

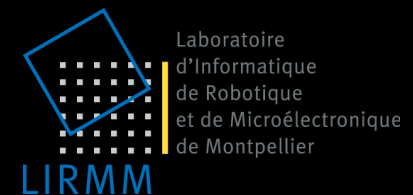
Caractérisation des lésions hépatiques focales sur des acquisitions scanner multiphasiques

Auréline Quatrehomme^{1,2}

Rapporteurs : Frédéric Precioso et Christian Roux

Examineurs : Khalifa Djemal et Gilles Gesquière

Encadrants : Denis Hoa¹, William Puech², Gérard Subsol²



¹ IMAIOS www.imaios.com

² LIRMM / Université Montpellier II / CNRS

Login | Register | Create an IMAIOS Account. It's free | EN FR ES DE CN JP BR RU |

IMAIOS E-ANATOMY E-CASES E-COURSES IPAD IPHONE ANDROID SUBSCRIBE GROUPS

e-Anatomy

Atlas of human anatomy: cross-sectional anatomy, gross anatomy, radiological anatomy

New clinical case: Craniocerebral trauma, Carotid artery injury with dissection, traumatic perforation of GI tract, pulmonary artery...

Online medical training for healthcare professionals

Popular anatomy modules Latest clinical cases Popular MRI courses

Lower extremity (diagrams) **FREE**

Images: 119
Anatomical parts: 690
Section: Limbs

Central neurocytoma **FREE**

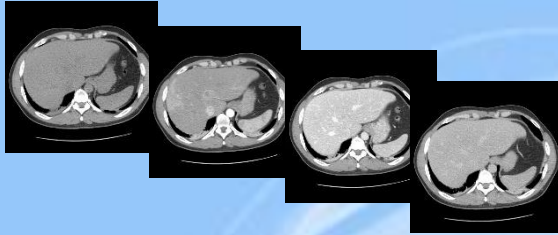
Dr Michelangelo Scopelliti -
24/09/2012
Palermo, ITALY
150 images in 6 series
Section: Brain

Nuclear Magnetic Resonance **FREE**

ADVERTISING

e-anatomy on iPhone - iPad - Android

www.imaios.com

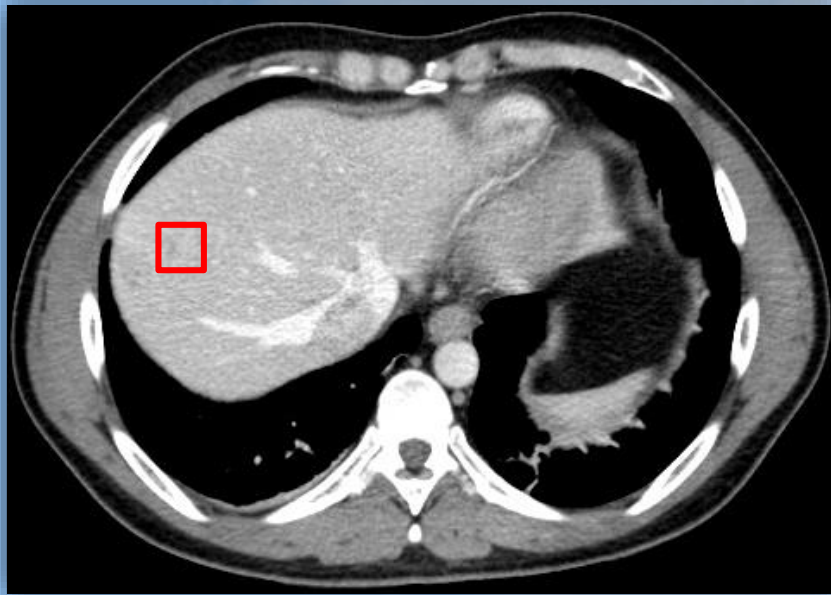


Diagnostic Assisté par Ordinateur (DAO)



L'utilisateur

- définit la zone d'intérêt
- interroge la base de données d'Imaios
- reçoit des informations





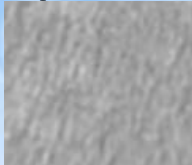

Les lésions hépatiques

Pourquoi ? Notamment car le cancer du foie tue...

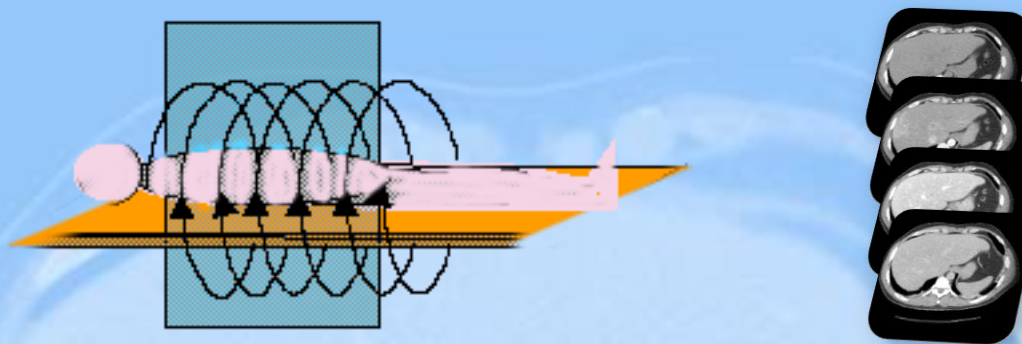
- 5^{ème} cancer au monde chez les hommes, 7^{ème} chez les femmes
- 3^{ème} cause de mortalité par le cancer
- Cancer primaire fatal dans 93% des cas



Nombre important de types de lésions hépatiques, difficiles à distinguer

1. Construction une base de données 
2. Emploi d'algorithmes de classification
3. Proposition de descripteurs visuels

4. Exploitation de séries d'images

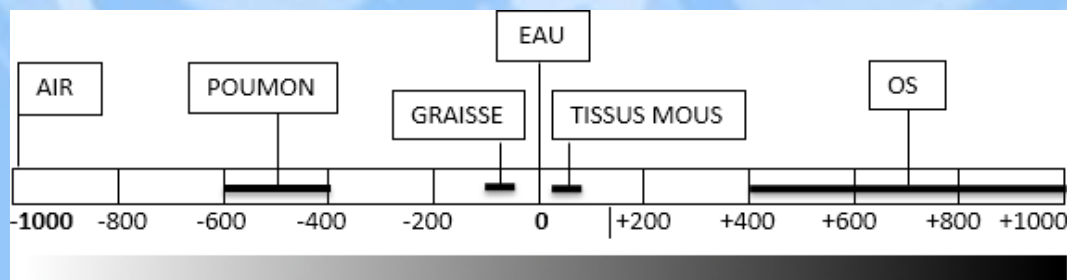
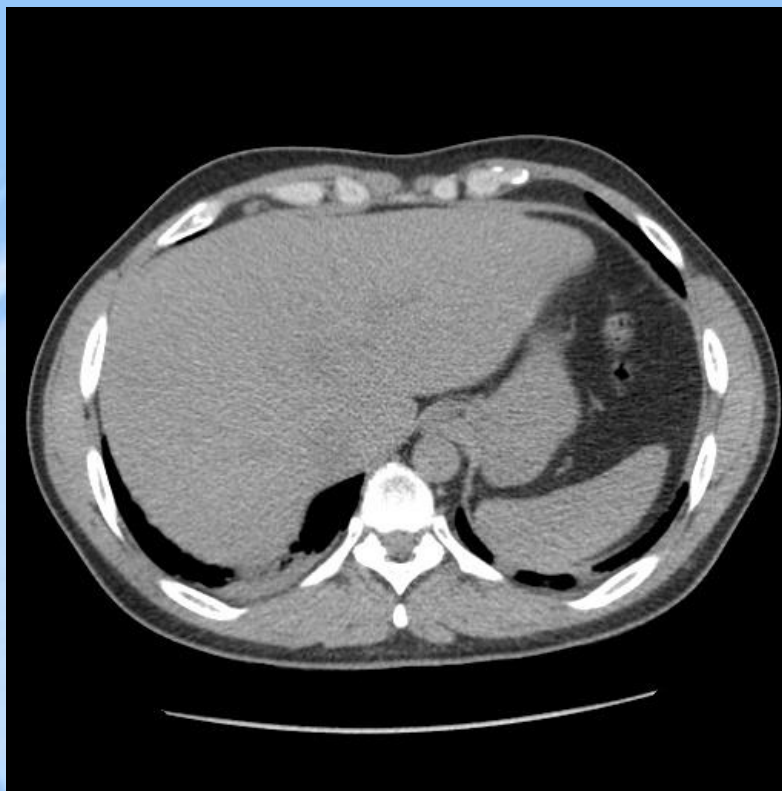
1. Construction de la base de données
2. Analyse des descripteurs visuels dans des examens monophasiques
3. Classification sur des examens multiphasiques
4. Intégration de nouveaux descripteurs
5. Bilan & perspectives

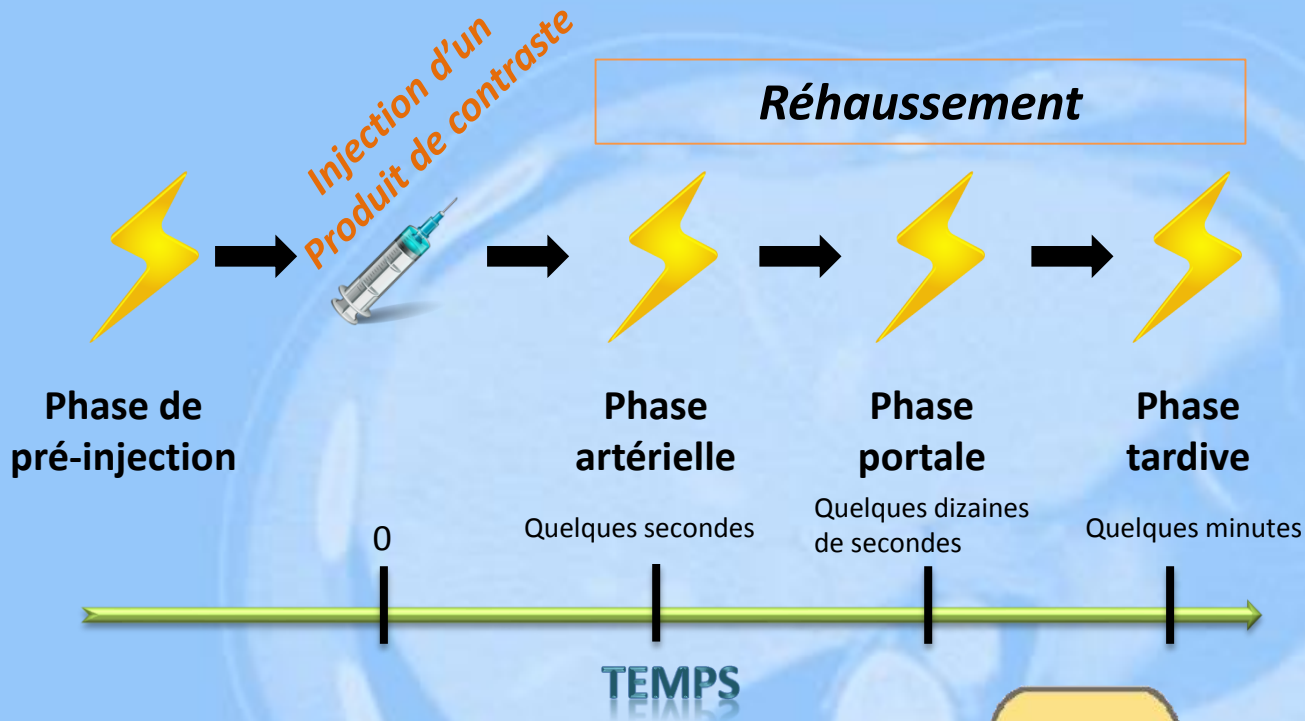


Tomodensitométrie X (TDM) ou scanographie

- Même principe que la radiologie classique
- Les tissus absorbent le faisceau de manière différente selon leur composition
- Examen de prédilection pour le foie

Tomodensitométrie



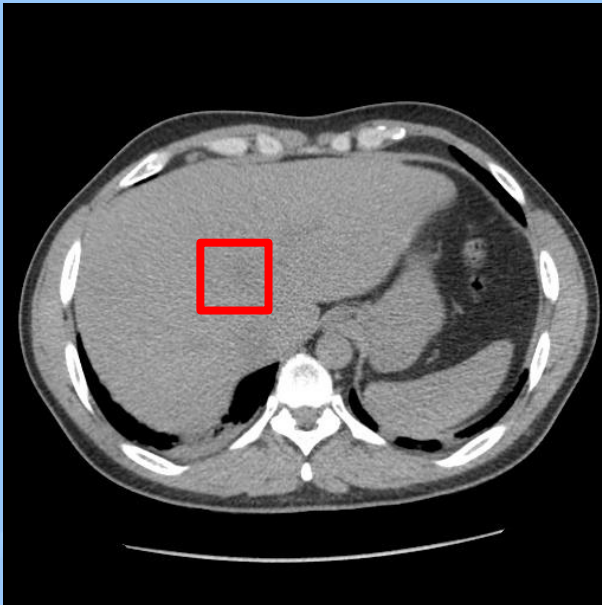


4 séries de coupes

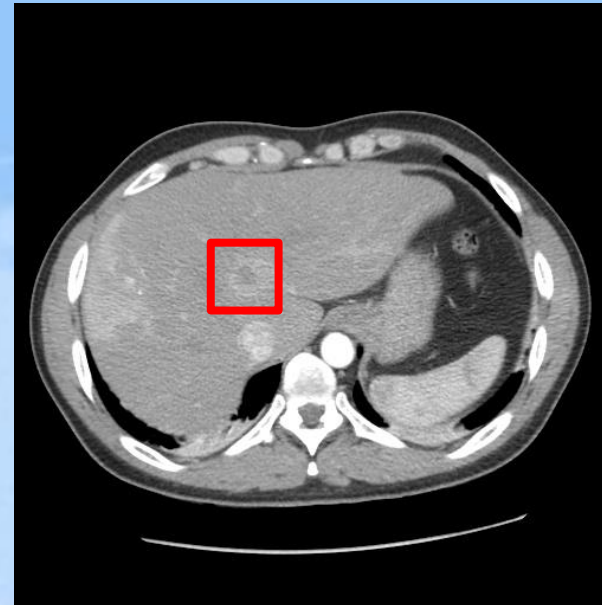
Essentiel pour les radiologues

Mais peu utilisé dans les travaux sur les lésions hépatiques

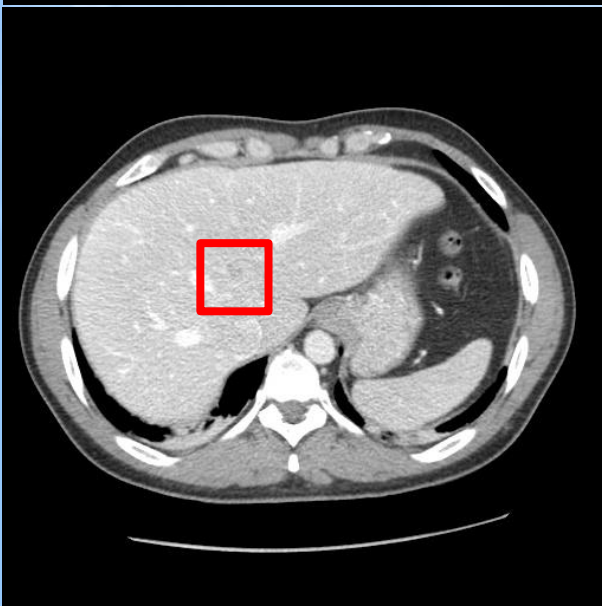
Phase 1



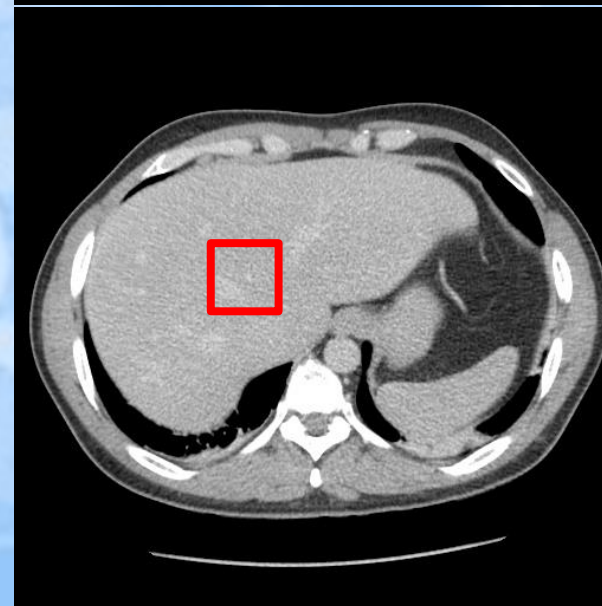
Phase 2



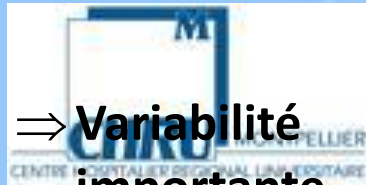
Phase 3



Phase 4

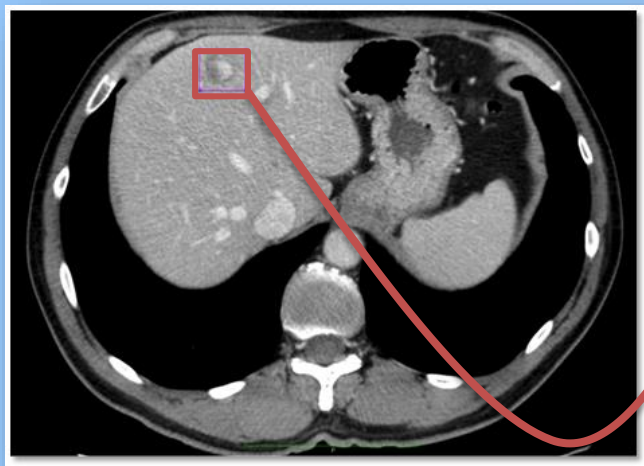


Examens scanner multiphasiques

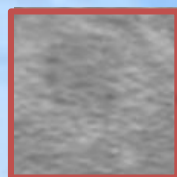


⇒ **Variabilité importante des données : plus réaliste mais plus difficile**

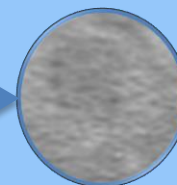
- Analyse rétrospective de cas [2008 – 2011]
- 37 patients adultes [28 – 82 ans]
- 2 scanners GE Healthcare Lightspeed : VCT & Ultra
- Radiologues différents
- Epaisseur de coupe [1,25 – 5,00 mm]



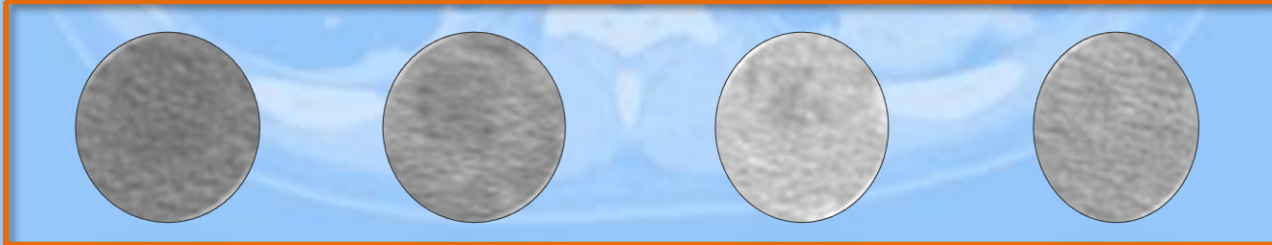
Zone manuelle rectangulaire



Extraction automatique de l'ellipse incluse



1 lésion ↔ 4 zones (1 par phase)



	Sain	Lésions non cancéreuses					Lésions cancéreuses	
	Sain Foie sain	Abc. Abcès	Adé. Adénome	Ang. Angiome	HNF Hyperplasie Nodulaire Focale	Kys. Kyste	CHC Carcinome Hépatocellulaire	Mét. Métastase
1 pré- injection								
2 artérielle								
3 portale								
4 tardive								
Base 1	-	6	10	9	6	25	13	38
Base 2	37	6	-	12	6	11	12	16

Base 1 : 107 lésions de 33 patients différents – 7 classes

Base 2 : 100 lésions de 37 patients différents – 7 classes

Constitution d'une base de données

- Processus complexe
- Prend du temps
- Travail collaboratif avec des radiologues

Notre base contient :

- Une centaine de lésions hépatiques
- Un nombre élevé de pathologies
- Des acquisitions scanner multiphasiques










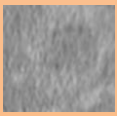















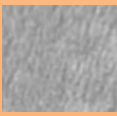








1. Construction de la base de données
2. Analyse des descripteurs visuels dans des examens monophasiques
3. Classification sur des examens multiphasiques
4. Proposition de nouveaux descripteurs
5. Bilan & perspectives

Bibliographie (acquisitions monophasiques)

Chen et al.	An automatic diagnostic system for CT liver image classification	1998
Huang, Chen & Shen	Diagnosis of hepatic tumors with texture analysis in nonenhanced computed tomography images.	2006
Kumar et al.	Diagnosis of Liver Tumor from CT Images using Curvelet Transform An automatic computer-aided diagnosis system for liver tumours on computed tomography images	2010, 2013
Adcock, Rubin & Carlson	Classification of Hepatic Lesions using the Matching Metric	2012
Bilello <i>et al.</i>	Automatic detection and classification of hypodense hepatic lesions on contrast enhanced venous-phase CT.	2004
Sadfari et al.	Image patch-based method for automated classification and detection of focal liver lesions on CT	2013
Wang et al.	Classification of Hepatic Tissues from CT Images Based on Texture Features and Multiclass Support Vector Machines	2009
Mougiakakou	Differential diagnosis of CT focal liver lesions using texture features, feature selection and ensemble driven classifiers	2007

Types de lésions	foie sain, kystes, angiomes, CHC et métastases
Objectif	classification tri-classe ou binaire (sain / pathologique ou bénin / malin) le plus souvent
Effectif des bases de données	[50 – 200]
Etape facultative	segmentation du foie ou de la lésion
Descripteurs	<p><u>Généralement :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Statistiques sur l'histogramme des niveaux de gris• Descripteurs de texture classiques :<ul style="list-style-type: none">• Statistiques extraites de la matrice de co-occurrence ou consoeurs• Descripteurs de Law <p><u>Mais aussi :</u></p> <p>Auto-covariance, fractales, ondelettes et dérivées, filtres de Gaussiennes, méthode des codes-barres, bag-of-words</p>
Algorithme de classification	Machines à Vecteur de Support et réseaux de neurones
Evaluation de la classification	Validation croisée, voire Leave One Out

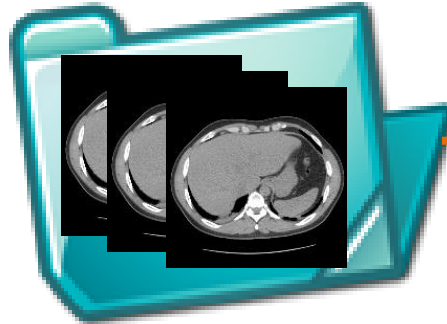
	Sain	Lésions non cancéreuses					Lésions cancéreuses	
	Sain	Abc.	Adé.	Ang.	HNF	Kys.	CHC	Mét.
1 pré-injection								
2 artérielle								
3 portale								
4 tardive								
Base 1	-	6	10	9	6	25	13	38
Base 2	37	6	-	12	6	11	12	16

Base 1 : 107 lésions de 33 patients différents – 7 classes

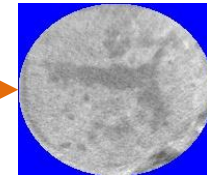
Base 2 : 100 lésions de 37 patients différents – 7 classes

1. PRÉ-TRAITEMENT

Série de coupes DICOM



Zone d'intérêt



EXTRACTION



2. DESCRIPTEURS

Vecteur de mesures



3. CLASSIFICATION

CONSTRUCTION

n fois

EVALUATION

Base de test (1)

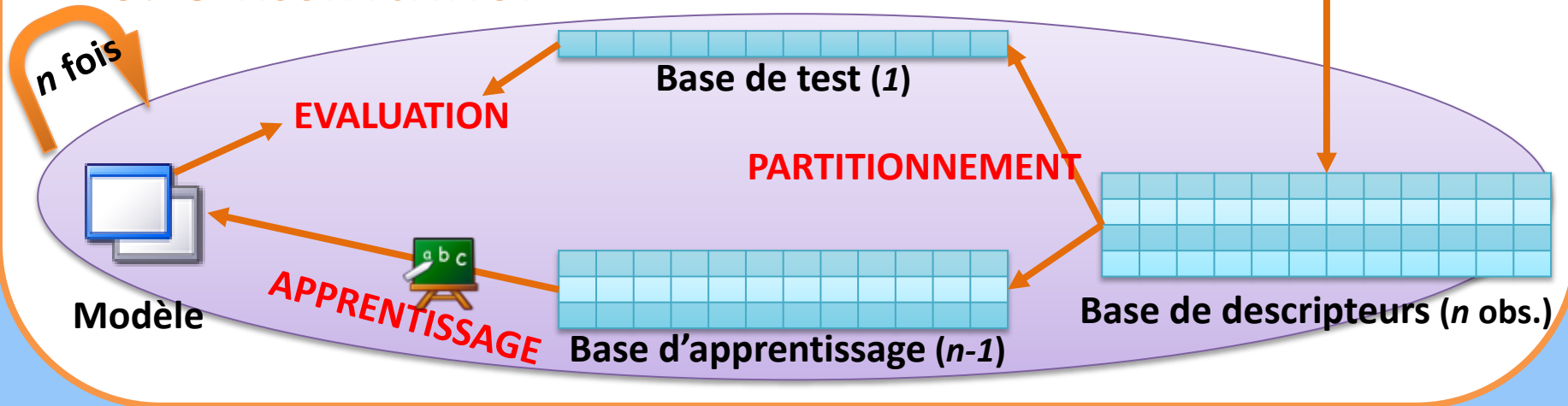
PARTITIONNEMENT

Base de descripteurs (n obs.)

APPRENTISSAGE

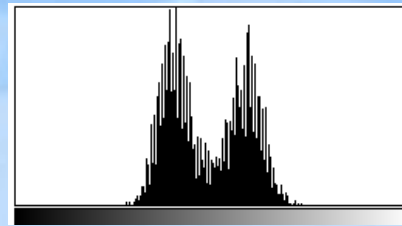
Base d'apprentissage ($n-1$)

Modèle

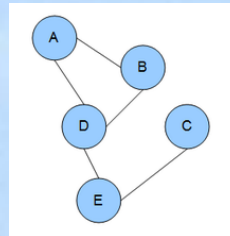


Descripteurs visuels de notre outil – Ensemble A

Statistiques sur l'histogramme des
niveaux de gris



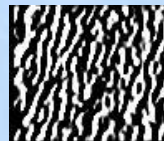
Gaussian Markov Random Fields (GMRF)



Ernst Ising, *Beitrag zur Theorie des Ferromagnetismus*, Zeitschrift für Physik A Hadrons and Nuclei, Springer, issue 1 volume 31 p. 253-258, 1925.

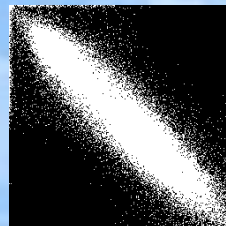
M. Hassner and J. Sklansky, *The use of Markov random fields as models of texture*, Computer Graphics and Image Processing, 12:357-370, 1980.

Mesures de Law



K. Laws. Rapid texture identification. In SPIE Vol. 238 Image Processing for Missile Guidance, p.376-380, 1980.

Statistiques d'Haralick sur
la matrice de co-occurrence

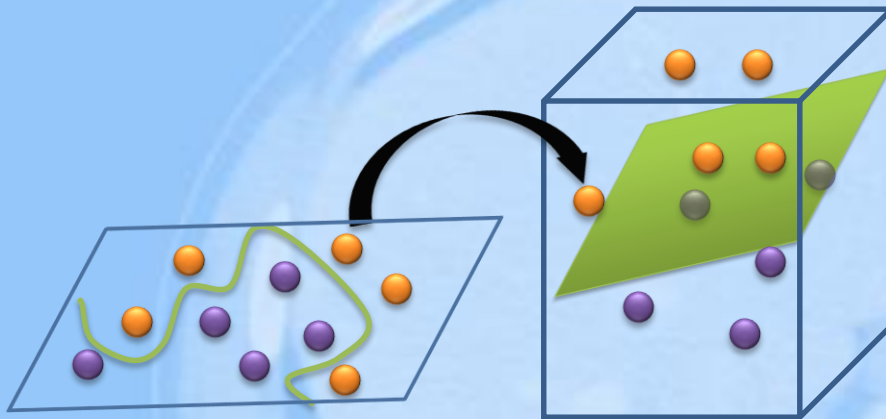


R. M. Haralick : Statistical and Structural Approaches to Texture. *In Proceedings of the IEEE*, volume 67 n° 5, 1979.

Stats histo- gramme (4 mesures)	Haralick (9 mesures statistiques sur 4 directions)	Law (2 mesures statistiques sur 14 images d'énergie)	GMRF (4 mesures)
---	---	---	--------------------------------

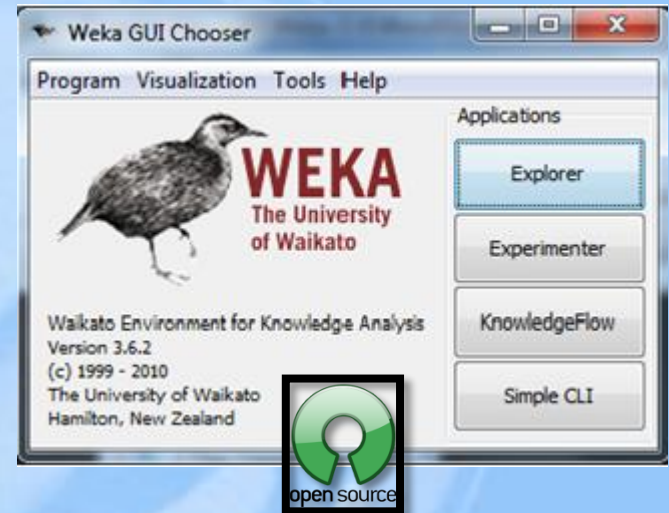
72 attributs

Support Vector Machine (SVM)



Allons dans un espace de dimension supérieure !

Paramètres : Noyau polynomial, exposant 1.



Implémentation:

Sequential Minimal Optimization [1]

1 Platt J., *Fast Training of Support Vector Machines Using Sequential Minimal Optimization*, Advances in Kernel Methods - Support Vector Learning, MIT Press 2007

Validation croisée «Leave One Out »



Leave One Out (LOO)

- 1 lésion de test
- $n-1$ lésions pour l'apprentissage

Exhaustive:

n partitionnements différents

Validation croisée

1. Séparer la base de données en 2 ensembles : apprentissage et test
2. Lancer la classification et évaluer les résultats
3. Aller en 1. et recommencer pour différents partitionnements

MATRICE DE CONFUSION

Étiquettes Lésions	Abc.	Ade.	Kys.	HNF	Ang.	CHC	Mét.
Abcès	2	0	1	1	1	1	0
Adénome	0	10	0	0	0	0	0
Kyste	0	1	23	0	0	0	1
HNF	0	0	0	0	2	0	4
Angiome	3	1	0	2	2	0	1
CHC	1	2	0	0	0	3	7
Métastase	4	2	3	1	2	2	24

Instances correctement étiquetées : 64 / 107 (59,81%)

Précision totale moyenne de classification : 0,56



Temps de calcul de l'ensemble A : plusieurs heures pour notre base dont 99,2% consacré aux descripteurs d'Haralick !

2 voies possibles pour le réduire :

- Optimisation du calcul => parallélisme
- Approximation de la matrice => histogrammes d'Unser *

* M. Unser : Sum and Difference Histograms for Texture Classification, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 8(1):118 – 125, 1986.

Unser ⇔ approximation des descripteurs d'Haralick :
Beaucoup plus rapide

UNSER

HARALICK

Tables spatiales

Caractérisons cette texture !

2	2	3	3
1	2	3	3
2	2	2	2
1	2	2	2

son voisin

pixel considéré

	0	1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	3	0	0	0	0
3	0	0	2	2	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0

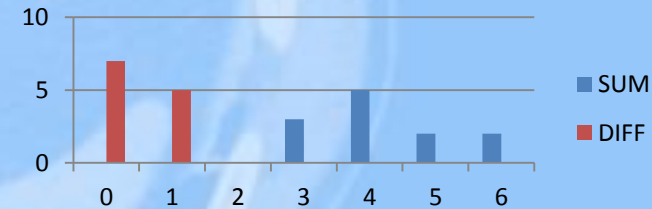
GreyLevel Cooccurrence Matrix (GLCM)

4	5	6	
3	5	6	
3	4	4	
3	4	4	

Somme

	0	1	0
	1	1	0
	1	0	0
	1	0	0

Différence



Intervalle pixels	
0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	

Exemple basique : distance de 1 pixel à droite sur l'axe horizontal

[9 - 14]

Extraction de mesures statistiques

9

ENSEMBLE DE DESCRIPTEURS	Haralick	Haralick parallélisé	Unser
TEMPS DE CALCUL	Plusieurs heures	111 minutes	< 3 minutes
INSTANCES CORRECTEMENT ETIQUETEES	67,29 %		68,22 %

Validation du remplacement des descripteurs d'Haralick par ceux d'Unser

- **Système de caractérisation des lésions du foie s'appuyant sur l'état de l'art**
- **Remplacement des descripteurs d'Haralick par ceux d'Unser**
 - Temps de calcul acceptable
 - Résultats comparables de classification
- **Résultats insatisfaisants en l'état**

1. Construction de la base de données
2. Analyse des descripteurs visuels dans des examens monophasiques
3. Classification sur des examens multiphasiques
4. Proposition de nouveaux descripteurs
5. Bilan & perspectives




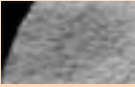





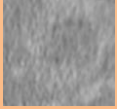






















- **Projet 1** : D. Duda, M. Kretowski et J. Bezy-Wendling : Texture Characterization for Hepatic Tumor Recognition in Multiphase CT. *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, 26 (4), pages 15–24, 2006.
- **Projet 2 regroupant plusieurs articles** :
 - J. Ye, Y. Sun et S. Wang : Multi-Phase CT Image Based Hepatic Lesion Diagnosis by SVM. *In 2nd International Conference on Biomedical Engineering and Informatics*, pages 1–5, 2009
 - S. W. Shuqin, Y. Sun, Q. Weng, J. Ye, L. Gu, L. Qian et J. Xu : Improvement of Feature Selection in Multi-phase CT Images of Hepatic Lesions. *In Proceedings of the 2009 International Symposium on Bioelectronics and Bioinformatics*, pages 72–75, 2009.
 - S. Su et Y. Sun : Key techniques research in computer-aided hepatic lesion diagnosis system based on multi-phase CT images. *In Image and Signal Processing (CISP), 2011 4th International Congress on*, volume 4, pages 1921–1927, 2011.

Projet	Expérimentations
1	<p>Objectif : classification tri-classe</p> <ul style="list-style-type: none">• Sur les groupes de descripteurs (séparément ou ensemble)• Sur les phases (séparément ou ensemble)• Sur les algorithmes de classification
2	<p>Objectif : classifications binaires sain / pathologique, kyste / autre, angiome / CHC</p> <ul style="list-style-type: none">• Sur les groupes de descripteurs (séparément ou ensemble)• Sur les phases (séparément ou deux par deux)• Sélection : 2 étapes de sélection automatique• Ajout d'étapes avant la classification : segmentation, alignement et détection

- Bases de données de petite taille / patients redondants
- Faible nombre de classes différenciées (3 ou 4)
- Algorithmes classiques de classification
- Descripteurs visuels classiques, sauf les mesures temporelles provenant des études IRM ^{1,2}

1 V.A. Arasu, R.C., Chen, D.N. Newitt, C.B. Chang, H. Tso, N.M. Hylton et B.N. Joe : Can signal enhancement ratio (SER) reduce the number of recommended biopsies without affecting cancer yield in occult MRI-detected lesions ? *Acad Radiology*, 18(6): 716– 721, 2011.

2 S. Yamazoe, T. Takahara, K. Shimizu K, K. Ouchi, T. Mogami, J. Harada et K. Fukuda : Diffusion-weighted imaging with relative signal intensity statistical thresholding for delineating prostate cancer tumors. *Magnetic Resonance in Medical Science*, 11(1):1–8, 2012.

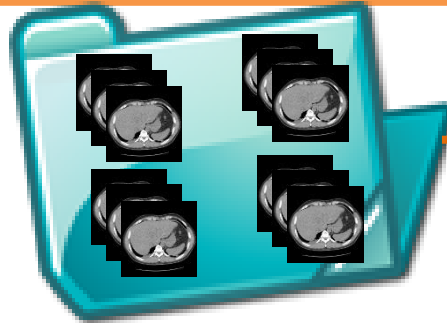
	Sain	Lésions non cancéreuses					Lésions cancéreuses	
	Sain	Abc.	Adé.	Ang.	HNF	Kys.	CHC	Mét.
1 pré-injection								
2 artérielle								
3 portale								
4 tardive								
Base 1	-	6	10	9	6	25	13	38
Base 2	37	6	-	12	6	11	12	16

Base 1 : 107 lésions de 33 patients différents – 7 classes

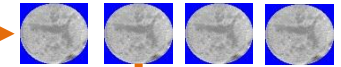
Base 2 : 100 lésions de 37 patients différents – 7 classes

4 séries de coupes

1. PRÉ-TRAITEMENT



Zones d'intérêt



EXTRACTION



2. DESCRIPTEURS

Vecteur de mesures



3. CLASSIFICATION

CONSTRUCTION

n fois

EVALUATION

Base de test (1)

PARTITIONNEMENT

Base de descripteurs (n obs.)

APPRENTISSAGE

Base d'apprentissage ($n-1$)

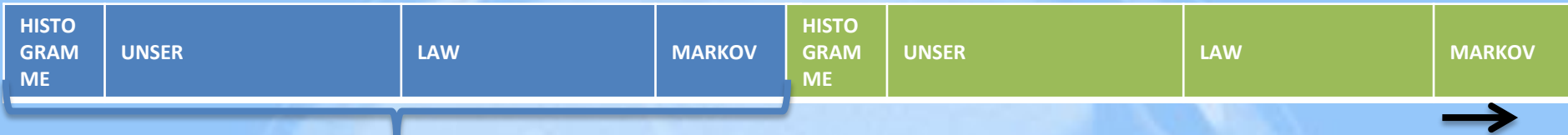
Modèle



Vecteur de mesures

Phase 1

Phase 2



72 attributs

Phase 3

Phase 4



TOTAL: 288 attributs

PHASE PORTALE							
	Abc	Adé	Kys	HNF	Ang	CHC	Mét
Abc	2	0	1	1	1	1	0
Adé	0	10	0	0	0	0	0
Kys	0	1	23	0	0	0	1
HNF	0	0	0	0	2	0	4
Ang	3	1	0	2	2	0	1
CHC	1	2	0	0	0	3	7
Mét	4	2	3	1	2	2	24

Réussite : 64 / 107 (59,81%)

MULTIPHASE							
	Abc	Adé	Kys	HNF	Ang	CHC	Mét
Abc	1	0	0	1	0	0	3
Adé	0	9	0	0	0	0	1
Kys	0	0	24	0	0	0	1
HNF	0	0	0	1	0	1	4
Ang	0	1	1	0	7	0	0
CHC	0	0	1	0	1	6	5
Mét	3	1	1	3	0	5	25

Réussite : 73 / 107 (68,22%)

Le diagnostic de la phase portale : HNF :

- Influence positive sur les angiomes et les CHC (hypervasculaires)
- Son aspect visuel est très variable et elle peut ressembler aux autres types de lésions !
- Stabilité sur les autres classes

Etudions les résultats de 2 radiologues dans les mêmes conditions !



OsiriX DICOM viewer



Local Database / No album selected / Result = 107 studies (1 320 images)

Patient name	Report	Lock	Patient ID	Age	Accession Number	Study Description	Modality	ID	Date Acquired
M10011 (4 series)			M10011		10807901	Study	CT	M10011	09/04/10 1
M10012 (4 series)			M10012		11714147	Study	CT	M10012	26/09/10 1
M10013 (2 series)			M10013		11428283	Study	CT	M10013	27/07/10 1
M10014 (3 series)			M10014		09445863	Study	CT	M10014	04/08/09 1
M10015 (4 series)			M10015		06144831	Study	CT	M10015	06/11/07 2
M10016 (4 series)			M10016		11846169	Study	CT	M10016	03/11/10 1
M10017 (2 series)			M10017		10447107	Study	CT	M10017	29/01/10 2
M10018 (4 series)			M10018		11846169	Study	CT	M10018	03/11/10 1
M10019 (4 series)			M10019		12003478	Study	CT	M10019	18/11/10 1
M10020 (4 series)			M10020		13634482	Study	CT	M10020	13/09/11 1
M10021 (2 series)			M10021		10447107	Study	CT	M10021	29/01/10 2
M10022 (4 series)			M10022		13620928	Study	CT	M10022	13/09/11 1
M10023 (4 series)			M10023		12927128	Study	CT	M10023	29/04/11 1
M10024 (4 series)			M10024		13694767	Study	CT	M10024	22/09/11 1
M10025 (2 series)			M10025		10447107	Study	CT	M10025	29/01/10 2
M10026 (4 series)			M10026		12637223	Study	CT	M10026	15/03/11 1
M10027 (2 series)			M10027		10447107	Study	CT	M10027	29/01/10 2
M10028 (3 series)			M10028		11515705	Study	CT	M10028	18/08/10 1
M10029 (4 series)			M10029		13443859	Study	CT	M10029	02/08/11 1
M10030 (4 series)			M10030		13620928	Study	CT	M10030	13/09/11 1
M10031 (3 series)			M10031		11490218	Study	CT	M10031	11/08/10 1

TAP 5.0 SANS IV
3 images

TAP 5.0 TPS ART CE
31 images

TAP 5.0 TPS PORTAL
CE
7 images

TAP 5.0 CPES TARDI
CE
7 images

Image size: 512 x 512
View size: 884 x 388
WL: 50 WW: 350

Zoom: 76% Angle: 0
Im: 4/4
Uncompressed
Thickness: 5.00 mm Location: -1162.50 mm
15/03/11 12:36:06
Made In OsiriX

TAP 5.0 SANS IV
3 images

TAP 5.0 TPS ART CE
31 images

TAP 5.0 TPS PORTAL
CE
7 images

TAP 5.0 CPES TARDI
CE
7 images

Image size: 512 x 512
View size: 1785 x 1073
WL: 93 WW: 168

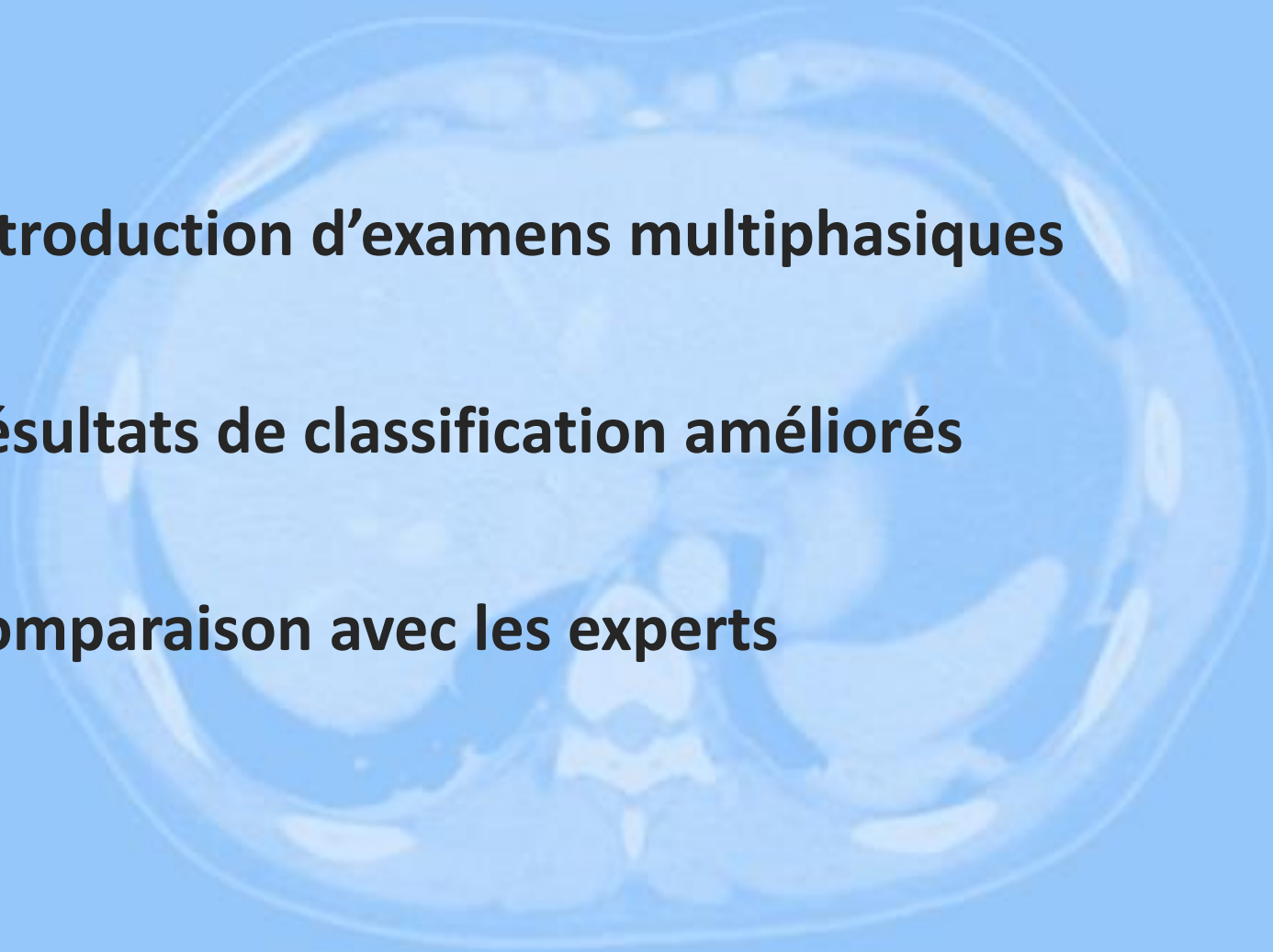
Zoom: 210% Angle: 0
Im: 3/7 (S - I)
Uncompressed
Thickness: 5.00 mm Location: -1172.50 mm
15/03/11 12:36:06
Made In OsiriX

$$s = \frac{2|X \cap Y|}{|X| + |Y|}$$

COMPARAISON DES RESULTATS SUR DU MULTIPHASE				
Classe	Effectif	Succès		Coeff. de Dice
		Experts	Outil	
Abcès	6	1	1	0,000
Adénome	10	0	9	0,000
Kyste	25	25	24	0,958
HNF	6	1	1	0,000
Angiome	9	7	7	0,667
CHC	13	0	6	0,000
Métastase	38	17	25	0,468
TOTAL	107	51	73	0,618

Les mêmes tendances

- **Introduction d'examens multiphasiques**
- **Résultats de classification améliorés**
- **Comparaison avec les experts**



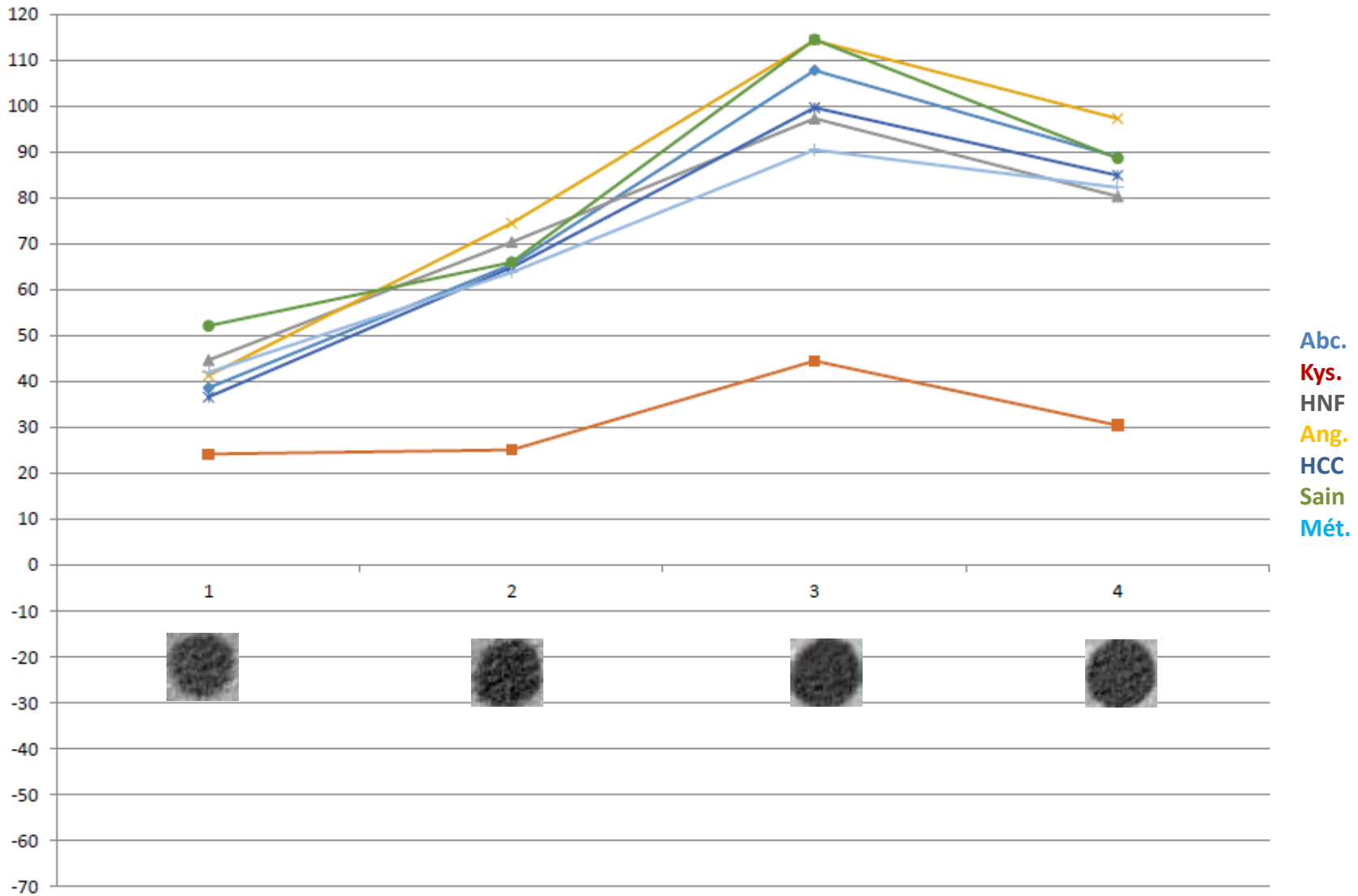
1. Construction de la base de données
2. Analyse des descripteurs visuels dans des examens monophasiques
3. Classification sur des examens multiphasiques
4. Proposition de nouveaux descripteurs
5. Bilan & perspectives

	Sain	Lésions non cancéreuses					Lésions cancéreuses	
	Sain	Abc.	Adé.	Ang.	HNF	Kys.	CHC	Mét.
1 pré-injection								
2 artérielle								
3 portale								
4 tardive								
Base 1	-	6	10	9	6	25	13	38
Base 2	37	6	-	12	6	11	12	16

Base 1 : 107 lésions de 33 patients différents – 7 classes

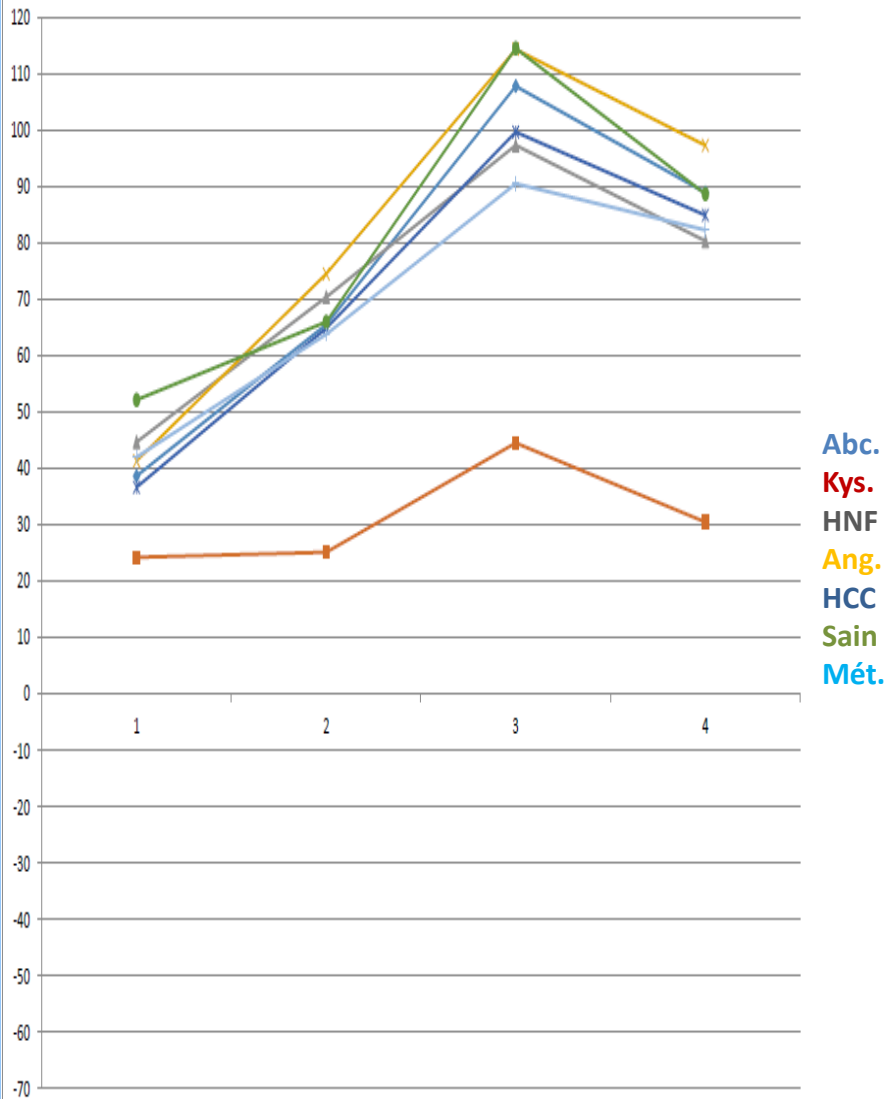
Base 2 : 100 lésions de 37 patients différents – 7 classes

Moyennes des niveaux de gris par classe et phase

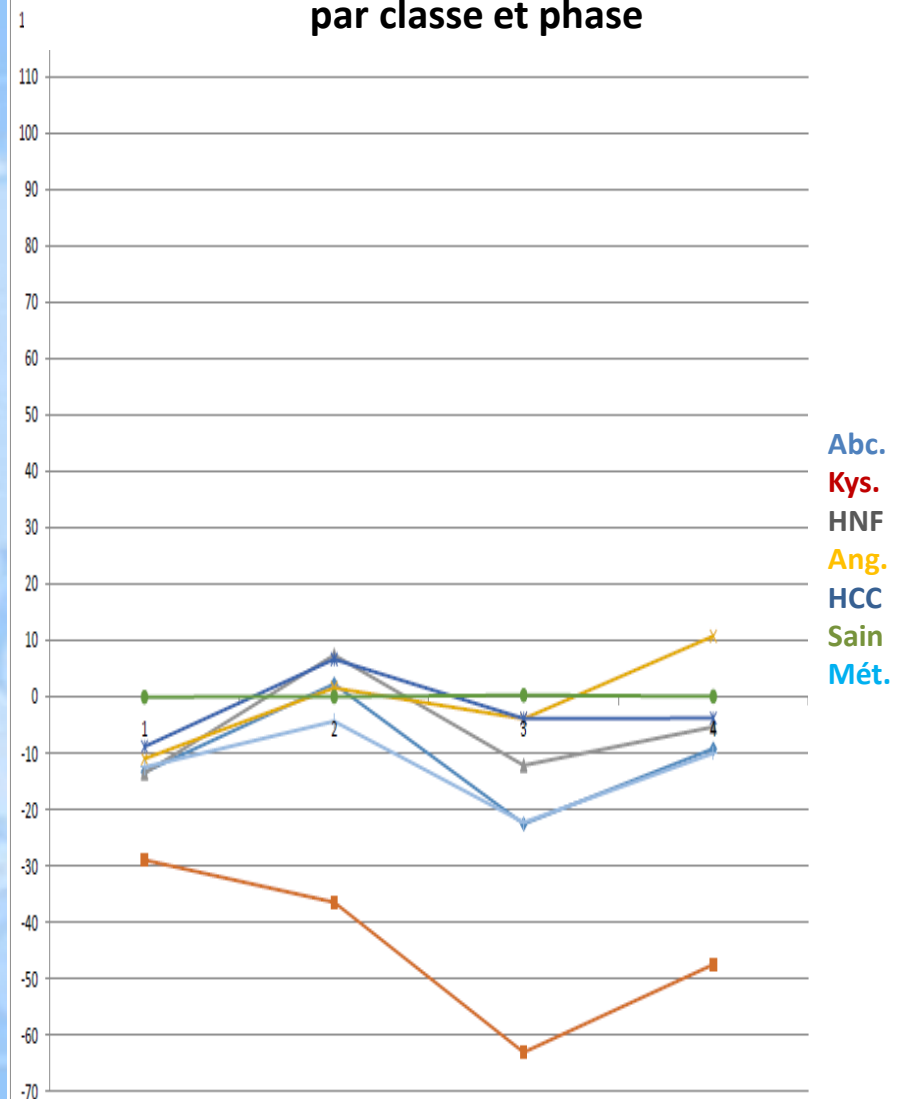


Profils temporels et normalisation

Moyennes des niveaux de gris par classe et phase

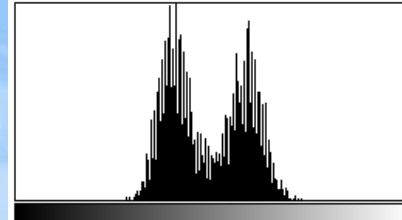


Moyenne des niveaux de gris normalisés par classe et phase

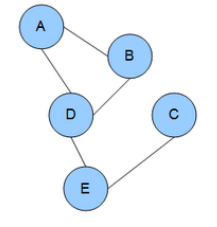


Ensemble B de descripteurs visuels

Statistiques sur l'histogramme des niveaux de gris



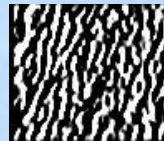
Gaussian Markov Random Fields (GMRF)



[1]Ernst Ising, *Beitrag zur Theorie des Ferromagnetismus*, Zeitschrift für Physik A Hadrons and Nuclei, Springer, issue 1 volume 31 p. 253-258, 1925.

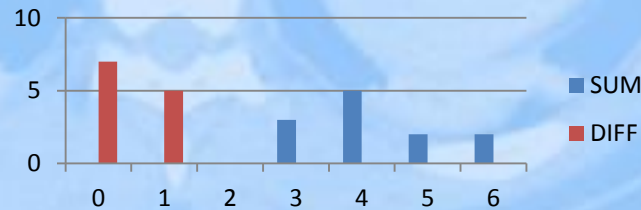
[3] M. Hassner and J. Sklansky, *The use of Markov random fields as models of texture*, Computer Graphics and Image Processing, 12:357-370, 1980.

Mesures de Law



K. Laws. Rapid texture identification. In SPIE Vol. 238 Image Processing for Missile Guidance, p.376-380, 1980.

Statistiques sur les histogrammes d'Unser



Précision totale de classification sur la Base de données 2 normalisée : 0,754

- **Variation des niveaux de gris entre 2 phases :**
3 descripteurs \Leftrightarrow une étiquette : stable, -, --, ---, +, ++, +++
- **Descripteurs issus de travaux sur l'IRM**
4 descripteurs \Leftrightarrow Intensité Relative du Signal entre les phases
(3 valeurs) et Ratio du Réhaussement du Signal

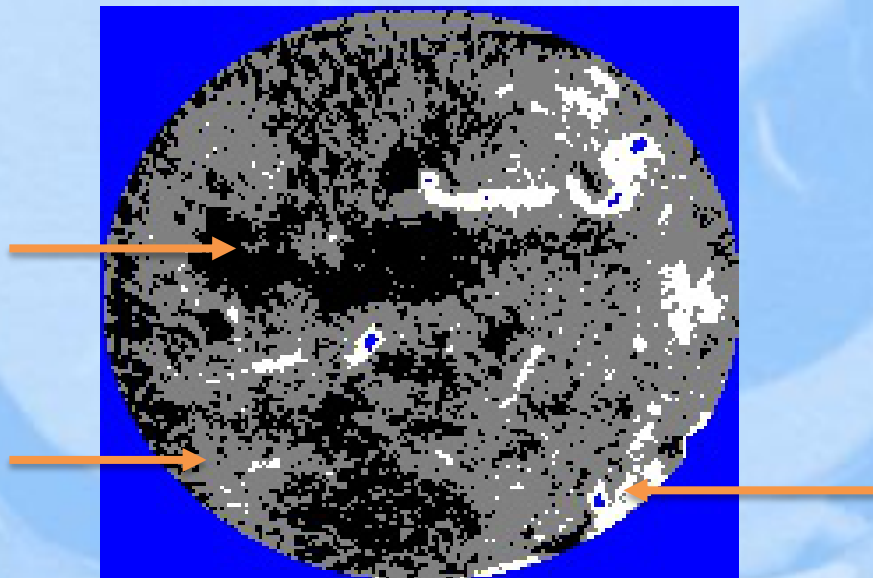
→ **Mauvais résultats de classification seuls**

Carte représentant pour chaque pixel de la lésion sa densité par rapport au foie sain.

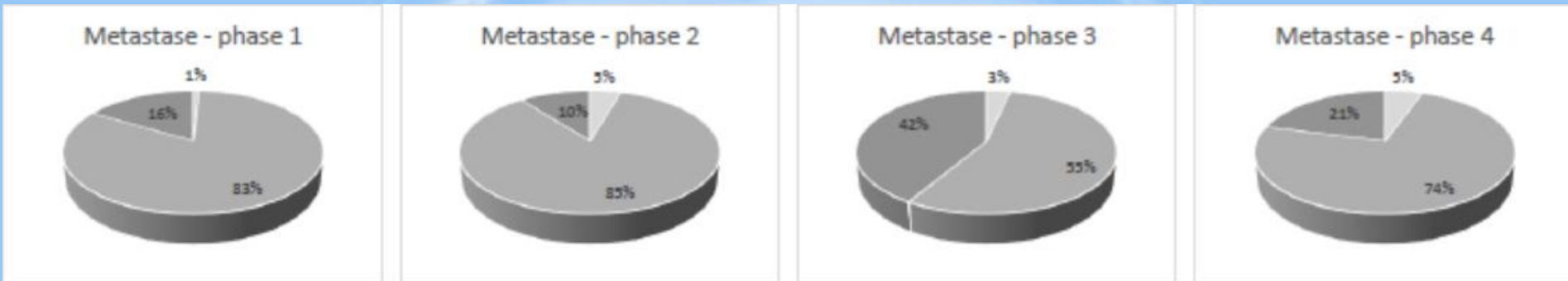
Zones noires :
hypodenses

Zones grises :
isodenses

Zones blanches :
hyperdenses



Répartition des zones de densité au cours des phases.

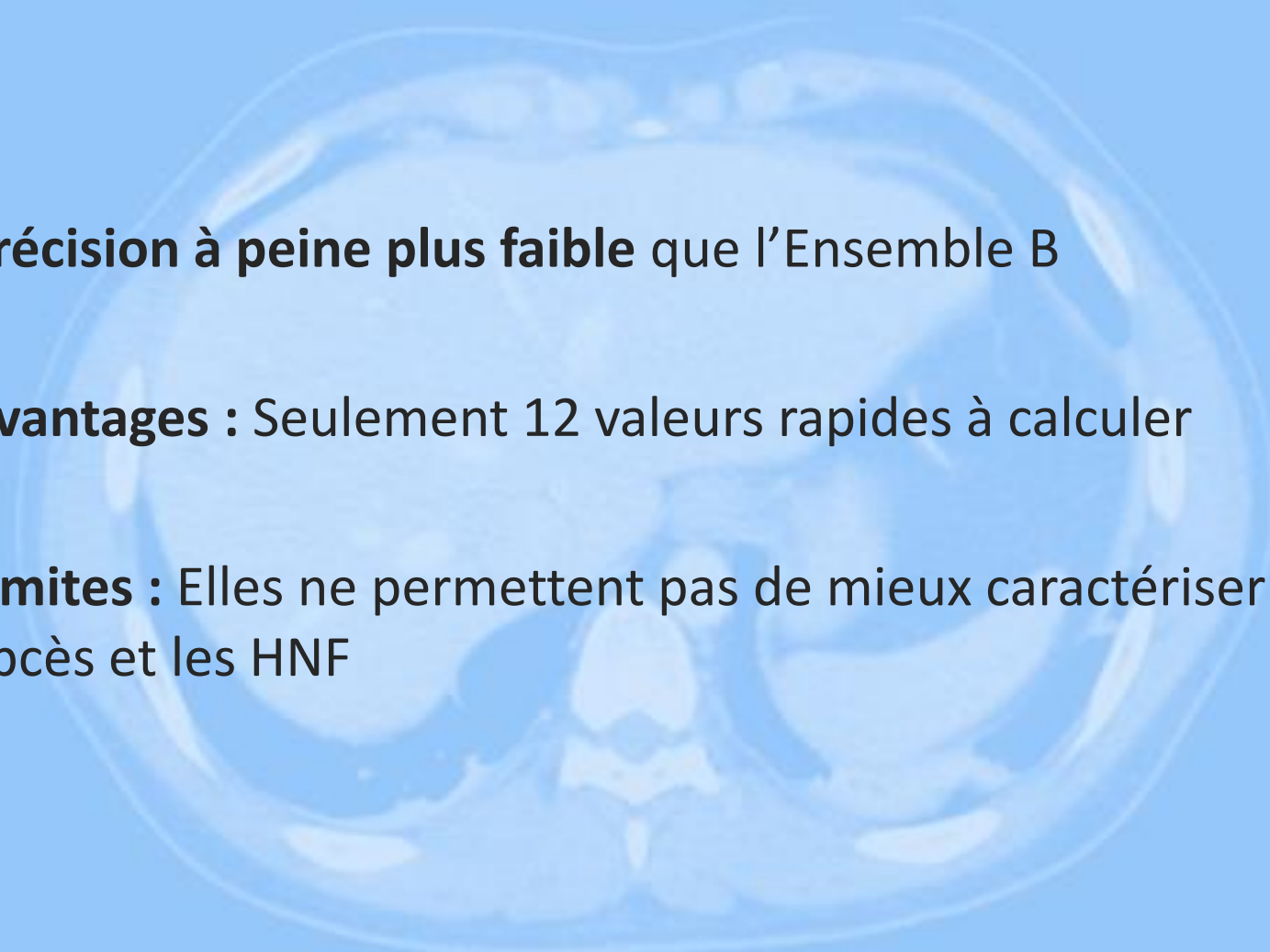


Sur chaque phase : pourcentages d'occupation des 3 zones

⇒ 12 mesures

MATRICE DE CONFUSION							
Etiquettes Lésions	Sain	Ang.	Abc.	Kyste	HNF	CHC	Mét.
Sain	37	0	0	0	0	0	0
Angiome	0	9	0	2	0	1	0
Abcès	0	1	0	1	0	4	0
Kyste	0	0	0	9	0	1	1
HNF	0	2	0	2	0	2	0
CHC	0	1	1	0	0	10	0
Métastase	3	0	0	0	0	0	13

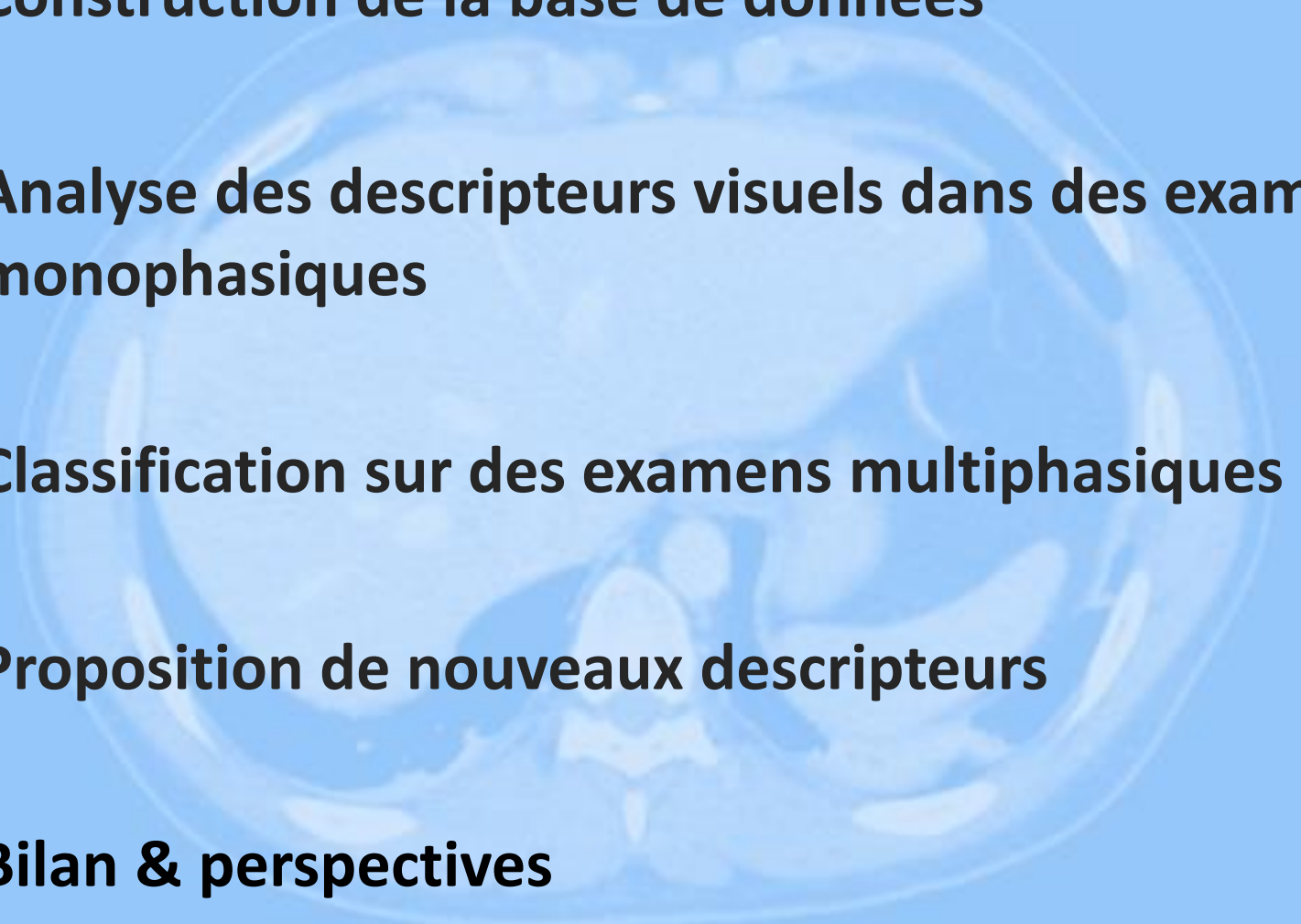
Instances correctement étiquetées : 78 / 100 (78%) / précision 0,711

- 
- **Précision à peine plus faible** que l'Ensemble B
 - **Avantages** : Seulement 12 valeurs rapides à calculer
 - **Limites** : Elles ne permettent pas de mieux caractériser les abcès et les HNF

- **Ensemble de départ = 312 mesures :**
Ensemble B + profils temporels + cartes de densité + descripteurs IRM
- **Algorithme de sélection automatique (χ^2)**
- **Sous-ensemble sélectionné = 220 mesures :**
 - Ensemble B : toutes celles de Law, certaines d'Unser et stats sur l'histogramme
 - Descripteurs temporels : toutes
 - Cartes de densité : toutes
 - Descripteurs IRM : 3 mesures d'Intensité Relative du Signal
- **Influence sur la précision totale de classification :**

Ensemble B	Profils	IRM	Cartes	Tout	Sélection
<u>0,754</u>	0,123	0,137	<u>0,711</u>	<u>0,758</u>	0,760

Huan Liu; Setiono, R., "Chi2: feature selection and discretization of numeric attributes", *Seventh International Conference on Tools with Artificial Intelligence*, vol., no., pp.388,391, 5-8 Nov 1995

- 
- 1. Construction de la base de données**
 - 2. Analyse des descripteurs visuels dans des examens monophasiques**
 - 3. Classification sur des examens multiphasiques**
 - 4. Proposition de nouveaux descripteurs**
 - 5. Bilan & perspectives**

➤ **Construction d'une base de données**

- 100 lésions du foie
- Images scanner multiphasiques
- Nombre de classes élevé (7)



➤ **Application de descripteurs visuels et d'un algorithme de classification de l'état de l'art** *[A. Quatrehomme et al., MIAD 2012]*

➤ **Optimisation du temps de calcul (approche parallèle et histogrammes d'Unser)** *[A. Quatrehomme et al., MICCAI 2012]*

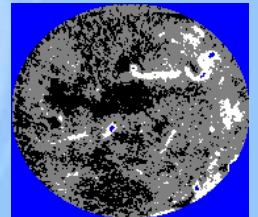
➤ Validation de l'approche multiphasique

[A. Quatrehomme et al., EUSIPCO 2013]

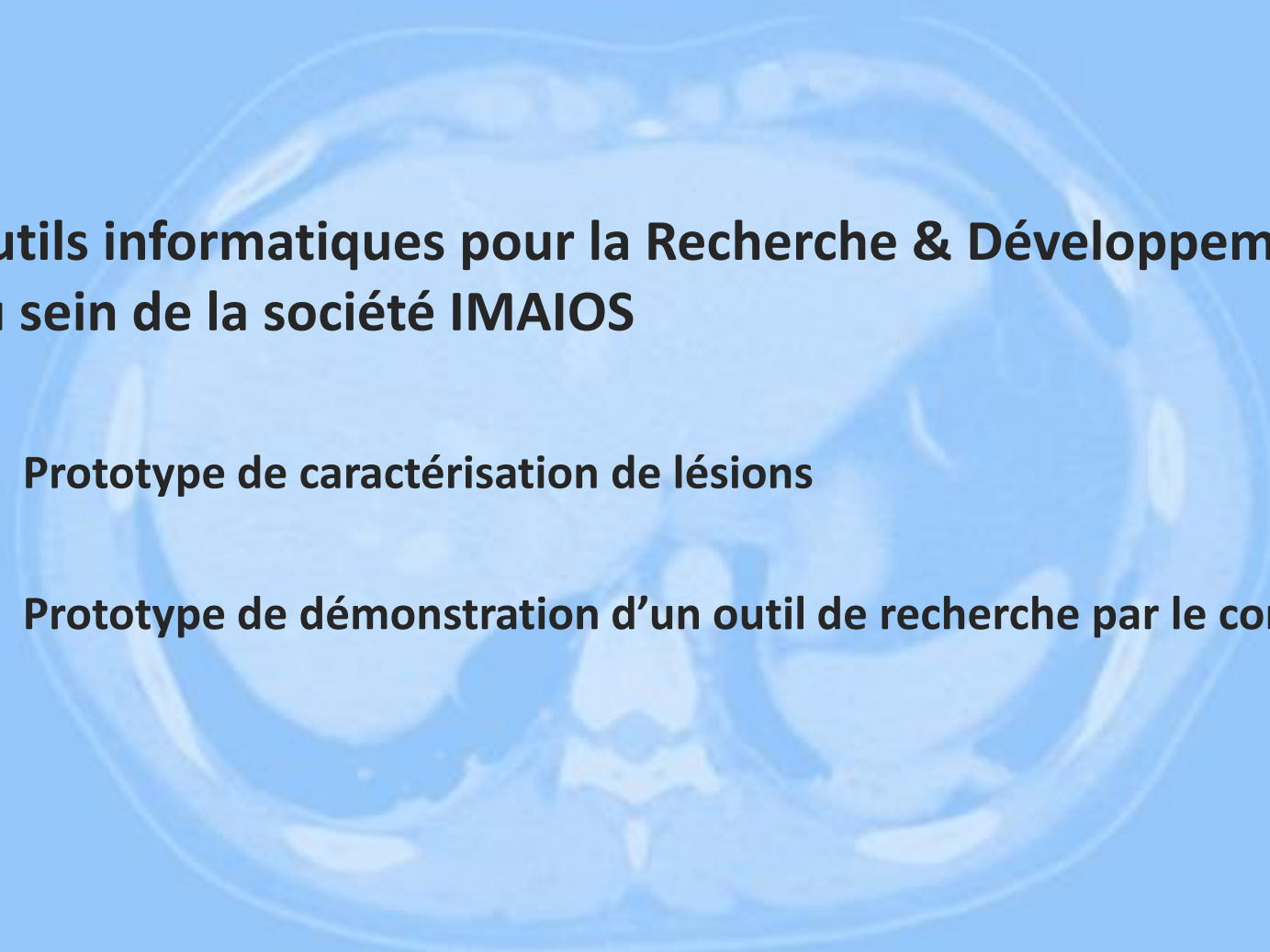
- Par les résultats de classification
- Par la comparaison avec des experts

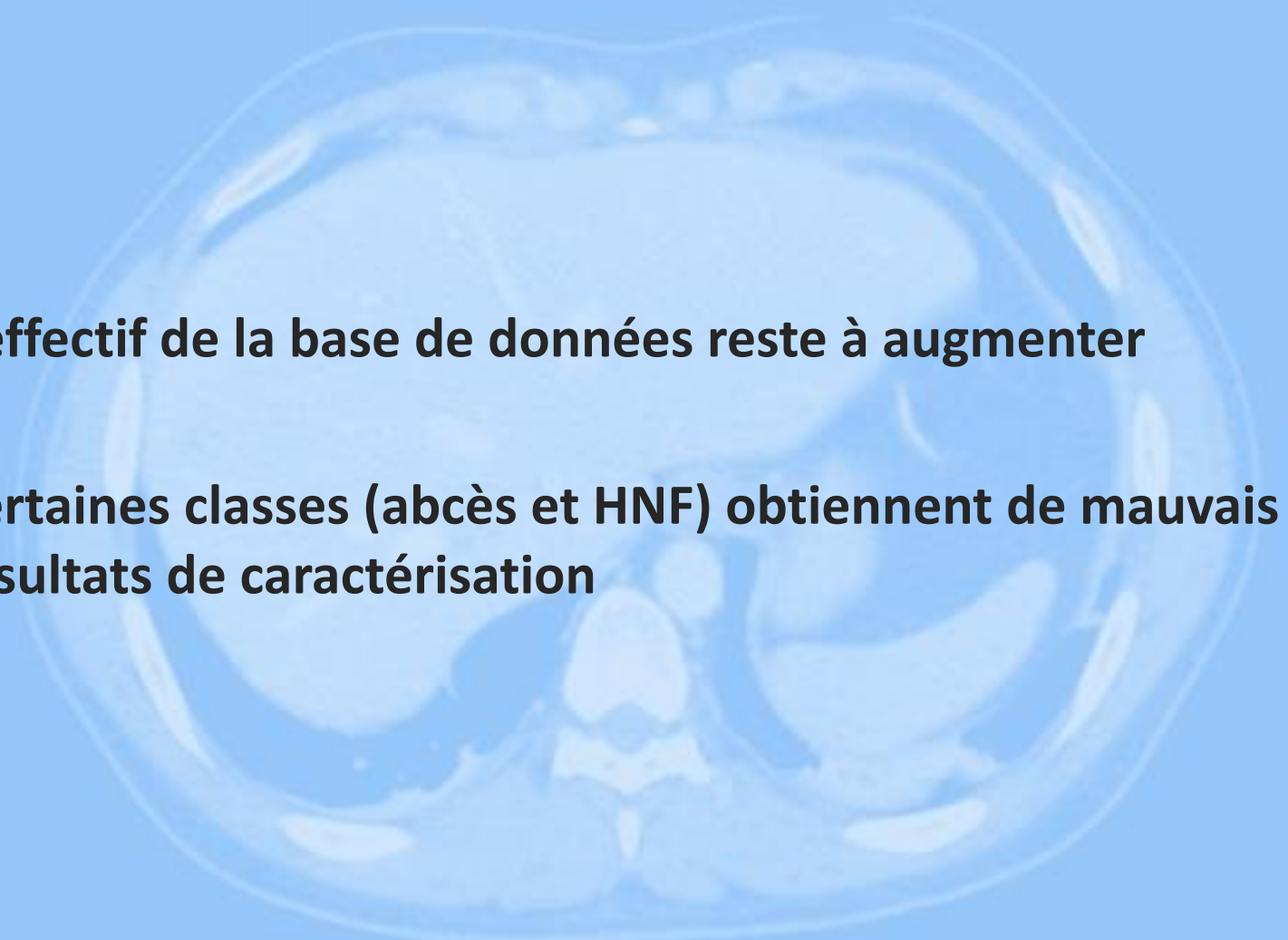
➤ Proposition de nouveaux descripteurs

- Réhaussement temporel des lésions
- Cartes de densité (Score équivalent avec seulement 12 valeurs)



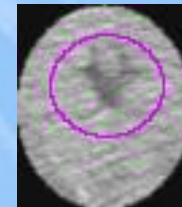
➤ Sélection automatique des descripteurs visuels

- 
- **Outils informatiques pour la Recherche & Développement au sein de la société IMAIOS**
 - **Prototype de caractérisation de lésions**
 - **Prototype de démonstration d'un outil de recherche par le contenu**

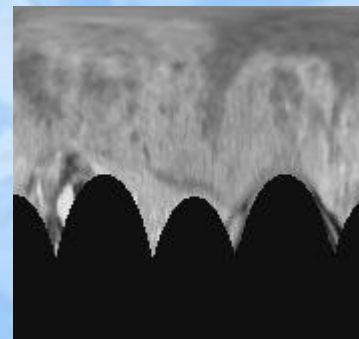
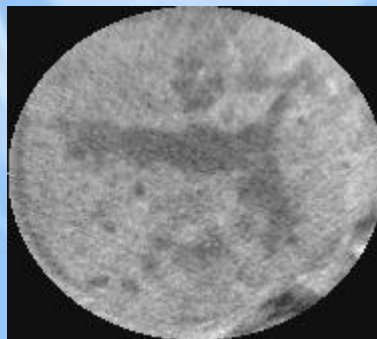
- 
- **L'effectif de la base de données reste à augmenter**
 - **Certaines classes (abcès et HNF) obtiennent de mauvais résultats de caractérisation**

- **Descripteurs visuels s'appuyant sur les informations cliniques**

détection de la cicatrice centrale des HNF
ou de la couronne d'inflammation des abcès



- **Descripteurs extraits des images radiales**



- **Exploration d'autres méthodes de classification**
 - Méta-classifieurs
 - Autres objectifs de classification (reconnaissance, classe rejet...)
- **Introduction d'informations sémantiques en vue d'un système hybride**

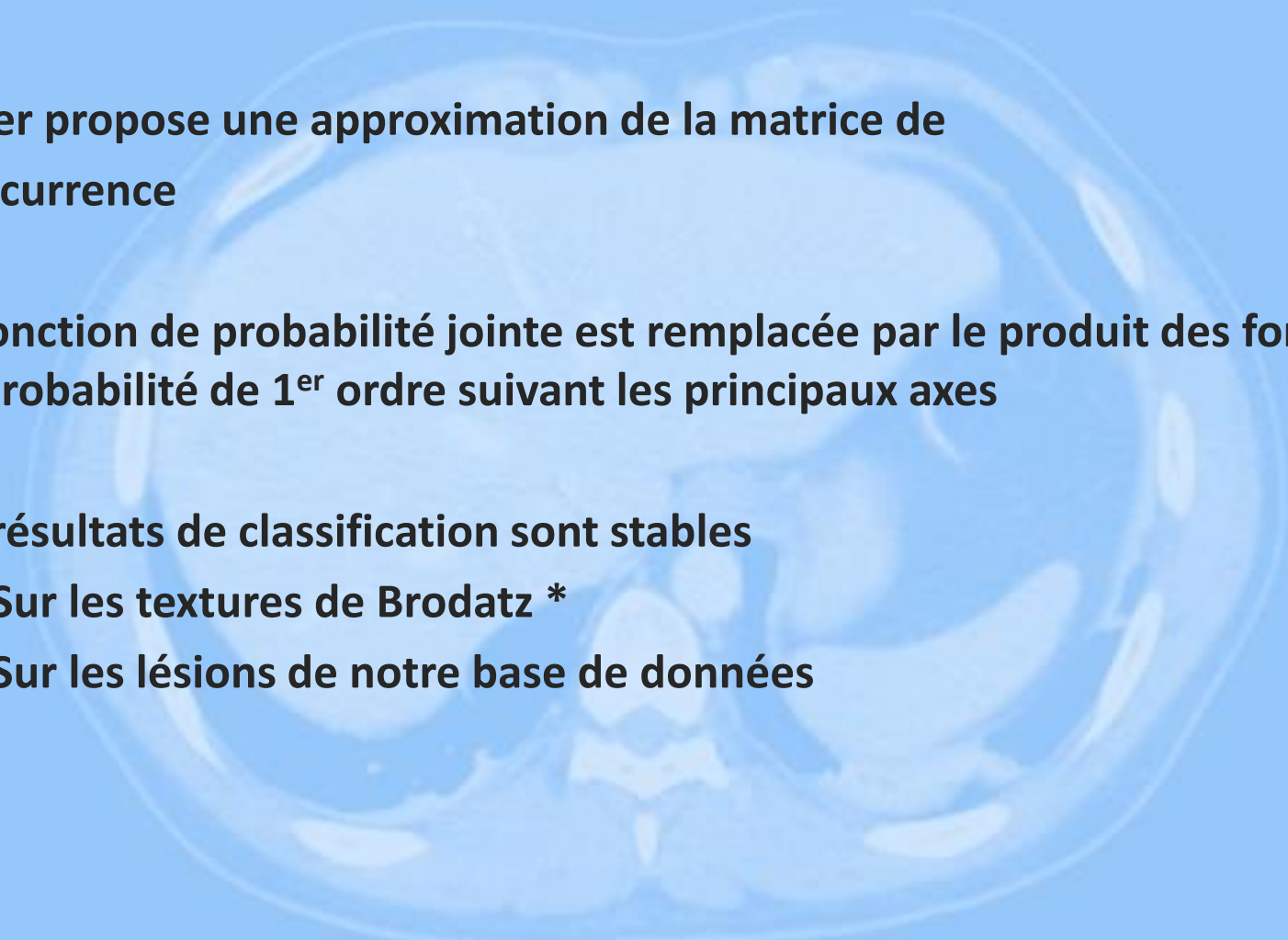
Thèse CIFRE démarrée en novembre 2013 au sein d'IMAIOS
- **Autres applications**

- A. Quatrehomme, I. Millet, D. Hoa, G. Subsol et W. Puech : **Assessment of an Automatic System Classifying Hepatic Lesions on Multi-Phase CT Scan Images**, *EUSIPCO 21st European Signal Processing Conference*, Marrakech (Maroc), 2013.
- A. Quatrehomme, I. Millet, D. Hoa, G. Subsol et W. Puech : **Assessing the Classification of Liver Focal Lesions by Using Multi-phase Computer Tomography scans**, *Third MICCAI International Workshop on Medical Content-based Retrieval for Clinical Decision Support*, Lecture Notes in Computer Science 7723, pages 80-91, Springer, Nice (France), 2012.
- A. Quatrehomme, D. Hoa, G. Subsol et W. Puech : **Content-based Computer Tomography Image Retrieval on a Whole-body Anatomical Reference Set: Methods and Preliminary Results**, *2nd International Workshop on Medical Image Analysis and Description for Diagnosis Systems*, Rome (Italie), 2011.
- A. Quatrehomme, D. Hoa, G. Subsol et W. Puech : **Review of Features Used in Recent Content-Based Radiology Image Retrieval Systems**, *Third International Workshop on Image Analysis*, Nîmes (France), 2010.

Merci de votre attention



- **Unser propose une approximation de la matrice de co-occurrence**
- **La fonction de probabilité jointe est remplacée par le produit des fonctions de probabilité de 1^{er} ordre suivant les principaux axes**
- **Les résultats de classification sont stables**
 - **Sur les textures de Brodatz ***
 - **Sur les lésions de notre base de données**



* M. Unser : Sum and Difference Histograms for Texture Classification, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 8(1):118 – 125, 1986.

- 1. Phase 1 : Détermination d'un seuil en fonction des données**
- 2. Phase 2 :**
 - Tri des attributs selon leurs valeurs
 - Calcul de la valeur du χ^2 pour chaque paire d'intervalles adjacents
 - Fusion de toutes les paires ayant une valeur inférieure au seuil
 - Le processus est répété avec un seuil décroissant jusqu'à l'arrêt

Huan Liu; Setiono, R., "Chi2: feature selection and discretization of numeric attributes", *Seventh International Conference on Tools with Artificial Intelligence*, vol., no., pp.388,391, 5-8 Nov 1995