

Décompositions spatio-temporelles pour l'étude des textures dynamiques

Contribution à l'indexation vidéo

Sloven Dubois

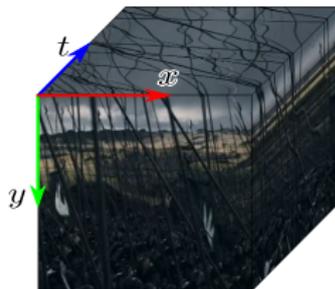
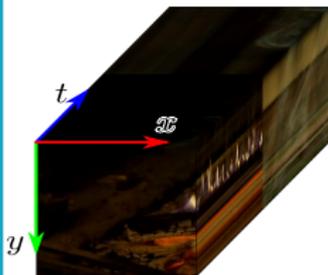


Soutenance de thèse

19 novembre 2010 - La Rochelle



Quel est le point commun à l'ensemble de ces vidéos ?



Les textures dynamiques

- Primordiale de les étudier



FIG.: Détection de feu [Phillips 02]



- Primordiale de les étudier



FIG.: Segmentation spatio-temporelle [Li 09]

- Primordiale de les étudier

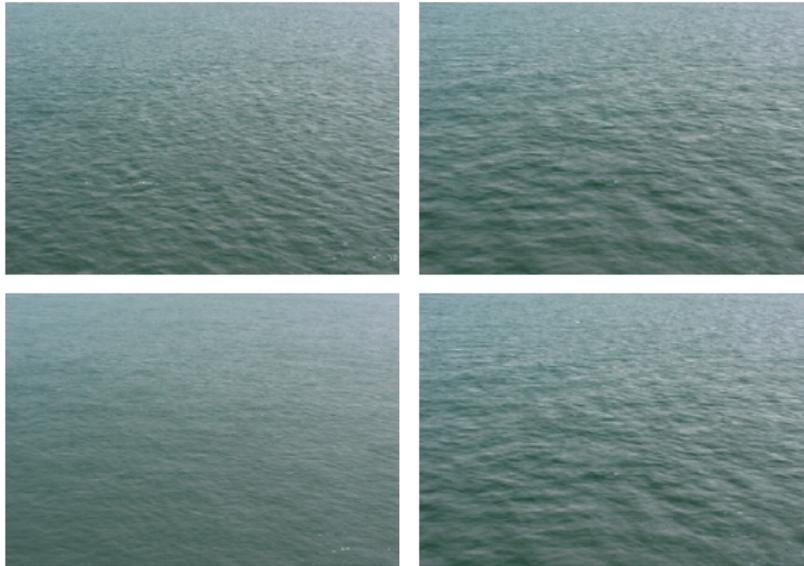


FIG.: Synthèse de vidéos [Doretto 02]

Les Textures Dynamiques

Préambule

Les définir

Taxonomie - Définition d'un modèle formel - Caractérisation

Les analyser

Analyse multi-résolutions - Transformée en Curvelets - Segmentation spatio-temporelle

Les décomposer

Décomposition spatio-temporelle - Stratégies - Évaluation

Les caractériser

Indexation - Recherche - Mouvement

Conclusions - Perspectives



- Domaine de recherche récent et dynamique

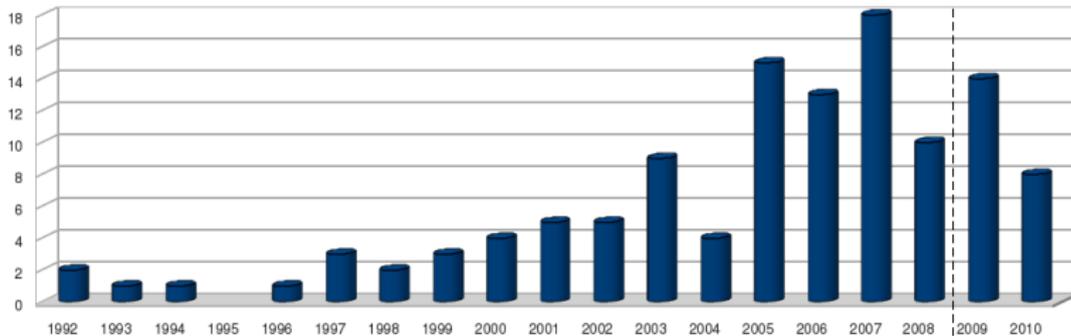


FIG.: Principales publications

- Domaine de recherche récent et dynamique
- Vaste champ applicatif :
- indexation vidéo



FIG.: Répartition des principales publications

- Domaine de recherche récent et dynamique
- Vaste champ applicatif :
 - indexation vidéo
 - **segmentation spatio-temporelle**

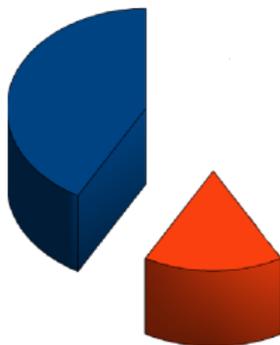


FIG.: Répartition des principales publications

- Domaine de recherche récent et dynamique
- Vaste champ applicatif :
 - indexation vidéo
 - segmentation spatio-temporelle
 - suivi

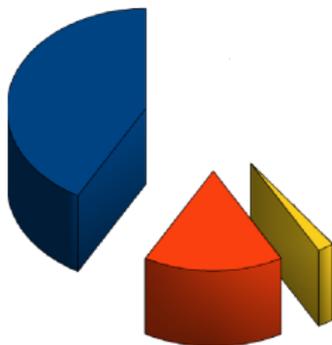


FIG.: Répartition des principales publications

- Domaine de recherche récent et dynamique
- Vaste champ applicatif :
 - indexation vidéo
 - segmentation spatio-temporelle
 - suivi
 - synthèse

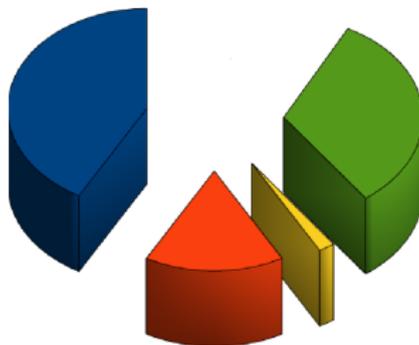


FIG.: Répartition des principales publications

- Domaine de recherche récent et dynamique
- Vaste champ applicatif :
 - indexation vidéo
 - segmentation spatio-temporelle
 - suivi
 - synthèse
 - stockage vidéo - compression

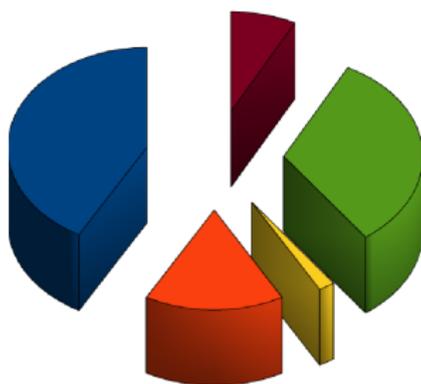


FIG.: Répartition des principales publications

Définition 1 [Nelson 92]

Les textures dynamiques sont des séquences d'images de scènes naturelles ayant des **propriétés spatiales et temporelles stationnaires**.



FIG.: Répartition des principales publications

Définition 1 [Nelson 92]

Les textures dynamiques sont des séquences d'images de scènes naturelles ayant des **propriétés spatiales et temporelles stationnaires**.

Définition 2 [Saisan 01, Soatto 01]

Les textures dynamiques correspondent à des scènes naturelles en mouvement dans une séquence d'images, et qui présentent des **propriétés stationnaires dans le temps**.

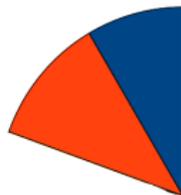


FIG.: Répartition des principales publications

Définition 1 [Nelson 92]

Les textures dynamiques sont des séquences d'images de scènes naturelles ayant des **propriétés spatiales et temporelles stationnaires**.

Définition 2 [Saisan 01, Soatto 01]

Les textures dynamiques correspondent à des scènes naturelles en mouvement dans une séquence d'images, et qui présentent des **propriétés stationnaires dans le temps**.

Définition 3 [Zhong 02]

Les textures dynamiques correspondent à des scènes de séquences d'images qui présentent certaines **structures spatiales ou temporelles périodiques**.

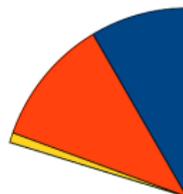


FIG.: Répartition des principales publications

Définition 1 [Nelson 92]

Les textures dynamiques sont des séquences d'images de scènes naturelles ayant des **propriétés spatiales et temporelles stationnaires**.

Définition 2 [Saisan 01, Soatto 01]

Les textures dynamiques correspondent à des scènes naturelles en mouvement dans une séquence d'images, et qui présentent des **propriétés stationnaires dans le temps**.

Définition 3 [Zhong 02]

Les textures dynamiques correspondent à des scènes de séquences d'images qui présentent certaines **structures spatiales ou temporelles périodiques**.

Définition 4 [Woolfe 06]

Les textures dynamiques correspondent à des scènes naturelles de séquences d'images en mouvement de **nature stochastique**.

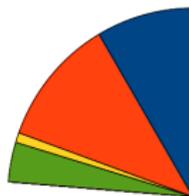


FIG.: Répartition des principales publications

Définition 1 [Nelson 92]

Les textures dynamiques sont des séquences d'images de scènes naturelles ayant des **propriétés spatiales et temporelles stationnaires**.

Définition 2 [Saisan 01, Soatto 01]

Les textures dynamiques correspondent à des scènes naturelles en mouvement dans une séquence d'images, et qui présentent des **propriétés stationnaires dans le temps**.

Définition 3 [Zhong 02]

Les textures dynamiques correspondent à des scènes de séquences d'images qui présentent certaines **structures spatiales ou temporelles périodiques**.

Définition 4 [Woolfe 06]

Les textures dynamiques correspondent à des scènes naturelles de séquences d'images en mouvement de **nature stochastique**.

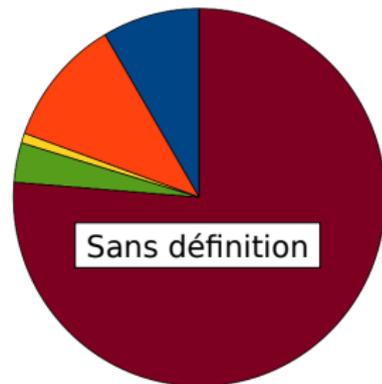


FIG.: Répartition des principales publications



① Base de données du MIT [Szumner 96]

- 24 vidéos en niveaux de gris
- faibles résolutions spatiale et temporelle
- dimensions différentes
- 10 classes, peu d'occurrences
- mauvaises conditions d'acquisition
- phénomène unique

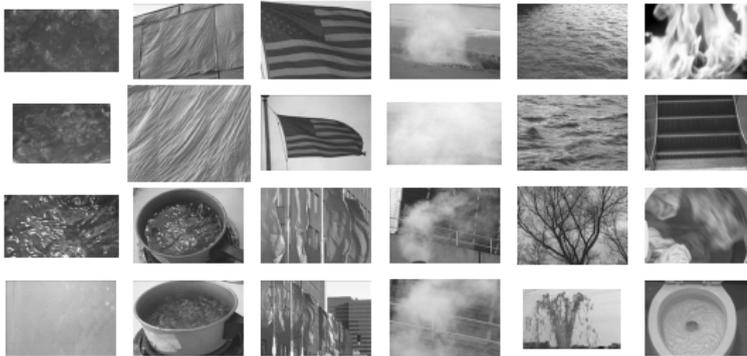


FIG.: Répartition des principales publications



Textures Dynamiques : les définir

Base de données existantes

- 1 Base de données du MIT [Ssummer 96]
- 2 Base de données de UCLA [Saisan 01]
 - 99 vidéos en couleur
 - faibles résolutions spatiale et temporelle
 - mêmes dimensions
 - 10 classes
 - bonnes conditions d'acquisition
 - phénomène unique

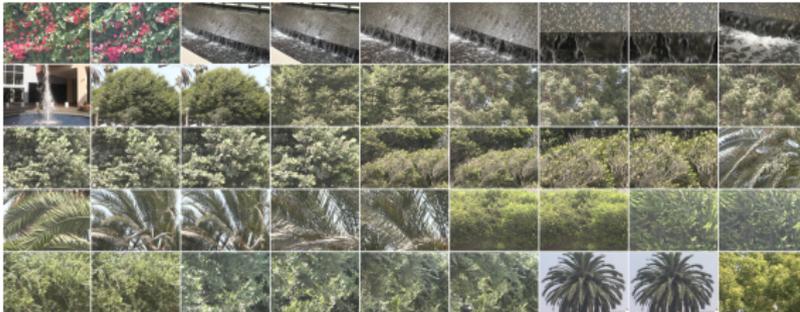


FIG.: Répartition des principales publications



Textures Dynamiques : les définir

Base de données existantes

- 1 Base de données du MIT [Szumner 96]
- 2 Base de données de UCLA [Saisan 01]
- 3 Base de données DynTex [Péteri 10]
 - 679 vidéos en couleur
 - résolutions spatiale et temporelle correctes
 - nombreuses classes, large variété
 - conditions d'acquisition contrôlées
 - phénomènes complexes

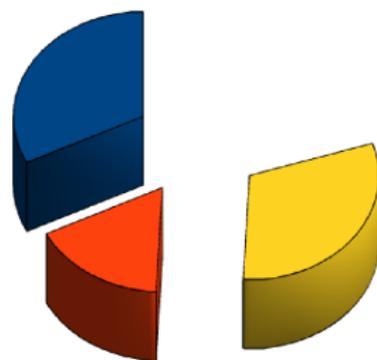


FIG.: Répartition des principales publications



- 1 Base de données du MIT [Szummer 96]
- 2 Base de données de UCLA [Saisan 01]
- 3 Base de données DynTex [Péteri 10]
- 4 Bases de données non disponibles



FIG.: Répartition des principales publications



- scène naturelle
- scène artificielle
- scène synthétique



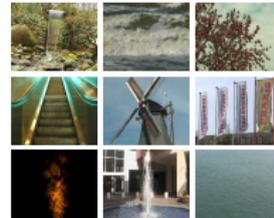


Textures Dynamiques : les définir

Taxonomie



- scène naturelle
- scène artificielle
- scène synthétique



Composante
texture
statique

Composante
texture
dynamique



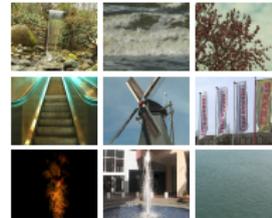


Textures Dynamiques : les définir

Taxonomie



- scène naturelle
- scène artificielle
- scène synthétique



Composante
texture
statique

Composante
texture
dynamique



Texture
dynamique 1

Texture
dynamique 2

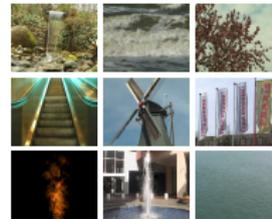


Textures Dynamiques : les définir

Taxonomie



- scène naturelle
- scène artificielle
- scène synthétique



Composante
texture
statique



Composante
texture
dynamique



Texture
dynamique 1

Texture
dynamique 2

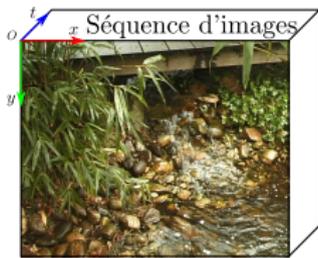
		Objets texturés			
		Rigides		Déformables	
Mouvement	Déterministe				
	Stochastique				

peuvent être engendrées par

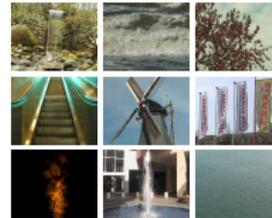


Textures Dynamiques : les définir

Taxonomie



- scène naturelle
- scène artificielle
- scène synthétique



Composante
texture
statique

Composante
texture
dynamique



Texture
dynamique 1 Texture
dynamique 2

Mode 1 ... Mode n Mode 1 ... Mode n

		Objets texturés			
		Rigides		Déformables	
Mouvement	Déterministe				
	Stochastique				

peuvent être engendrées par

Textures Dynamiques : les définir

Définition d'un modèle formel [1]

]

[1] article soumis à IEEE TCSVT



La composante texture dynamique d'une vidéo T_V se définit comme la somme de N textures dynamiques Υ_i , chacune de support spatio-temporel Ω_i pouvant être disjoint :

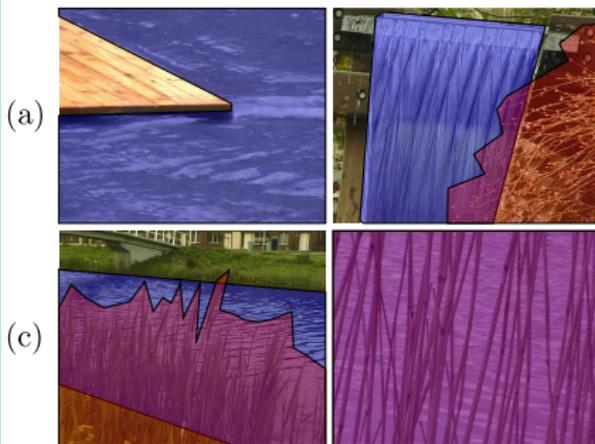
$$T_V(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^N \Upsilon_i^{\Omega_i}(\mathbf{x})$$

avec :

$\mathbf{x} = (x, y, t)^T$: les coordonnées d'un voxel

La composante texture dynamique d'une vidéo T_V se définit comme la somme de N textures dynamiques Υ_i , chacune de support spatio-temporel Ω_i pouvant être disjoint :

$$T_V(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^N \Upsilon_i^{\Omega_i}(\mathbf{x})$$



- support différent de celui de la vidéo (a), (b) et (c)

- plusieurs supports sur une même séquence d'images (b), (c) et (d)

- textures dynamiques peuvent être discrètes ou peu denses (d)

FIG.: Illustration des supports

Une texture dynamique Υ_i s'écrit :

$$\forall i, \quad \Upsilon_i^{\Omega_i}(\mathbf{x}) = \mathcal{P}_i(\mathbf{x}) + \mathcal{L}_i(\mathbf{x})$$

avec :

$\mathbf{x} = (x, y, t)^T$: les coordonnées d'un voxel

\mathcal{P} : l'onde porteuse

\mathcal{L} : les phénomènes locaux

Une texture dynamique Υ_i s'écrit :

$$\forall i, \quad \Upsilon_i^{\Omega_i}(\mathbf{x}) = \mathcal{P}_i(\mathbf{x}) + \mathcal{L}_i(\mathbf{x})$$

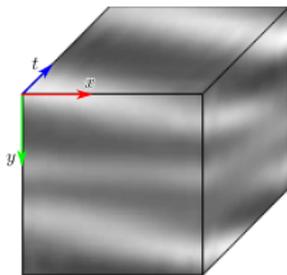
$$\mathcal{P}_i(\mathbf{x}) = \sum_{p_n \in \mathcal{P}_i} A_{p_n}(\mathbf{x}) \mathcal{R}e \left(e^{j(\omega_{p_n} \cdot \mathbf{x} + \psi_{p_n})} \right)$$

avec pour chacune d'elles :

$A_{p_n} \in \mathbb{R}^{+*}$: l'amplitude

$\omega_{p_n} \in \mathbb{R}^3$: la pulsation

$\psi_{p_n} \in \mathbb{R}$: le déphasage



Une texture dynamique Υ_i s'écrit :

$$\forall i, \quad \Upsilon_i^{\Omega_i}(\mathbf{x}) = \mathcal{P}_i(\mathbf{x}) + \mathcal{L}_i(\mathbf{x})$$

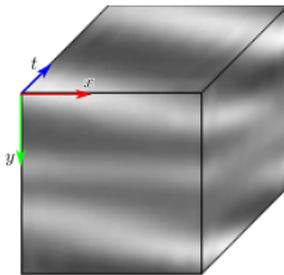
$$\mathcal{P}_i(\mathbf{x}) = \sum_{p_n \in \mathcal{P}_i} A_{p_n}(\mathbf{x}) \mathcal{R}e \left(e^{j(\omega_{p_n} \cdot \mathbf{x} + \psi_{p_n})} \right)$$

avec pour chacune d'elles :

$A_{p_n} \in \mathbb{R}^{+*}$: l'amplitude

$\omega_{p_n} \in \mathbb{R}^3$: la pulsation

$\psi_{p_n} \in \mathbb{R}$: le déphasage



$$\mathcal{L}_i(\mathbf{x}) = \sum_{\ell \in \mathcal{L}_i} \mathcal{N}_G(\mu_\ell, \Sigma_\ell)(\mathbf{x}) \sum_{\ell_k \in \mathcal{L}} A_{\ell_k}(\mathbf{x}) \mathcal{R}e \left(e^{j(\omega_{\ell_k} \cdot \mathbf{x} + \psi_{\ell_k})} \right)$$

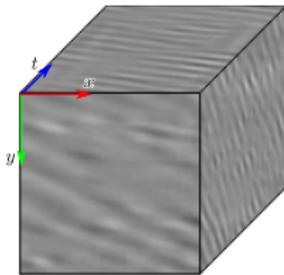
avec pour un phénomène local ℓ particulier :

$\mathcal{N}_G(\mu_\ell, \Sigma_\ell)$: un noyau gaussien

$A_{\ell_k} \in \mathbb{R}^{+*}$: l'amplitude

$\omega_{\ell_k} \in \mathbb{R}^3$: la pulsation

$\psi_{\ell_k} \in \mathbb{R}$: le déphasage



[1] article soumis à IEEE TCSVT

Une texture dynamique Υ_i s'écrit :

$$\forall i, \quad \Upsilon_i^{\Omega_i}(\mathbf{x}) = \mathcal{P}_i(\mathbf{x}) + \mathcal{L}_i(\mathbf{x})$$

$$\mathcal{P}_i(\mathbf{x}) = \sum_{p_n \in \mathcal{P}_i} A_{p_n}(\mathbf{x}) \mathcal{R}e \left(e^{j(\omega_{p_n} \cdot \mathbf{x} + \psi_{p_n})} \right)$$

$$\mathcal{L}_i(\mathbf{x}) = \sum_{\ell \in \mathcal{L}_i} \mathcal{N}_G(\mu_\ell, \Sigma_\ell)(\mathbf{x}) \sum_{\ell_k \in \mathcal{L}} A_{\ell_k}(\mathbf{x}) \mathcal{R}e \left(e^{j(\omega_{\ell_k} \cdot \mathbf{x} + \psi_{\ell_k})} \right)$$

avec pour chacune d'elles :

$A_{p_n} \in \mathbb{R}^{+*}$: l'amplitude

$\omega_{p_n} \in \mathbb{R}^3$: la pulsation

$\psi_{p_n} \in \mathbb{R}$: le déphasage

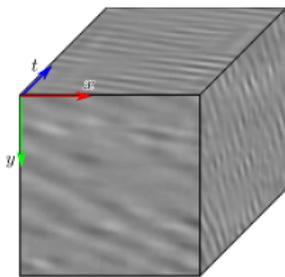
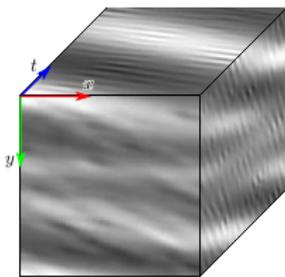
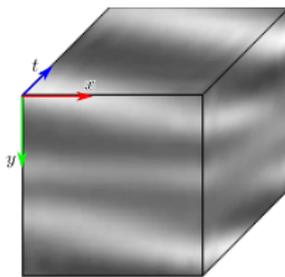
avec pour un phénomène local ℓ particulier :

$\mathcal{N}_G(\mu_\ell, \Sigma_\ell)$: un noyau gaussien

$A_{\ell_k} \in \mathbb{R}^{+*}$: l'amplitude

$\omega_{\ell_k} \in \mathbb{R}^3$: la pulsation

$\psi_{\ell_k} \in \mathbb{R}$: le déphasage



[1] article soumis à IEEE TCSVT

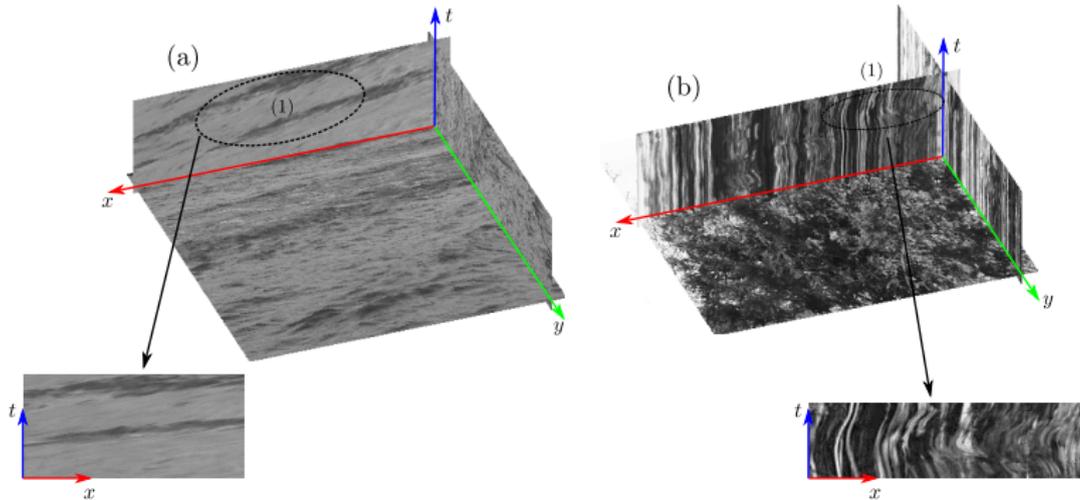


FIG.: Illustration du modèle formel

- l'onde porteuse (1)

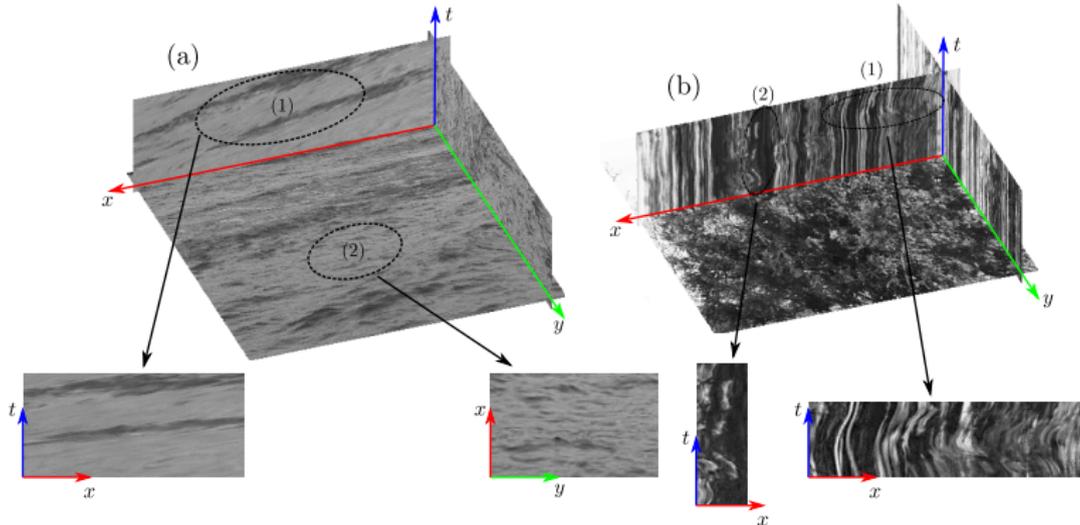


FIG.: Illustration du modèle formel

- l'onde porteuse (1)
- les phénomènes locaux (2)

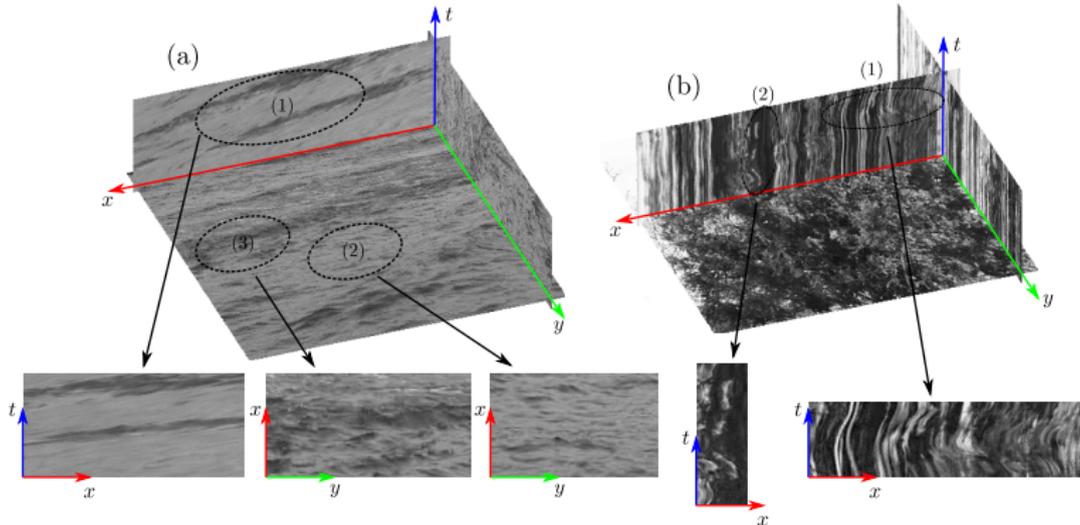


FIG.: Illustration du modèle formel

- l'onde porteuse (1)
- les phénomènes locaux (2)
- la superposition des deux (3)



FIG.: Répartition des principales publications

- les propriétés de l'espace spatio-temporel



FIG.: Répartition des principales publications

- les propriétés de l'espace spatio-temporel
- le mouvement

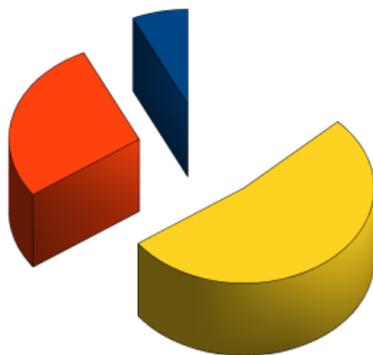


FIG.: Répartition des principales publications

- les propriétés de l'espace spatio-temporel
- le mouvement
- identification à des modèles mathématiques



FIG.: Répartition des principales publications

- les propriétés de l'espace spatio-temporel
- le mouvement
- identification à des modèles mathématiques
- les propriétés de l'espace fréquentiel
 - transformée de Fourier
 - transformée en ondelettes [Smith 02]

Les Textures Dynamiques

Préambule

Les définir

Taxonomie - Définition d'un modèle formel - Caractérisation

Les analyser

Analyse multi-résolutions - Transformée en Curvelets - Segmentation spatio-temporelle

Les décomposer

Décomposition spatio-temporelle - Stratégies - Évaluation

Les caractériser

Indexation - Recherche - Mouvement

Conclusions - Perspectives

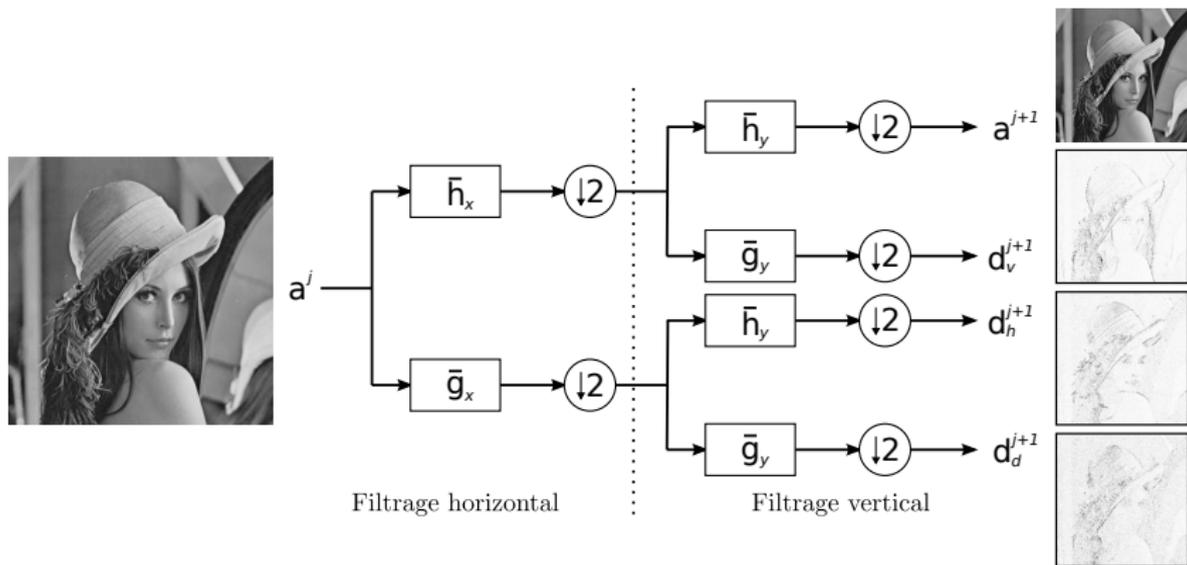


FIG.: Principe de la transformée en ondelettes

$$a^{j+1}[n, m] = a^j \otimes \bar{h}_x \bar{h}_y [2n, 2m]$$

$$d_h^{j+1}[n, m] = a^j \otimes \bar{g}_x \bar{h}_y [2n, 2m]$$

$$d_v^{j+1}[n, m] = a^j \otimes \bar{h}_x \bar{g}_y [2n, 2m]$$

$$d_d^{j+1}[n, m] = a^j \otimes \bar{g}_x \bar{g}_y [2n, 2m]$$



Textures Dynamiques : les analyser

Transformées multi-échelles 2D+T [1]

[1] publication dans IbPRIA 2009



Méthodes	Calcul approximation	Nb
Transformée en ondelettes frame par frame	Pour chaque image de la vidéo $a^{j+1}[n, m] = a^j \otimes \overline{h_x} \overline{h_y}[2n, 2m]$	3
Transformée en ondelettes temporelle	Pour chaque profil temporel de la vidéo $a^{j+1}[p] = a^j \otimes \overline{h_t}[2p]$	1
Transformée en ondelettes 2D+T	$a^{j+1}[n, m, p] = a^j \otimes \overline{h_x} \overline{h_y} \overline{h_t}[2n, 2m, 2p]$	7
Approche de Smith <i>et al.</i> [Smith 02]	$a^{j+1}[n, m, p] = a^j \otimes \overline{h_x} \overline{h_y} \overline{h_t} \overline{h_t}[2n, 2m, 4p]$	15



Textures Dynamiques : les analyser

Transformée en curvelets 2D discrète

$$c(j, \ell, k) := \langle f, \varphi_{j, \ell, k} \rangle$$

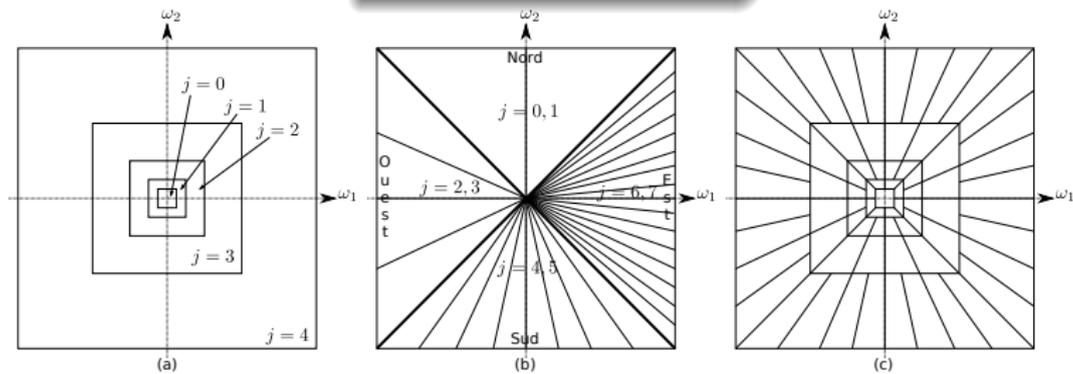


FIG.: Pavage du domaine fréquentiel



Textures Dynamiques : les analyser

Transformée en curvelets 2D discrète

$$c(j, \ell, k) := \langle f, \varphi_{j, \ell, k} \rangle$$

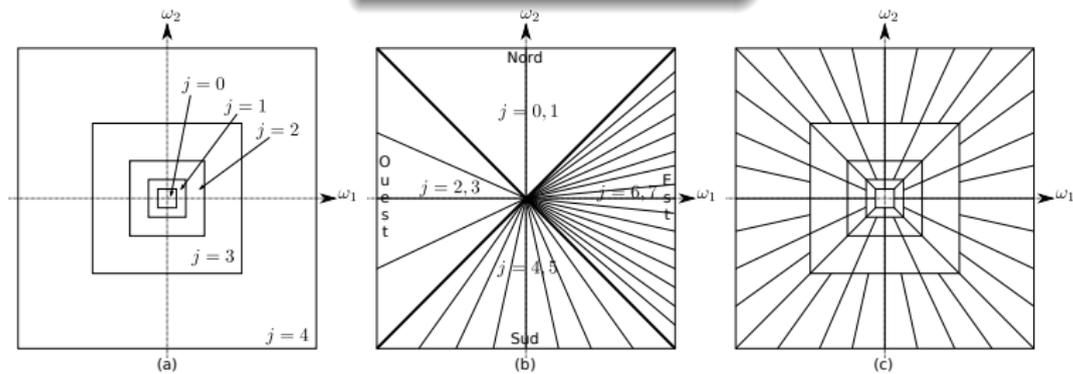


FIG.: Pavage du domaine fréquentiel

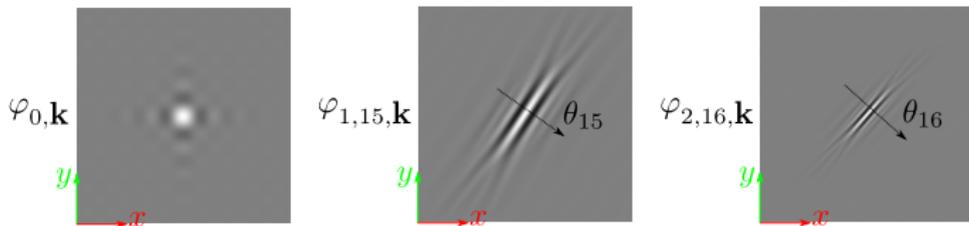


FIG.: Atomes 2D de curvelets



Textures Dynamiques : les analyser

Transformée en curvelets 3D discrète

$$c(j, \ell, k) := \langle f, \varphi_{j, \ell, k} \rangle$$

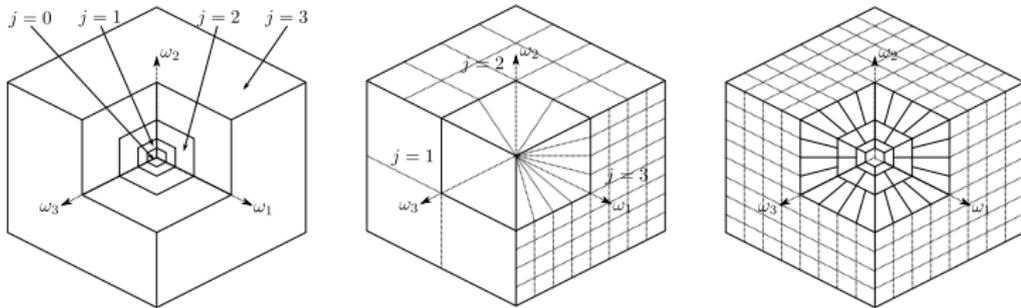


FIG.: Pavage du domaine fréquentiel

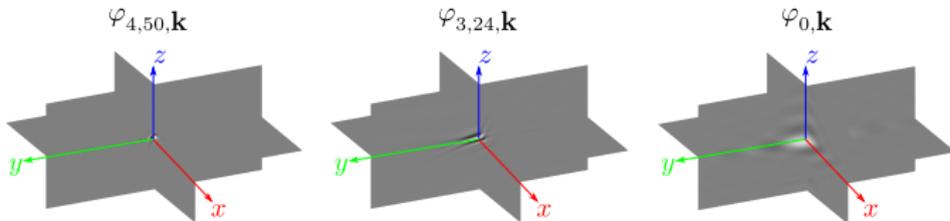


FIG.: Atomes 3D de curvelets



Textures Dynamiques : les analyser

Projection de Mercator

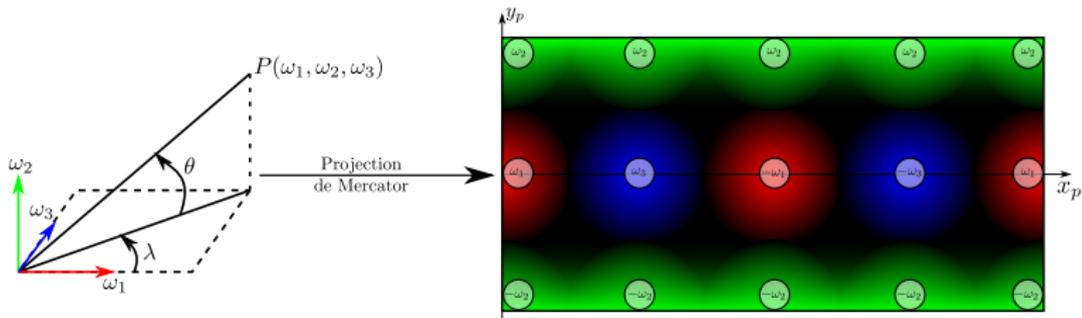


FIG.: Projection de Mercator



Textures Dynamiques : les analyser

Projection de Mercator

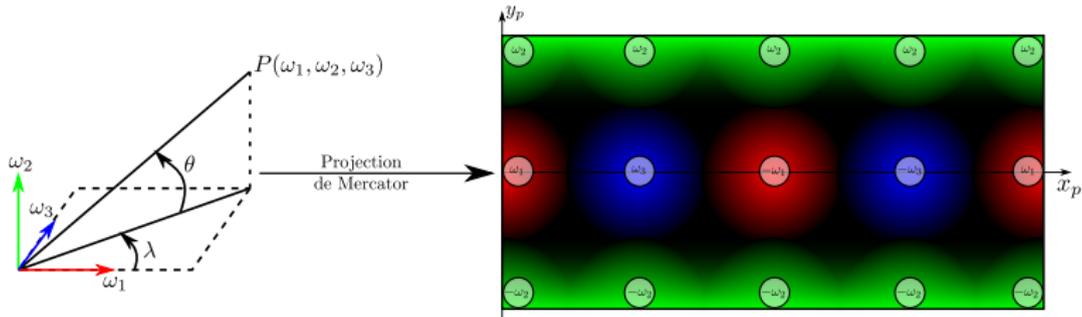
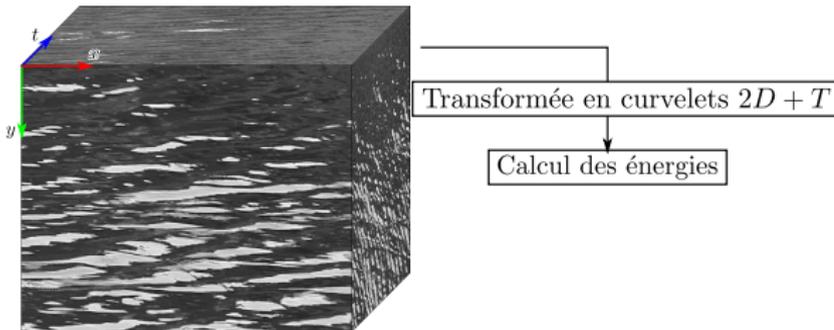


FIG.: Projection de Mercator





Textures Dynamiques : les analyser

Projection de Mercator

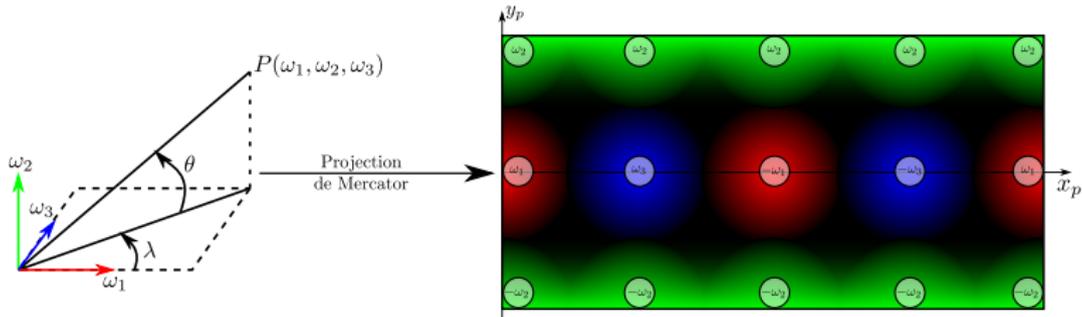
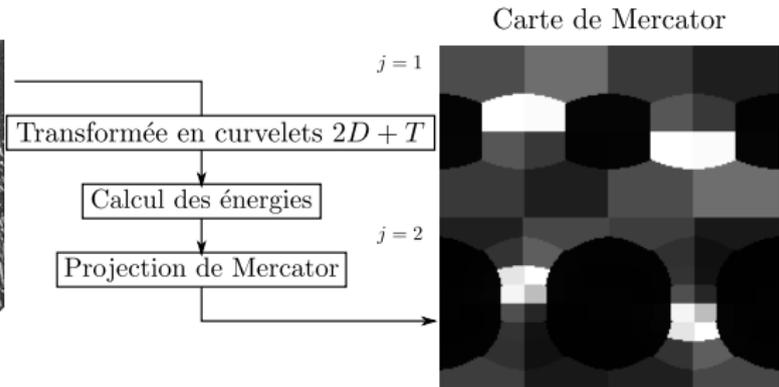
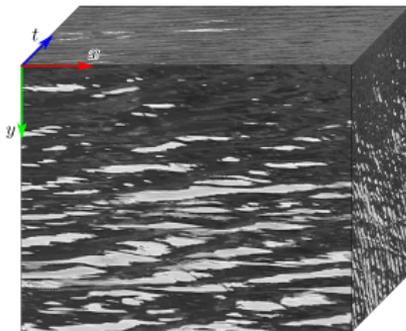


FIG.: Projection de Mercator



Textures Dynamiques : les analyser

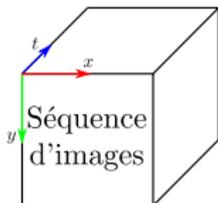
Segmentation spatio-temporelle [1,2]

[1] publication dans ICIP 2009

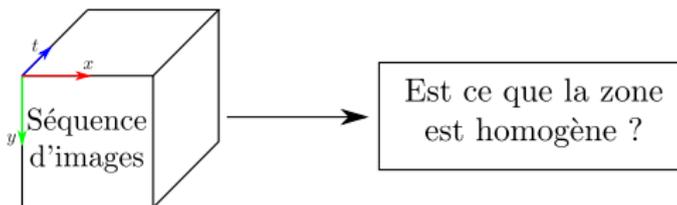
[2] publication dans GRETSI 2009



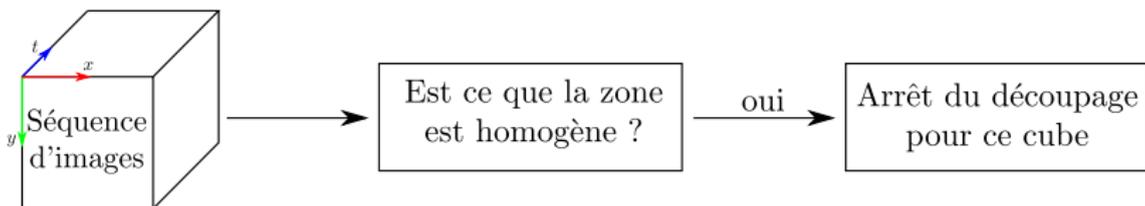
Méthodologie :



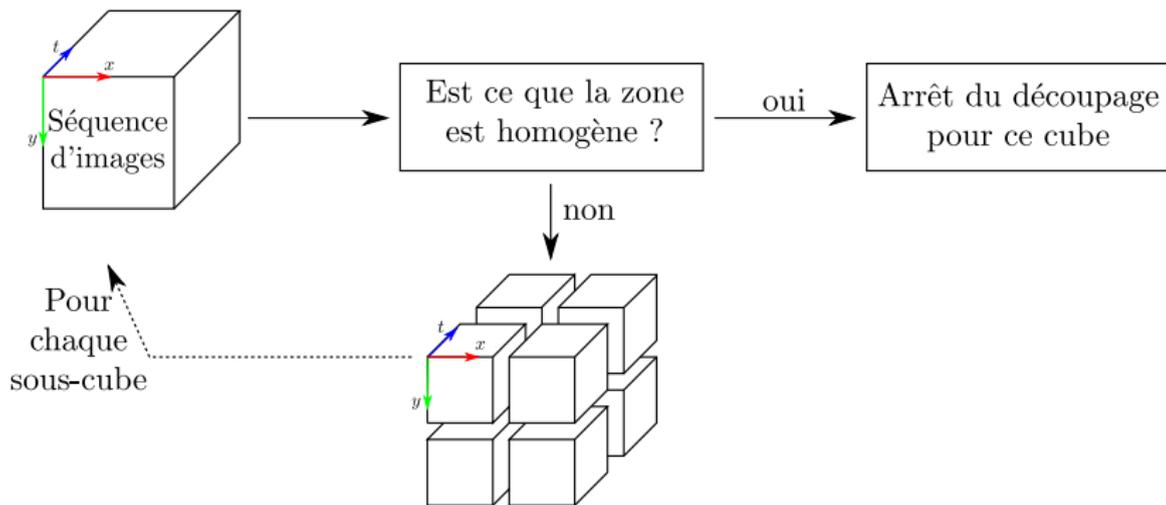
Méthodologie :



Méthodologie :



Méthodologie :



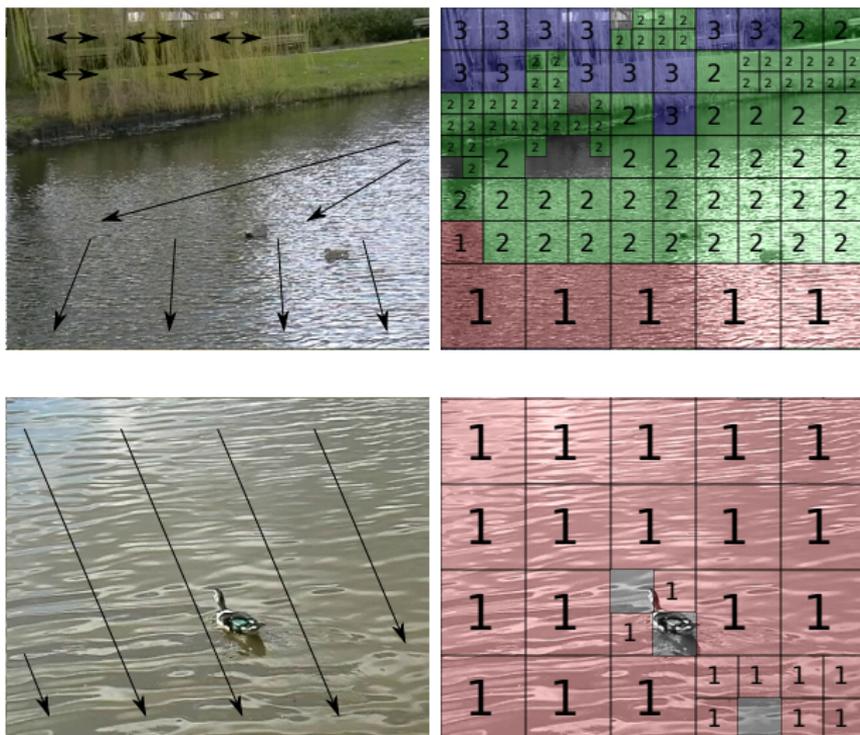


FIG.: Segmentation spatio-temporelle

[1] publication dans ICIP 2009

[2] publication dans GRETSI 2009



Les Textures Dynamiques

Préambule

Les définir

Taxonomie - Définition d'un modèle formel - Caractérisation

Les analyser

Analyse multi-résolutions - Transformée en Curvelets - Segmentation spatio-temporelle

Les décomposer

Décomposition spatio-temporelle - Stratégies - Évaluation

Les caractériser

Indexation - Recherche - Mouvement

Conclusions - Perspectives



Textures Dynamiques : les décomposer

Problème de décompositions d'images

$$Y = A \cdot S + \varepsilon$$

avec :

- X l'observation
- A la matrice de mélange
- S les différentes sources
- N le bruit



Textures Dynamiques : les décomposer

Problème de décompositions d'images

$$Y = A \cdot S + \varepsilon$$

Pour résoudre un tel système :

- Modèle de décomposition de Meyer
- Décomposition de Wold
- Séparation aveugle de sources



Textures Dynamiques : les décomposer

Problème de décompositions d'images

$$Y = A \cdot S + \varepsilon$$

Pour résoudre un tel système :

- Modèle de décomposition de Meyer
- Décomposition de Wold
- Séparation aveugle de sources
 - l'analyse en composantes indépendantes (ICA)
 - l'analyse en composantes morphologiques (MCA)



Textures Dynamiques : les décomposer

Problème de décompositions d'images

$$Y = A \cdot S + \varepsilon$$

Pour résoudre un tel système :

- Modèle de décomposition de Meyer
- Décomposition de Wold
- Séparation aveugle de sources
 - l'analyse en composantes indépendantes (ICA)
 - **l'analyse en composantes morphologiques (MCA)**

Séquence
d'images

y

\Rightarrow

\tilde{y}_1

+

\tilde{y}_2

+

...

+

\tilde{y}_N

Φ_1

Φ_2

...

Φ_N



Composantes



Bases de
décomposition



Textures Dynamiques : les décomposer

Problème de décompositions d'images

Définition du signal (nD)

Un signal est un ensemble de N composantes de n dimensions.

$$y = \sum_{i=1}^N y_i + \varepsilon$$

Définition d'une composante y_i

Chaque composante y_i peut être exprimée dans une base Φ_i à l'aide des coefficients α_i selon :

$$\forall i = 1, \dots, N, \quad y_i = \Phi_i \alpha_i \quad \text{avec} \quad \alpha_i = \Phi_i^T y_i$$



Textures Dynamiques : les décomposer

Problème de décompositions d'images

Définition du dictionnaire Φ

Ainsi, un dictionnaire représentant l'ensemble des bases peut être construit : $\Phi = [\Phi_1, \dots, \Phi_N]$ telles que pour chaque i , y_i est bien représentée dans Φ_i et n'est pas, ou alors très peu représentée dans Φ_j , ($j \neq i$) :

$$\forall i, j \neq i \quad \|\Phi_i^T y_i\|_0 < \|\Phi_j^T y_i\|_0$$

Estimation des composantes y_i

L'estimation des composantes y_i se réalise en résolvant le problème d'optimisation suivant :

$$\min_{y_1, \dots, y_N} \sum_{i=1}^N \|\Phi_i^T y_i\|_0 \quad \text{tel que} \quad \left\| y - \sum_{i=1}^N y_i \right\|_2 \leq \sigma$$

Boucle principale :

tant que $\left\| y - \sum_{j=1}^N \tilde{y}_j^{(k-1)} \right\|_2 \leq \sigma$ **faire**

// Pour chaque composante

pour $i = 1$ à N **faire**

// Calcul du résidu marginal

$$\tilde{r}_i^{(k)} = y - \sum_{j \neq i} \tilde{y}_j^{(k-1)}$$

// Projection du résidu marginal dans la base Φ_i

$$\alpha_i^{(k)} = \Phi_i^T \left(\tilde{r}_i^{(k)} \right)$$

// Estimation de la composante \tilde{y}_i

$$\tilde{y}_i^{(k)} = \Phi_i \left(\delta_{\lambda^{(k)}} \alpha_i^{(k)} \right)$$

fin pour

// Mise à jour du seuil λ

$\lambda^{(k+1)} = \text{mise_à_jour}(\lambda^{(k)}, \text{stratégie})$

// Progression d'une itération

$k = k + 1$

fin tant que

Boucle principale :

tant que $\left\| y - \sum_{j=1}^N \tilde{y}_j^{(k-1)} \right\|_2 \leq \sigma$ **faire**

// Pour chaque composante

pour $i = 1$ à N **faire**

// Calcul du résidu marginal

$$\tilde{r}_i^{(k)} = y - \sum_{j \neq i} \tilde{y}_j^{(k-1)}$$

// Projection du résidu marginal dans la base Φ_i

$$\alpha_i^{(k)} = \Phi_i^T \left(\tilde{r}_i^{(k)} \right)$$

// Estimation de la composante \tilde{y}_i

$$\tilde{y}_i^{(k)} = \Phi_i \left(\delta_{\lambda^{(k)}} \alpha_i^{(k)} \right) \quad \leftarrow$$

fin pour

// Mise à jour du seuil λ

$$\lambda^{(k+1)} = \text{mise_à_jour}(\lambda^{(k)}, \text{stratégie}) \quad \leftarrow$$

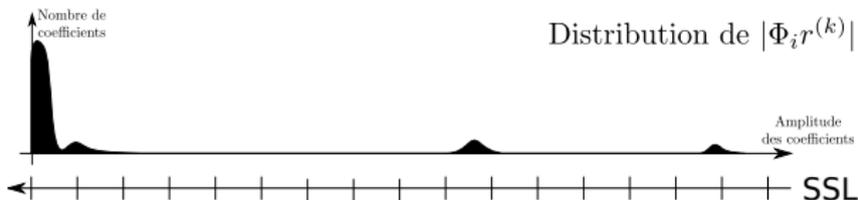
// Progression d'une itération

$$k = k + 1$$

fin tant que

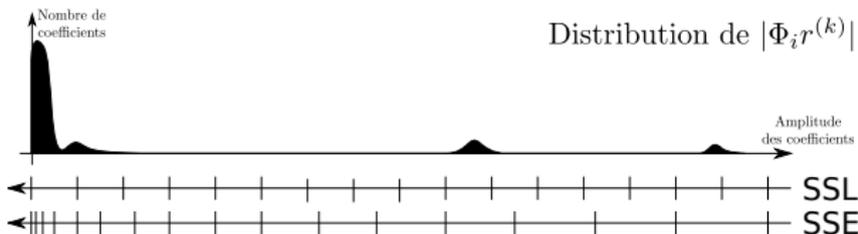
Dans la littérature, deux stratégies de seuillage originelles [Starck 04] :

- linéaire (SSL) : $\lambda^{(k+1)} = \lambda^{(k)} - \frac{\lambda^{(1)} - \lambda_{\min}}{N_{itermax}}$



Dans la littérature, deux stratégies de seuillage originales [Starck 04] :

- linéaire (SSL) : $\lambda^{(k+1)} = \lambda^{(k)} - \frac{\lambda^{(1)} - \lambda_{\min}}{N_{itermax}}$
- exponentielle (SSE) : $\lambda^{(k+1)} = \lambda^{(k)} * (\lambda^{(1)} - \lambda_{\min})^{1/-(N_{itermax}-1)}$



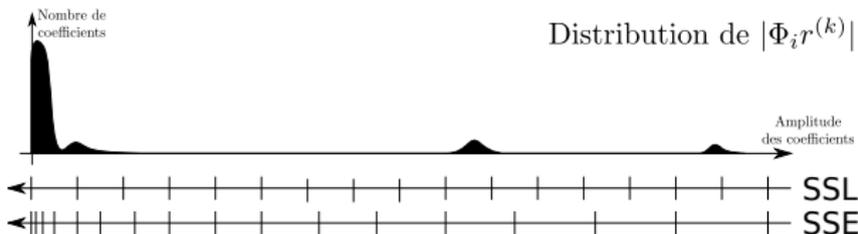


Textures Dynamiques : les décomposer

Stratégie de seuillage

Dans la littérature, deux stratégies de seuillage originales [Starck 04] :

- linéaire (SSL) : $\lambda^{(k+1)} = \lambda^{(k)} - \frac{\lambda^{(1)} - \lambda_{\min}}{N_{itermax}}$
- exponentielle (SSE) : $\lambda^{(k+1)} = \lambda^{(k)} * (\lambda^{(1)} - \lambda_{\min})^{1/(N_{itermax}-1)}$



Avantages :

- Décomposition fiable (pour 100 itérations)
- Convergence assurée

Désavantages :

- Fixer le nombre d'itérations $N_{itermax}$
- Itération pas toujours nécessaire

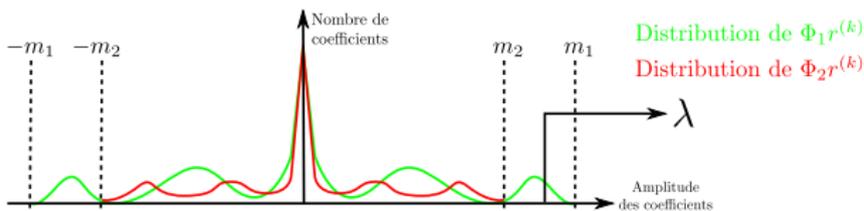
Dans la littérature, une stratégie de seuillage adaptative [Bobin 07] :

- 'Mean of Max' (SSMoM) : $\lambda^{(k+1)} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)$

avec :

$$m_1 = \max_i \|\Phi_i^T r^{(k)}\|_\infty$$

$$m_2 = \max_{j, j \neq i_0} \|\Phi_j^T r^{(k)}\|_\infty \text{ avec } i_0 = \operatorname{argmax}_i \|\Phi_i^T r^{(k)}\|_\infty$$



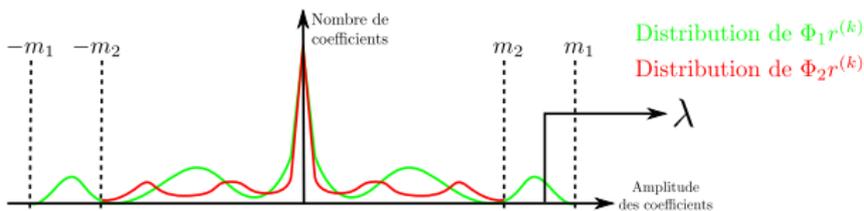
Dans la littérature, une stratégie de seuillage adaptative [Bobin 07] :

- 'Mean of Max' (SSMoM) : $\lambda^{(k+1)} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)$

avec :

$$m_1 = \max_i \|\Phi_i^T r^{(k)}\|_\infty$$

$$m_2 = \max_{j, j \neq i_0} \|\Phi_j^T r^{(k)}\|_\infty \text{ avec } i_0 = \operatorname{argmax}_i \|\Phi_i^T r^{(k)}\|_\infty$$



Avantages :

- Décomposition correcte
- Réduction du nombre d'itérations inutiles

Désavantages :

- Convergence peut être très longue

Textures Dynamiques : les décomposer

Nouvelles stratégies de seuillage [1,2,3]

[1] publication dans ICPR 2009

[2] article soumis à IEEE TCSVT

[3] chapitre de livre soumis



- Stratégie de seuillage à correction linéaire (SSAcL)

$$\lambda^{(k+1)} = \min \left(\frac{1}{2}(m_1 + m_2), \lambda^{(k)} - \frac{\lambda^{(1)} - \lambda_{\min}}{100} \right)$$

- Stratégie de seuillage à correction exponentielle (SSAcE)

$$\lambda^{(k+1)} = \min \left(\frac{1}{2}(m_1 + m_2), \lambda^{(k)} * \left(\lambda^{(1)} - \lambda_{\min} \right)^{1/-99} \right)$$

Textures Dynamiques : les décomposer

Évaluation des nouvelles stratégies [1]

[1] chapitre de livre soumis



Rappel : $\forall i, \quad \Upsilon_i^{\Omega_i}(\mathbf{x}) = \mathcal{P}_i(\mathbf{x}) + \mathcal{L}_i(\mathbf{x})$

Choix du dictionnaire :

- Onde porteuse :
- Phénomènes locaux :



Rappel : $\forall i, \quad \Upsilon_i^{\Omega_i}(\mathbf{x}) = \mathcal{P}_i(\mathbf{x}) + \mathcal{L}_i(\mathbf{x})$

Choix du dictionnaire :

- Onde porteuse : **Transformée en curvelets 2D+T**
- Phénomènes locaux : **Transformée en cosinus locale 2D+T**

Gain des nouvelles stratégies de seuillage :



Rappel : $\forall i, \quad \Upsilon_i^{\Omega_i}(\mathbf{x}) = \mathcal{P}_i(\mathbf{x}) + \mathcal{L}_i(\mathbf{x})$

Choix du dictionnaire :

- Onde porteuse : **Transformée en curvelets 2D+T**
- Phénomènes locaux : **Transformée en cosinus locale 2D+T**

Gain des nouvelles stratégies de seuillage : $5 \times$ plus rapide

SSL	SSE	SSMoM	SSAcL	SSAcE	
$\approx 10\text{h}45$	$\approx 10\text{h}45$	$\approx 8\text{h}$	$\approx 1\text{h}55$	$\approx 2\text{h}45$	Une vidéo
$\approx 309\text{j}$	$\approx 309\text{j}$	$\approx 232\text{j}$	$\approx 56\text{j}$	$\approx 79\text{j}$	DynTex

Rappel :

$$\forall i, \quad \Upsilon_i^{\Omega_i}(\mathbf{x}) = \mathcal{P}_i(\mathbf{x}) + \mathcal{L}_i(\mathbf{x})$$

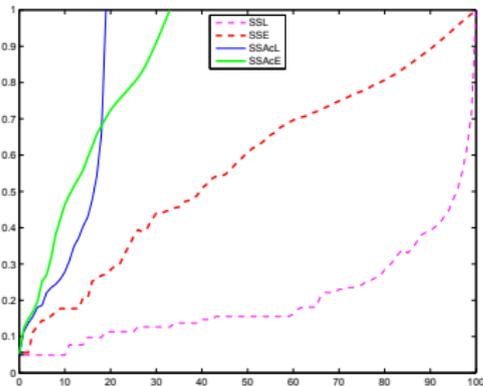
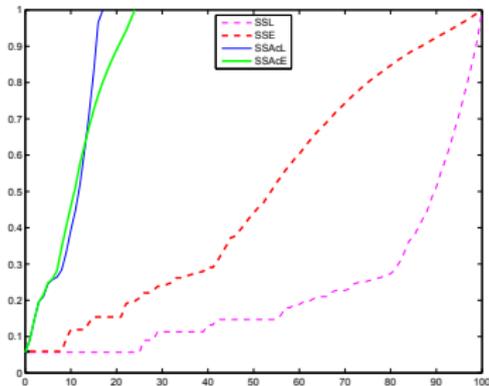
Choix du dictionnaire :

- Onde porteuse : **Transformée en curvelets 2D+T**
- Phénomènes locaux : **Transformée en cosinus locale 2D+T**

Gain des nouvelles stratégies de seuillage : $5\times$ plus rapide

Décompositions quasi-identiques à celles des stratégies SSL et SSE

- nombre de coefficients sélectionnés au cours des itérations





Rappel : $\forall i, \quad \Upsilon_i^{\Omega_i}(\mathbf{x}) = \mathcal{P}_i(\mathbf{x}) + \mathcal{L}_i(\mathbf{x})$

Choix du dictionnaire :

- Onde porteuse : **Transformée en curvelets 2D+T**
- Phénomènes locaux : **Transformée en cosinus locale 2D+T**

Gain des nouvelles stratégies de seuillage : $5 \times$ plus rapide

Décompositions quasi-identiques à celles des stratégies SSL et SSE

- nombre de coefficients sélectionnés au cours des itérations
- erreur commise sur le choix des coefficients
- erreur de reconstruction au cours des itérations
- erreur commise sur chaque composante

$\implies 5 \times$ plus rapide pour une décomposition identique

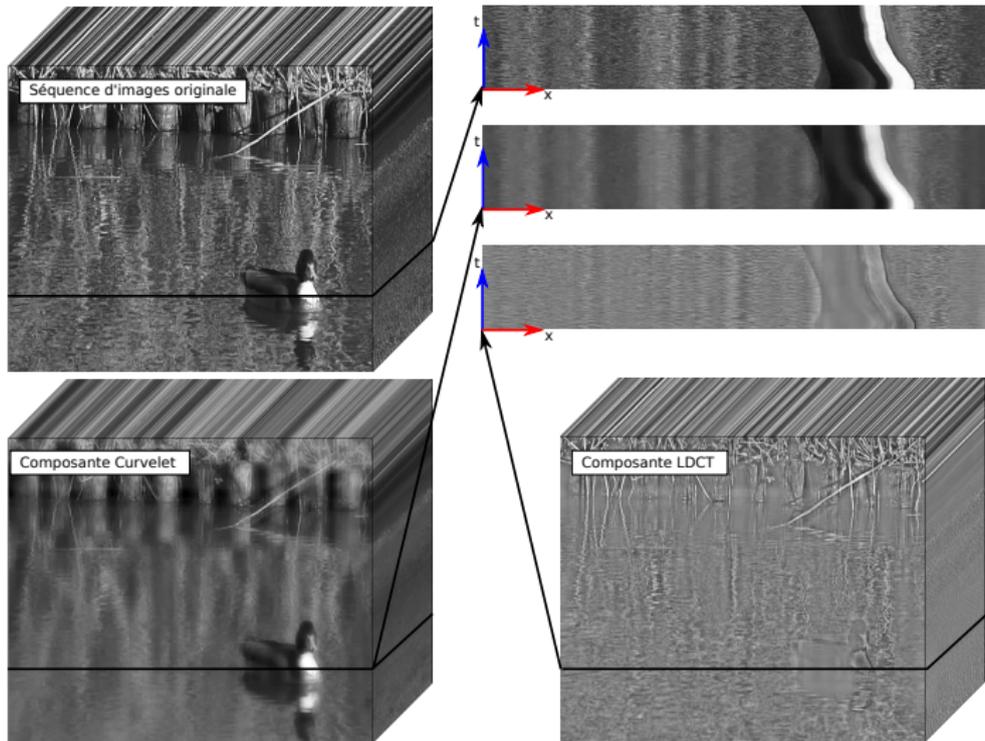


FIG.: Décomposition d'une texture dynamique

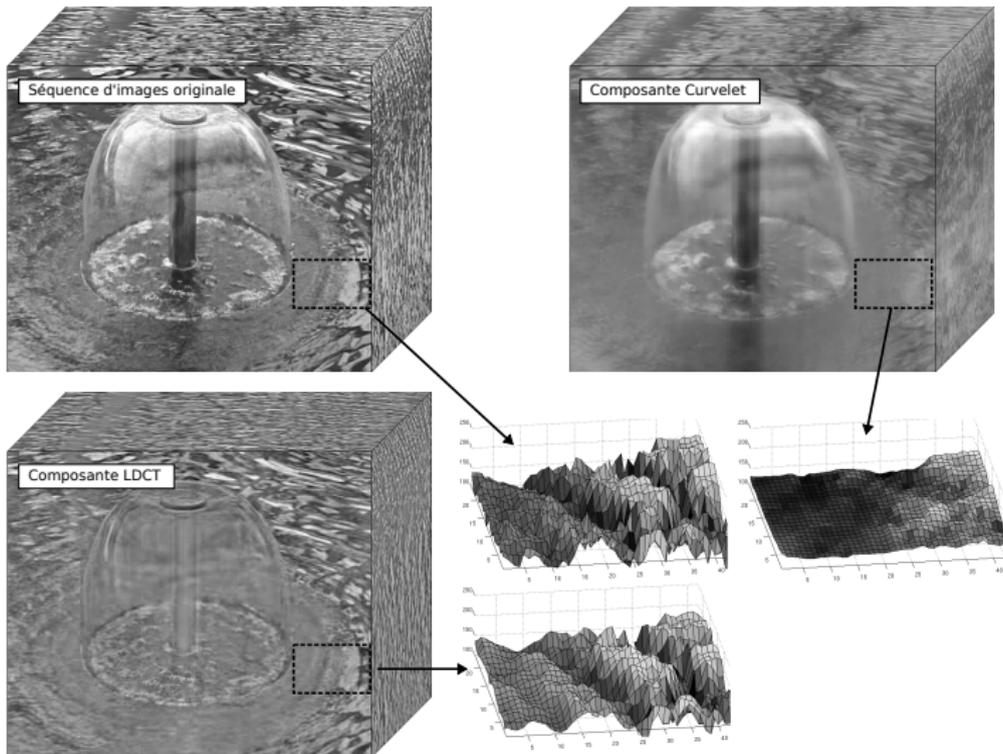


FIG.: Décompositions d'une texture dynamique



Les Textures Dynamiques

Préambule

Les définir

Taxonomie - Définition d'un modèle formel - Caractérisation

Les analyser

Analyse multi-résolutions - Transformée en Curvelets - Segmentation spatio-temporelle

Les décomposer

Décomposition spatio-temporelle - Stratégies - Évaluation

Les caractériser

Indexation - Recherche - Mouvement

Conclusions - Perspectives

Méthodologie :

- Analyse des séquences d'images



Méthodologie :

- Analyse des séquences d'images
- Calcul du vecteur caractéristiques
 - Moyenne des sous-bandes de détails
 - Écart-type des sous-bandes de détails
 - Énergie des sous-bandes de détails
 - Entropie des sous-bandes de détails
 - Différentes caractéristiques des sous-bandes de détails



Méthodologie :

- Analyse des séquences d'images
- Calcul du vecteur caractéristiques
 - Moyenne des sous-bandes de détails
 - Écart-type des sous-bandes de détails
 - Énergie des sous-bandes de détails
 - Entropie des sous-bandes de détails
 - Différentes caractéristiques des sous-bandes de détails
- Classement des signatures avec la méthode *leave-one-out*
 - **Alpha** : 60 textures dynamiques / 3 classes
 - **Beta** : 162 textures dynamiques / 10 classes
 - **Gamma** : 275 textures dynamiques / 11 classes



Méthodes	Base	S_m^μ	S_m^σ	S_m^E	S_m^H	S_m^A
Transformée en ondelettes frame par frame	Alpha	68	82	78	88	88
	Beta	41	50	51	57	66
	Gamma	38	60	60	55	65
Transformée en ondelettes temporelle	Alpha	37	75	67	67	73
	Beta	15	43	37	28	46
	Gamma	15	34	31	26	40
Transformée en ondelettes 2D+T	Alpha	72	85	85	87	85
	Beta	33	62	61	65	65
	Gamma	36	65	64	61	68
Approche de Smith <i>et al.</i> [Smith 02]	Alpha	65	83	80	82	83
	Beta	35	65	59	65	67
	Gamma	43	63	56	59	65
Transformée en curvelets 2D+T	Alpha	47	85	83	85	85
	Beta	19	65	61	62	67
	Gamma	18	62	60	56	63
Analyse en composantes morphologiques	Alpha	37	83	83	83	85
	Beta	23	68	64	66	70
	Gamma	19	61	62	59	63

TAB.: Taux de reconnaissance en %



Textures Dynamiques : les caractériser

Indexation

Méthodes	Base	S_m^μ	S_m^σ	S_m^E	S_m^H	S_m^A
Transformée en ondelettes frame par frame	Alpha	68	82	78	88	88
	Beta	41	50	51	57	66
	Gamma	38	60	60	55	65
Transformée en ondelettes temporelle	Alpha	37	75	67	67	73
	Beta	15	43	37	28	46
	Gamma	15	34	31	26	40
Transformée en ondelettes 2D+T	Alpha	72	85	85	87	85
	Beta	33	62	61	65	65
	Gamma	36	65	64	61	68
Approche de Smith <i>et al.</i> [Smith 02]	Alpha	65	83	80	82	83
	Beta	35	65	59	65	67
	Gamma	43	63	56	59	65
Transformée en curvelets 2D+T	Alpha	47	85	83	85	85
	Beta	19	65	61	62	67
	Gamma	18	62	60	56	63
Analyse en composantes morphologiques	Alpha	37	83	83	83	85
	Beta	23	68	64	66	70
	Gamma	19	61	62	59	63

TAB.: Taux de reconnaissance en %

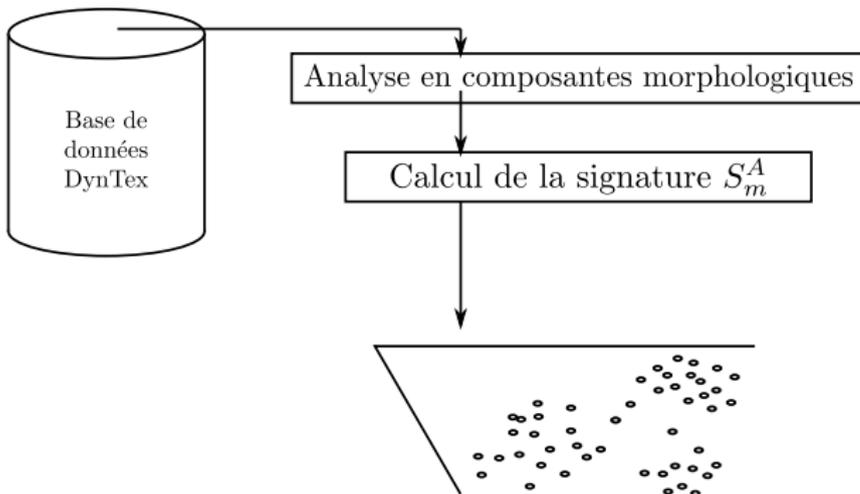


Méthodologie :



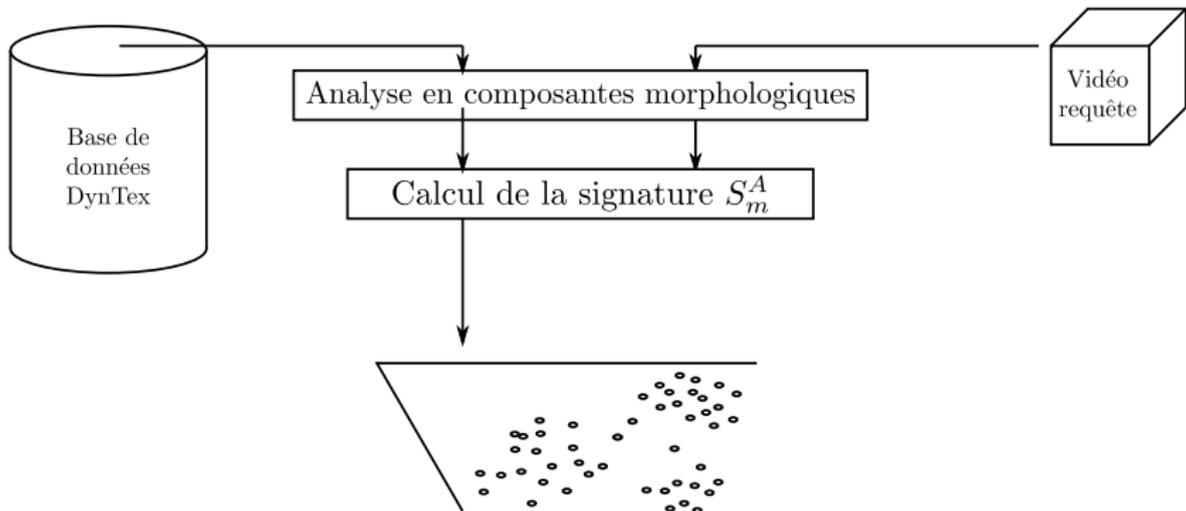


Méthodologie :



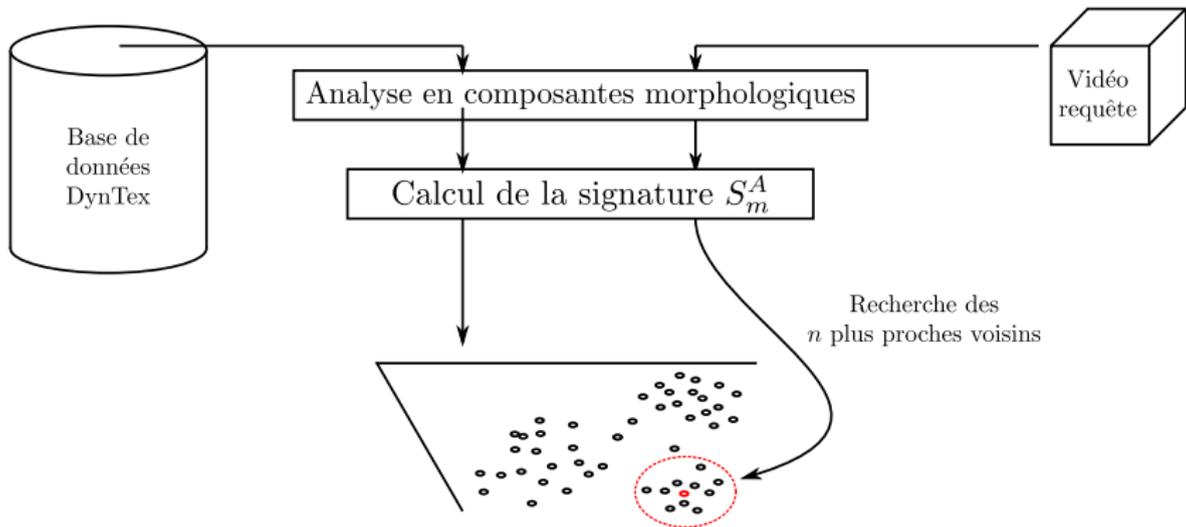


Méthodologie :





Méthodologie :





Résultats :



FIG.: Recherche par le contenu

Résultats :

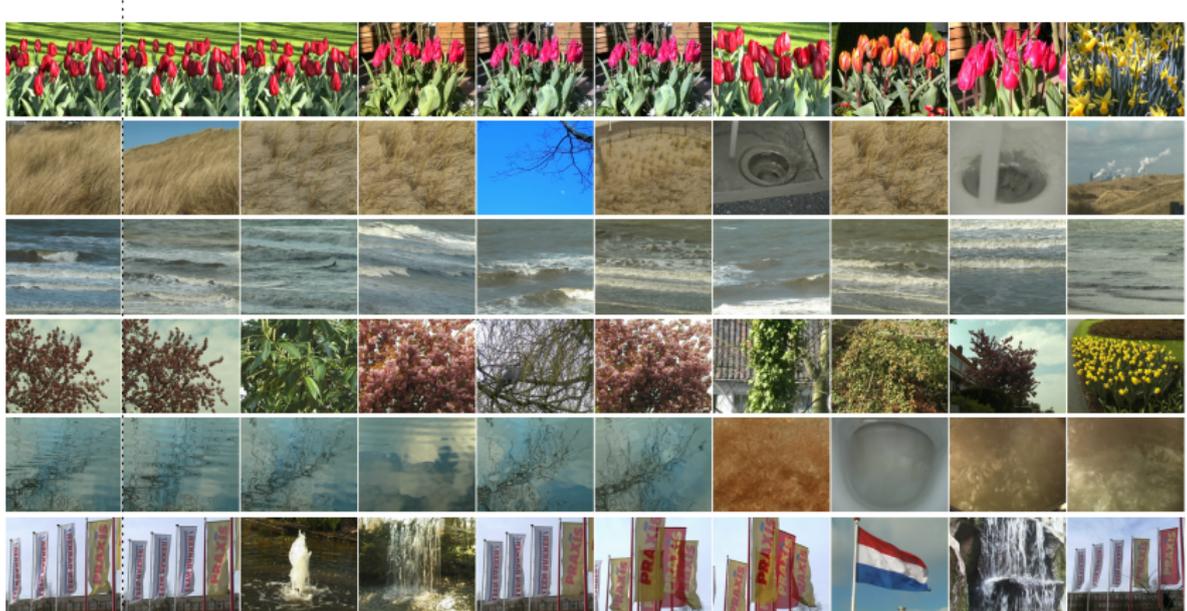


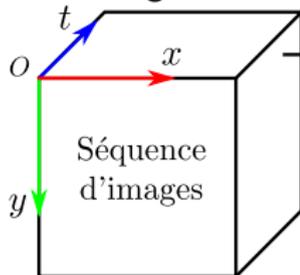
FIG.: Recherche par le contenu



Textures Dynamiques : les caractériser

Estimation du mouvement global

Méthodologie :



Analyse
en Composantes
Morphologiques

Composante
géométrique

Calcul du flot optique à l'aide de
l'algorithme de Horn et Schunk

Régularisation faible

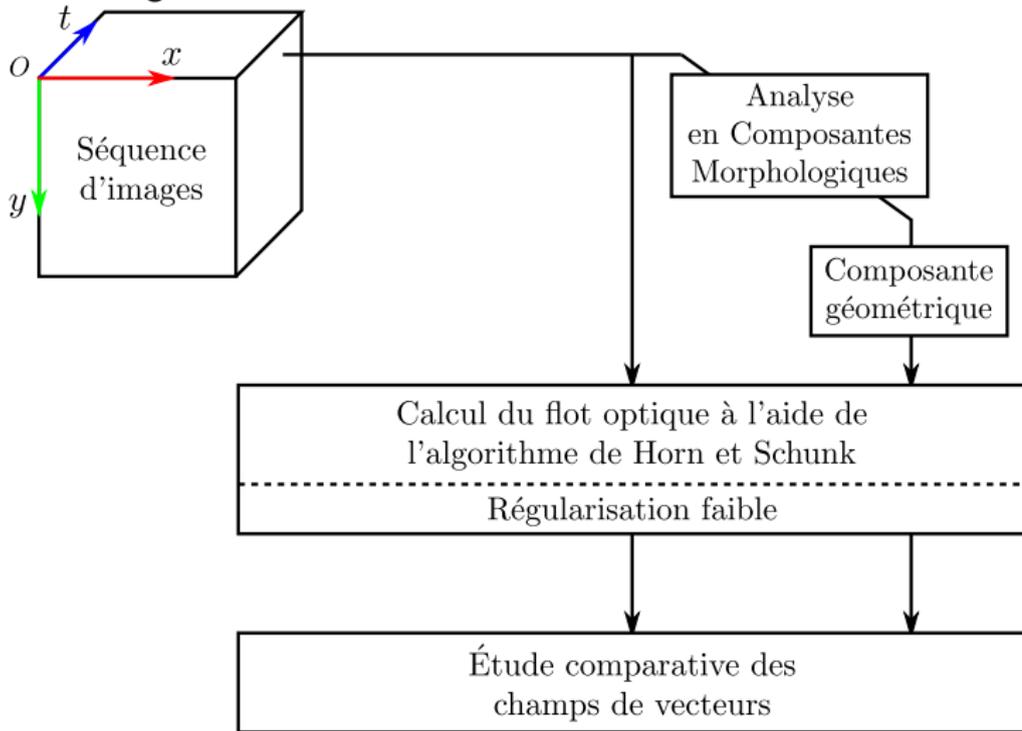
Étude comparative des
champs de vecteurs



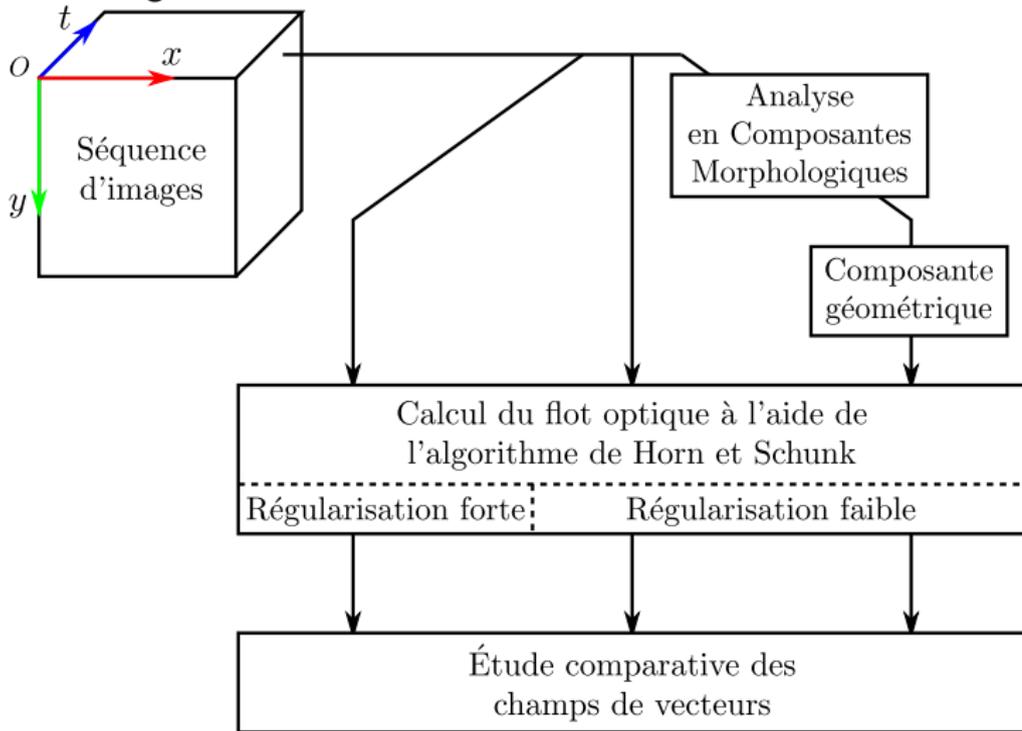
Textures Dynamiques : les caractériser

Estimation du mouvement global

Méthodologie :



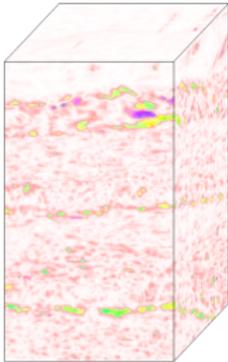
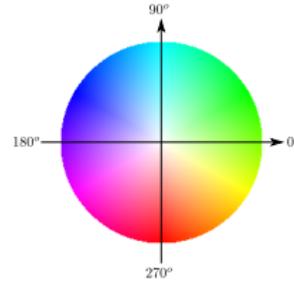
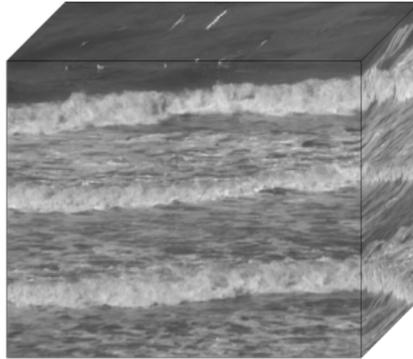
Méthodologie :



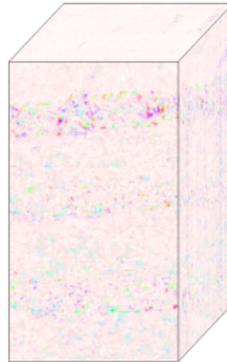


Textures Dynamiques : les caractériser

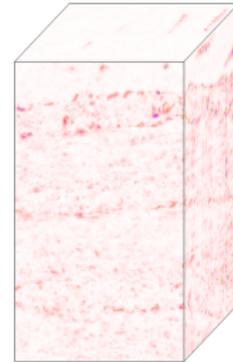
Estimation du mouvement global



Composante géométrique $\lambda = 10$



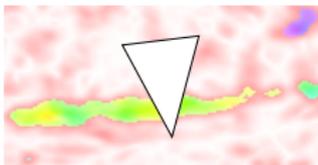
$\lambda = 10$



$\lambda = 50$



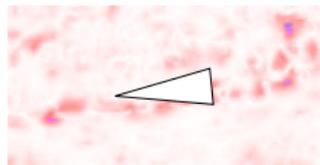
Homogénéité des champs :



Composante géométrique $\lambda = 10$



$\lambda = 10$



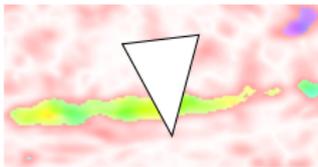
$\lambda = 50$



Textures Dynamiques : les caractériser

Estimation du mouvement global

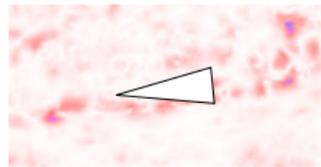
Homogénéité des champs :



Composante géométrique $\lambda = 10$

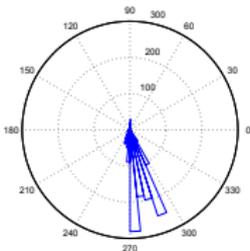


$\lambda = 10$

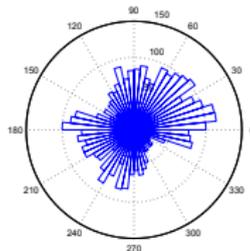


$\lambda = 50$

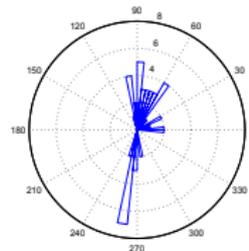
Direction des champs :



Composante géométrique $\lambda = 10$



$\lambda = 10$



$\lambda = 50$



Les Textures Dynamiques

Préambule

Les définir

Taxonomie - Définition d'un modèle formel - Caractérisation

Les analyser

Analyse multi-résolutions - Transformée en Curvelets - Segmentation spatio-temporelle

Les décomposer

Décomposition spatio-temporelle - Stratégies - Évaluation

Les caractériser

Indexation - Recherche - Mouvement

Conclusions - Perspectives

- Définition et taxonomie des textures dynamiques [8]
- Synthèse originale des méthodes de caractérisation

[1] publication dans IbPRIA 2009

[4] publication dans ICPR 2010

[6] article soumis à IEEE TCSVT

[2] publication dans GRETSI 2009

[5] publication dans CORESA 2010

[7] chapitre de livre soumis

[3] publication dans ICIP 2009

[8] article en cours de rédaction

- Définition et taxonomie des textures dynamiques [8]
- Synthèse originale des méthodes de caractérisation
- Modèle formel de textures dynamiques [6]

[1] publication dans IbPRIA 2009

[4] publication dans ICPR 2010

[6] article soumis à IEEE TCSVT

[2] publication dans GRETSI 2009

[5] publication dans CORESA 2010

[7] chapitre de livre soumis

[3] publication dans ICIP 2009

[8] article en cours de rédaction

- Définition et taxonomie des textures dynamiques [8]
- Synthèse originale des méthodes de caractérisation
- Modèle formel de textures dynamiques [6]
- Étude de transformées multi-échelles spatio-temporelles [1,8]
 - Projection de Mercator
 - Segmentations spatio-temporelle [2,3]

[1] publication dans IbPRIA 2009

[4] publication dans ICPR 2010

[6] article soumis à IEEE TCSVT

[2] publication dans GRETSI 2009

[5] publication dans CORESA 2010

[7] chapitre de livre soumis

[3] publication dans ICIP 2009

[8] article en cours de rédaction

- Définition et taxonomie des textures dynamiques [8]
- Synthèse originale des méthodes de caractérisation
- Modèle formel de textures dynamiques [6]
- Étude de transformées multi-échelles spatio-temporelles [1,8]
 - Projection de Mercator
 - Segmentations spatio-temporelle [2,3]
- Application de l'algorithme MCA à la vidéo
 - Nouvelles stratégies de seuillage [4,6,7]
 - Évaluation [7]

[1] publication dans IbPRIA 2009

[4] publication dans ICPR 2010

[6] article soumis à IEEE TCSVT

[2] publication dans GRETSI 2009

[5] publication dans CORESA 2010

[7] chapitre de livre soumis

[3] publication dans ICIP 2009

[8] article en cours de rédaction

- Définition et taxonomie des textures dynamiques [8]
- Synthèse originale des méthodes de caractérisation
- Modèle formel de textures dynamiques [6]
- Étude de transformées multi-échelles spatio-temporelles [1,8]
 - Projection de Mercator
 - Segmentations spatio-temporelle [2,3]
- Application de l'algorithme MCA à la vidéo
 - Nouvelles stratégies de seuillage [4,6,7]
 - Évaluation [7]
- Application
 - Indexation [1,8]
 - Recherche par le contenu [8]
 - Estimation du mouvement global [5,6]

[1] publication dans IbPRIA 2009

[4] publication dans ICPR 2010

[6] article soumis à IEEE TCSVT

[2] publication dans GRETSI 2009

[5] publication dans CORESA 2010

[7] chapitre de livre soumis

[3] publication dans ICIP 2009

[8] article en cours de rédaction

- Perfectionnement du modèle formel
 - Évaluation quantitative
 - Ajout de nouvelles composantes



- Perfectionnement du modèle formel
 - Évaluation quantitative
 - Ajout de nouvelles composantes
- Décomposition de textures dynamiques
 - Ajout de nouvelles bases
 - ⇒ Co-tutelle de thèse entre le laboratoire MAPMO d'Orléans et le laboratoire MIA de La Rochelle sur des images IRM 3D de cerveaux de souris
 - Construction de nouvelles stratégies



- Perfectionnement du modèle formel
 - Évaluation quantitative
 - Ajout de nouvelles composantes
- Décomposition de textures dynamiques
 - Ajout de nouvelles bases
 - ⇒ Co-tutelle de thèse entre le laboratoire MAPMO d'Orléans et le laboratoire MIA de La Rochelle sur des images IRM 3D de cerveaux de souris
 - Construction de nouvelles stratégies
- Comparaison avec les décompositions de Meyer et de Wold [1,2]



- Perfectionnement du modèle formel
 - Évaluation quantitative
 - Ajout de nouvelles composantes
- Décomposition de textures dynamiques
 - Ajout de nouvelles bases
 - ⇒ Co-tutelle de thèse entre le laboratoire MAPMO d'Orléans et le laboratoire MIA de La Rochelle sur des images IRM 3D de cerveaux de souris
 - Construction de nouvelles stratégies
- Comparaison avec les décompositions de Meyer et de Wold [1,2]
- Applicatives
 - Indexation (invariance, réduction des signatures, construction de nouveaux descripteurs/vecteurs caractéristiques, ...)
 - Bouclage de pertinence dans la recherche par le contenu
 - Utilisation des vecteurs caractéristiques (suivi, résumé vidéos, détection perturbations, ...)

[1] publication dans CGIV 2008

[2] publication dans CGIV 2008



Merci de votre attention !

- [Bobin 07] J. Bobin, J.L. Starck, J.M. Fadili, Y. Moudden & D.L. Donoho. *Morphological Component Analysis : An Adaptive Thresholding Strategy*. IEEE Transactions on Image Processing, pages 2675–2681, 2007.
- [Doretto 02] G. Doretto. Dynamic texture modeling. Master's thesis, University of California, Los Angeles, CA, June 2002.
- [Li 09] J. Li, L. Chen & Y. Cai. *Dynamic Texture Segmentation Using Fourier Transform*. Modern Applied Science, vol. 3, pages 29–36, 2009.
- [Nelson 92] R.C. Nelson & R. Polana. *Qualitative Recognition of Motion using Temporal Texture*. Computer Vision and Image Understanding, vol. 56, pages 78–89, 1992.
- [Phillips 02] W. Phillips, M. Shah & N.V. Lobo. *Flame Recognition in Video*. Pattern Recognition Letters, vol. 23, pages 319–327, 2002.
- [Péteri 10] R. Péteri, S. Fazekas & M.J. Huiskes. *DynTex : A Comprehensive Database of Dynamic Textures*. Pattern Recognition Letters, 2010.
- [Saisan 01] P. Saisan, G. Doretto, Y.N. Wu & S. Soatto. *Dynamic Texture Recognition*. In Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 01), pages 58–63, 2001.
- [Smith 02] J.R. Smith, C.Y. Lin & M. Naphade. *Video Texture Indexing using Spatio-Temporal Wavelets*. In IEEE International Conference on Image Processing (ICIP 02), pages 437–440, 2002.
- [Soatto 01] S. Soatto, G. Doretto & Y.N. Wu. *Dynamic Textures*. In IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV 01), pages 439–446, 2001.
- [Starck 04] J.L. Starck, M. Elad & D.L. Donoho. *Redundant Multiscale Transforms and their Application for Morphological Component Analysis*. Advances in Imaging and Electron Physics, vol. 132, 2004.
- [Szummer 96] M. Szummer. *Temporal Texture Modeling*. PhD thesis, MIT, 1996.
- [Woolfe 06] F. Woolfe & A.W. Fitzgibbon. *Shift-Invariant Dynamic Texture Recognition*. In IEEE European Conference on Computer Vision (ECCV 06), pages 549–562, 2006.
- [Zhong 02] J. Zhong & S. Scarlaroff. *Temporal Texture Recognition Model Using 3D Features*. Rapport technique, 2002.