

## 1. Mise en contexte

Avec le développement des technologies de communication, les créateurs de contenus numériques tels que les images, sont confrontés à des problèmes liés aux copies, distributions, téléchargements, duplications de leurs œuvres de manière illégale. Par conséquent il devient impératif de protéger l'image par le droit d'auteur et de s'assurer qu'elle soit correctement attribuée au propriétaire. L'application du filigrane numérique à l'image est le moyen le plus approprié pour certifier la propriété intellectuelle de votre contenu visuel.

## 2. Problématique

Les problèmes liés à l'image en raison de l'accès non autorisé de leur contenu sont :

- Droits d'auteurs
- Propriété intellectuelle
- Authentification
- Surveillance de diffusion

## 3. Objectifs

Développer un système crypto-filigrane numérique basé sur le cryptage chaotique en utilisant la transformée en ondelettes discrète sur Xilinx System Generator pour :

- Protéger les droits de propriétés intellectuelles
- Fournir une authentification du contenu de l'image
- Empêcher la manipulation illicite du contenu de l'image

## 7. Références Bibliographiques

- [1] Ali, M., Ahn, C. W., & Pant, M. (2014). A robust image watermarking technique using SVD and differential evolution in DCT domain. *Optik*, 125(1), 428–434. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2013.06.082>
- [2] Gafsi, M., Ajili, S., Hajjaji, M. A., & Mtibaa, A. (2016). XSG for hardware implementation of a robust watermarking system. *2016 17th International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA)*, 117–122. <https://doi.org/10.1109/STA.2016.7952031>
- [3] Hajjaji, M. A., Gafsi, M., ben Abdelali, A., & Mtibaa, A. (2019). FPGA Implementation of Digital Images Watermarking System Based on Discrete Haar Wavelet Transform. *Security and Communication Networks*, 2019, 1–17. <https://doi.org/10.1155/2019/1294267>
- [4] Kaibou, R., Azzaz, M. S., Benssalah, M., Teguig, D., Hamil, H., Merah, A., & Akrou, M. T. (2021). Real-time FPGA implementation of a secure chaos-based digital crypto-watermarking system in the DWT domain using co-design approach. *Journal of Real-Time Image Processing*, 18(6), 2009–2025. <https://doi.org/10.1007/s11554-021-01073-3>

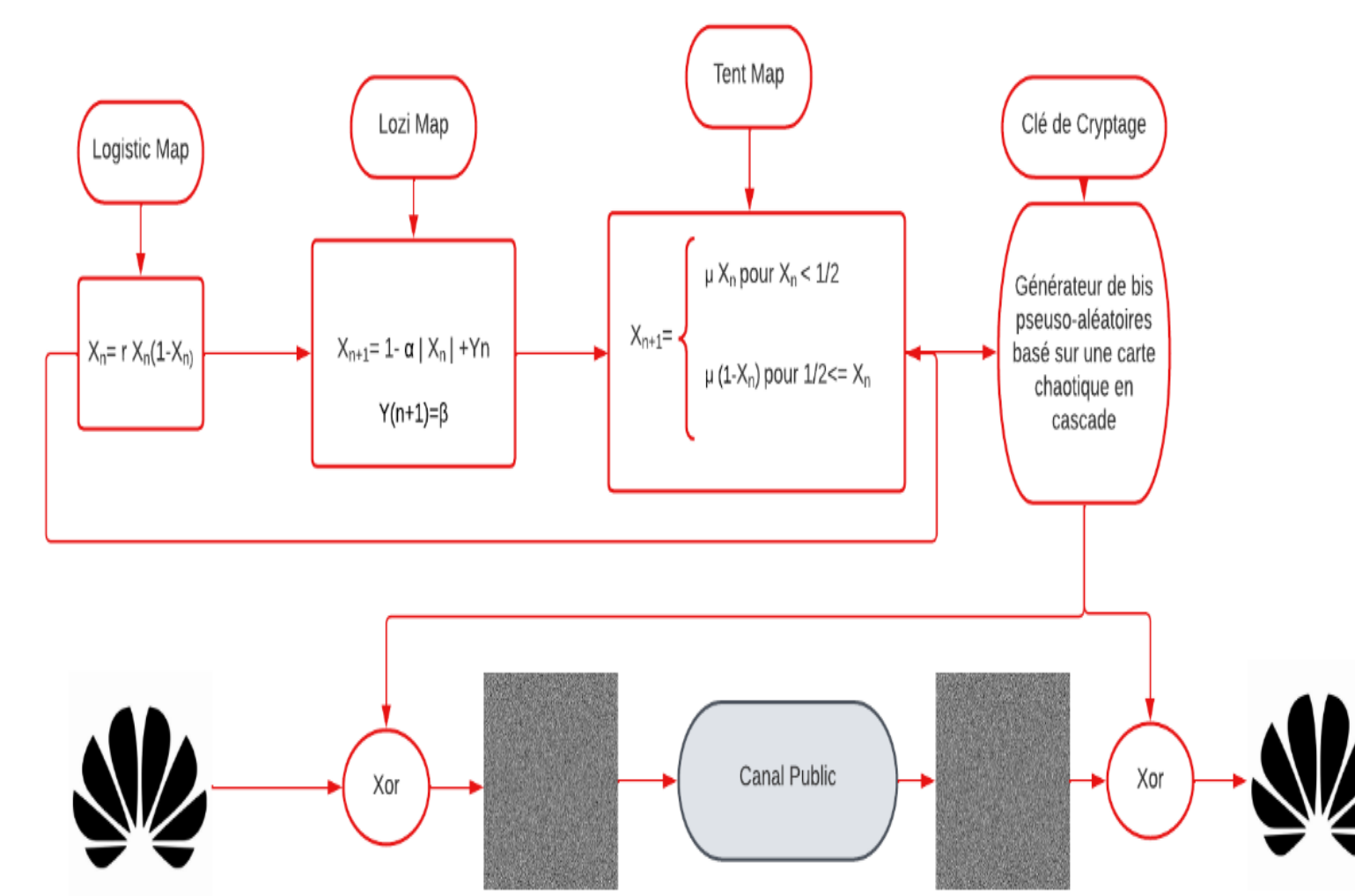


Figure 1: Système de cryptage chaotique

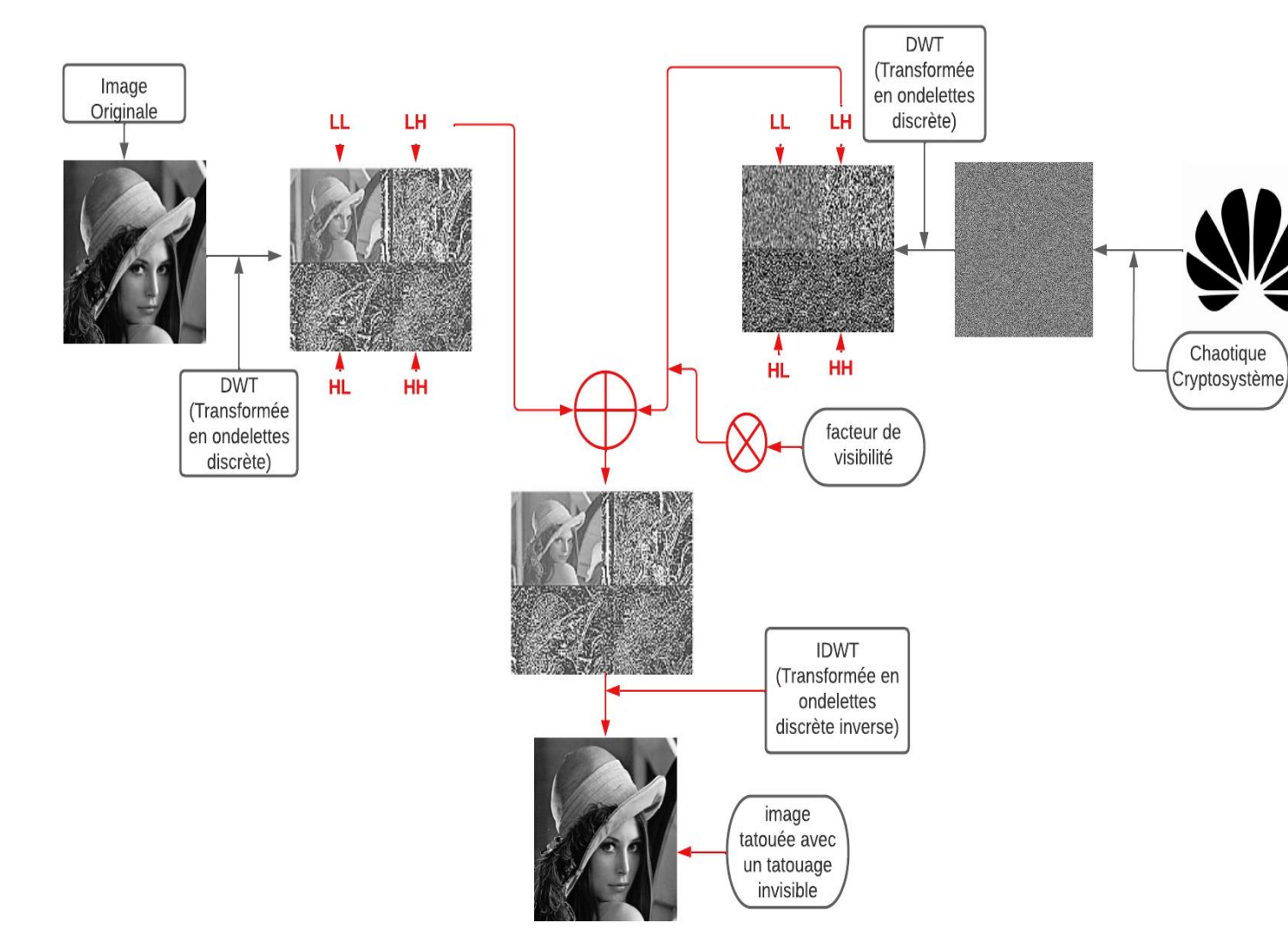


Figure 2: Phase d'insertion du filigrane

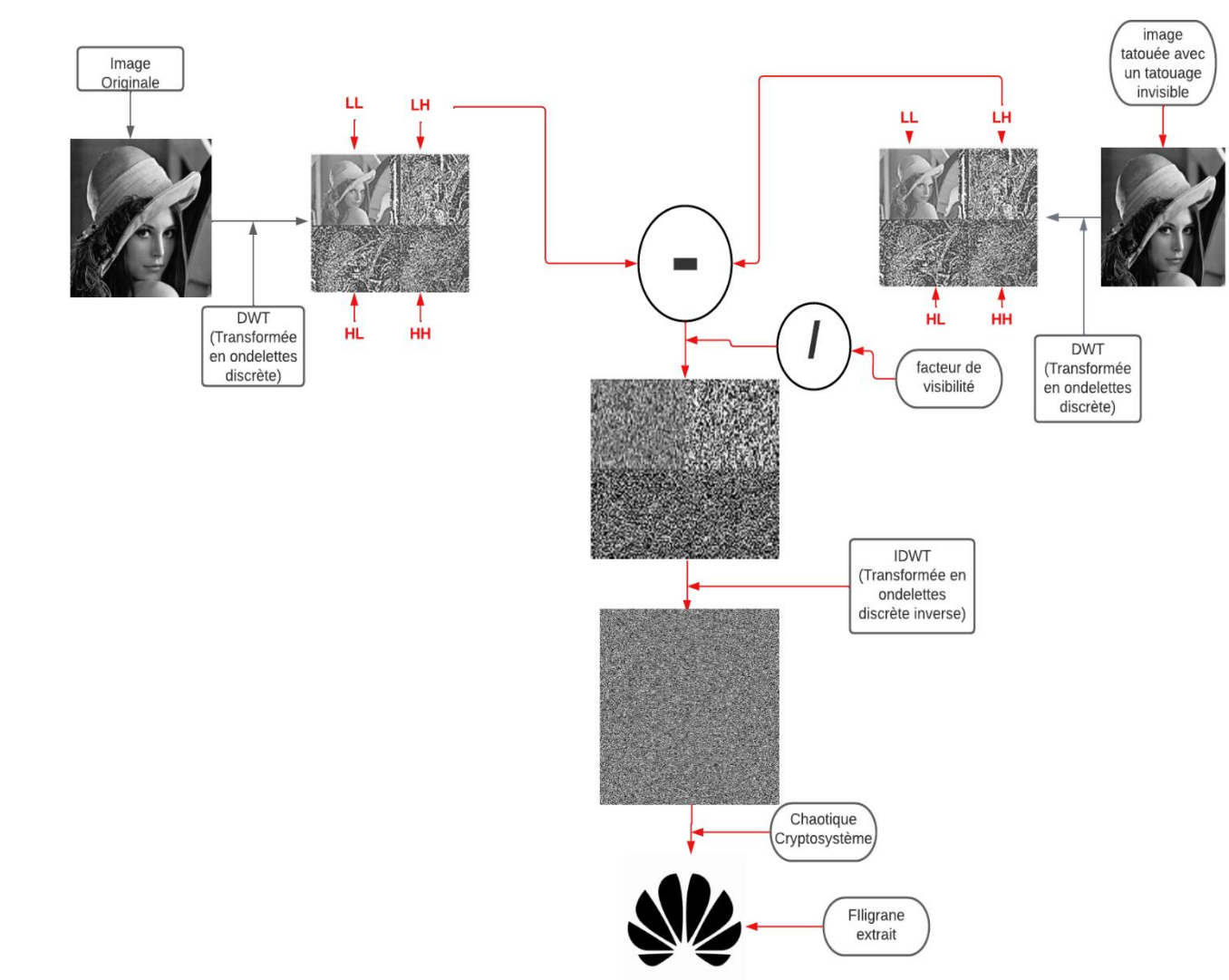


Figure 3: Phase d'extraction du filigrane

## 4. Méthodologie

### Phase Insertion du filigrane (Figure 2)

- Décomposer l'image hôte à protéger en utilisant la transformée en ondelettes discrète (DWT) en 4 sous-bandes LL, LH, HL et HH
- Chiffrer le filigrane à l'aide de la clé de chiffrement basée sur le cryptage chaotique
- Décomposer le filigrane crypté à l'aide de DWT en 4 sous-bandes LL, LH, HL et HH
- Effectuer l'incorporation de filigrane dans le domaine DWT
- Reconstruire l'image filigranée obtenue en utilisant de l'IDWT

### Phase d'Extraction du filigrane (Figure3)

- Décomposer l'image filigranée en utilisant la transformée en ondelettes discrète (DWT) en 4 sous-bandes LL, LH, HL et HH
- Décomposer l'image hôte en utilisant DWT en 4 sous-bandes LL, LH, HL et HH
- Effectuer l'extraction de filigrane dans le domaine DWT
- Décrypter le filigrane extrait en utilisant la clé de chiffrement basée sur le système de cryptage chaotique
- Reconstruire le filigrane obtenu en utilisant l'IDWT (la transformée en ondelettes discrète inverse)

## 5. Réalisation

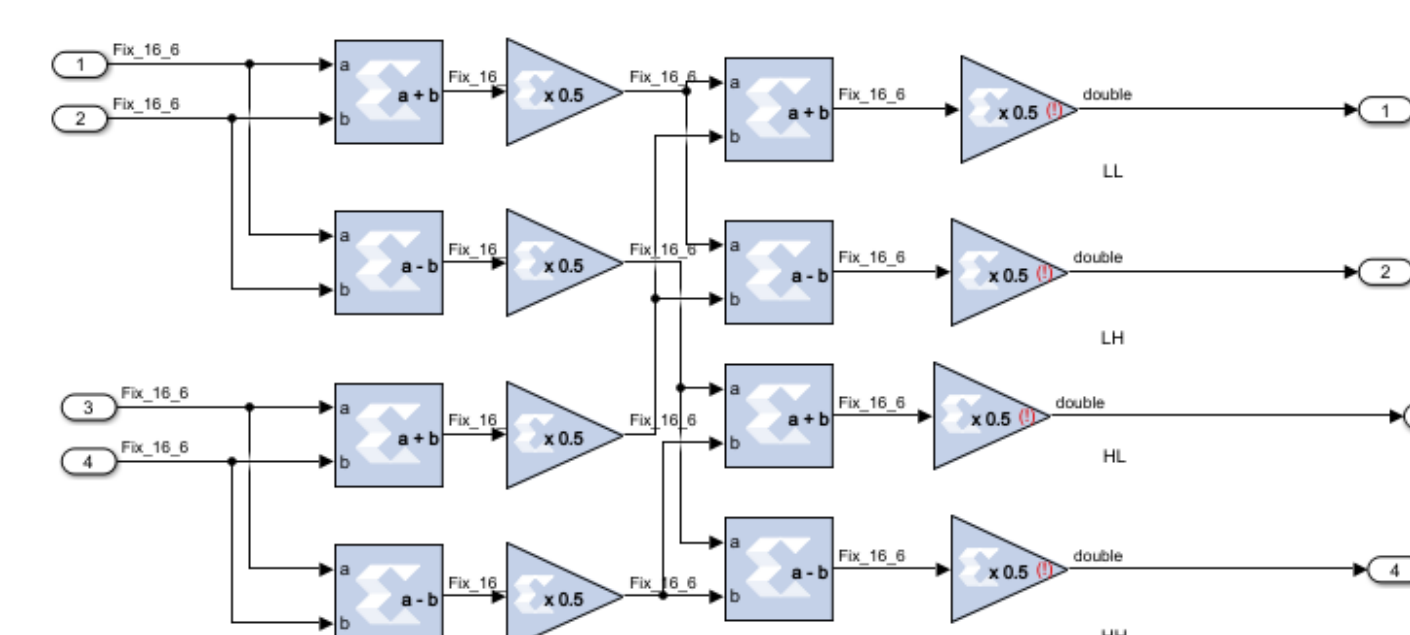


Figure 4: Transformée en ondelettes discrète

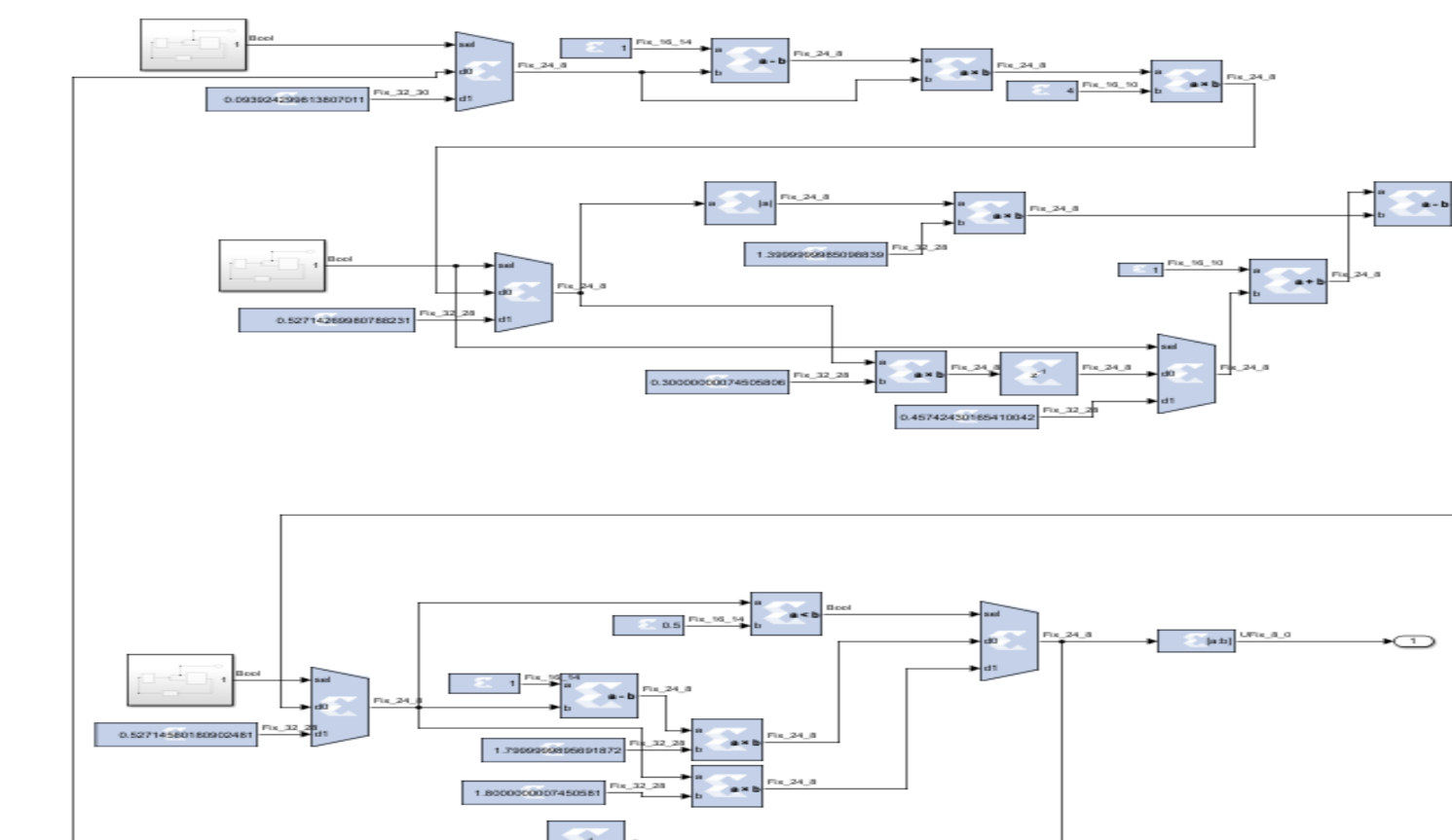


Figure 5: Algorithme de cryptage chaotique

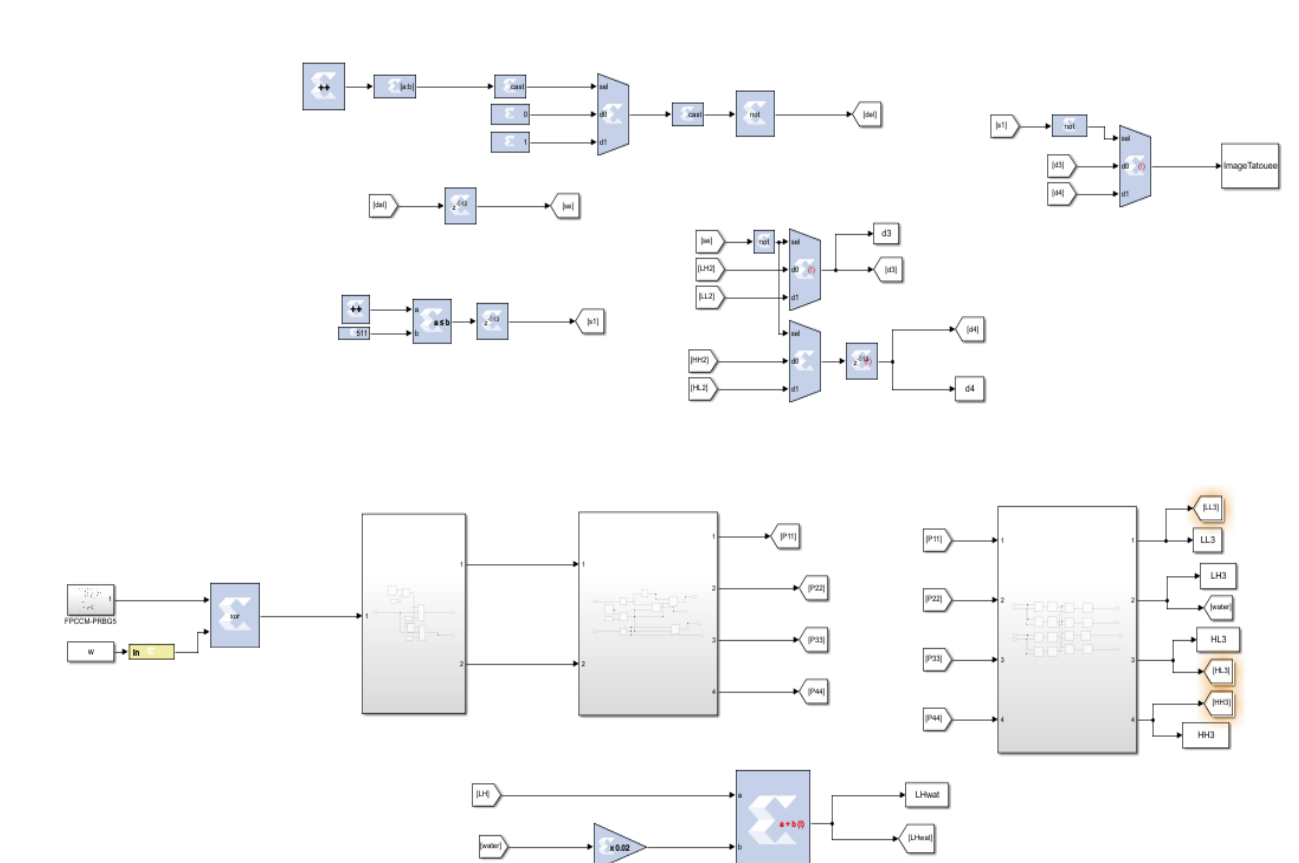


Figure 6: Algorithme insertion du filigrane

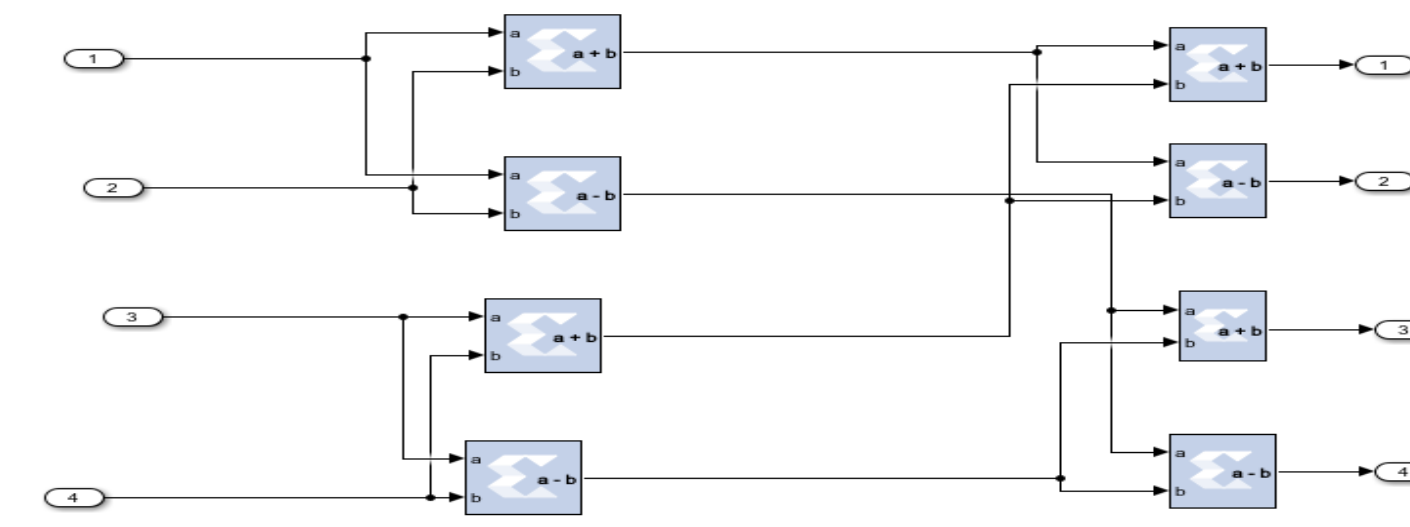


Figure 7: Transformée en ondelettes discrète inverse

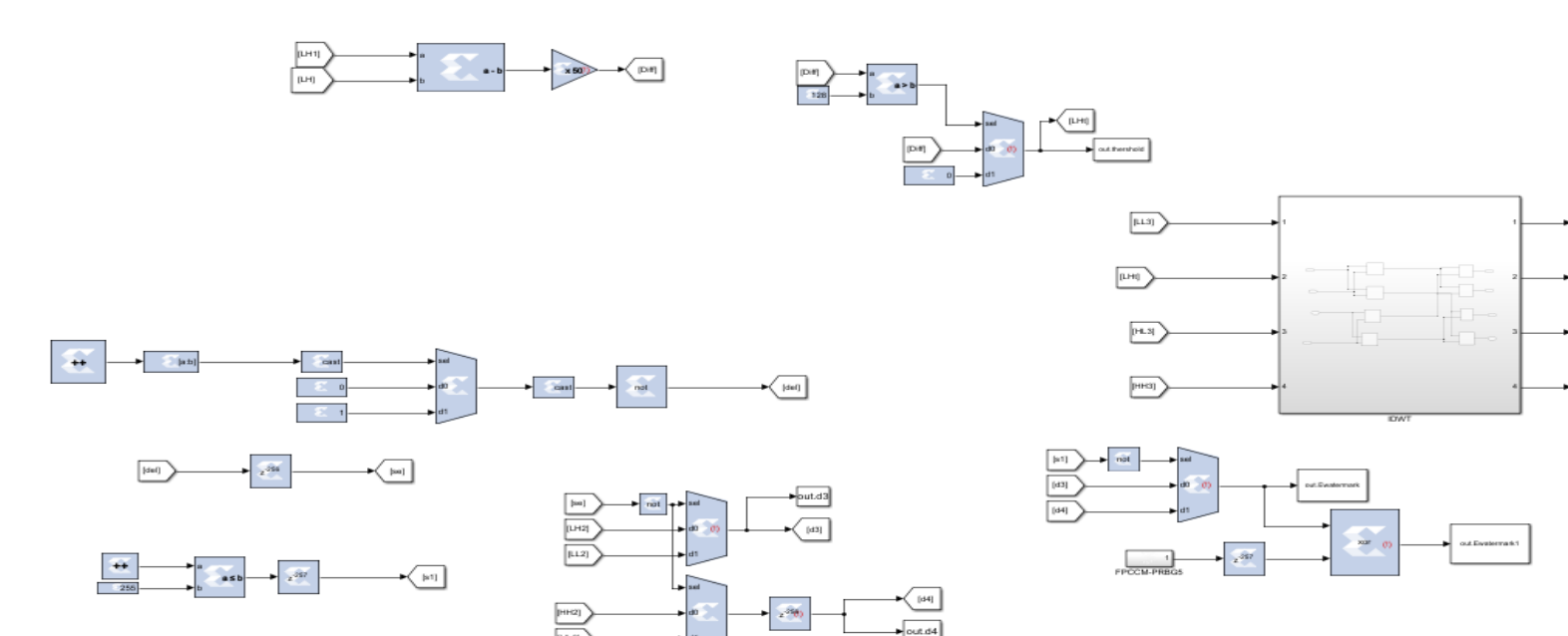


Figure 8: Algorithme d'extraction du filigrane

## 6. Résultats

Nous avons implémenté les différents algorithmes suivants sur Xilinx System Generator : système de cryptographie chaotique, algorithme d'insertion et une partie de l'algorithme d'extraction du filigrane. Nous avons obtenu un PSNR de 53 pour l'image tatouée. Ce qui implique une parfaite similarité entre l'image originale à protéger et l'image tatouée (figure 9), donc une bonne imperceptibilité. Cependant nous avons pas encore réussi à extraire le filigrane sans bruit. Nous travaillons actuellement sur ce problème afin de faire la cosimulation de l'ensemble de notre système avec une carte FPGA.

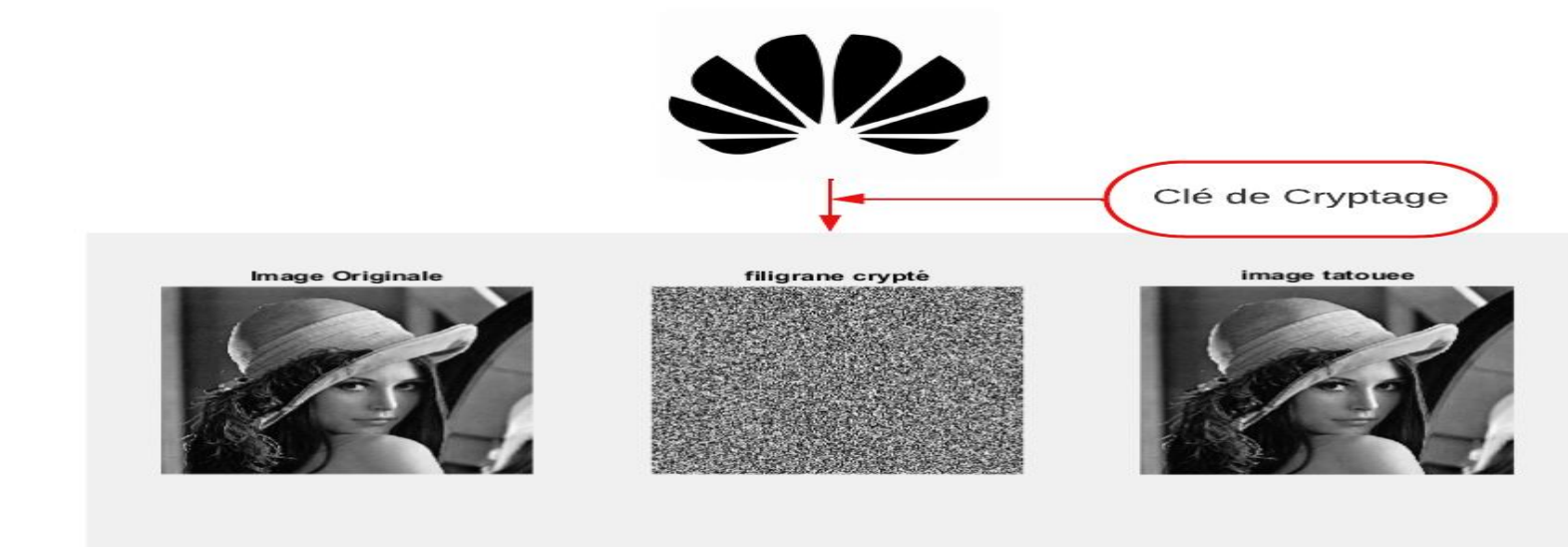


Figure 9: Résultat de l'extraction du filigrane