



# Un Schéma Conjoint de Dissimulation de Données (Data Hiding) dans JPEG2000 basé sur la Quantification Codée par Treillis (TCQ)

Auteurs : Dalila Goudia (LIRMM-SIMPA)  
Marc Chaumont (LIRMM, France)  
William Puech (LIRMM, France)  
Naima Hadj Said (SIMPA, Algérie)

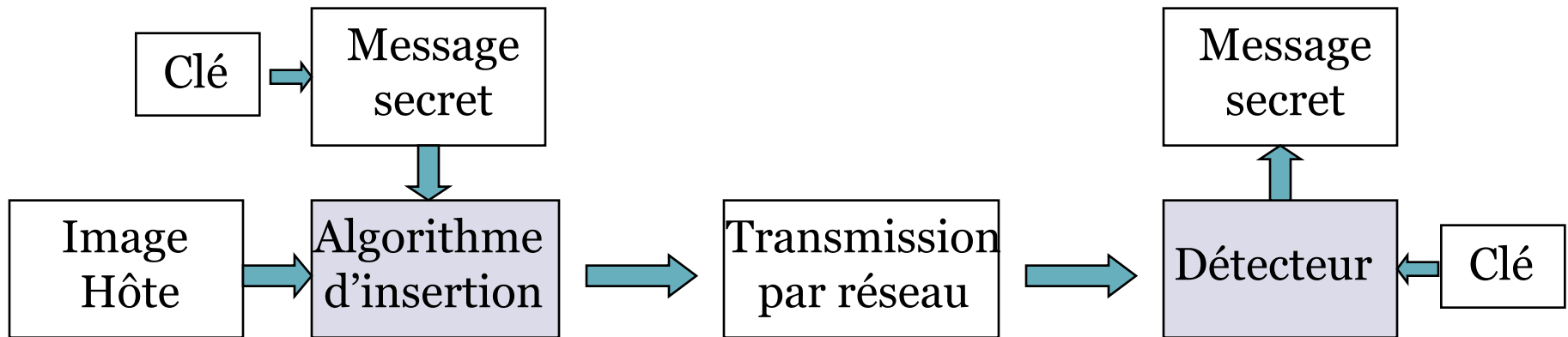
# Sommaire

- Généralités
  - Data hiding
  - Approche data hiding et compression conjointe
  - Standard JPEG2000
  - Quantification codée par treillis (TCQ)
- Schéma conjoint JPEG2000 & data hiding proposé
  - Stratégie basée-TCQ d'insertion de données cachées
  - Le schéma conjoint proposé
  - Les algorithmes d'insertion et d'extraction
- Résultats expérimentaux
  - Protocole 1: performances de data hiding
  - Protocole 2 : performances de compression
- Conclusion

# Sommaire

- Généralités
  - Data hiding
  - Approche data hiding et compression conjointe
  - Standard JPEG2000
  - Quantification codée par treillis (TCQ)
- Schéma conjoint JPEG2000 & data hiding proposé
  - Stratégie basée-TCQ d'insertion de données cachées
  - Le schéma conjoint proposé
  - Les algorithmes d'insertion et d'extraction
- Résultats expérimentaux
  - Protocole 1: performances de data hiding
  - Protocole 2 : performances de compression
- Conclusion

# Data hiding



## Insertion de données cachées

- Applications d'enrichissement de contenu et d'auto-indexation
- Dissimuler une quantité très importante de données dans l'image hôte avec le minimum de distorsion possible
- Les données cachées doivent pouvoir être correctement récupérées durant l'étape d'extraction

data hiding et compression conjoint

**Applications  
d'enrichissement de contenu**

Faible  
complexité

Bitstream  
compatible

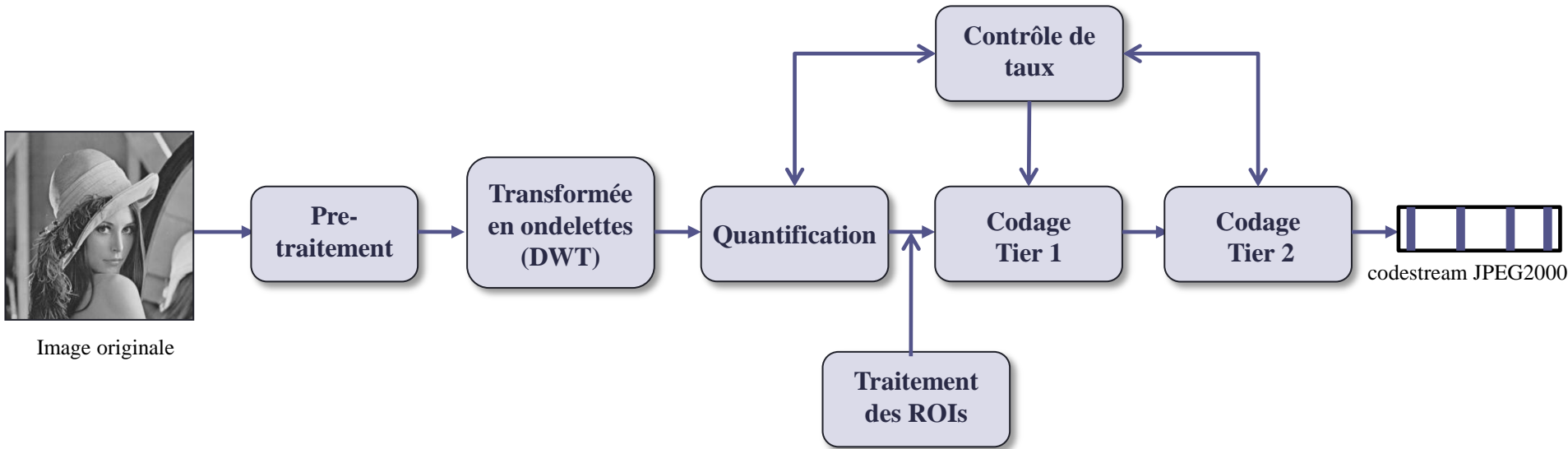
Bonne  
qualité  
visuelle

Payload  
important

Robustesse  
à la  
compression

# Standard JPEG2000

GRETSI 2011



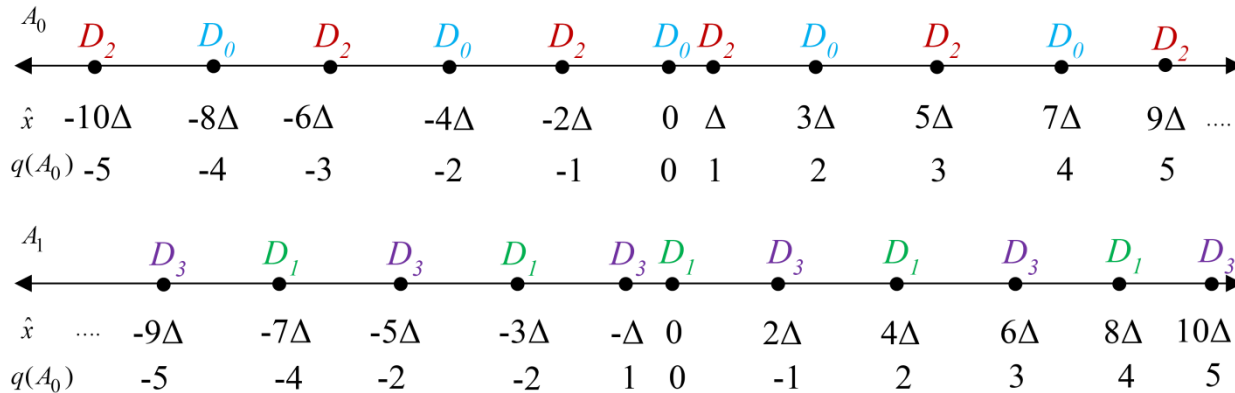
ISO/IEC 15444-1, “Information Technology - JPEG2000 Image Coding System-Part 1: Core Coding System”, 2000

## Fonctionnalités de JPEG2000

- Bonne performances de compression, et possibilité de compresser avec ou sans pertes
- Transmission progressive
- Regions d’intêret (ROI)
- Format de fichier flexible
- Résistance aux erreurs de transmission
- ...

## Quantification codée par treillis(TCQ) dans JPEG2000 part 2

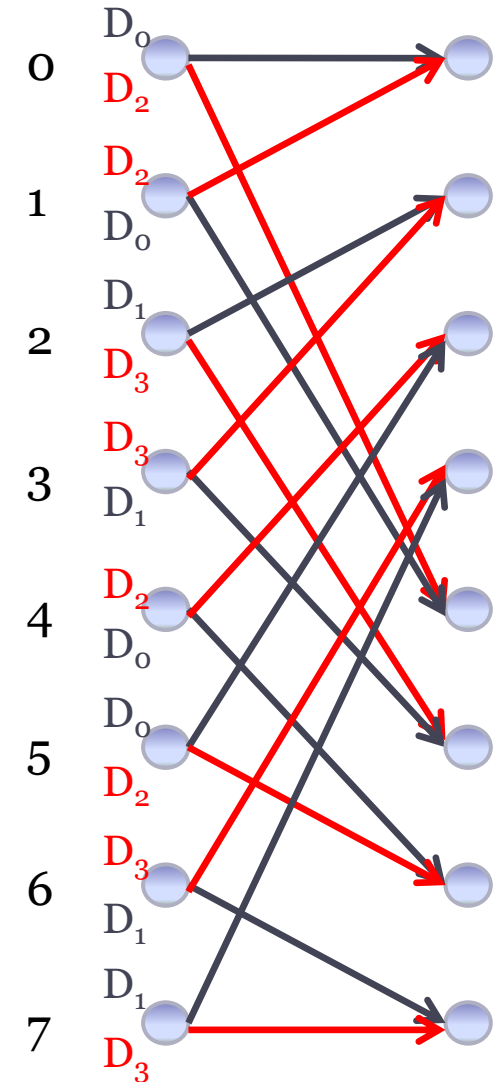
Partitionnement d'un dictionnaire de quantification de pas de quantification  $\Delta$  en 4 sous-dictionnaires qui sont combinés afin de former 2 quantificateurs d'union :

$$A_0 = D_0 \cup D_2 \quad \& \quad A_1 = D_1 \cup D_3$$


Les sous-dictionnaires des 2 quantificateurs d'union  $A_0$  et  $A_1$  sont utilisés pour étiqueter les branches d'un treillis à 8 états

Quantification réalisée en lançant l' algorithme de Viterbi sur le treillis afin de déterminer le chemin optimal (le chemin de distorsion minimale)

Le bit de poids le plus faible (LSB) des indices TCQ représente le chemin dans le treillis



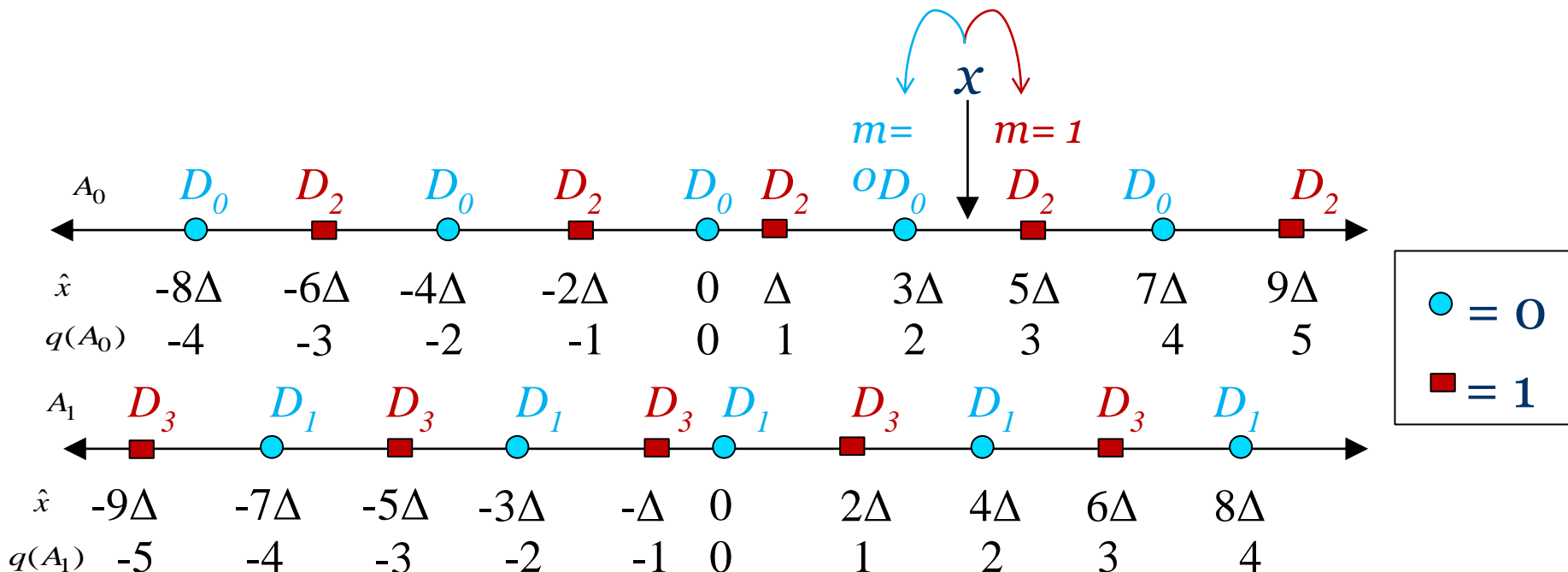
# Sommaire

- Généralités
  - Data hiding
  - Approche data hiding et compression conjointe
  - Standard JPEG2000
  - Quantification codée par treillis (TCQ)
- **Schéma conjoint JPEG2000 & data hiding proposé**
  - **Stratégie basée-TCQ d'insertion de données cachées**
  - **Le schéma conjoint proposé**
  - **Les algorithmes d'insertion et d'extraction**
- Résultats expérimentaux
  - Protocole 1: performances de data hiding
  - Protocole 2 : performances de compression
- Conclusion

## La stratégie d'insertion de données cachées basée sur la TCQ

- Les données sont cachées pendant l'étape de quantification des coefficients d'ondelettes.
- La stratégie de dissimulation de données s'appuie sur les principes de la QIM (Quantization Index Modulation).
- Intégration dans une approche basée TCQ (utilisation d'un treillis)
- Le choix des quantificateurs utilisés est déterminé, parmi les quantificateurs de la TCQ, par les données cachées à insérer.
- L'information cachée est insérée seulement au niveau des coefficients d'ondelettes qui ont le plus de chance de survivre à la phase de contrôle de taux de JPEG2000.
- Les coefficients sélectionnés sont quantifiés à l'aide des quantificateurs correspondants aux bits du message à insérer.
- L'insertion des données cachées se fait indépendamment au niveau de chaque *code-block* (bloc rectangulaire de coefficients d'ondelettes utilisés dans JPEG2000 pour faire le codage).

## La stratégie d'insertion de données cachées basée sur la TCQ



• Quantificateur d'union  $A_0$ : Si le bit à insérer est égal au bit 0 alors le quantificateur,  $D_0$  est utilisé pour quantifier les coefficients d'ondelettes. Sinon, c'est le quantificateur  $D_2$  qui est utilisé.

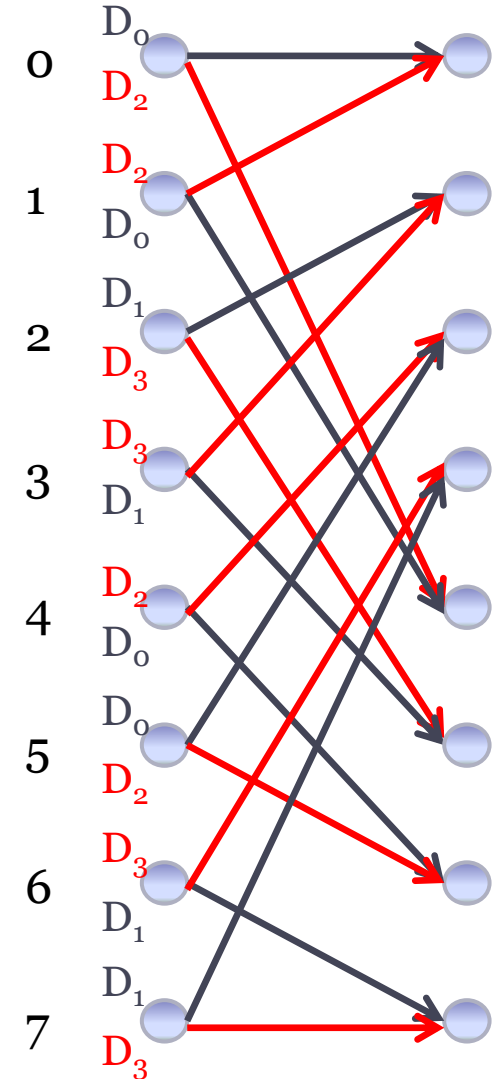
Quantificateur d'union  $A_1$ : Si le bit à insérer est égal au bit 0 alors  $D_1$  est utilisé pour quantifier les coefficients d'ondelettes. Sinon, c'est  $D_3$  qui est utilisé.

## La stratégie d'insertion de données cachées basée sur la TCQ

La sélection de la branche à emprunter est déterminée par la valeur du bit à insérer

Le treillis est élagué seulement au niveau des transitions correspondant aux coefficients sélectionnés

L'élagage du treillis est similaire à celui effectué dans le schéma de Miller et al. (codes DPTC)

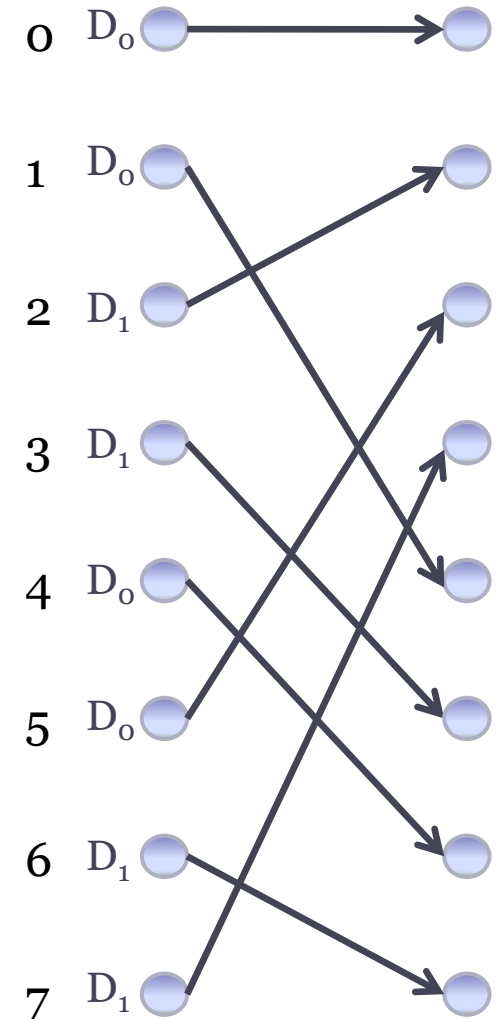


## La stratégie d'insertion de données cachées basée sur la TCQ

Le treillis est élagué seulement au niveau des transitions correspondant aux coefficients sélectionnés

- Si le bit à insérer est égal au bit 0 :  $D_0$  et  $D_1$  sont utilisés pour quantifier le coefficient d'ondelette sélectionné

**Structure du treillis** : Suppression des branches étiquetées par  $D_2$  et  $D_3$  au niveau de la transition correspondant au coefficient sélectionné.

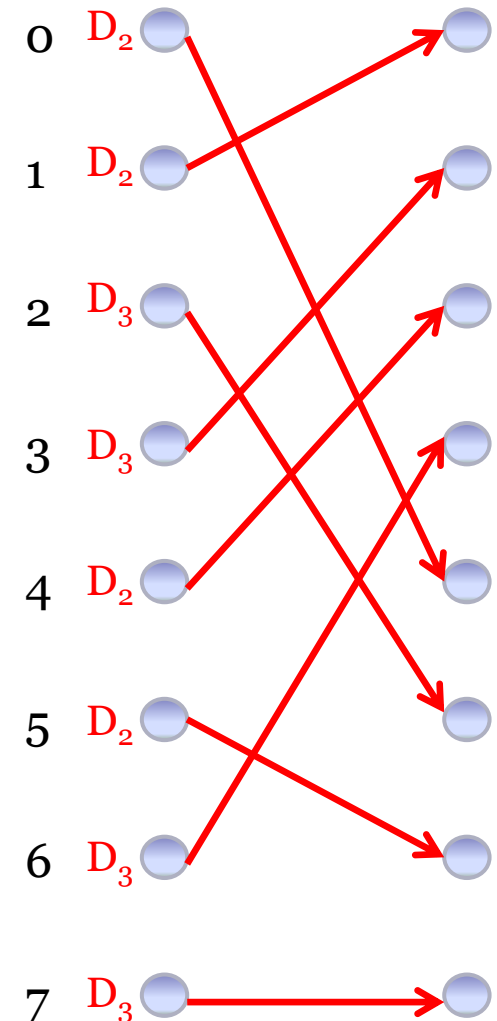


## La stratégie d'insertion de données cachées basée sur la TCQ

Le treillis est élagué seulement au niveau des transitions correspondant aux coefficients sélectionnés

- Si le bit à insérer est égal au bit 1 :  $D_2$  et  $D_3$  sont utilisés pour quantifier le coefficient d'ondelette.

**Structure du treillis** : Suppression des branches étiquetées par  $D_0$  et  $D_1$  au niveau de la transition correspondant au coefficient sélectionné.



## La stratégie d'insertion de données cachées basée sur la TCQ

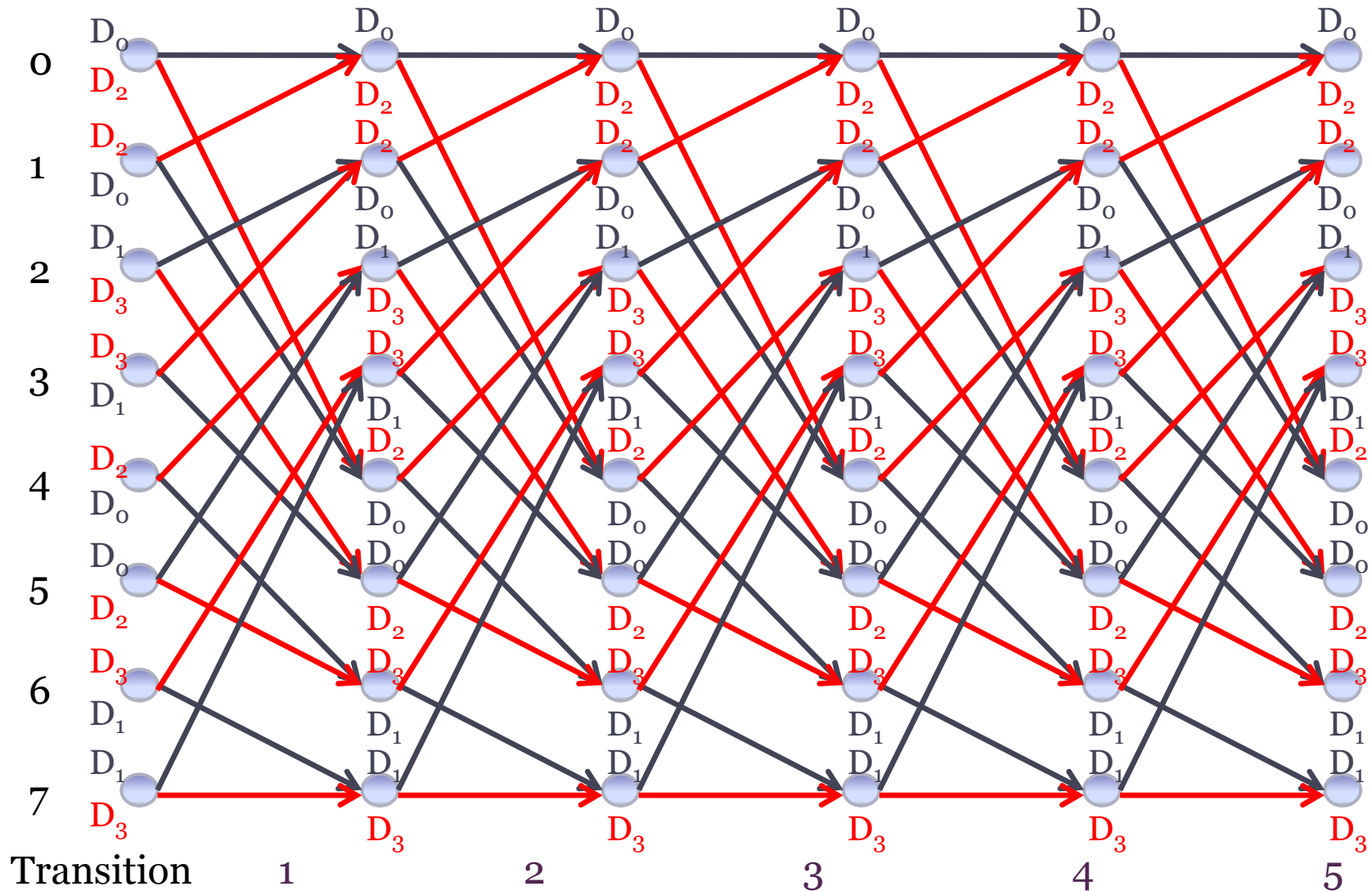
- Les données sont cachées au niveau des bits de poids le plus faible (LSB) des indices TCQ des coefficients sélectionnés

### Sélection des coefficients d'ondelettes inclus dans le processus d'insertion de données cachées

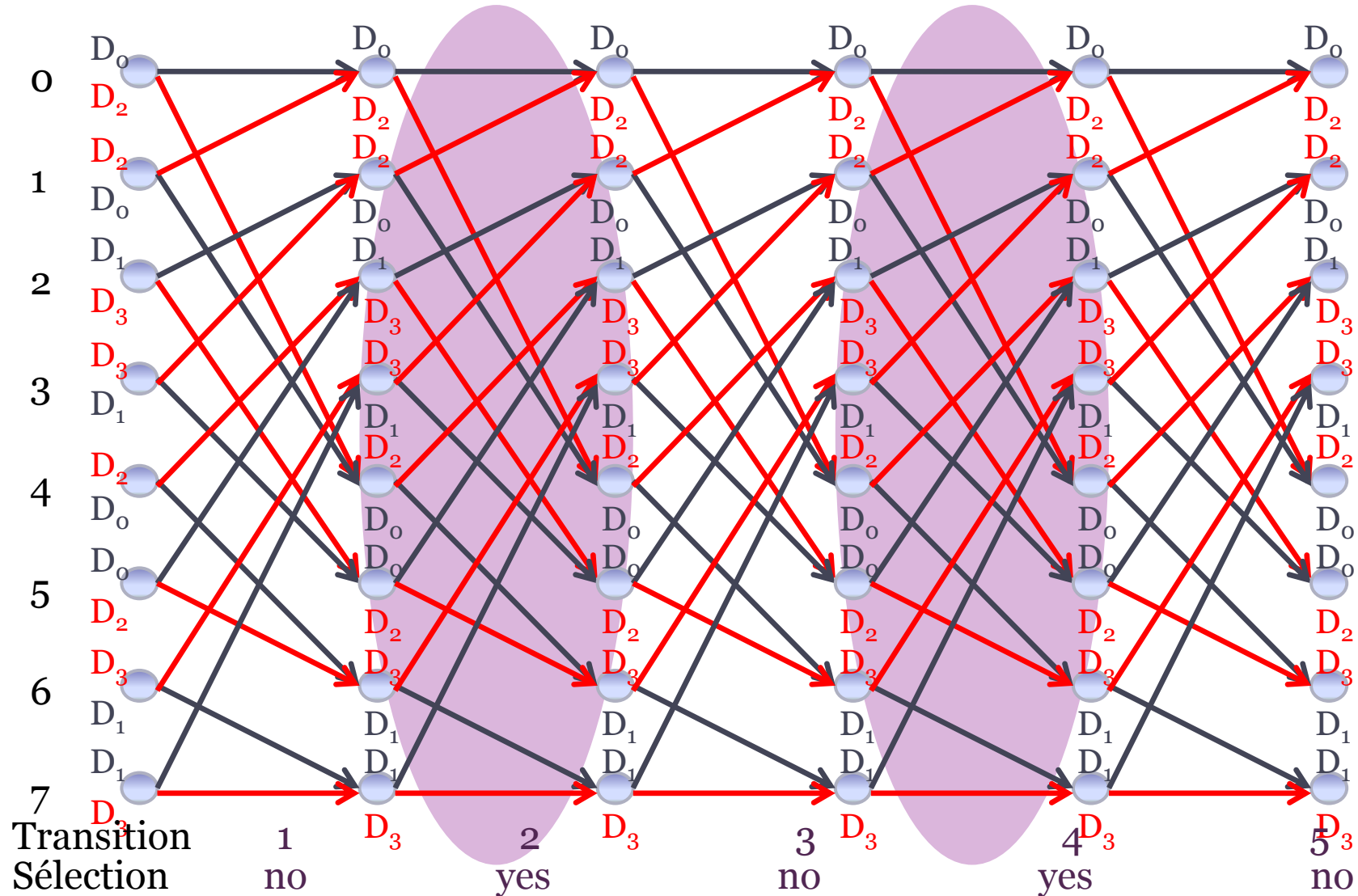
- Calcul des seuils de sélection  $\tau_{IBP}$  pour chaque code-block
- Les coefficients sont sélectionnés si leurs indices TCQ possèdent un nombre de plans de bits supérieur à  $\tau_{IBP}$

**Remarque** : pour être sûr que le bit LSB de l'indice TCQ de chaque coefficient sélectionné restera inchangé après la phase de contrôle de taux de JPEG2000, celui ci est déplacé vers un plan de bit supérieur.

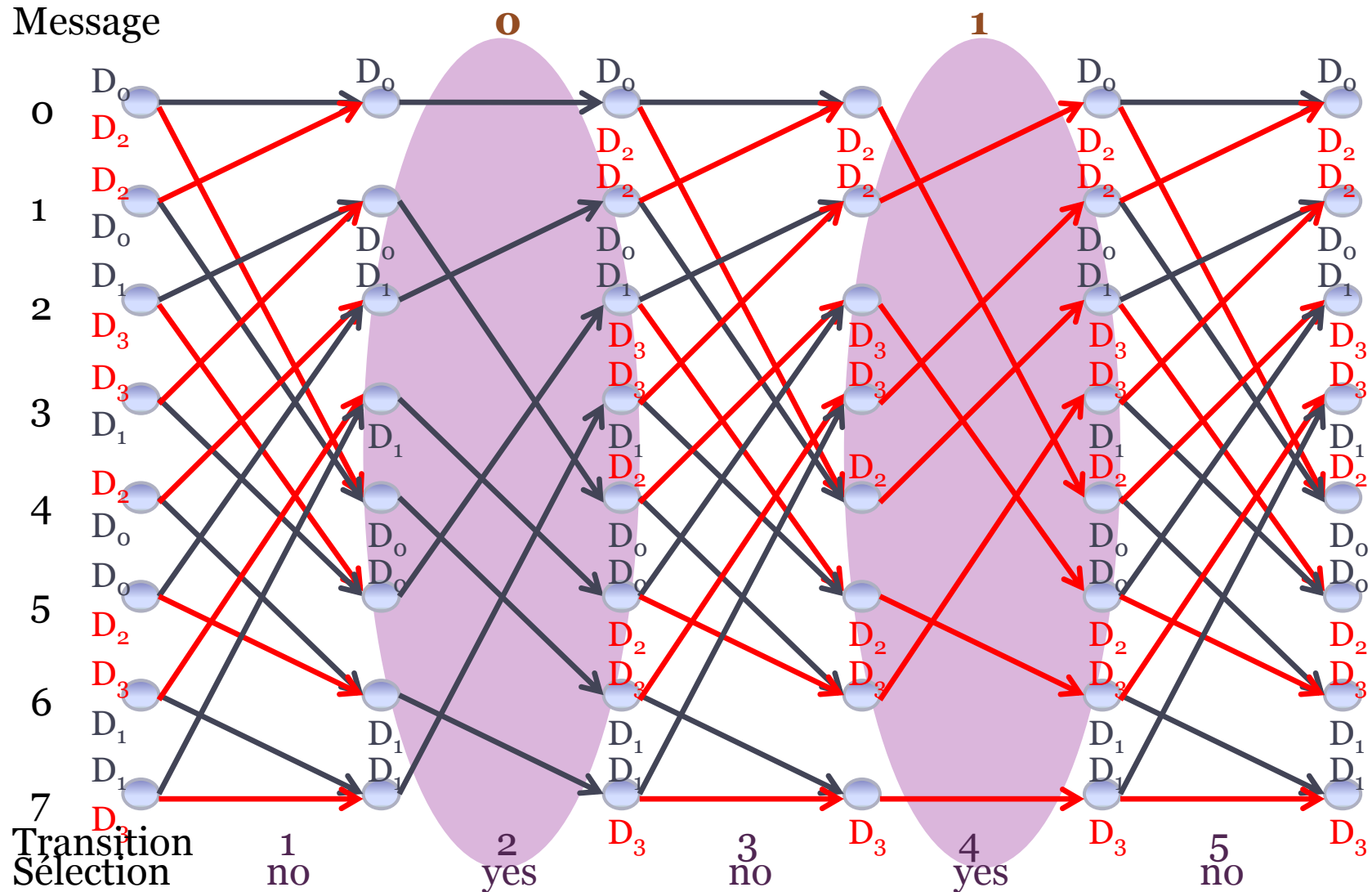
## La stratégie d'insertion de données cachées basée sur la TCQ



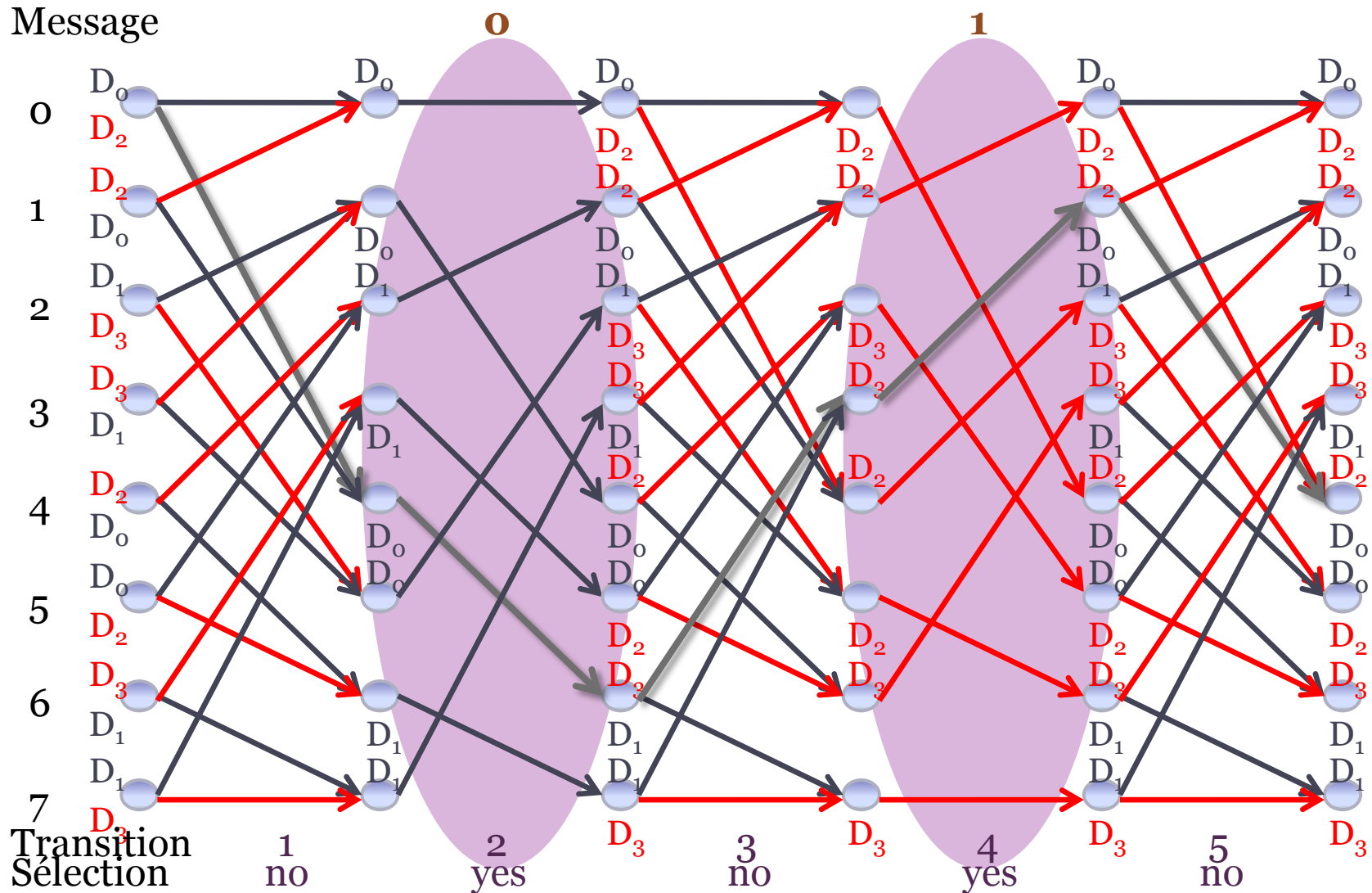
## La stratégie d'insertion de données cachées basée sur la TCQ



## La stratégie d'insertion de données cachées basée sur la TCQ



# La stratégie d'insertion de données cachées basée sur la TCQ



# Le schéma conjoint JPEG2000 et insertion de données cachées

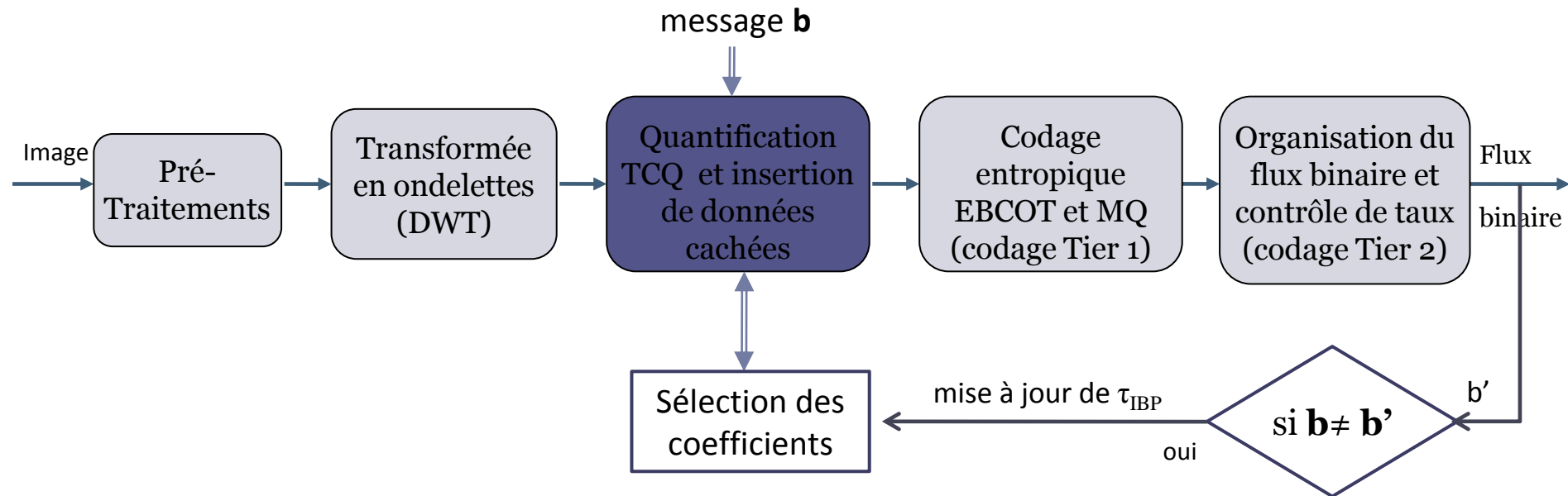
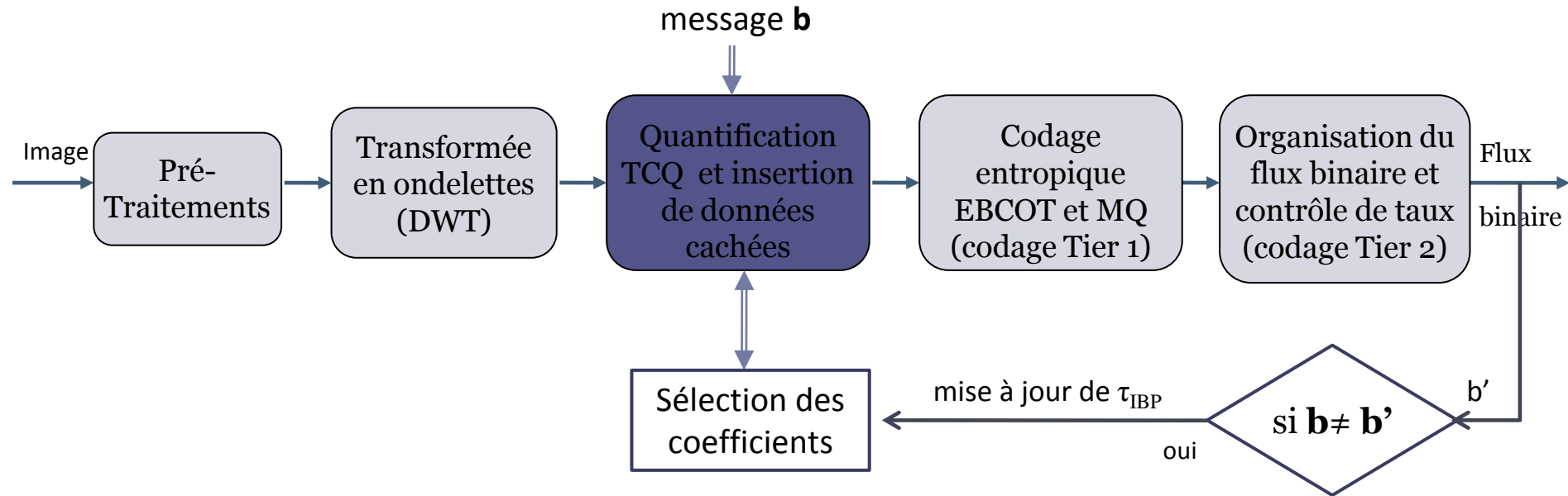


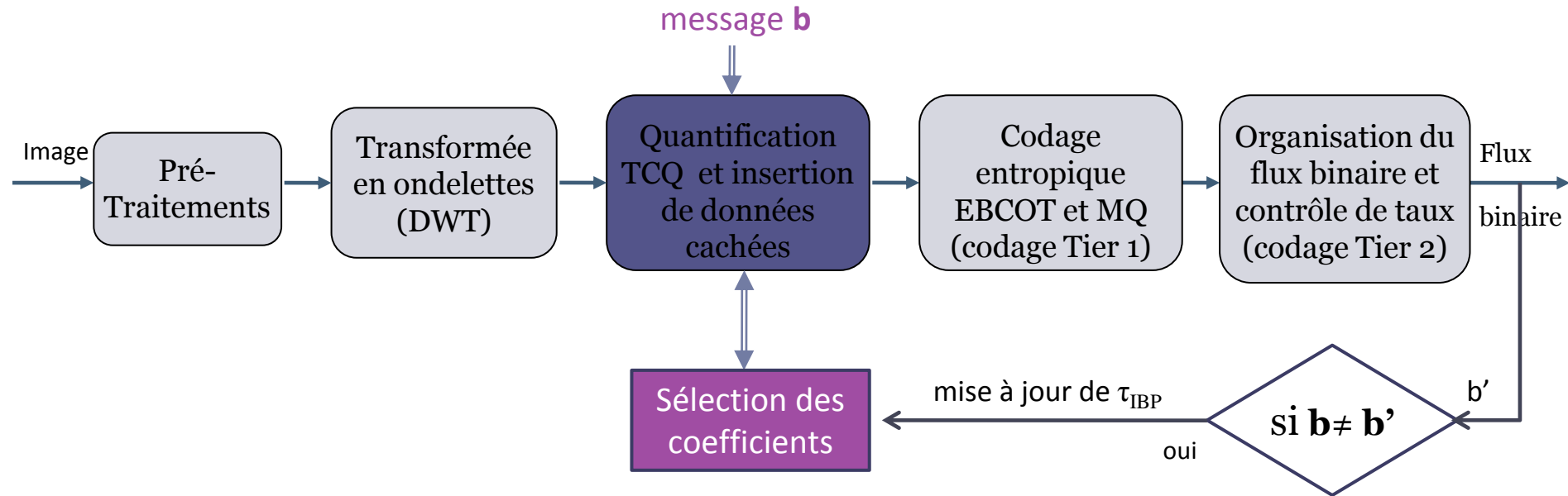
Schéma de fonctionnement du système conjoint JPEG2000/insertion de données cachées

# Algorithme d'insertion itératif



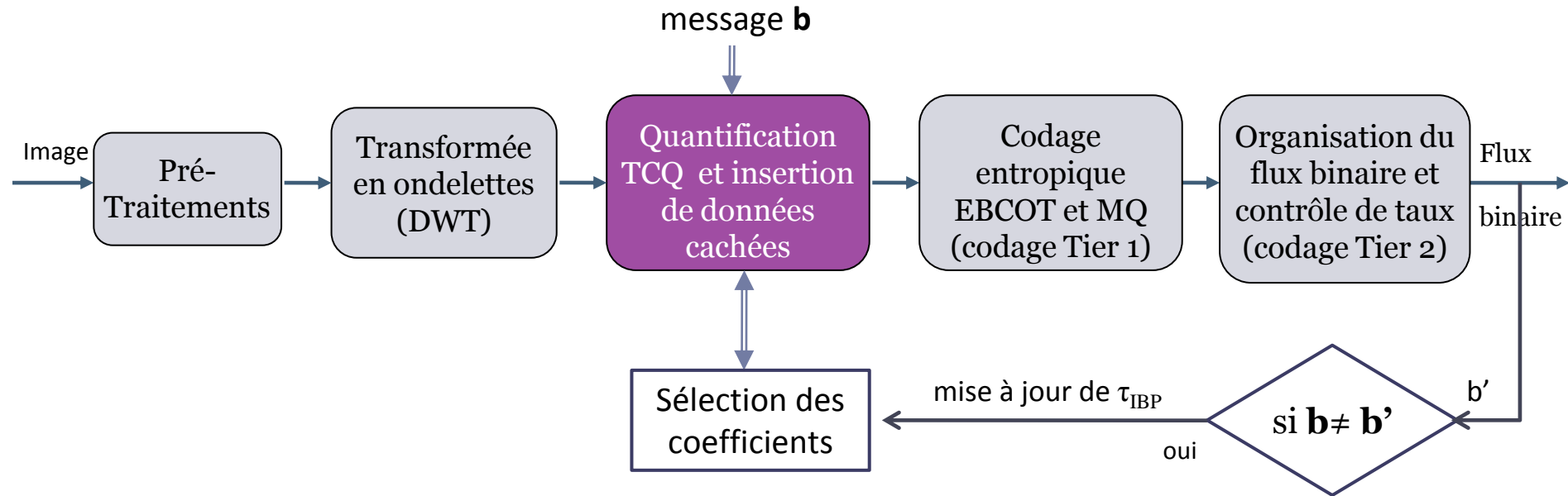
## 1. Calcul des seuils de sélection $\tau_{IBP}$

# Algorithme d'insertion itératif



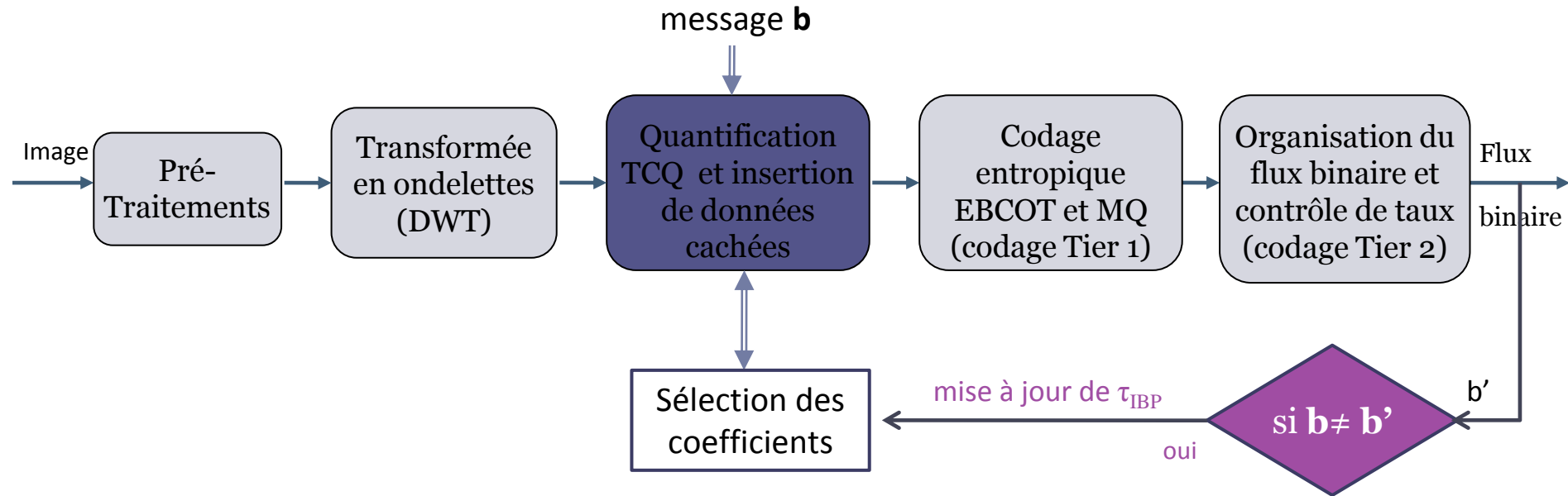
1. Calcul des seuils de sélection  $\tau_{IBP}$
2. Sélection des coefficients d'ondelettes
  - Calcul du payload
  - Génération du message secret **m**
  - Entrelacement de manière pseudo-aléatoire des bits du message **m**. On obtient le message **b**

# Algorithme d'insertion itératif



1. Calcul des seuils de sélection  $\tau_{IBP}$
2. Sélection des coefficients d'ondelettes
3. Quantification TCQ et insertion du message

# Algorithme d'insertion itératif



1. Calcul des seuils de sélection  $\tau_{IBP}$
2. Sélection des coefficients d'ondelettes
3. Quantification TCQ et insertion du message
4. Vérification : perte dans les données cachées après la phase de contrôle de taux?
  - Extraction du message **b'**
  - si **b' = b** alors Fin
    - sinon Incrémenter la valeur du seuil de sélection au niveau des code-blocks où on a extrait des bits erronés et aller à 2

## Algorithme d'extraction

1. Décodage du bitstream JPEG2000
2. Quantification TCQ inverse
  - Pour chaque indice TCQ décodé :
    - Si le nombre de plans de bits de l'indice TCQ est supérieur à  $\tau_{IBP}$  alors extraire le bit LSB
3. Désentrelacement pseudo aléatoire du message extrait afin d'obtenir le message secret **m**

# Sommaire

- Généralités
  - Data hiding
  - Approche data hiding et compression conjointe
  - Standard JPEG2000
  - Quantification codée par treillis (TCQ)
- Schéma conjoint JPEG2000 & data hiding proposé
  - Stratégie basée-TCQ d'insertion de données cachées
  - Le schéma conjoint proposé
  - Les algorithmes d'insertion et d'extraction
- Résultats expérimentaux
  - Protocole 1: performances de data hiding
  - Protocole 2 : performances de compression
- Conclusion

# Résultats expérimentaux

## Protocole d'évaluation 1 : Performances de data hiding

- 200 images tests de 8 bits/pixels et de taille 512 x 512 (base d'images BOWS2 : <http://bows2.gipsa-lab.inpg.fr>)
- 5 niveaux de décomposition, une tuile, pas de ROI
- Variation du débit binaire entre 2.5 bpp et 0.2 bpp
- Sélection des coefficients inclus dans le processus d'insertion de données cachées au niveau des sous-bandes HL, LH and HH de tous les niveaux sauf le premier niveau
- Contraintes considérées : payload et imperceptibilité

# Résultats expérimentaux

## Protocole 1 : Performances de data hiding

Débit binaire (bpp)	2.5 bpp	2 bpp	1.6 bpp	1 bpp	0.5 bpp	0.2 bpp
Payload moyen (bits)	11257	11203	11143	7459	3683	1659
Payload minimal (bits)	1261	1261	1261	1261	1090	410
Payload maximal (bits)	37313	26.180	21809	12732	5946	3129

Table 1 : Payloads obtenus à l'aide de notre schéma conjoint sur 200 images à différent débit

- Payloads atteints importants
- A haut débit, un nombre plus important de bits peuvent être cachés
- Le payload diminue à mesure que le débit décroît
- Le payload est dépendant des caractéristiques de l'image originale

# Résultats expérimentaux

## Protocole 1 : Performances de data hiding

Bitrate (bpp)	2.5 bpp	2 bpp	1.6 bpp	1 bpp	0.5 bpp	0.2 bpp
PSNR moyen (dB)	48.34	47.10	46.31	45.00	43.24	41.23
SSIM moyen	0.9890	0.9851	0.9817	0.9713	0.9469	0.8944
PSNR minimal (dB)	40.11	38.86	36.70	34.18	29.75	25.95
SSIM minimal	0.9773	0.9655	0.9482	0.8871	0.7857	0.6279
PSNR maximal (dB)	53.82	52.97	51.83	51.77	52.30	52.23
SSIM maximal	0.9951	0.9951	0.9933	0.9889	0.9852	0.9821

Table 2 : Qualité des images obtenue sur la base d'images suivant les mesures du PSNR et du SSIM

- PSNR moyen > 40 dB pour tous les débits
- SSIM moyen reste supérieur à 0.9 jusqu'à 0.2 bpp
- Bonne qualité perceptuelle des images enrichies
- Le schéma conjoint proposé présente de bonnes performances en termes de PSNR et de SSIM

# Résultats expérimentaux

## Protocole d'évaluation 2 : Performances de compression

- 7 images tests de taille 512 x 512 couramment utilisées en compression d'images : Lena, Gold, Girl, Barbara, Bike, Peppers et Clown
- 5 niveaux de décomposition, une tuile, pas de ROI
- Variation du débit binaire entre 2.5 bpp et 0.2 bpp
- Qualité visuelle (PSNR et SSIM) et comparaison avec JPEG2000

# Résultats expérimentaux

## Protocole 2 : Performances de compression

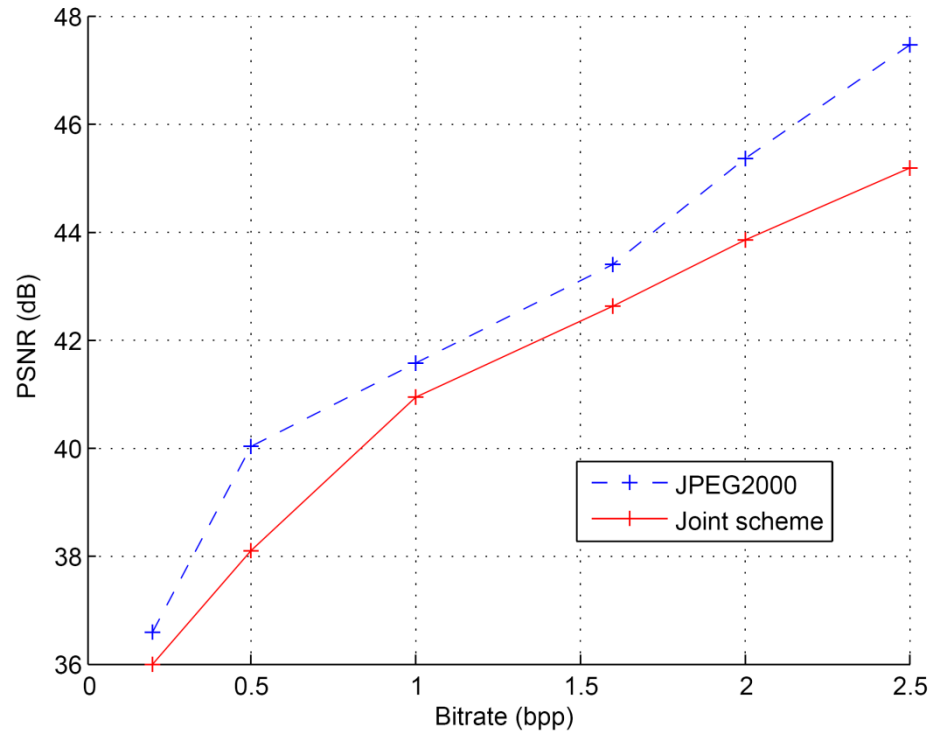


Image Lena

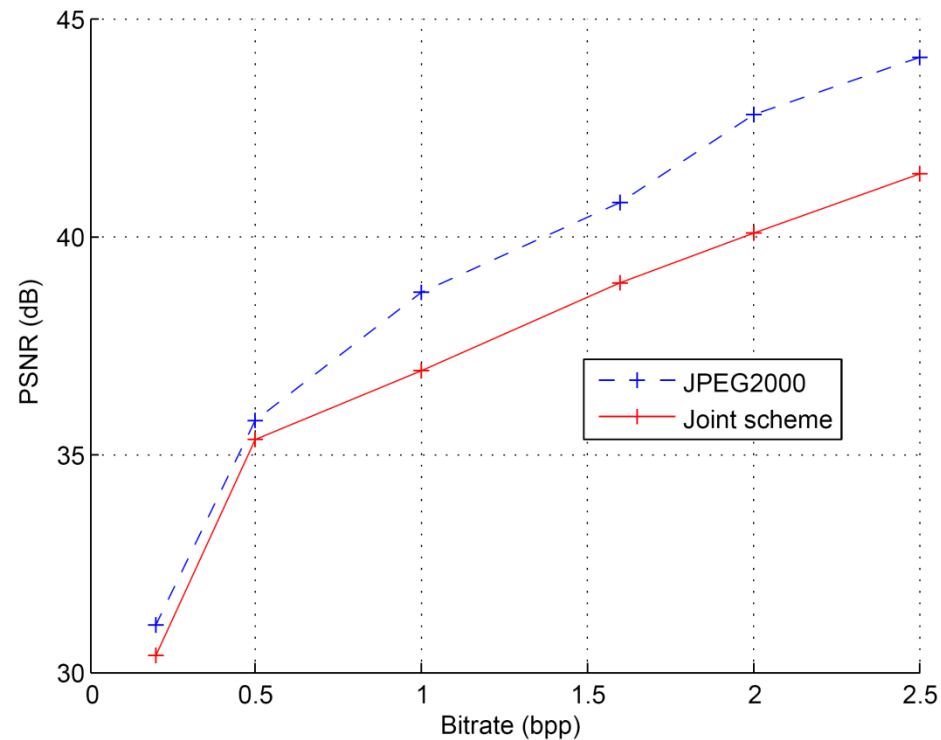


Image Clown

Comparaison de la qualité visuelle en termes de PSNR  
avec JPEG2000

# Résultats expérimentaux

## Protocole 2 : Performances de compression

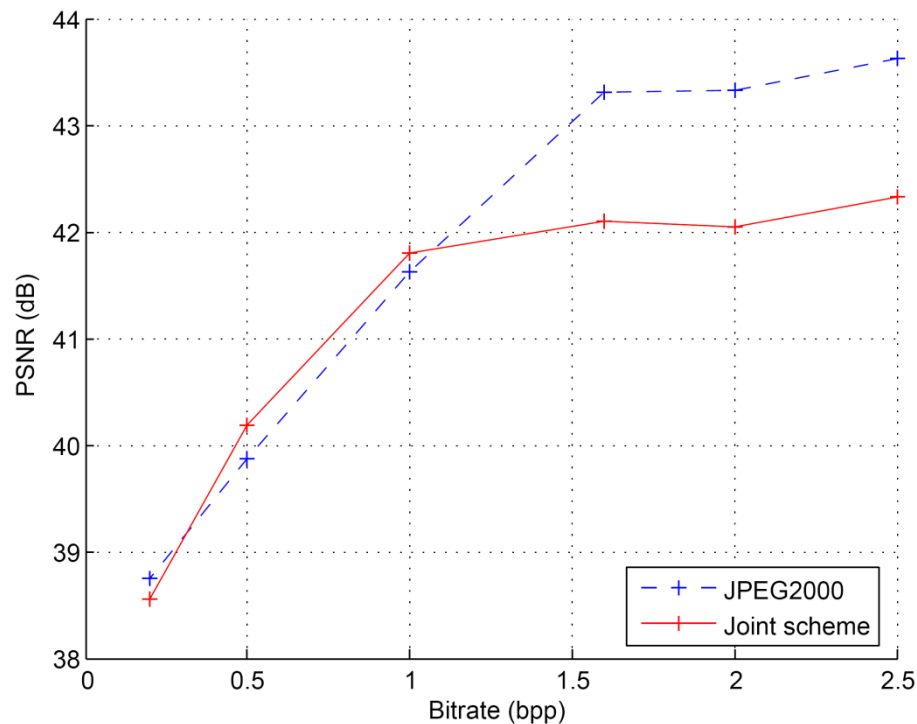


Image Gold

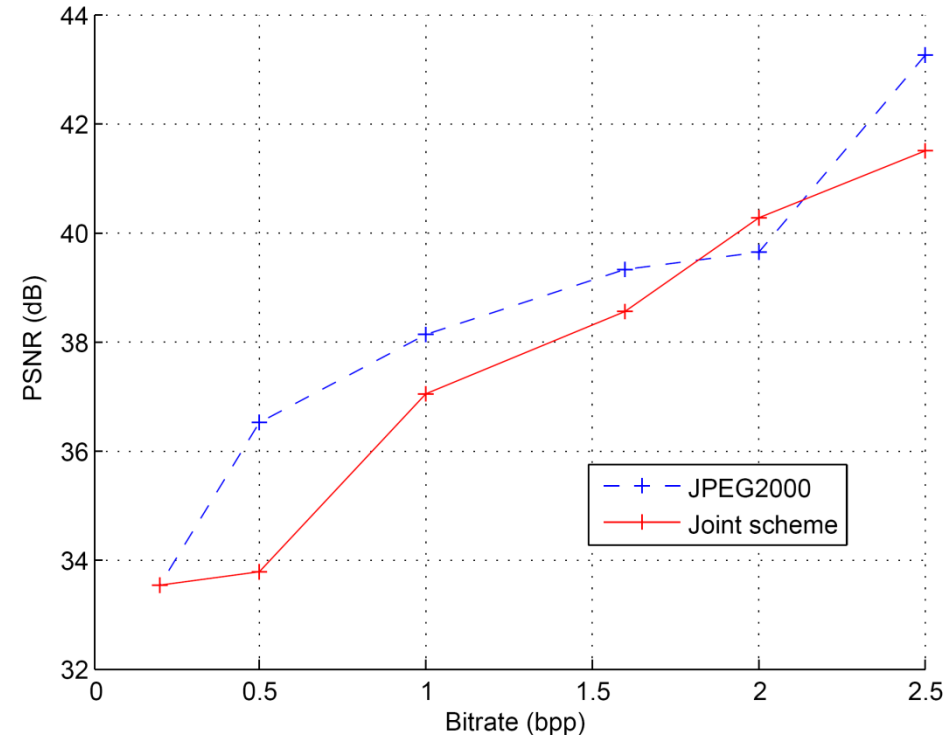


Image Bike

Comparaison de la qualité visuelle en termes de PSNR  
avec JPEG2000

# Résultats expérimentaux

GRETSI 2011

Qualité de l'image obtenue avec le schéma conjoint

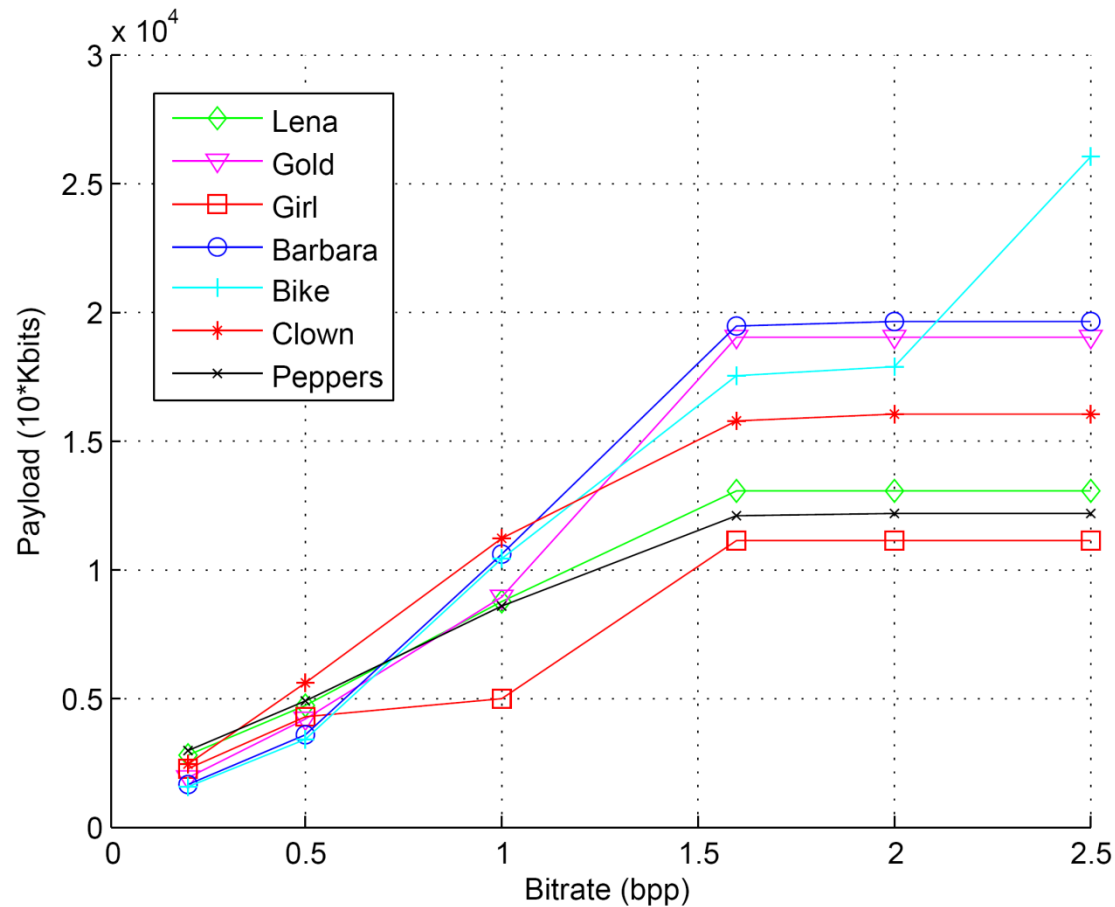


Image originale Lena



Image reconstruite à 0.5 bpp :  
PSNR = 38.10 dB, SSIM = 0.9164 et  
payload = 4710 bits

# Résultats expérimentaux



Charge utile (*payload*) en fonction du débit binaire.

# Sommaire

- Généralités
  - Data hiding
  - Approche data hiding et compression conjointe
  - Standard JPEG2000
  - Quantification codée par treillis (TCQ)
- Schéma conjoint JPEG2000 & data hiding proposé
  - Stratégie basée-TCQ d'insertion de données cachées
  - Le schéma conjoint proposé
  - Les algorithmes d'insertion et d'extraction
- Résultats expérimentaux
  - Protocole 1: performances de data hiding
  - Protocole 2 : performances de compression
- Conclusion

# Conclusion

- Nouvelle stratégie d'insertion des données cachées basée sur la TCQ dans la chaîne de codage de JPEG2000 partie 2 pour une application d'enrichissement de contenu.
- Les données sont cachées au niveau des indices TCQ des coefficients sélectionnés.
- Le recours à l'approche conjointe permet au message de survivre à la compression JPEG2000 à n'importe quel débit binaire.
- Le schéma conjoint proposé présente de bonnes performances en terme de qualité visuelle et de payload.



**Merci pour votre  
attention**  
**des questions ?**