

# La compression des images

De la théorie débit-distorsion vers le codage d'images bio-inspiré

Marc Antonini

Directeur de Recherche CNRS

am@i3s.unice.fr

<http://www.i3s.unice.fr/~am>

Laboratoire I3S

EQUIPE MULTIMEDIA IMAGE CODING AND PROCESSING

Université de Nice-Sophia Antipolis - CNRS



**MediaCoding**  
Multimedia Image Coding and Processing

# De la TV à la HDTV...

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

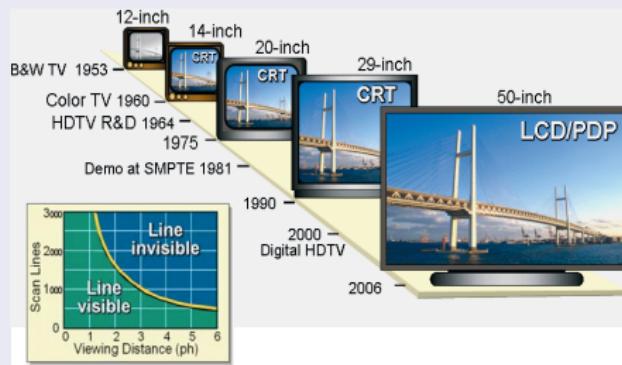
La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges



→ Difficultés à surmonter :

- Dégradation de la qualité image perçue causée par la distance de visualisation → *HDTV - H264*
- Comment fabriquer des écrans aussi grands ? → *flat-panel displays*

# ... et au-delà

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

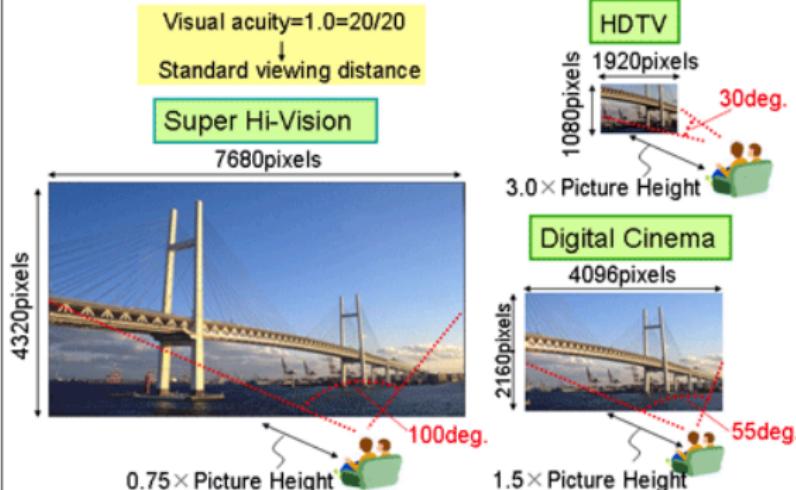
L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

(SUPER HIGH VISION 33 MEGAPIXELS - 24 GIGABITS/S)

## Image format of Super Hi-Vision



# Plan

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

- 1 Compression des images et des vidéos : les motivations
- 2 Quelques notions de quantification
- 3 La compression des images
- 4 La compression des vidéos
- 5 L'état actuel de la recherche en compression
- 6 Le bio-inspiré
- 7 Discussion - Challenges

# Plan de la présentation

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

1 Compression des images et des vidéos : les motivations

2 Quelques notions de quantification

3 La compression des images

4 La compression des vidéos

5 L'état actuel de la recherche en compression

6 Le bio-inspiré

7 Discussion - Challenges

# Pourquoi le numérique et la compression ?

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des  
images et des  
vidéos : les  
motivations

Quelques notions  
de quantification

La compression  
des images

La compression  
des vidéos

L'état actuel de la  
recherche en  
compression

Le bio-inspiré

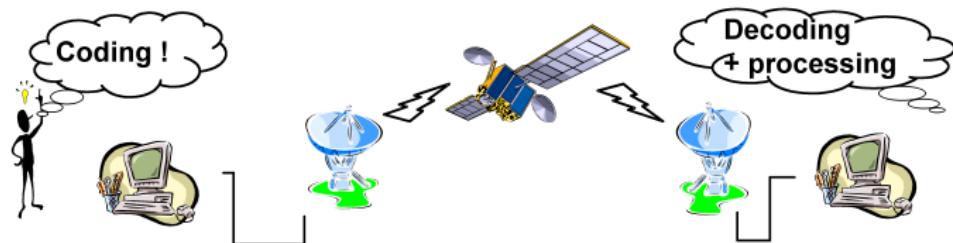
Discussion -  
Challenges

## Avantages

- Facile à manipuler
- Moins sensible au bruit de transmission que l'analogique

## Inconvénients

- Nécessité d'une grande bande passante pour la transmission
- Problème de stockage



# Compression : les motivations

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des  
images et des  
vidéos : les  
motivations

Quelques notions  
de quantification

La compression  
des images

La compression  
des vidéos

L'état actuel de la  
recherche en  
compression

Le bio-inspiré

Discussion -  
Challenges

## Objectifs

- Réduire la quantité de bits nécessaire pour représenter des données (images, vidéos...) avec le minimum de pertes d'information.

## Applications

- Base de données
- Visio-conférences
- Télé-médecine
- Télévision à haute définition
- Cinéma numérique
- ...

# Comprimer pour transmettre...

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des  
images et des  
vidéos : les  
motivations

Quelques notions  
de quantification

La compression  
des images

La compression  
des vidéos

L'état actuel de la  
recherche en  
compression

Le bio-inspiré

Discussion -  
Challenges

## ... sur les réseaux

- Informatiques (Internet) :
  - fichiers texte, images, son, vidéo...
- Téléphoniques :
  - voix numérisée...
- Radio-mobiles :
  - GSM, UMTS, 3G, 4ème génération de téléphonie mobile...
- Satellites :
  - Sondes spatiales, observation de la Terre, télévision à haute définition...
- ...

# Comprimer pour stocker...

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des  
images et des  
vidéos : les  
motivations

Quelques notions  
de quantification

La compression  
des images

La compression  
des vidéos

L'état actuel de la  
recherche en  
compression

Le bio-inspiré

Discussion -  
Challenges

... sur des supports du type

- Disques durs, clés USB :
  - fichiers...
- CD :
  - sons, images...
- DVD (4,7 Go) :
  - 2 heures de vidéo (*Standard Definition*)
- Disque "Blu-Ray" (25 Go) :
  - 2 heures de HDTV
- ...

# Applications et contraintes

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des  
images et des  
vidéos : les  
motivations

Quelques notions  
de quantification

La compression  
des images

La compression  
des vidéos

L'état actuel de la  
recherche en  
compression

Le bio-inspiré

Discussion -  
Challenges

## "Temps réel"

- e.g. Téléphone, vidéo :
  - **COMPRESSION / DECOMPRESSION RAPIDES**

## "Temps différé"

- Stockage sur disque (CD, CD ROM, DVD...¶)
  - **COMPRESSION LENTE / DECOMPRESSION RAPIDE**
- Imagerie satellitaire ou embarquée
  - **COMPRESSION RAPIDE / DECOMPRESSION LENTE**

# Applications et contraintes

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## ● Médical

- Pas d'artefact (erreur de diagnostic)

## ● Militaire

- Conservation des détails (détection de cibles)
- Aspect mouvement (suivi de mobiles)

## ● Vidéo "grand public"

- Effet de masquage de l'œil (espace et temps)

## ● Vision par ordinateur

- Détection des contours (ex. guidage d'un robot...)

## ● ...

# Position du problème

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des  
images et des  
vidéos : les  
motivations

Quelques notions  
de quantification

La compression  
des images

La compression  
des vidéos

L'état actuel de la  
recherche en  
compression

Le bio-inspiré

Discussion -  
Challenges

Les performances d'un système de compression  
s'évaluent par :

- **Le taux de compression :**

- Débit initial / débit après compression

- **La qualité du signal comprimé :**

- Critère subjectif (visuel)
  - Critère objectif (EQM, SNR...)

- **La complexité du système**

- Coût calcul, mémoire requise

## PROBLEME

- Optimiser ces 3 facteurs en même temps

# La chaîne de compression

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

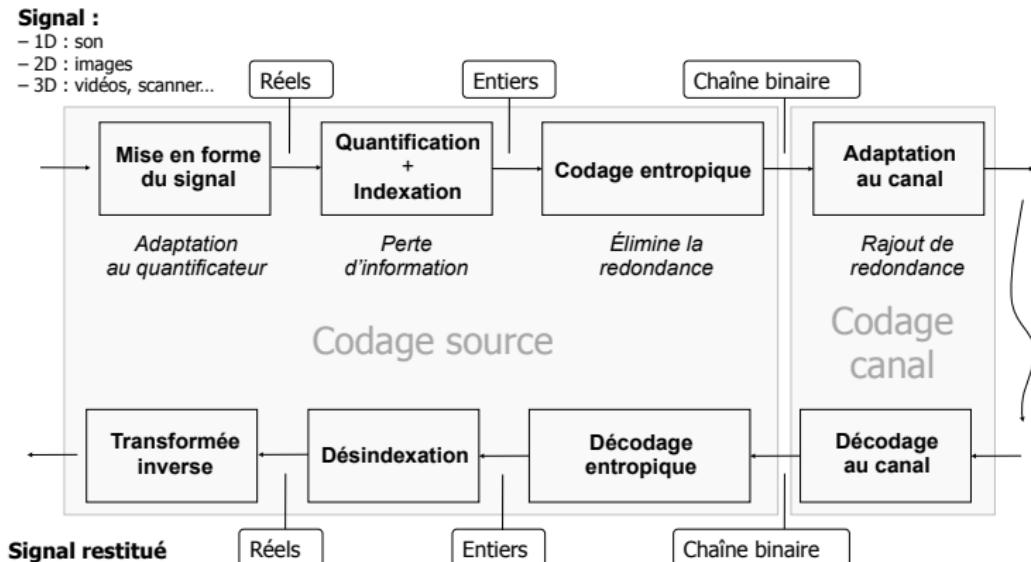
La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges



# Les outils

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

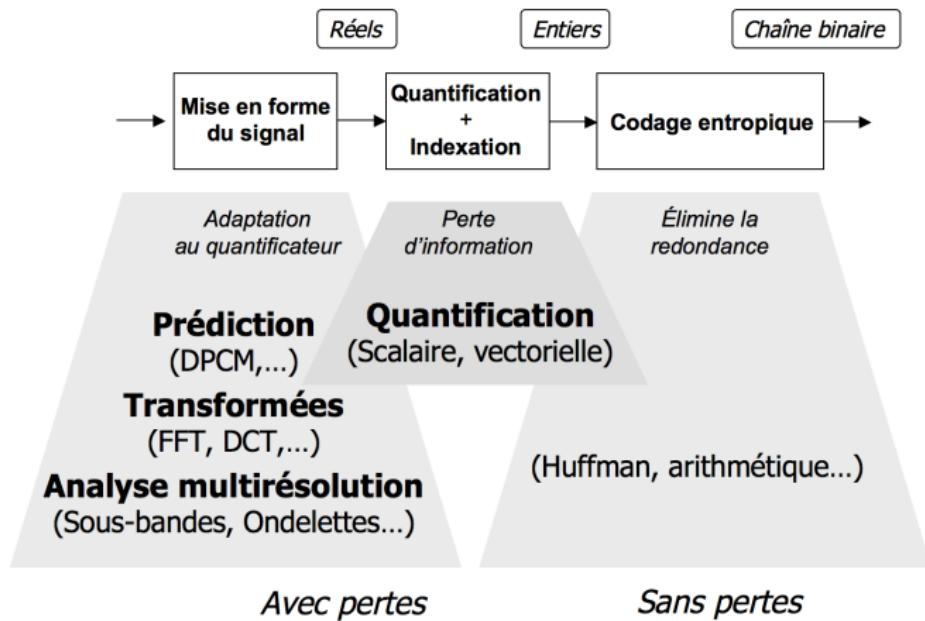
La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges



# Plan de la présentation

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

1 Compression des images et des vidéos : les motivations

2 Quelques notions de quantification

3 La compression des images

4 La compression des vidéos

5 L'état actuel de la recherche en compression

6 Le bio-inspiré

7 Discussion - Challenges

# Quantification : principe

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012  
Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

But : représenter un signal numérisé sur  $L_1$  niveaux par  $L_2$  niveaux avec  $L_2 < L_1$



Adaptation optimale des niveaux au signal

# Le quantificateur de dimension $N$ et de taille $L$

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Définition

- Un quantificateur  $Q$  de dictionnaire  $C$  est défini par :

$$Q : \mathbf{R}^N \rightarrow C \text{ avec } C = \{\hat{s}^1, \hat{s}^2, \dots, \hat{s}^L\} \text{ avec } \hat{s}^i \in \mathbf{R}^N \quad (1)$$

- $Q(s) = \hat{s}^i$  si  $s \in P^i$
- On crée ainsi **une partition** de l'espace en  $L$  régions définies par

$$P^i = \{s : Q(s) = \hat{s}^i\} \quad (2)$$

## L'opération de quantification

Consiste à chercher le **plus proche voisin** de  $s$  parmi tous les éléments du dictionnaire  $C$

# Principe général de la quantification/codage

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des  
images et des  
vidéos : les  
motivations

Quelques notions  
de quantification

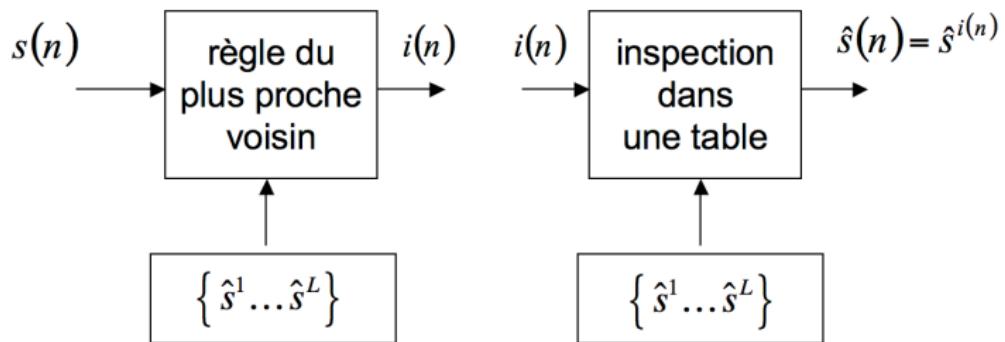
La compression  
des images

La compression  
des vidéos

L'état actuel de la  
recherche en  
compression

Le bio-inspiré

Discussion -  
Challenges



# Exemple de quantificateurs

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

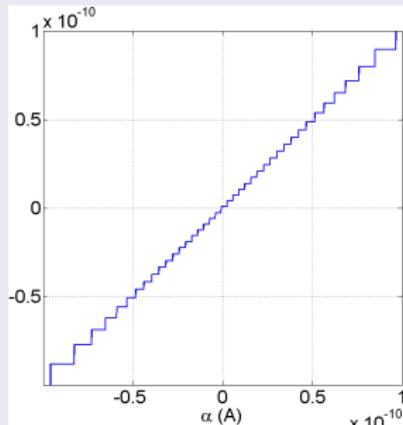
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

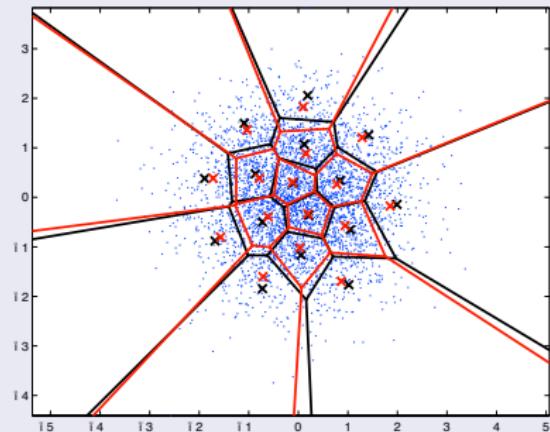
Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Quantification SCALAIRE VS VECTORIELLE



Quantificateur scalaire [Lloyd]



Quantificateur vectoriel - NON STRUCTURE

- $P^i$  = cellule de quantification
- La partition  $P = \cup_i P^i$  with  $P^i \cap P^j = \emptyset, \forall i \neq j$

# Exemple de quantificateurs

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

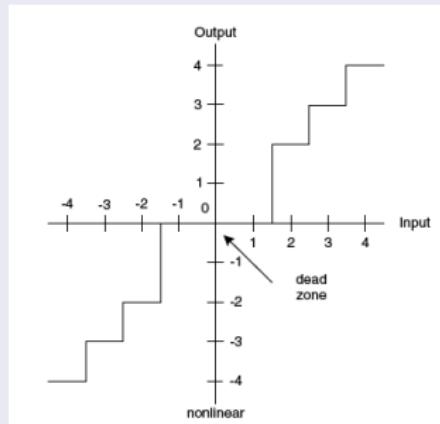
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

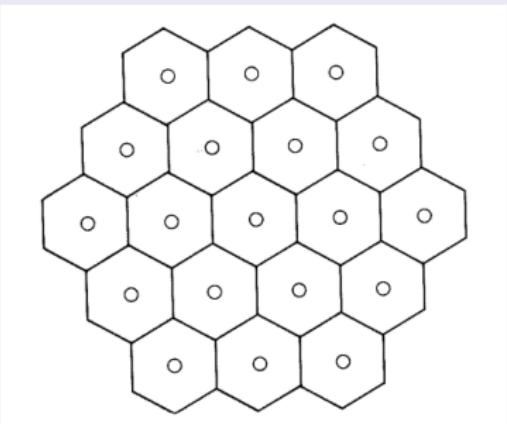
Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Quantification SCALAIRE VS VECTORIELLE



Quantificateur scalaire



Quantificateur vectoriel - STRUCTURE

- $P^i$  = cellule de quantification
- La partition  $P = \cup_i P^i$  with  $P^i \cap P^j = \emptyset, \forall i \neq j$

# La distorsion

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des  
images et des  
vidéos : les  
motivations

Quelques notions  
de quantification

La compression  
des images

La compression  
des vidéos

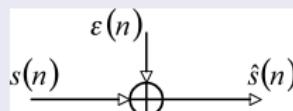
L'état actuel de la  
recherche en  
compression

Le bio-inspiré

Discussion -  
Challenges

- La quantification introduit un bruit additif :

$$\epsilon = s(n) - Q(s(n)) = s(n) - \hat{s}(n) \quad (3)$$



- La distorsion entre l'entrée et la sortie du quantificateur est estimée par l'erreur quadratique moyenne (EQM) :

$$\begin{aligned} D &= E[\epsilon^2] \\ &= \int_{\mathbb{R}^N} (s - Q(s))^2 f_S(s) ds \\ &= \sum_{i=1}^L \int_{P_i} (s - \hat{s}_i)^2 f_S(s) ds \end{aligned} \quad (4)$$

où  $f_S(s)$  est la densité de probabilité de la source (pdf)

# La quantification optimale

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des  
images et des  
vidéos : les  
motivations

Quelques notions  
de quantification

La compression  
des images

La compression  
des vidéos

L'état actuel de la  
recherche en  
compression

Le bio-inspiré

Discussion -  
Challenges

## Objectif

Pour définir un quantificateur il s'agit de trouver la partition  $\{P_1, P_2, \dots, P_L\}$  et les représentants  $\{\hat{s}_1, \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_L\}$  qui **minimisent** la distorsion de quantification  $D$

## Les conditions nécessaires d'optimalité (Lloyd)

- Si l'on connaît les représentants  $\{\hat{s}_1, \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_L\}$ , on peut calculer la meilleure partition  $\{P_1, P_2, \dots, P_L\}$  : règle du **plus proche voisin**
- Si l'on se donne la partition, on peut en déduire les meilleurs représentants : **condition du centroïde**

Ces deux conditions d'optimalité fournissent les bases pour les algorithmes d'optimisation généralement utilisés en quantification

# Les 2 conditions d'optimalité

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## La condition du plus proche voisin

Etant donné des représentants  $\{\hat{s}_1, \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_L\}$ , la meilleure partition est celle qui vérifie :

$$P_i = \{s/(s - \hat{s}_i)^2 \leq (s - \hat{s}_j)^2 \forall j \in \{1 \dots L\}\} \quad (5)$$

## La condition du centroïde

Etant donné une partition  $\{P_1, P_2, \dots, P_L\}$ , le meilleur dictionnaire est celui qui vérifie :

$$\hat{s}_i = \frac{\int_{x \in P_i} x f_S(x) dx}{\int_{x \in P_i} f_S(x) dx} \quad \forall i \in \{1, \dots, L\} \quad (6)$$

# L'itération de Lloyd

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des  
images et des  
vidéos : les  
motivations

Quelques notions  
de quantification

La compression  
des images

La compression  
des vidéos

L'état actuel de la  
recherche en  
compression

Le bio-inspiré

Discussion -  
Challenges

L'idée fondamentale de cet algorithme est de **construire de façon itérative** un dictionnaire de quantification afin de **minimiser** la distorsion  $D$ . Pour cela, l'algorithme :

- Utilise un **dictionnaire initial**
- Modifie itérativement sa structure en fonction de la partition obtenue à chaque itération.

## L'itération de Lloyd

- (1) Pour un dictionnaire  $C_m$  donné  $\{\hat{s}_1, \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_L\}$ , trouver la partition optimale  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_L\}$  en utilisant la règle du plus proche voisin
- (2) A partir de la partition trouvée en (1) et de la condition du centroïde, trouver le dictionnaire optimal  $C_{m+1}$

# L'algorithme de Lloyd généralisé

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

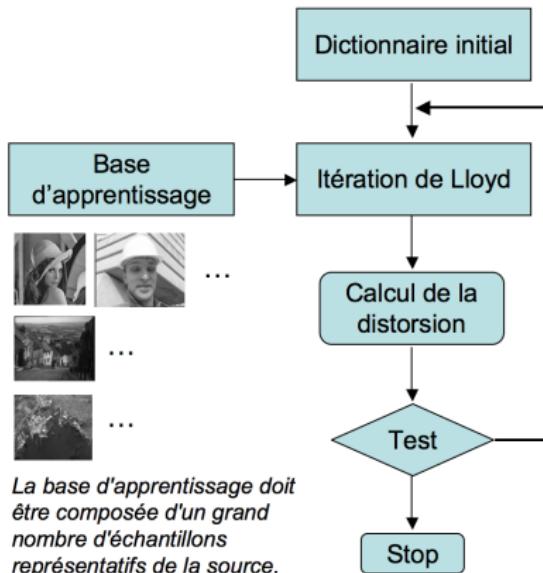
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Erreur quadratique moyenne (EQM)



1. Connaissant le dictionnaire, on étiquette chaque échantillon de la base d'apprentissage, par le numéro de son plus proche voisin. On détermine ainsi implicitement la partition optimale ;

2. A partir de tous les échantillons étiquetés par le même numéro, on en déduit un nouveau représentant par un calcul de moyenne.

# L'algorithme de Lloyd généralisé

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des  
images et des  
vidéos : les  
motivations

Quelques notions  
de quantification

La compression  
des images

La compression  
des vidéos

L'état actuel de la  
recherche en  
compression

Le bio-inspiré

Discussion -  
Challenges

## Un exemple de convergence (algorithme LBG)

# L'algorithme de Lloyd généralisé

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Remarques

- Il est montré que cet algorithme assure la décroissance de la distorsion moyenne, mais ne tend pas toujours vers le minimum global de distorsion. On atteint simplement un **minimum local**
- Le test d'arrêt peut être pris égal à  $\frac{(D_m - D_{m+1})}{D_m} < \epsilon$ . Il suffit de choisir une valeur correcte pour  $\epsilon$  de façon à assurer la convergence de l'algorithme vers la valeur optimale
- Le choix du dictionnaire initial est important** de façon à converger vers un minimum local proche du minimum global

# Le débit

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des  
images et des  
vidéos : les  
motivations

Quelques notions  
de quantification

La compression  
des images

La compression  
des vidéos

L'état actuel de la  
recherche en  
compression

Le bio-inspiré

Discussion -  
Challenges

## Entropie de Shannon

$$H(C) = \sum_{i=1}^L p_i \log_2(p_i) \text{ bits/symbole} \quad (7)$$

- $p_i = \Pr\{Q(S) = \hat{s}_i\}$  est la probabilité d'apparition du représentant  $\hat{s}^i$  du dictionnaire  $C$
- Les codeurs entropiques (e.g. Huffman) s'approchent de l'entropie de Shannon ( $R \geq H$ )
- Les codeurs contextuels (e.g. le codeur de JPEG2000, arithmétique) permettent généralement d'obtenir  $R \leq H$

## Entropie différentielle

$$h(X) = \int_{\mathbf{R}^N} f_S(s) \log_2 f_S(s) ds \quad (8)$$

Entropie de la source lors d'un codage sans pertes

# Le débit et la distorsion sont liés

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des  
images et des  
vidéos : les  
motivations

Quelques notions  
de quantification

La compression  
des images

La compression  
des vidéos

L'état actuel de la  
recherche en  
compression

Le bio-inspiré

Discussion -  
Challenges

## Approximation asymptotique

$$D(R) = \sigma_S^2 2^{-2R} \quad (9)$$

- $R$  est le débit en bits par échantillon
- Approximation valide pour des **forts débits**  $R$
- Problème ouvert : trouver des modèles analytiques valides pour tous les débits

# Courbe débit/distorsion

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

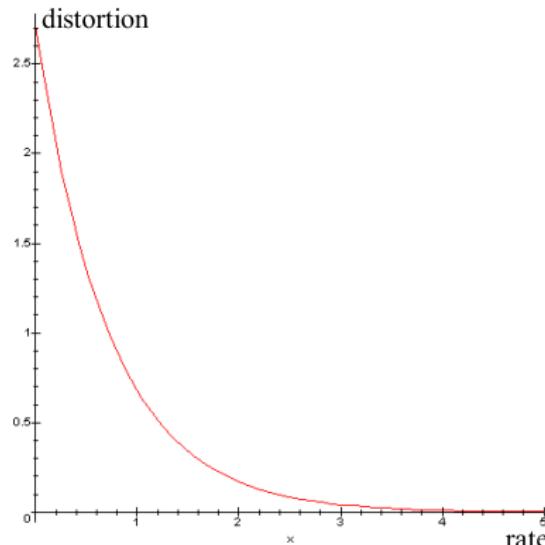
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Enveloppe convexe



# Plan de la présentation

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

1 Compression des images et des vidéos : les motivations

2 Quelques notions de quantification

3 La compression des images

4 La compression des vidéos

5 L'état actuel de la recherche en compression

6 Le bio-inspiré

7 Discussion - Challenges

# Changement d'espace de représentation

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012  
Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Objectifs

- Passer du domaine spatial au domaine fréquentiel ou spatio-fréquentiel
- Réorganiser l'information
  - exemple : séparer les basses fréquences (zones homogènes) des hautes fréquences (contours nets)
- Compacter l'énergie
  - répartir l'énergie du signal d'origine sur peu de coefficients

## Principales méthodes

- Transformée : *Karhunen Loeve, Hadamard, DCT, FFT*
- Sous-bandes : *bancs de filtres*
- **Analyse multirésolution** : *ondelettes*

# Avantages

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

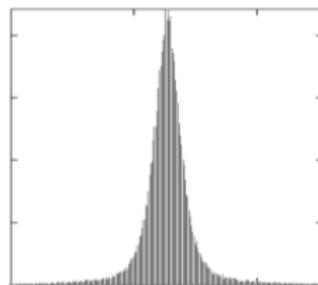
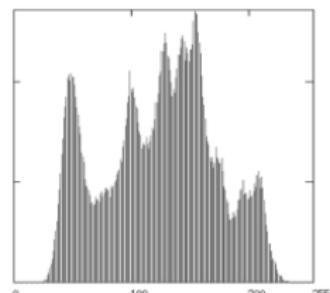
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Avantage du changement d'espace de représentation



# La transformée en ondelettes<sup>1</sup>

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

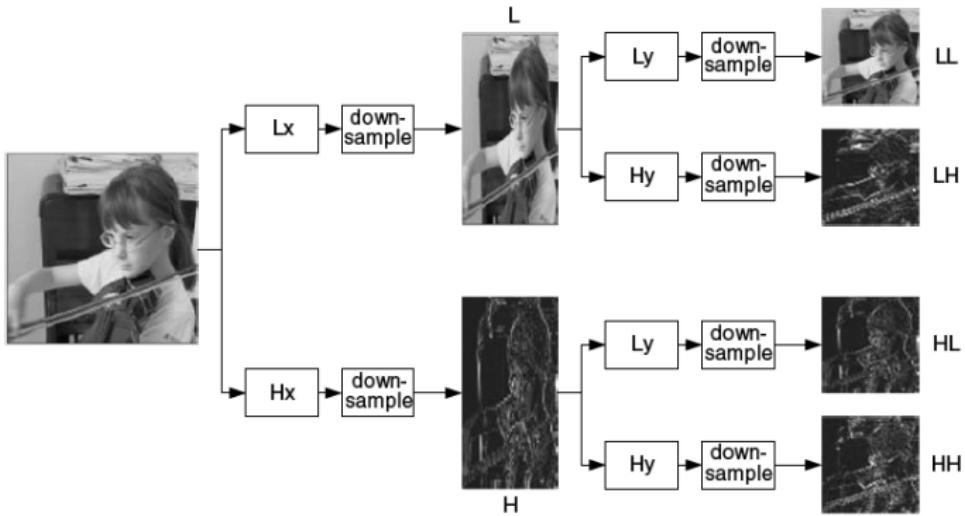
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Banc de filtre d'analyse



1. Image extraite de H264 and MPEG4 video compression book, Wiley

# La transformée en ondelettes

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Un exemple

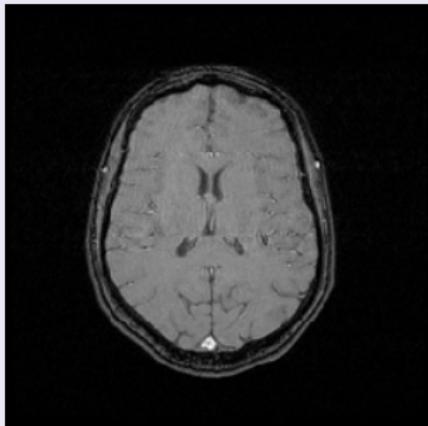
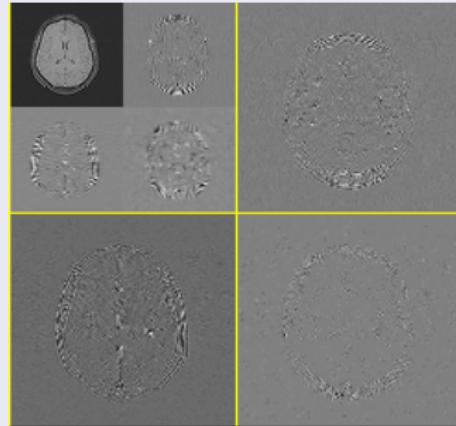


Image d'origine



DWT (ondelettes)

- Allocation des débits dans les différentes sous-bandes :
  - Minimiser la distorsion totale sous la contrainte d'un débit cible
  - Approche "force brutale" ou utilisation de modèles :
- Conception des quantificateurs :
  - Choix des pas de quantifications optimaux (QS uniforme)...

# Le problème d'allocation des débits

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Objectifs

- Pour un débit cible donné  $\sum_{i=1}^M a_i R_i \leq R_{\text{MAX}}$ ,
- déterminer l'ensemble optimal de débits  $\mathbf{R} = \{R_i\}_{i=1}^M$
- qui minimise la distorsion totale  $D(\mathbf{R})$ ,
- avec  $D(\mathbf{R}) = \sum_{i=1}^M w_i D_i(R_i)$

## Implémentation

Optimisation lagrangienne : minimiser

$$J(\mathbf{R}, \lambda) = \sum_{i=1}^M w_i D_i(R_i) - \lambda \left( \sum_{i=1}^M a_i R_i - R_{\text{MAX}} \right)$$

$\lambda$  : pente commune aux différentes courbes  $D_i(R_i)$   
hypothèse :  $D_i(R_i)$  est monotone convexe

# Algorithme de Lagrange

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

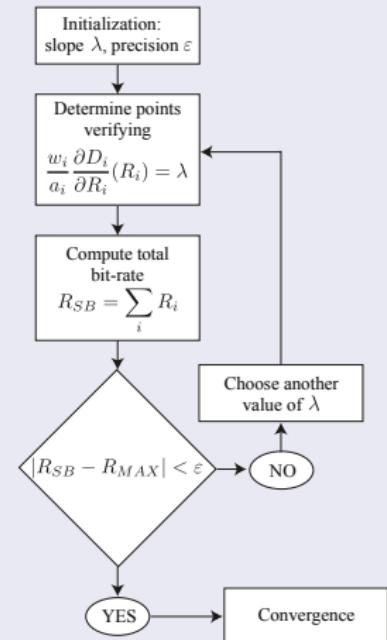
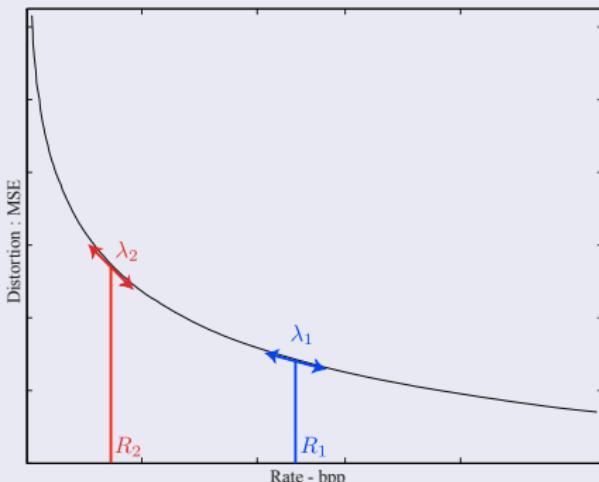
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Déterminer le débit qui correspond à la pente $\lambda$



pour chaque courbe  $D_i(R_i)$  de chaque sous-bande  $i$

# Calcul de $\frac{\partial D}{\partial R}$

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Il existe 2 grandes classes de méthodes

### ● Le basé signal : codage exhaustif

- Mesure simultanée du débit et de la distorsion réels (Famille EZW et SPIHT, JPEG 2000)

### ● Le basé modèle : modèles théoriques

- Modélisation asymptotique des fonctions débit et distorsion (Shannon, Bennett, Zador,...)
- Approches développées à I3S
  - 1- modélisation exacte de la distorsion dans le cas de QS
  - 2- modélisation par "smoothing splines" de la courbe RD

# Un résultat de compression d'image fixe

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

Image Lena -  $512 \times 512$  pixels - 0,1 bpp - TC=80



DCT - JPEG



DWT (ondelettes) - JPEG 2000

# Pourquoi la multirésolution pour JPEG 2000 ?

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Les besoins diffèrent selon les applications

- Médical
  - sans pertes (visuelles au moins)
  - région d'intérêt (ROI)
  - 12 bits de profondeur au moins

- Mobiles
  - robustesse aux erreurs de transmission

- Satellite
  - capacité de stocker des images énormes
  - traitement "au fil de l'eau"

- Appareils photos numériques
  - codage temps réel
  - faible complexité

- **Nouvelles fonctionnalités**, e.g. la scalabilité
  - en débit, en qualité
  - en résolution...

# Une fonctionnalité nécessaire : la scalabilité

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

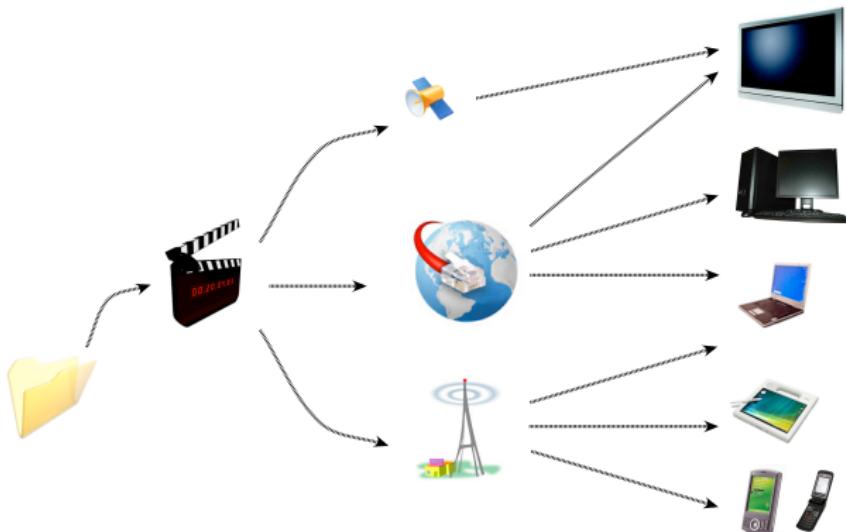
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

Différents clients, différents canaux de transmission  
→ UN SEUL TRAIN BINAIRE !



# La scalabilité

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012  
Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Différents types de scalabilité

- Résolution (spatiale ou temporelle)
- Débit
- Qualité
- Complexité
- Région d'interêt (ROI)
- etc.

## La scalabilité

- Entraîne généralement
  - Une augmentation de la complexité
  - Une chute des performances
- Alternative : multirésolution et **codeurs basés ondelettes**

# Les profils de compression de JPEG-2000

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des  
images et des  
vidéos : les  
motivations

Quelques notions  
de quantification

La compression  
des images

La compression  
des vidéos

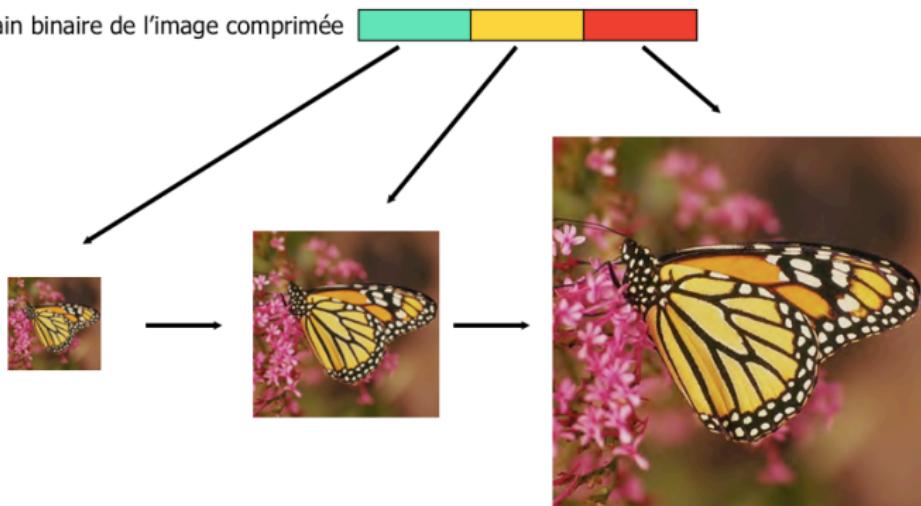
L'état actuel de la  
recherche en  
compression

Le bio-inspiré

Discussion -  
Challenges

## Exemple 1 : transmission progressive par résolution

Train binaire de l'image compressée



# Les profils de compression de JPEG-2000

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Exemple 2 : transmission progressive par qualité

Train binaire de l'image compressée



0.05 bpp



0.50 bpp



# Les profils de compression de JPEG-2000

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Exemple 3 : régions d'intérêt

1.00 bpp

ROI



# JPEG vs JPEG 2000

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

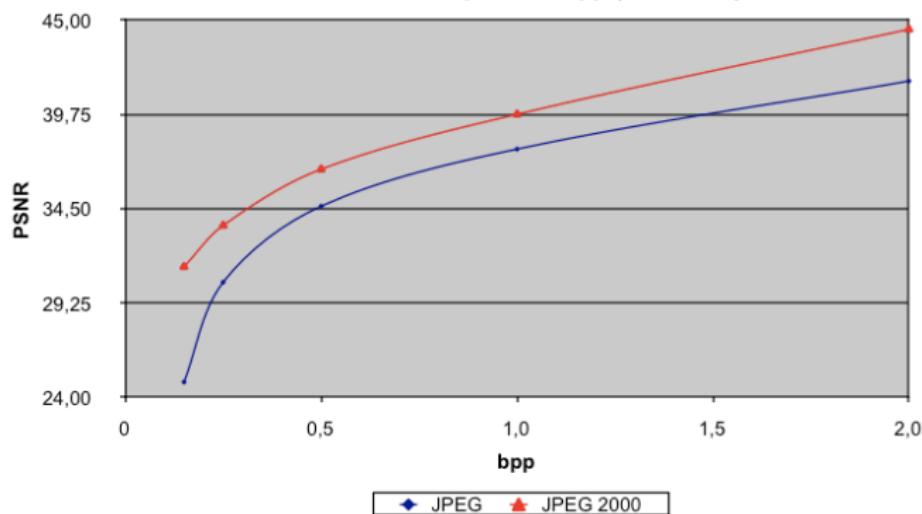
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Lena - 512x512 pixels - 8bpp (site UCLA)



# Problème ouvert

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012  
Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Quelle mesure de qualité pour les images ?

Image HARBOUR @ 0,4 bpp



JPEG 2000  
PSNR=28,4 dB



DCQ [Chandler-Hemami 2005]  
PSNR=25,6 dB

# Plan de la présentation

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

1 Compression des images et des vidéos : les motivations

2 Quelques notions de quantification

3 La compression des images

4 La compression des vidéos

5 L'état actuel de la recherche en compression

6 Le bio-inspiré

7 Discussion - Challenges

# Schéma bloc d'un codeur vidéo

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012  
Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

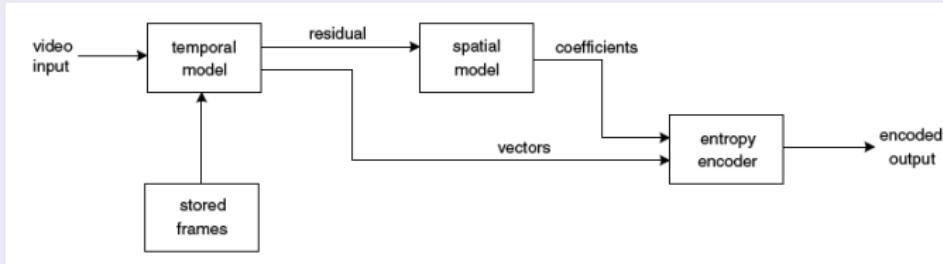
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Schéma général



- Le modèle temporel :
  - Estimation de mouvement (block matching,...) + compensation de mouvement
  - Transformée en ondelettes compensée en mouvement (I3S)
- Le modèle spatial :
  - DCT (codage de l'erreur de prédiction temporelle)
  - Transformée en ondelettes spatiales (I3S)

# La prédition temporelle

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012  
Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

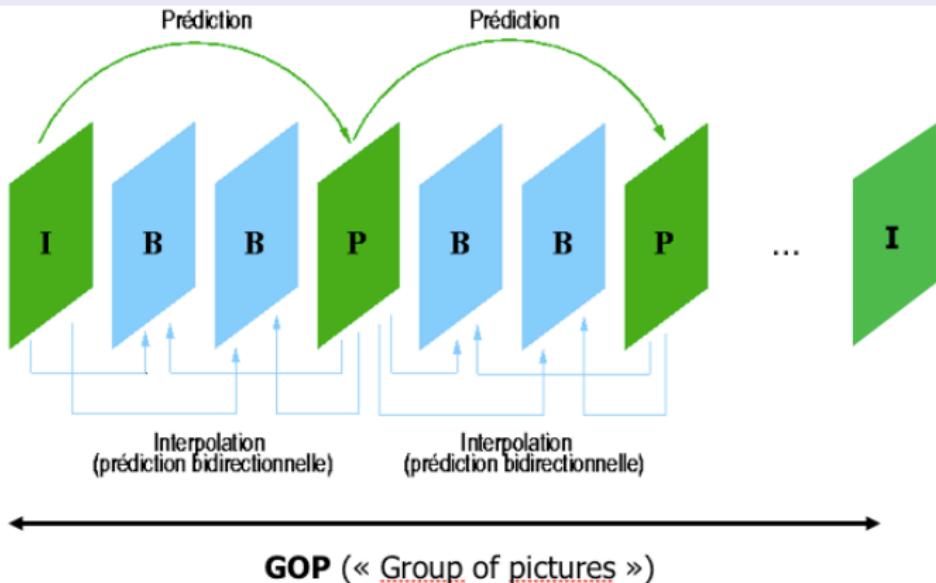
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Schéma de prédition IBBP



# Le mouvement<sup>2</sup>

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Prédiction à partir de la frame précédente



Figure 3.4 Frame 1



Figure 3.5 Frame 2

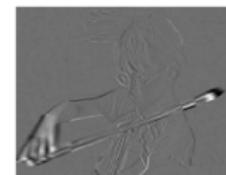


Figure 3.6 Difference

Différence entre deux frames



Figure 3.7 Optical flow

flot optique

2. Images issues du livre H264 and MPEG4 video compression, Wiley

# Estimation de mouvement<sup>3</sup>

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

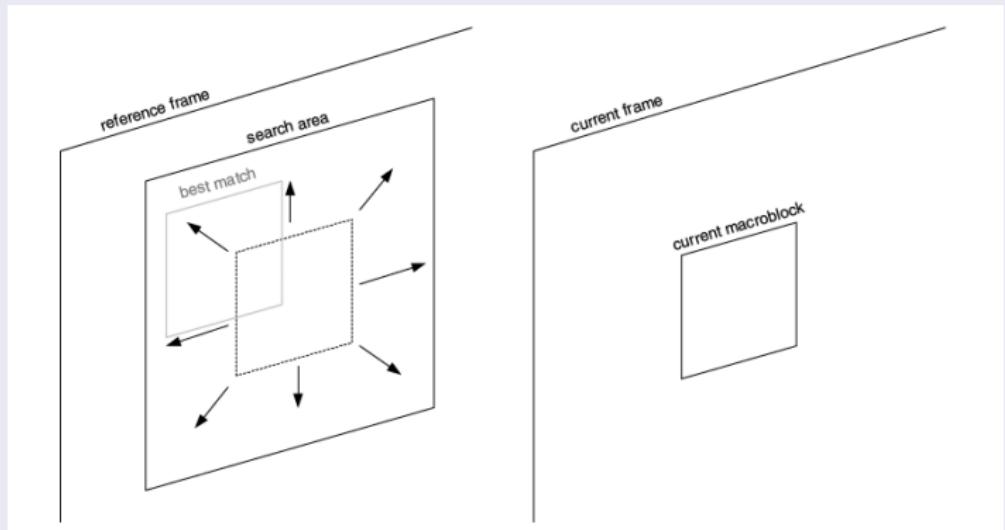
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Block matching



3. Images issues du livre H264 and MPEG4 video compression, Wiley

# Taille des blocs d'estimation de mouvement<sup>4</sup>

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Effets de la taille des blocs



Figure 3.10 Frame 1



Figure 3.11 Frame 2



Figure 3.12 Residual (no motion compensation)



Figure 3.13 Residual (16 × 16 block size)

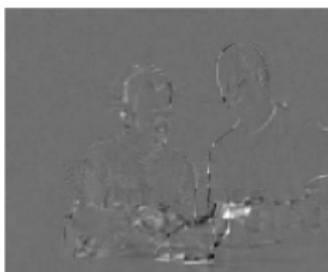


Figure 3.14 Residual (8 × 8 block size)

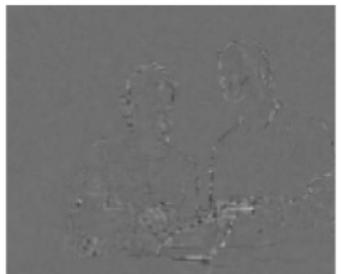


Figure 3.15 Residual (4 × 4 block size)

# Précision de l'estimation de mouvement<sup>5</sup>

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Effet de la précision de l'estimation de mouvement

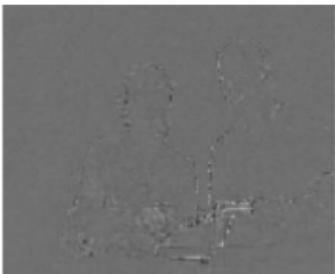


Figure 3.19 Residual ( $4 \times 4$  blocks, half-pixel compensation)

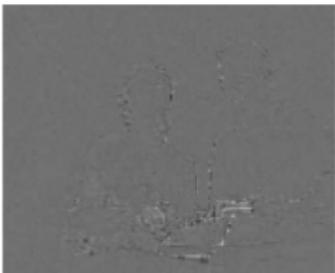


Figure 3.20 Residual ( $4 \times 4$  blocks, quarter-pixel compensation)

5. Images issue du livre H264 and MPEG4 video compression, Wiley

# Le codeur H264/MPEG4 Part 10<sup>6</sup>

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

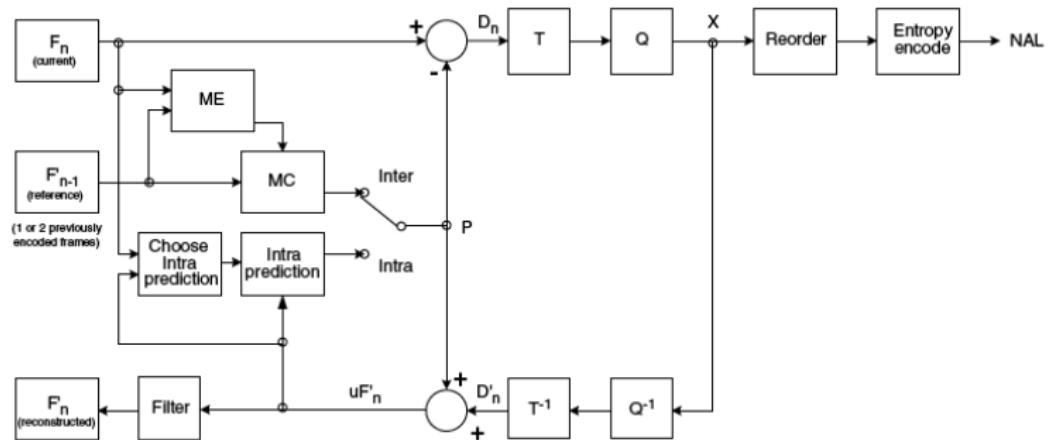
La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges



# Exemple H264/JVT (I-P) - AVEC PRÉDICTION TEMPORELLE

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Séquence : IPPPPPPPPPPPPPPP

Originale (CIF 352x288 pix 30 fps)  
23 Mbps

H264 / JVT  
1,5 Mbps

# Exemple MPEG (Intra) - SANS PRÉDICTION TEMPORELLE

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des  
images et des  
vidéos : les  
motivations

Quelques notions  
de quantification

La compression  
des images

La compression  
des vidéos

L'état actuel de la  
recherche en  
compression

Le bio-inspiré

Discussion -  
Challenges

## Format DV

Originale (CIF 352x288 pix 30 fps)

23 Mbps

MPEG Intra

1,5 Mbps

# Le codeur vidéo basé ondelettes (I3S)

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

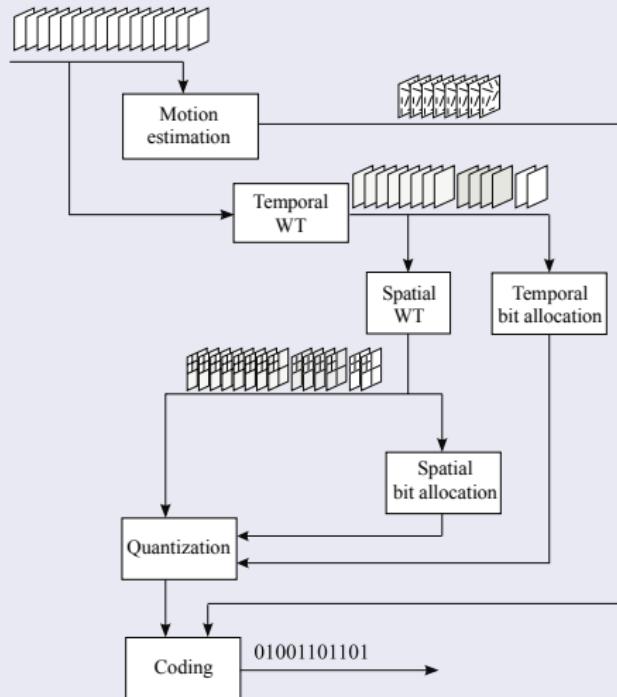
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Schéma de codage général



# Le schéma lifting temporel

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012  
Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

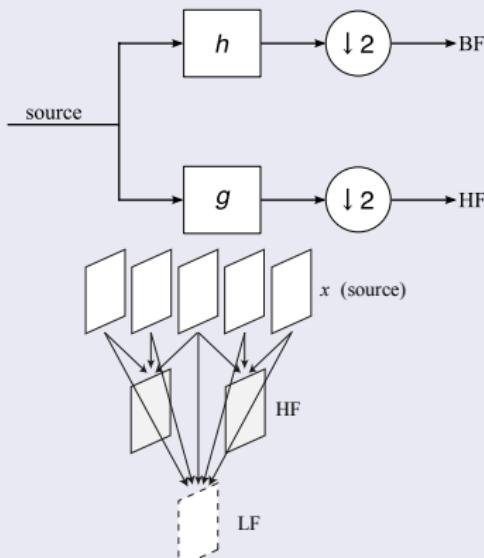
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Banc de filtres vs. schéma lifting



Banc de filtres 5/3

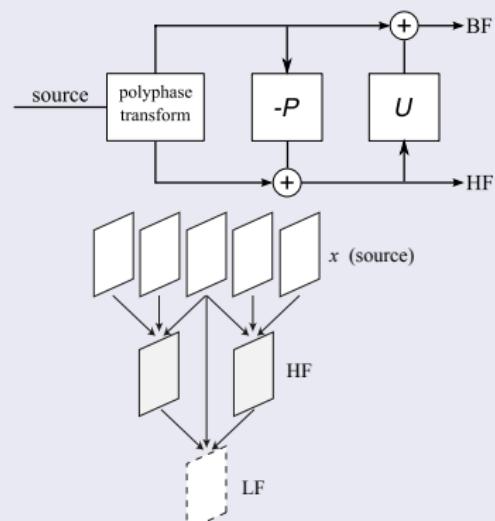


Schéma lifting (2,2)

# Prise en compte du mouvement

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

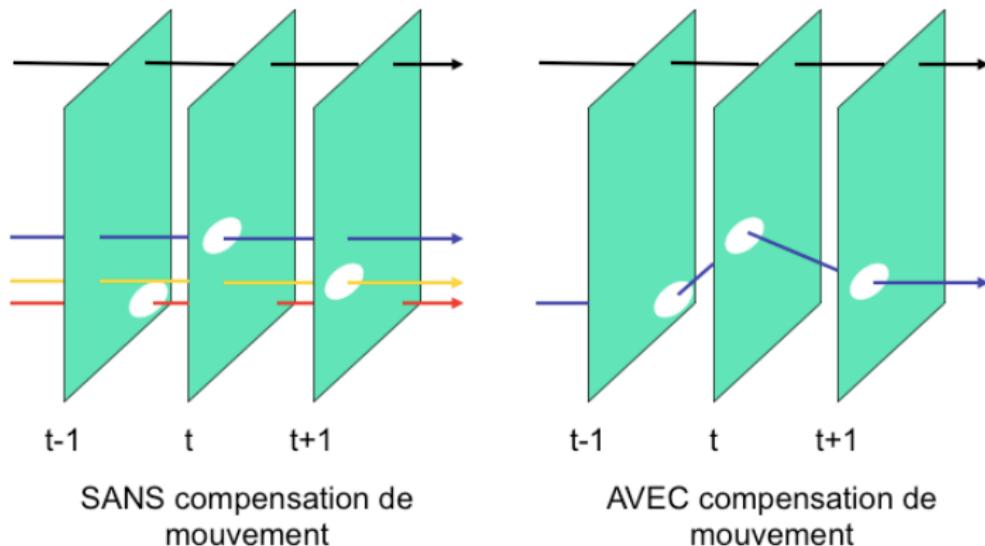
La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges



# Banc de filtres vs schéma lifting : équivalence

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

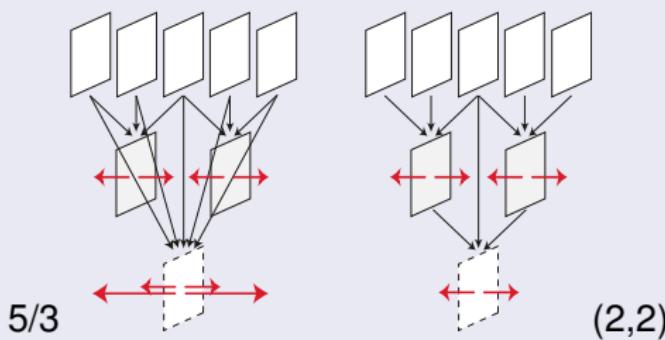
Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Avec compensation de mouvement

$$\begin{aligned}LF_n^{5/3}[\mathbf{m}] &= \frac{3}{4}x_{2n}[\mathbf{m}] \\&+ \frac{1}{4}(x_{2n-1}[\mathbf{m} + \mathbf{v}_{2n \rightarrow 2n-1}(\mathbf{m})] + x_{2n+1}[\mathbf{m} + \mathbf{v}_{2n \rightarrow 2n+1}(\mathbf{m})]) \\&- \frac{1}{8}(x_{2n-2}[\mathbf{m} + \mathbf{v}_{2n \rightarrow 2n-2}(\mathbf{m})] + x_{2n+2}[\mathbf{m} + \mathbf{v}_{2n \rightarrow 2n+2}(\mathbf{m})])\end{aligned}$$

$$LF_n^{(2,2)}[\mathbf{m}] = x_{2n}[\mathbf{m}] + \frac{1}{2}(HF_{n-1}[\mathbf{m} + \mathbf{v}_{2n \rightarrow 2n-1}(\mathbf{m})] + HF_n[\mathbf{m} + \mathbf{v}_{2n \rightarrow 2n+1}(\mathbf{m})])$$



# Exemple du lifting (2,2) temporel

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des  
images et des  
vidéos : les  
motivations

Quelques notions  
de quantification

La compression  
des images

La compression  
des vidéos

L'état actuel de la  
recherche en  
compression

Le bio-inspiré

Discussion -  
Challenges

## 2D + t + mouvement

DWT 2D+t (lifting (2,2))

1,5 Mbps

DWT 2D+t (lifting (2,2)) + compensation du mvt

1,5 Mbps

# Plan de la présentation

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

1 Compression des images et des vidéos : les motivations

2 Quelques notions de quantification

3 La compression des images

4 La compression des vidéos

5 L'état actuel de la recherche en compression

6 Le bio-inspiré

7 Discussion - Challenges

# La compression : que reste-t-il à faire ?

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

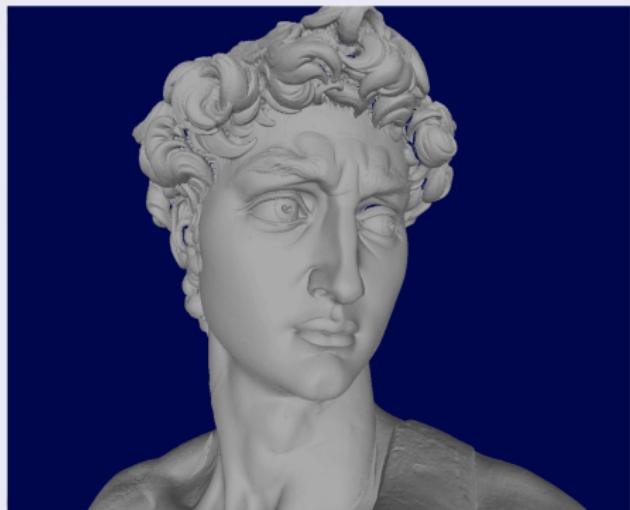
Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

Des données massives vers les données “out-of-core”... avec des milliards de points !



[Rendu 3D de 940 millions de polygones réalisé au laboratoire I3S]



(MICHELANGELO PROJECT - DAVID  
940 MILLIONS DE POLYGONES, TAILLE DU FICHIER BINAIRE > 20 GOCTETS)

# La compression : que reste-t-il à faire ?

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## De l'image 2D à la restitution 3D à haute résolution



- Ecrans auto-stéréoscopiques
- Lunettes 3D actives

→ Attention à la fatigue visuelle !

# L'état actuel de la recherche en compression

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Les grandes orientations de la recherche

- Les APPROCHES CONJOINTES : e.g. le codage source/canal conjoint
- Les vidéos Ultra HD ( $7680 \times 4320$  pixel, 60-120 Hz)
- Le cinéma numérique 3D
- Le RENDU 3D (écrans auto-stéréoscopiques, lunettes actives)
- La compression d'HOLOGRAMMES NUMÉRIQUES
- La compression BIO-INSPIRÉE

# Plan de la présentation

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

1 Compression des images et des vidéos : les motivations

2 Quelques notions de quantification

3 La compression des images

4 La compression des vidéos

5 L'état actuel de la recherche en compression

6 Le bio-inspiré

7 Discussion - Challenges

# La vision biologique

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

Facile pour un être humain... Pas pour un ordinateur !!



Sélectionner les images qui contiennent un arbre



Etablir une correspondance

# La vision biologique

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

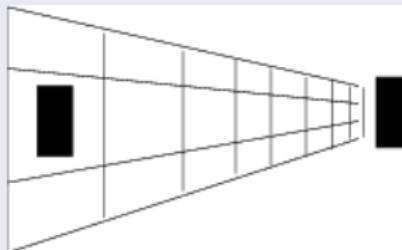
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

Facile pour un ordinateur... Pas pour un être humain !!



Les rectangles ont-ils la même taille ?



Les lignes sont-elles parallèles ?

# La vision biologique

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

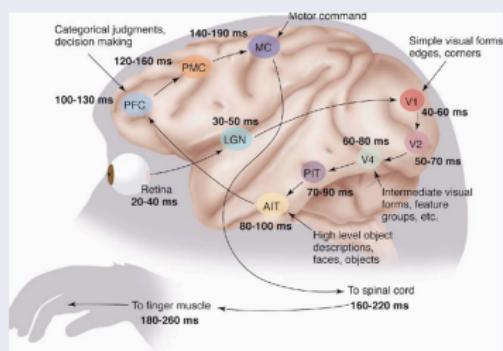
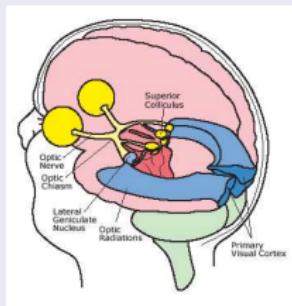
La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges



## → La rétine

- Acquisition du stimulus
- Premiers étages de traitement
- Codage du stimulus

# La rétine

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012  
Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

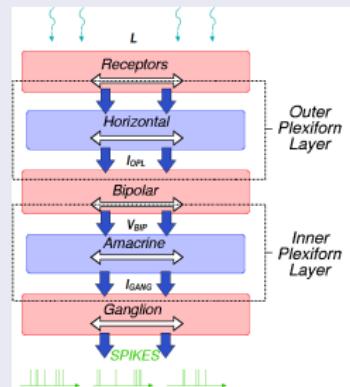
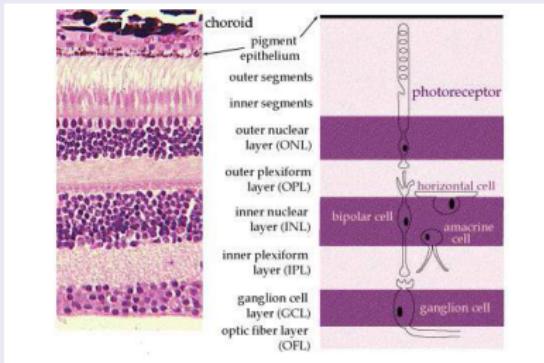
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion -  
Challenges

## Une architecture structurée en couches



- La rétine est une succession de couches fonctionnelles.
- Le stimulus lumineux progresse des couches externes des photorécepteurs aux couches internes des cellules ganglionnaires.

# Comment observer la sortie d'une rétine ?

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012  
Marc ANTONINI

Compression des  
images et des  
vidéos : les  
motivations

Quelques notions  
de quantification

La compression  
des images

La compression  
des vidéos

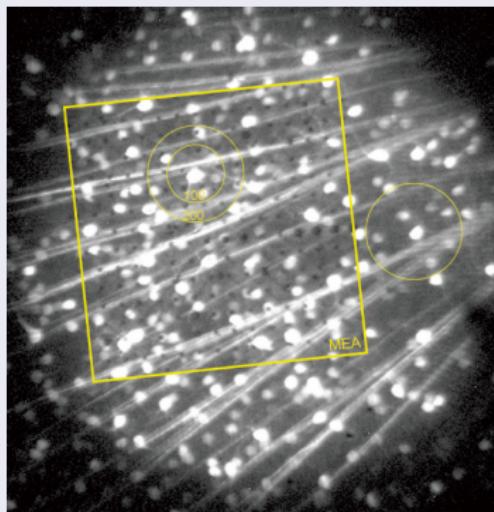
L'état actuel de la  
recherche en  
compression

Le bio-inspiré

Discussion -  
Challenges

## Un Microelectrode Array (MEA) sur une rétine de salamandre

Image fournie par O. Marre - Princeton Neuroscience Institute



# La stratégie de codage de la rétine

UN PROBLÈME OUVERT !

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012  
Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

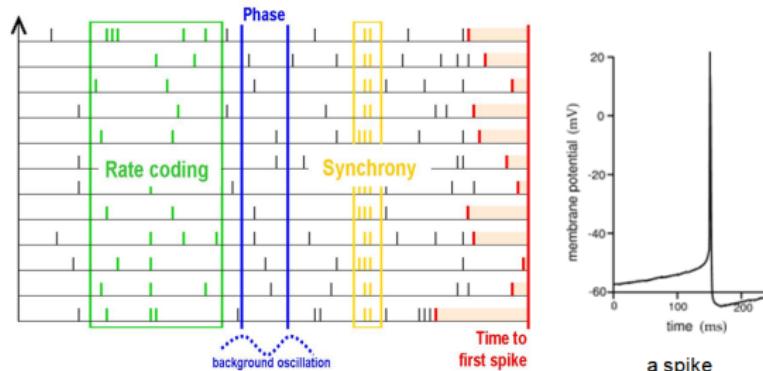
L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Comment interpréter le code neuronal ?

- Plusieurs hypothèses dans la littérature :
  - Décharges synchrones ou asynchrones, temps de latence du premier spike, taux de décharge de spikes, etc.
  - Le taux moyen de décharge est la mesure la plus utilisée.



# Analogie avec les convertisseurs analogique/numérique

ÉCOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

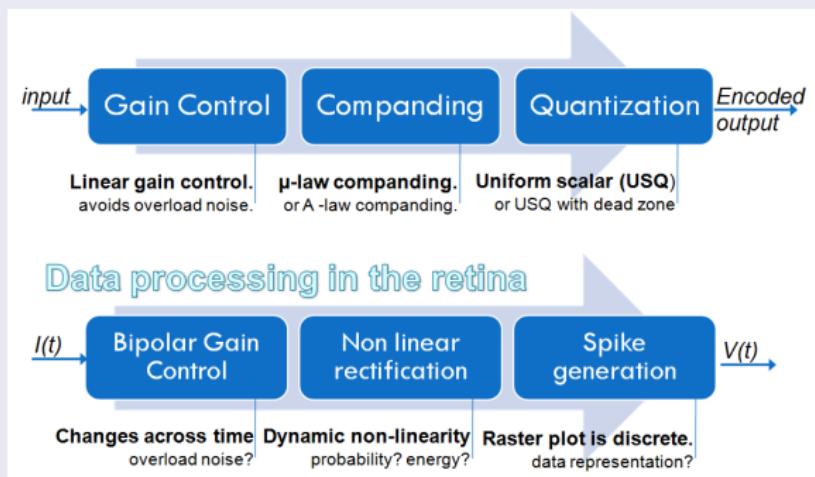
Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## De façon intéressante

[Masmoudi-Antonini-Kornprobst IEEE ISCAS 2010]

- Couche de cellules bipolaires  $\leftrightarrow$  contrôle de gain
- Couche de cellules amacrines  $\leftrightarrow$  rectification non linéaire
- Couche de cellules ganglionnaires  $\leftrightarrow$  génération de spikes



# L'étage de génération des spikes

## Cellules ganglionnaires → Neurones “intègre et tire”

Les cellules ganglionnaires sont modélisées par des neurones “intègre et tire à fuite” (leaky integrate and fire [LIF] neuron) :

- Les cellules ganglionnaires intègrent le courant d'entrée  $I_G(t)$  :

$$c_G \frac{dV(t)}{dt} + g_G V(t) = I_G(t) + \eta(t), \quad \forall t \in [T_i, T_{i+1}[ , \quad (10)$$

- Dès que le voltage de la membrane d'une cellule ganglionnaire atteint un seuil  $\delta$ , **un spike est généré**.
- **Le voltage de la membrane est remis à zéro**, et la cellule recommence à intégrer après une période réfractaire :

$$\begin{cases} V(T_i) &= \delta, \forall i \geq 0, T_i \in [0, \Delta T[, \\ V(t) &= 0, \forall i \geq 0, \forall t \in [T_i, T_i + T_{ref}[ . \end{cases}$$

# Un système dynamique

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

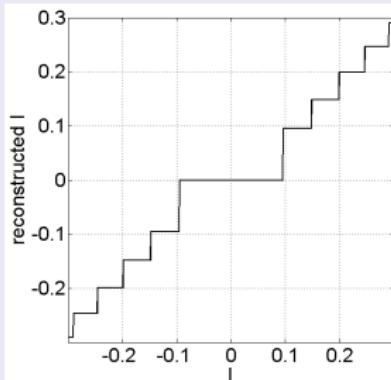
L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

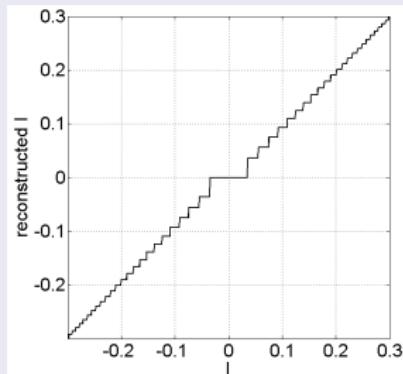
## Vision à court terme...

- Estimation rapide mais grossière du stimulus d'entrée
- Adapté à la catégorisation rapide



## ... au cours du temps

- La non linéarité s'accentue
- Fortes amplitudes mieux restituées



[Masmoudi-Antonini-Kornprobst AREADNE, 2010]

# Vers un algorithme de codage bio-inspiré

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

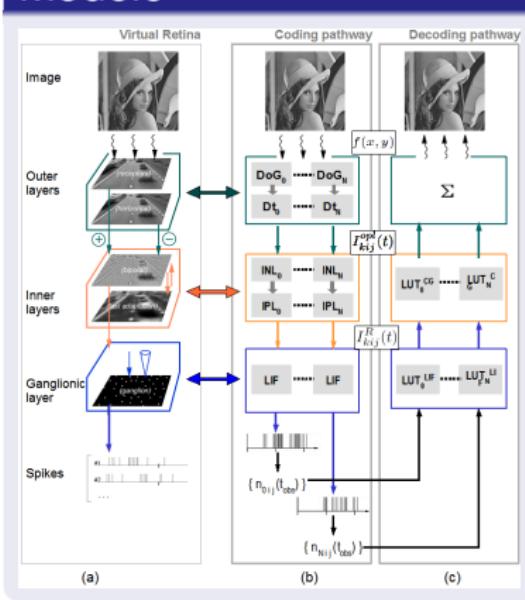
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

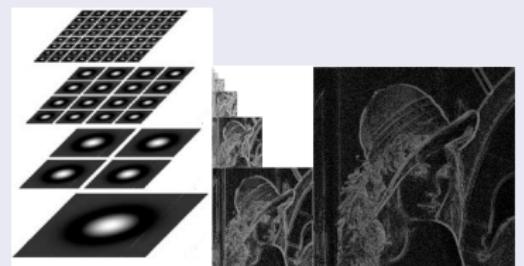
Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Modèle



## DoG



# Résultat de codage/decodage

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

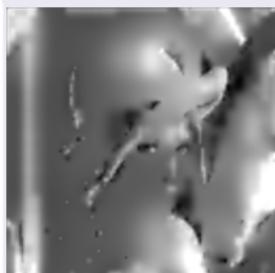
La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

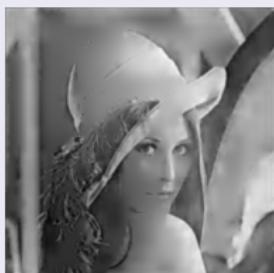
Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

## Vision à court terme ( $\sim 50$ ms)



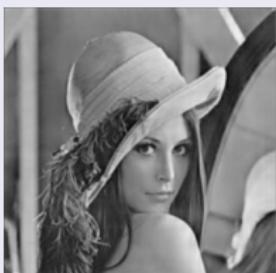
20ms (0.02bpp)



30ms (0.4bpp)



40ms (0.7bpp)



50ms (0.8bpp)

# Plan de la présentation

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012  
Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

- 1 Compression des images et des vidéos : les motivations
- 2 Quelques notions de quantification
- 3 La compression des images
- 4 La compression des vidéos
- 5 L'état actuel de la recherche en compression
- 6 Le bio-inspiré
- 7 Discussion - Challenges

# Discussion - Challenges

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

- Traiter des données :
  - De plus en plus résolues
  - De plus en plus volumineuses
- Prendre en compte de nouveaux media de visualisation :
  - Ecrans 3D
  - Systèmes d'holographie numérique
  - ...
- Prendre en compte la perception visuelle humaine
  - Quel critère perceptuel ?

# Bibliographie

ECOLE  
MULTIRÉSOLUTION  
Auxerre  
Juin 2012

Marc ANTONINI

Compression des images et des vidéos : les motivations

Quelques notions de quantification

La compression des images

La compression des vidéos

L'état actuel de la recherche en compression

Le bio-inspiré

Discussion - Challenges

- P.A. Chou, T. Lookabaugh, R.M. Gray, *Entropy Constrained Vector Quantization*, No.1, Vol. 37, p.31-42, 1989
- A. Gersho, R.M. Gray, *Vector Quantization and Signal Compression*, Norwell, MA : Kluwer Academic Publisher, 1992
- M. Antonini, M. Barlaud, P. Mathieu, I. Daubechies, *Image Coding using Wavelet Transforms*, IEEE Transactions on Image Processing, No. 2, Vol. 1, p.205-220, 1992
- N. Moreau, *Techniques de compression des signaux*, CNET-ENST Collection Technique et Scientifique des Télécommunications, MASSON, 1995
- A. Said, W. Pearlman *A new, fast and efficient image codec based on set partitioning in hierarchical trees*, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, No. 3, Vol. 6, p.243-250, 1996
- I. Daubechies, W. Sweldens *Factoring Wavelet Transforms into Lifting Steps*, journal of J. Fourier Anal. Appl., p.245-267, 1998
- D. Taubman, *High Performance Scalable Image Compression with EBCOT*, IEEE Transactions on Image Processing, No. 7, Vol. 9, p.1158-1170, 2000
- *Compression et codage des images et des vidéos*, Traité IC2 (Information-Commande-Communication), éditeurs M. Barlaud et C. Labit, Hermès, Paris, 2002
- F. Payan, M. Antonini, *Mean Square Error Approximation for Wavelet-based Semiregular Mesh Compression*, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics (TVCG), No. 4, Vol. 12, 2006
- K. Masmoudi, M. Antonini, P. Kornprobst, *Streaming an image through the eye : The retina seen as a dithered scalable image coder*, à paraître dans Signal Processing : Image Communication, 2012