout 2007:** Altération de la photo de Nicolas Sarkozy dans le magazine *Paris Match*.

# LE DIGITAL FORENSICS : EXEMPLE DE FALSIFICATIONS CÉLÈBRES



- **Janvier 2008** : Tête de Britney Spears et corps d'un modèle.

# THE BEST LIST 2008

LIL WAYNE, AMY WINEHOUSE'S HAIR & 30 MORE EXEMPLARS OF EXCELLENCE

# BLENDER

BLENDER



THE LEADER OF THE BAND IS TIREDAWD AND EYES ARE CROWING OUT



**Britney Spears**  
Has Lost Her Kids,  
Her Fans,  
Her Underwear ...  
and Her Mind  
**HOW  
WILL IT  
END?**

**PARAMORE**  
"CHICKS DON'T  
HAVE TO BE  
TILA TEQUILA"

UP TILL  
SUNRISE WITH  
**LENNY  
KRAVITZ**

MEET THE  
(MIDDLE-SCHOOL)  
BEATLES!  
**JONAS  
BROTHERS**

**PLUS**  
CAT POWER  
**NATASHA  
BEDINGFIELD**  
LED ZEPPELIN

**TRUTHINESS ALERT** →  
THIS COVER IMAGE IS A  
COMPOSITE PHOTO. BRITNEY  
DID NOT POSE FOR  
THE PICTURE. THAT, SADLY, IS  
NOT HER BODY.

MARCH 2008  
BLENDER.COM



“Truthiness Alert: This cover image is a composite photo. Britney did not pose for this picture. That, sadly, is not her body.”

# LE DIGITAL FORENSICS : EXEMPLE DE FALSIFICATIONS CÉLÈBRES



- **Juillet 2008:** Image de test de missiles iraniens publiée dans de nombreux journaux. Le deuxième missile à partir de la droite a été “ajouté” pour effacer le fait qu’un des tirs avait raté.

# LE DIGITAL FORENSICS : EXEMPLE DE FALSIFICATIONS CÉLÈBRES

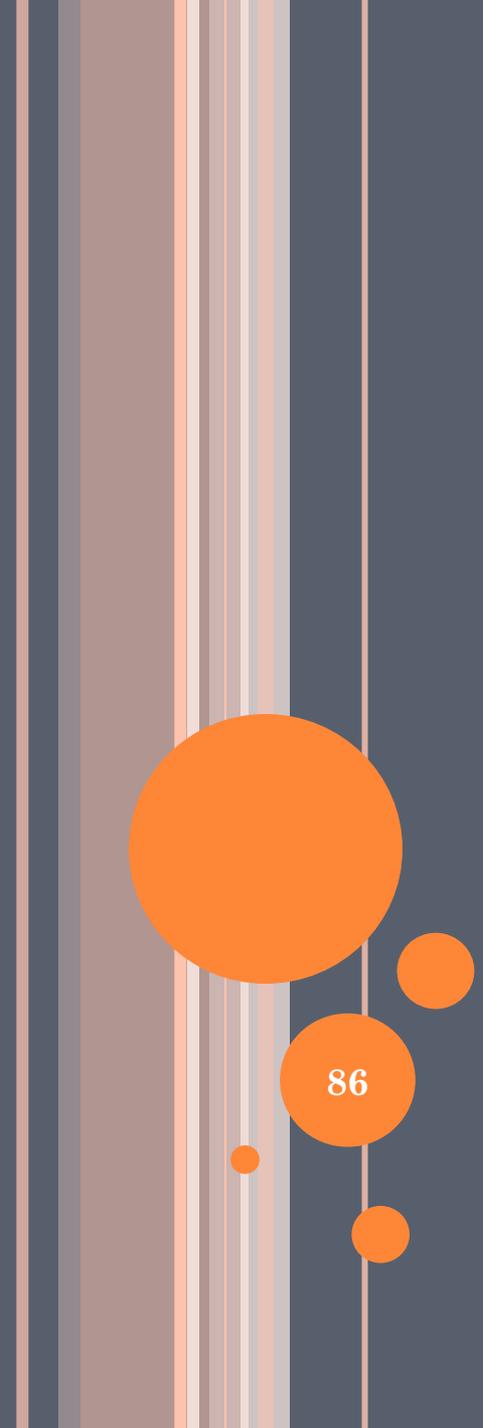


- **Juillet 2008:** Image de test de missiles iraniens publiée dans de nombreux journaux. Le deuxième missile à partir de la droite a été “ajouté” pour effacer le fait qu’un des tirs avait raté.

# LE DIGITAL FORENSICS : TECHNIQUE D'ANALYSE



- Analyse par estimation des directions d'éclairage de la scène.



# RÉSUMÉ - FIN

86

# LE DIGITAL FORENSICS : TECHNIQUE D'ANALYSE

- Le tatouage : communication fiable dans un média.
- La stéganographie : communication secrète à travers un média.
- Le forensic (criminalogie) : l'analyse de la falsification ou de la provenance d'un média.
- MARC CHAUMONT : [marc.chaumont@lirmm.fr](mailto:marc.chaumont@lirmm.fr)  
<http://www.lirmm.fr/~chaumont/Tatouage.html>