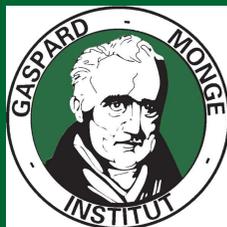


# Journée logiciels - IGM LabInfo

## Boîte à outils Matlab/Scilab pour la décomposition en ondelettes $M$ -bandes en arbre dual d'un signal 1D

Caroline CHAUX

Laboratoire d'Informatique - UMR CNRS 8049  
Équipe Signal et Communications



## Plan

Problématique  
Matlab/Scilab  
Développements  
logiciels de  
l'équipe  
Introduction  
Analyse  
multirésolution  
Les avantages  
Illustration  
La boîte à outils  
Démonstration  
Conclusion

- Problématique Matlab/Scilab
- Développements logiciels de l'équipe
- Présentation du problème
- Présentation du logiciel
- Conclusion et perspectives

Plan

Problématique  
Matlab/Scilab

Développements  
logiciels de  
l'équipe

Introduction  
Analyse  
multirésolution

Les avantages

Illustration

La boîte à outils

Démonstration

Conclusion

- Besoin d'effectuer des calculs complexes en traitement du signal/des images

## Plan

### Problématique Matlab/Scilab

Développements  
logiciels de  
l'équipe

Introduction  
Analyse  
multirésolution

Les avantages

Illustration

La boîte à outils

Démonstration

Conclusion

- Besoin d'effectuer des calculs complexes en traitement du signal/des images
- Simulations numériques en Matlab

## Plan

### Problématique Matlab/Scilab

Développements  
logiciels de  
l'équipe

Introduction  
Analyse  
multirésolution

Les avantages  
Illustration

La boîte à outils  
Démonstration

Conclusion

- Besoin d'effectuer des calculs complexes en traitement du signal/des images
- Simulations numériques en Matlab
- **Avantages** : langage interprété, nombreuses toolboxes, outils de visualisation performants

## Plan

### Problématique Matlab/Scilab

Développements  
logiciels de  
l'équipe

Introduction  
Analyse  
multirésolution

Les avantages  
Illustration

La boîte à outils  
Démonstration

Conclusion

- Besoin d'effectuer des calculs complexes en traitement du signal/des images
- Simulations numériques en Matlab
- **Avantages** : langage interprété, nombreuses toolboxes, outils de visualisation performants
- mais **prix élevé** : 10 000 euros

## Plan

### Problématique Matlab/Scilab

Développements  
logiciels de  
l'équipe

Introduction  
Analyse  
multirésolution

Les avantages  
Illustration

La boîte à outils  
Démonstration

Conclusion

- Besoin d'effectuer des calculs complexes en traitement du signal/des images
- Simulations numériques en Matlab
- **Avantages** : langage interprété, nombreuses toolboxes, outils de visualisation performants
- mais **prix élevé** : 10 000 euros
- Alternative **libre** : Scilab
  - ◆ syntaxe proche
  - ◆ + lent d'exécution (temps  $\times 3$ )

- Plan
- Problématique
- Matlab/Scilab
- Développements logiciels de l'équipe**
- Introduction
- Analyse multirésolution
- Les avantages
- Illustration
- La boîte à outils
- Démonstration
- Conclusion

## ■ 5 boîtes à outils Matlab

- ◆ pour la séparation de sources : développée par Pierre Jallon et Marc Castella en libre téléchargement sur <http://www-public.int-evry.fr/~castella/toolbox/>

- Plan
- Problématique
- Matlab/Scilab
- Développements logiciels de l'équipe**
- Introduction
- Analyse multirésolution
- Les avantages
- Illustration
- La boîte à outils
- Démonstration
- Conclusion

## ■ 5 boîtes à outils Matlab

- ◆ pour la séparation de sources : développée par Pierre Jallon et Marc Castella en libre téléchargement sur <http://www-public.int-evry.fr/~castella/toolbox/>
- ◆ pour la simulation de mélanges de sources, l'extraction des sources du mélange et le calcul des performances : développée par Antoine Chevreuil dans le cadre d'un contrat avec Thalès

- Plan
- Problématique
- Matlab/Scilab
- Développements logiciels de l'équipe**
- Introduction
- Analyse multirésolution
- Les avantages
- Illustration
- La boîte à outils
- Démonstration
- Conclusion

## ■ 5 boîtes à outils Matlab

- ◆ pour la séparation de sources : développée par Pierre Jallon et Marc Castella en libre téléchargement sur <http://www-public.int-evry.fr/~castella/toolbox/>
- ◆ pour la simulation de mélanges de sources, l'extraction des sources du mélange et le calcul des performances : développée par Antoine Chevreuil dans le cadre d'un contrat avec Thalès
- ◆ pour l'analyse  $M$ -bandes en arbre dual 2D : développée par Caroline Chaux sous contrat de licence avec l'Institut Français du Pétrole
- ◆ pour le débruitage d'images multi-canaux : développée par Caroline Chaux sous contrat de licence avec l'Institut Français du Pétrole

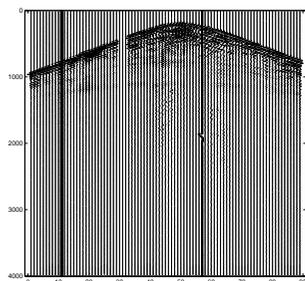
## ■ 5 boîtes à outils Matlab

- ◆ pour la séparation de sources : développée par Pierre Jallon et Marc Castella en libre téléchargement sur <http://www-public.int-evry.fr/~castella/toolbox/>
- ◆ pour la simulation de mélanges de sources, l'extraction des sources du mélange et le calcul des performances : développée par Antoine Chevreuil dans le cadre d'un contrat avec Thalès
- ◆ pour l'analyse  $M$ -bandes en arbre dual 2D : développée par Caroline Chaux sous contrat de licence avec l'Institut Français du Pétrole
- ◆ pour le débruitage d'images multi-canaux : développée par Caroline Chaux sous contrat de licence avec l'Institut Français du Pétrole
- ◆ pour l'analyse  $M$ -bandes en arbre dual 1D : développée par Caroline Chaux en libre téléchargement sur <http://www-syscom.univ-mlv.fr/~chaux/these.html>

Plan  
 Problématique  
 Matlab/Scilab  
 Développements  
 logiciels de  
 l'équipe

**Introduction**

Analyse  
 multirésolution  
 Les avantages  
 Illustration  
 La boîte à outils  
 Démonstration  
 Conclusion



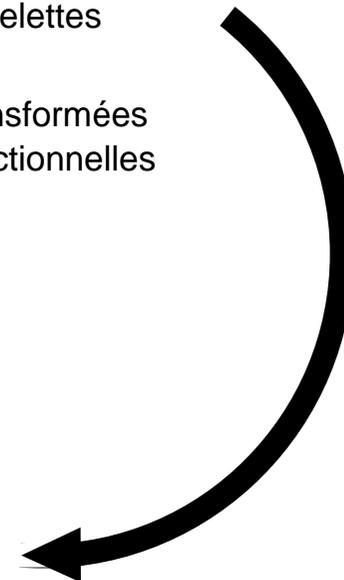
Représentation ?



Fourier

Ondelettes

Transformées  
 directionnelles



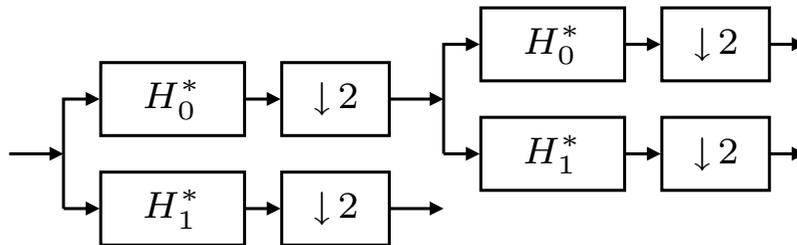
Etude des  
 coefficients  
 Statistiques ?



**TRAITEMENTS**

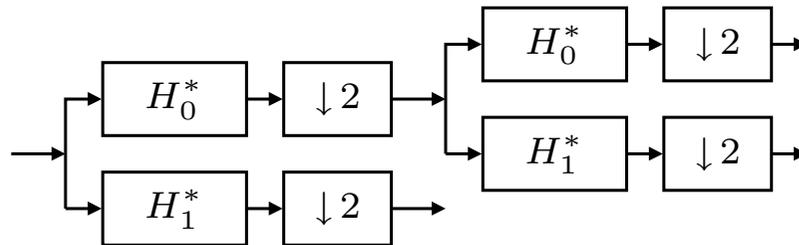
Débruitage

Déconvolution



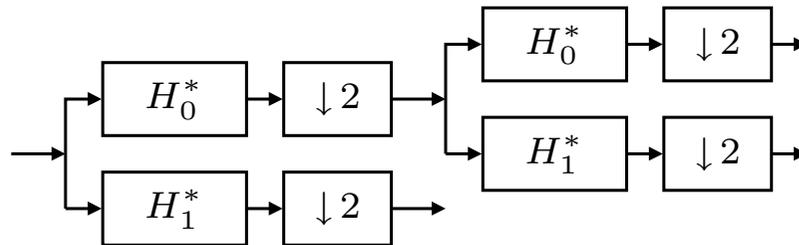
Cas dyadique :

- Analyse : filtrage puis décimation



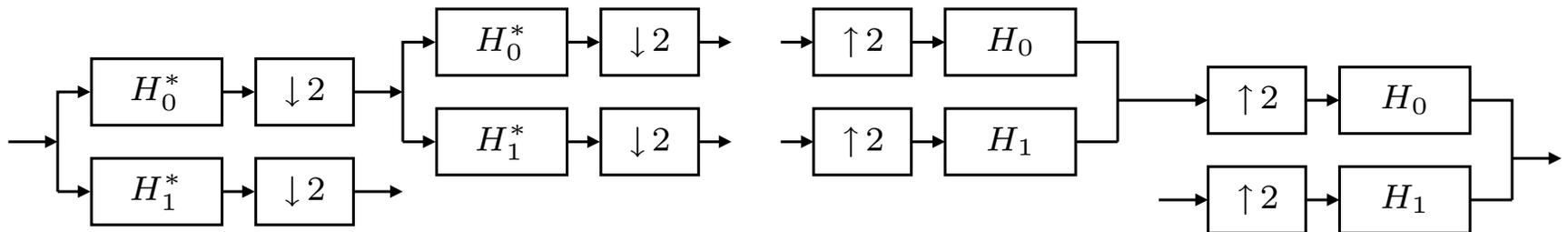
Cas dyadique :

- Analyse : filtrage puis décimation
- Itération sur les coefficients d'approximation



Cas dyadique :

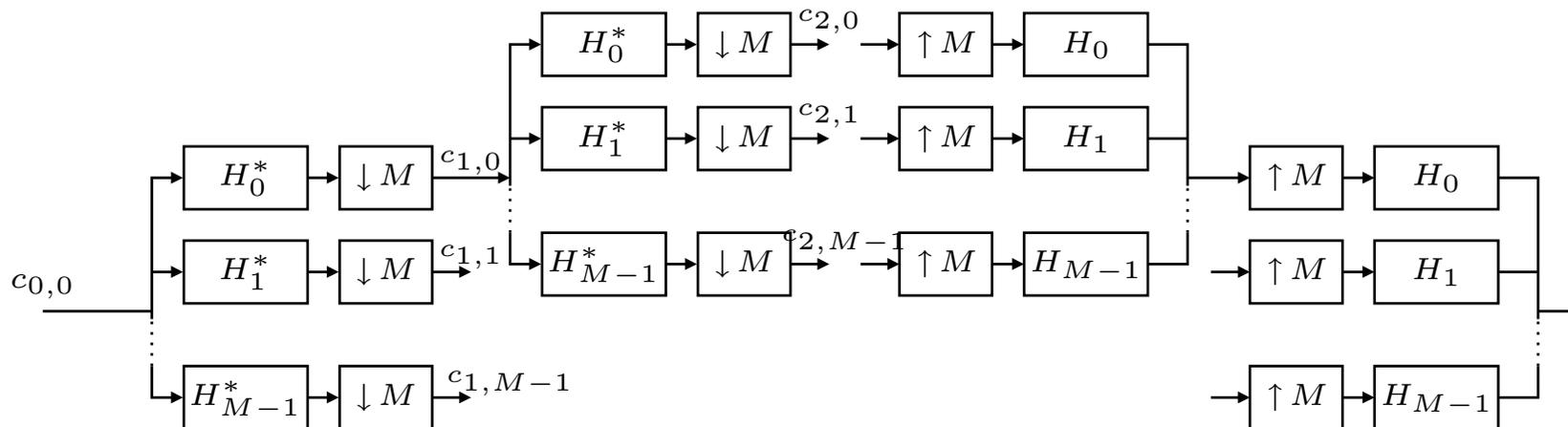
- Analyse : filtrage puis décimation
- Itération sur les coefficients d'approximation
- Décomposition en sous-bandes



Cas dyadique :

- Analyse : filtrage puis décimation
- Itération sur les coefficients d'approximation
- Décomposition en sous-bandes
- Synthèse : interpolation puis filtrage

- Plan
- Problématique
- Matlab/Scilab
- Développements logiciels de l'équipe
- Introduction
- Analyse multirésolution**
- Les avantages
- Illustration
- La boîte à outils
- Démonstration
- Conclusion



Cas  $M$ -bandes

## ■ Avantages du $M$ -bandes ( $M > 2$ ) :

- ◆ Décomposition plus précise dans le domaine fréquentiel.
- ◆ Plus grande liberté dans le choix des filtres  $M$ -bandes  $\iff$  ondelettes symétriques et orthogonales, à support compact.

## ■ Avantages de la construction **duale** :

- ◆ Quasi invariance par translation.
  - ◆ Directionnalité en 2D.
- $M = 2$ : [Kingsbury, 1998] [Selesnick, 2001]

## ■ Avantages du $M$ -bandes ( $M > 2$ ) :

- ◆ Décomposition plus précise dans le domaine fréquentiel.
- ◆ Plus grande liberté dans le choix des filtres  $M$ -bandes  $\iff$  ondelettes symétriques et orthogonales, à support compact.

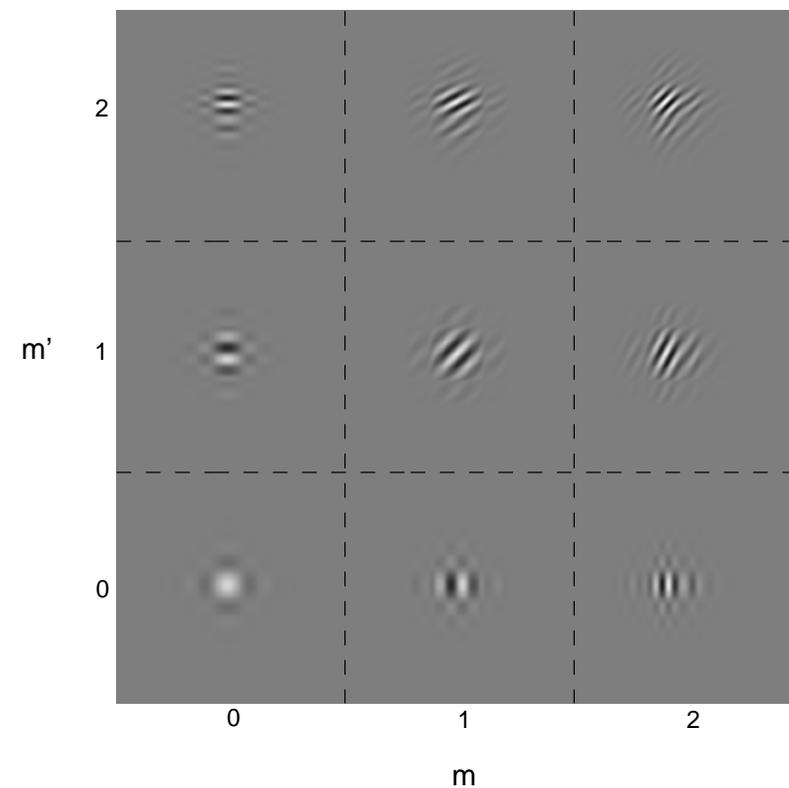
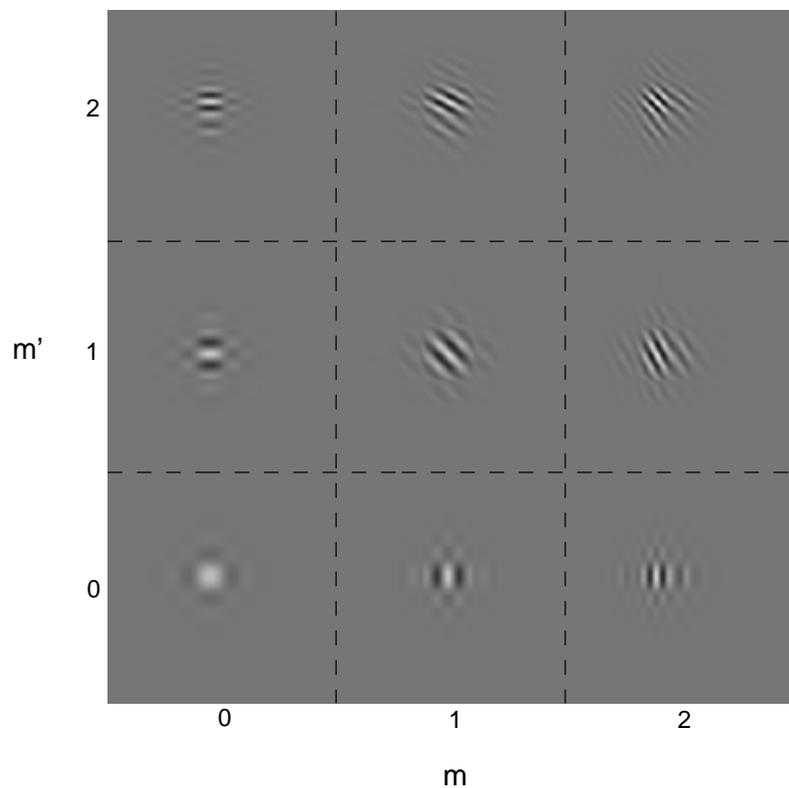
## ■ Avantages de la construction *duale* :

- ◆ Quasi invariance par translation.
- ◆ Directionnalité en 2D.

➤  $M = 2$ : [Kingsbury, 1998] [Selesnick, 2001]

**Transformée géométrique** basée sur des bancs de filtres  $M$ -bandes ayant une faible redondance (facteur 2).

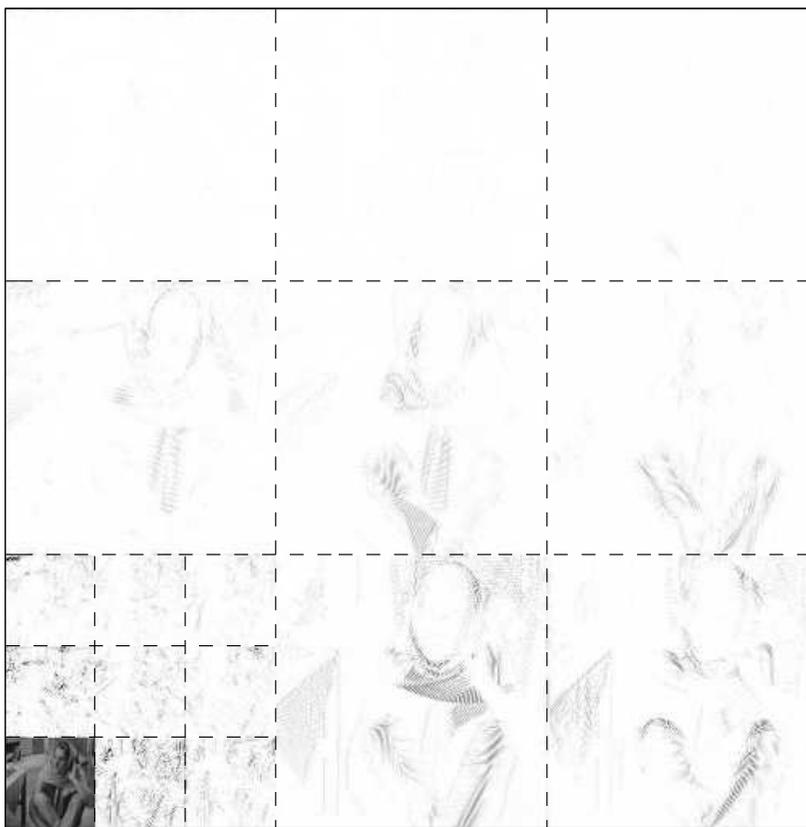
- Plan
- Problématique
- Matlab/Scilab
- Développements logiciels de l'équipe
- Introduction
- Analyse multirésolution
- Les avantages
- Illustration**
- La boîte à outils
- Démonstration
- Conclusion



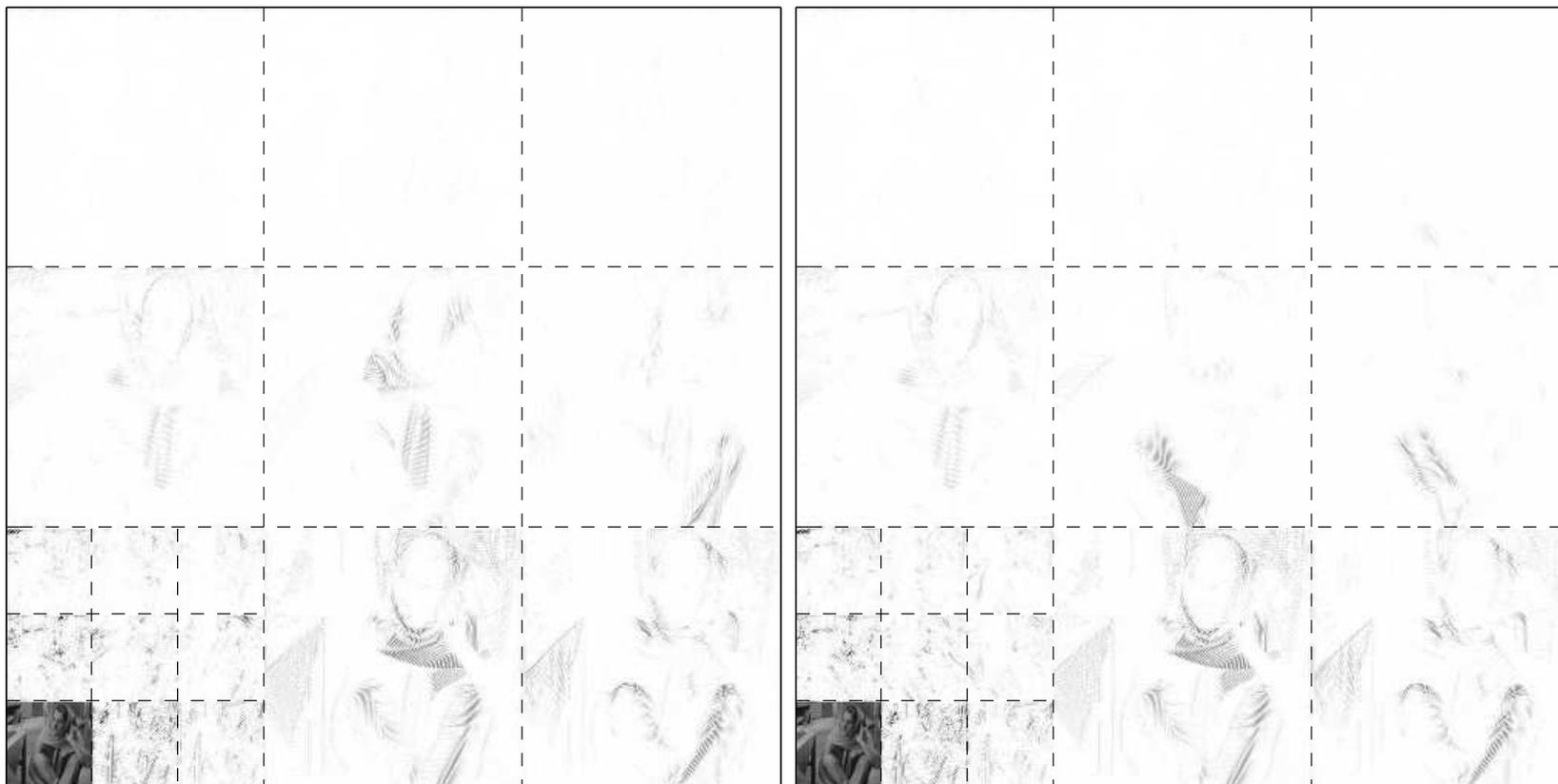
- Plan
- Problématique
- Matlab/Scilab
- Développements logiciels de l'équipe
- Introduction
- Analyse multirésolution
- Les avantages
- Illustration**
- La boîte à outils
- Démonstration
- Conclusion



- Plan
- Problématique
- Matlab/Scilab
- Développements logiciels de l'équipe
- Introduction
- Analyse multirésolution
- Les avantages
- Illustration**
- La boîte à outils
- Démonstration
- Conclusion

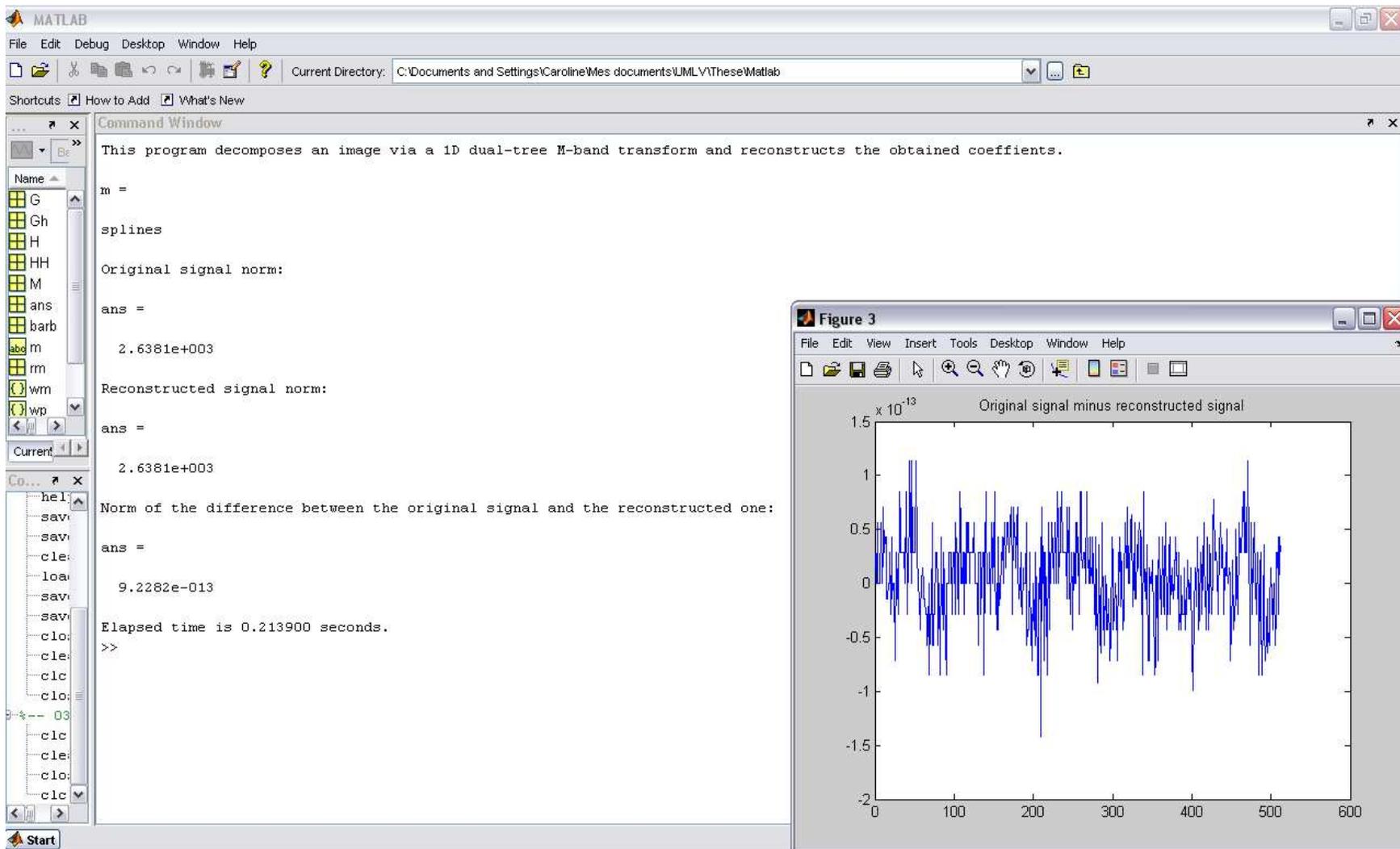


- Plan
- Problématique
- Matlab/Scilab
- Développements logiciels de l'équipe
- Introduction
- Analyse multirésolution
- Les avantages
- Illustration**
- La boîte à outils
- Démonstration
- Conclusion



- Développé sous **Matlab** (avec Wavelet toolbox) puis **converti en Scilab**
- Consiste en une **vingtaine de fichiers .m** (3 mois de programmation) permettant d'implémenter l'analyse en arbre dual
- Contient un readme.txt détaillant le programme
- Contient un **fichier d'exemple**
- Permet de faire une analyse  $M$ -bandes en arbre dual
  - ◆ choix du niveau de résolution
  - ◆ choix de l'ondelette

- Plan
- Problématique
- Matlab/Scilab
- Développements logiciels de l'équipe
- Introduction
- Analyse multirésolution
- Les avantages
- Illustration
- La boîte à outils
- Démonstration**
- Conclusion



The image shows a MATLAB interface with a Command Window and a Figure window. The Command Window displays the following text:

```

This program decomposes an image via a 1D dual-tree M-band transform and reconstructs the obtained coefficients.

m =
splines

Original signal norm:
ans =
2.6381e+003

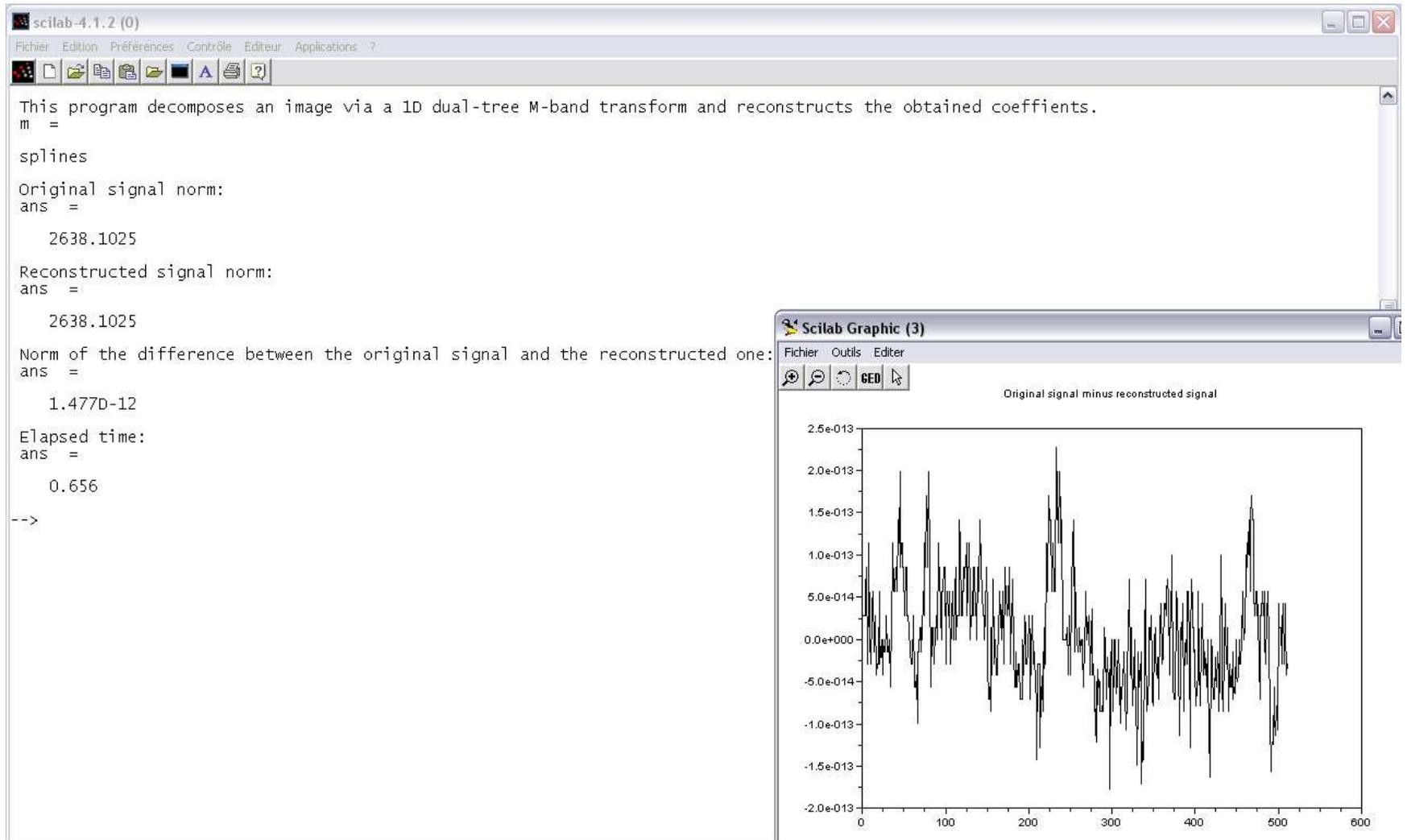
Reconstructed signal norm:
ans =
2.6381e+003

Norm of the difference between the original signal and the reconstructed one:
ans =
9.2282e-013

Elapsed time is 0.213900 seconds.
>>
  
```

The Figure window, titled "Figure 3", shows a plot of the "Original signal minus reconstructed signal". The y-axis is scaled by  $10^{-13}$  and ranges from -2 to 1.5. The x-axis ranges from 0 to 600. The plot shows a highly oscillatory signal with a maximum amplitude of approximately  $1.2 \times 10^{-13}$ .

- Plan
- Problématique
- Matlab/Scilab
- Développements logiciels de l'équipe
- Introduction
- Analyse multirésolution
- Les avantages
- Illustration
- La boîte à outils
- Démonstration**
- Conclusion



- Plan
- Problématique
- Matlab/Scilab
- Développements logiciels de l'équipe
- Introduction
- Analyse multirésolution
- Les avantages
- Illustration
- La boîte à outils
- Démonstration
- Conclusion**

- Développement d'une toolbox Matlab permettant de mettre en œuvre l'analyse  $M$ -bandes en arbre dual 1D

- Plan
- Problématique
- Matlab/Scilab
- Développements logiciels de l'équipe
- Introduction
- Analyse multirésolution
- Les avantages
- Illustration
- La boîte à outils
- Démonstration
- Conclusion**

- Développement d'une toolbox Matlab permettant de mettre en œuvre l'analyse  $M$ -bandes en arbre dual 1D
- Extension au cas bidimensionnel : sous contrat avec l'Institut Français du Pétrole

- Plan
- Problématique
- Matlab/Scilab
- Développements logiciels de l'équipe
- Introduction
- Analyse multirésolution
- Les avantages
- Illustration
- La boîte à outils
- Démonstration
- Conclusion**

- Développement d'une toolbox Matlab permettant de mettre en œuvre l'analyse  $M$ -bandes en arbre dual 1D
- Extension au cas bidimensionnel : sous contrat avec l'Institut Français du Pétrole

## Perspectives :

- Volonté de transformer les codes Matlab en Scilab afin d'utiliser des logiciels libres **mais** problème pour les applications envisagées (3D)

- Développement d'une toolbox Matlab permettant de mettre en œuvre l'analyse  $M$ -bandes en arbre dual 1D
- Extension au cas bidimensionnel : sous contrat avec l'Institut Français du Pétrole

## Perspectives :

- Volonté de transformer les codes Matlab en Scilab afin d'utiliser des logiciels libres **mais** problème pour les applications envisagées (3D)
- Développement en langage C++ pour plus de rapidité **mais** plus lent au développement

- Développement d'une toolbox Matlab permettant de mettre en œuvre l'analyse  $M$ -bandes en arbre dual 1D
- Extension au cas bidimensionnel : sous contrat avec l'Institut Français du Pétrole

## Perspectives :

- Volonté de transformer les codes Matlab en Scilab afin d'utiliser des logiciels libres **mais** problème pour les applications envisagées (3D)
- Développement en langage C++ pour plus de rapidité **mais** plus lent au développement
- Réflexion en cours en ce qui concerne le renouvellement des licences matlab