



**HAL**  
open science

## Structuration du squelette en graphe pour une exploitation haut niveau par ses attributs

Rabaa Youssef, Christine Chappard, Sylvie Sevestre-Ghalila

### ► To cite this version:

Rabaa Youssef, Christine Chappard, Sylvie Sevestre-Ghalila. Structuration du squelette en graphe pour une exploitation haut niveau par ses attributs. Journées du Groupe de travail de géométrie discrète, Reims Image 2014, Nov 2014, Reims, France. 2014. hal-01436814

**HAL Id: hal-01436814**

**<https://hal.science/hal-01436814>**

Submitted on 16 Jan 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Structuration du squelette en graphe pour une exploitation haut niveau par ses attributs

Rabaa Youssef<sup>1,2,3</sup>, Christine Chappard<sup>4</sup>, Sylvie Sevestre-Ghalila<sup>1,3</sup>

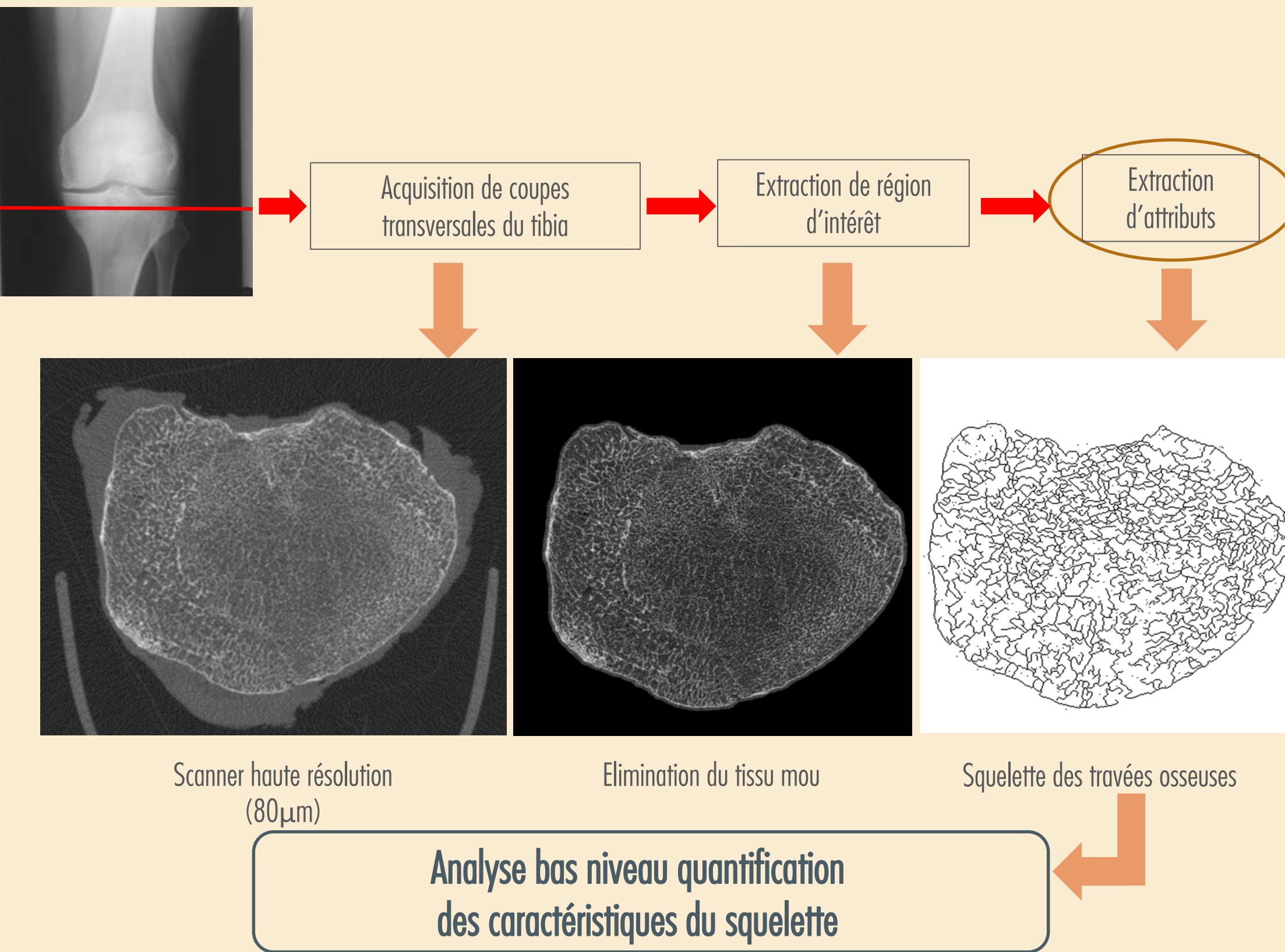
<sup>1</sup> CEA-LinkLab, <sup>2</sup> Lab. COSIM Univ. de Carthage, <sup>3</sup> Lab. MAP5 Univ. Paris Descartes, <sup>4</sup> Lab. B20A Univ. Paris Diderot

## ABSTRACT

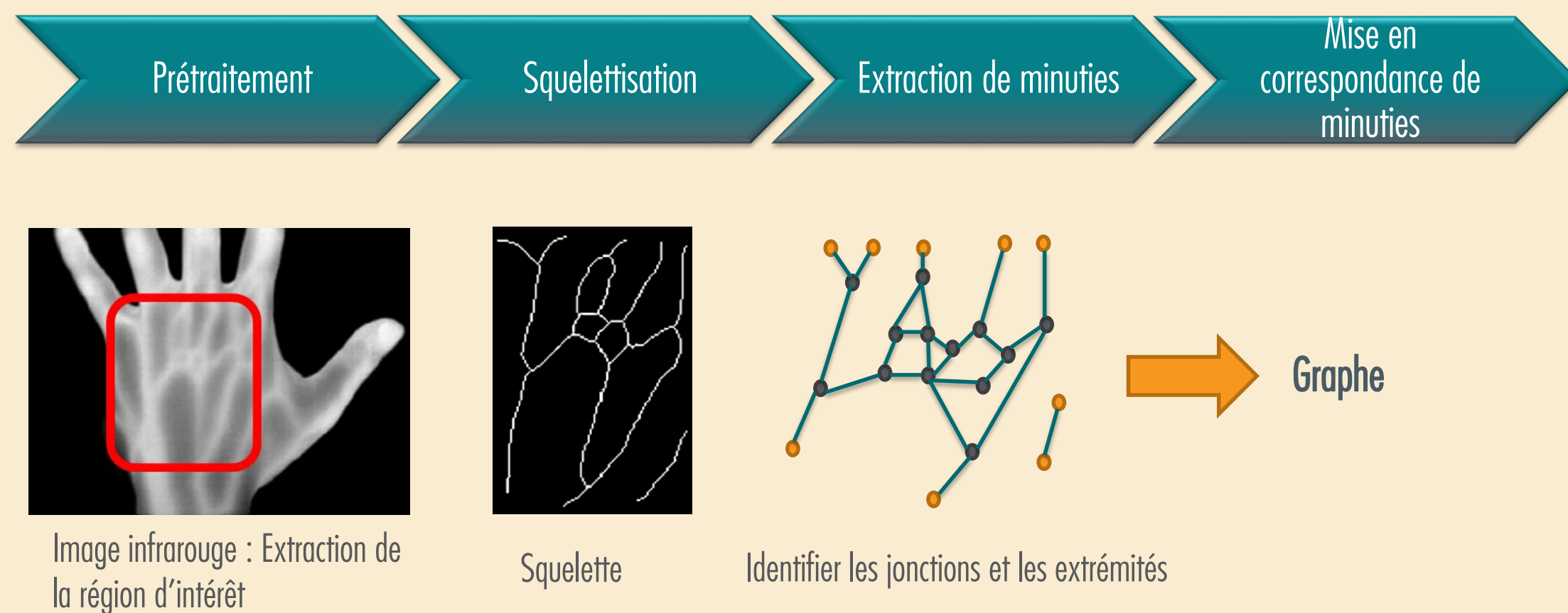
La squelettisation est une opération morphologique qui résume un objet par ses lignes médianes tout en préservant la topologie initiale de l'image. Elle est utilisée en biométrie comme étape cruciale du processus d'appariement, ainsi qu'en imagerie médicale pour la quantification de la micro-architecture de l'os. Notre contribution vise à développer une solution pour l'extraction des attributs d'un squelette binaire ou en niveaux de gris et de les enregistrer sous un format hiérarchique ré-exploitable. L'usage des structures de graphe permet d'identifier les composantes du squelette et de stocker leurs attributs respectifs. Parmi ces attributs, nous citons le nombre et position de nœuds et extrémités qui constituent les minuties essentielles à l'appariement en biométrie. Les attributs tels que la longueur, le niveau de gris moyen et la demi-largeur de segments représentent les paramètres morphométriques des travées osseuses formant la micro-architecture de l'os. Cette structure de graphe nous permet de générer des fichiers CSV utiles à l'analyse du squelette et à son ébarbulage visant à éliminer les segments suivant leur longueur, leur niveau de gris moyen ou leur orientation.

## 01 CONTEXTE

→ **Projet Voxelo** : Caractérisation de la micro-architecture de l'os pour le diagnostic précoce de l'arthrose



→ **Biométrie** : Reconnaissance par réseau veineux



### Informations sur la géométrie du réseau veineux

- Nombre de nœuds.
- Nombre d'extrémités
- Positions des nœuds.
- Positions des extrémités.

### Caractéristiques morphométriques veineuses

- La surface de l'objet.
- Nombre des points du squelette
- Nombre de segments.
- La longueur moyenne des segments.
- La demi-largeur moyenne des segments.
- Nombre de composante connexe objet (8-connectivité)
- Nombre de composante connexe du fond (4-connectivité)

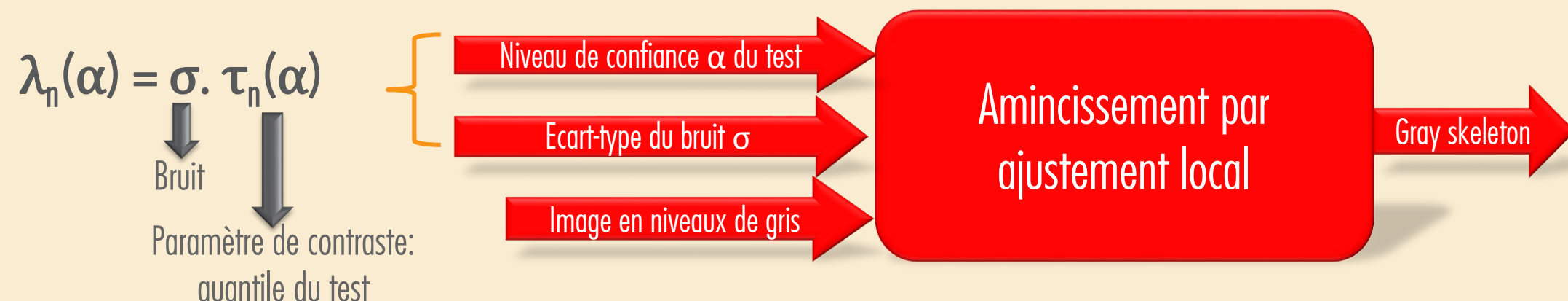
## 02 SQUELETTISATION

Nous avons proposé dans [1] le contrôle de l'amincissement paramétré ( $\lambda$ -Skeleton)[2] en considérant la décision d'abaissement dans le cadre d'un test statistique d'hypothèse. Cela a conduit à un ajustement local et une standardisation des processus d'amincissement paramétré, indépendamment de l'image en niveaux de gris. Cet ajustement permet d'éliminer les crêtes, pics et extrémités à faible contraste, selon un paramètre qui est lié à la fois à l'écart type du bruit et au contraste de l'image ajusté par le biais du niveau de confiance du test statistique.

**Critère d'abaissement** : Quand la distance entre un pixel  $x$  et ses voisins du fond est inférieure au paramètre  $\lambda$

$$d(x, C) = I(x) - \min(I(C)) \leq \lambda$$

$I$ : image,  $I(x)$  niveau de gris de  $x$ ,  $C$  composante 4-connecte 4-adjacente dans le voisinage sombre de  $x$

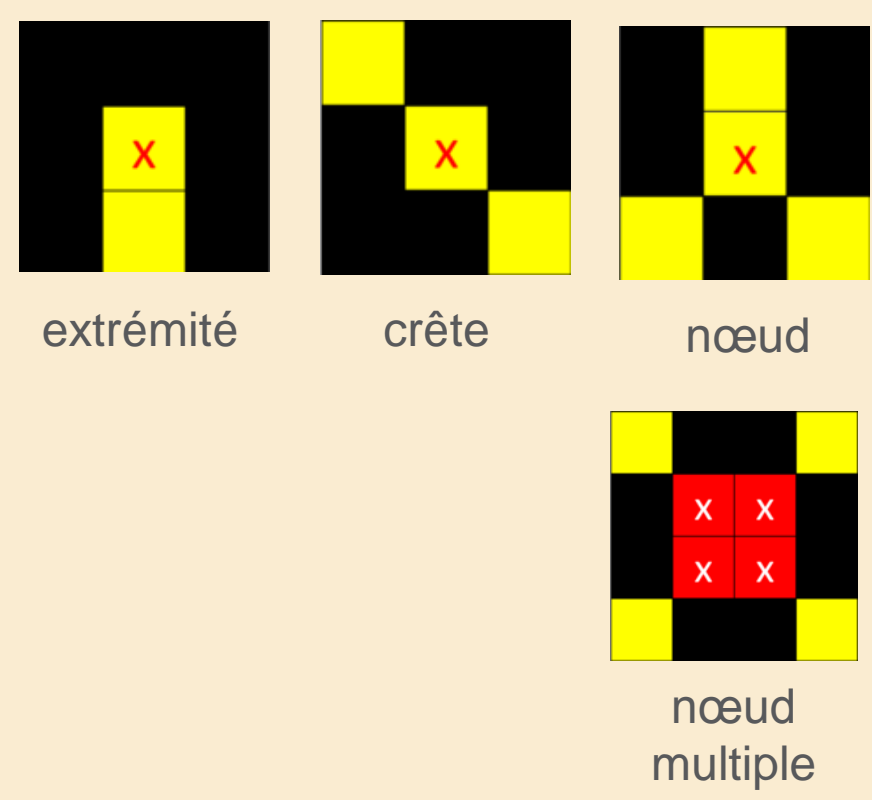


## 03 EXTRACTION D'ATTRIBUTS PAR CONSTRUCTION DE GRAPHE

### PHASE I: Labellisation

Identifier les configurations topologiques extrémité, nœud, crête  
Prise en compte des nœuds multiples pour le suivi de segments  
Création des structures de données points

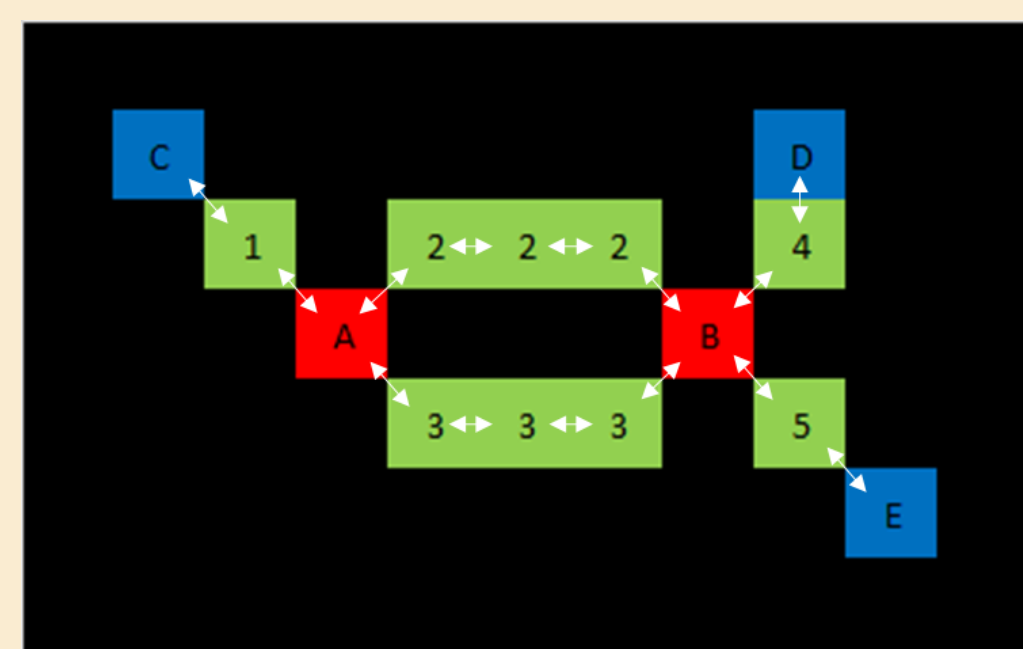
Structure point	Description		
Identifiant	index		
Flag	(1) extrémité	(2) crête	(3) nœud
voisin(s)	1 unique voisin	Tableau[2..4]	Tableau[3..8]



### PHASE II: Suivi de segments

Création des structures de données segments.  
Établir les liens entre nœud et segments pour atteindre les extrémités du graphe (nœuds fils)

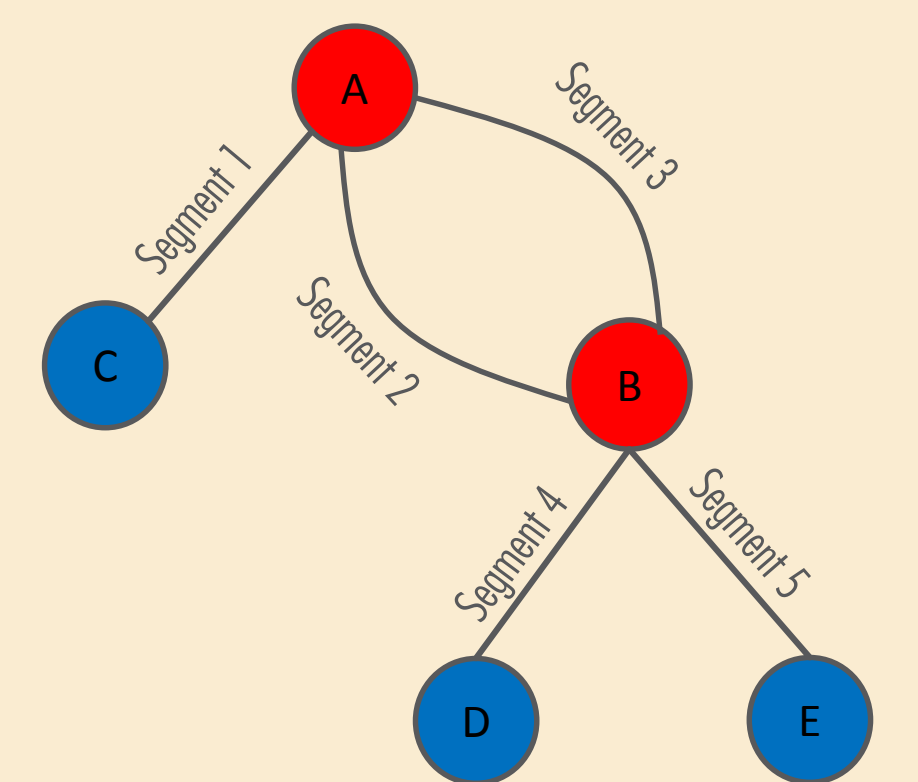
Structure segment	Description
Label	Identifiant du segment
Tête	Tableau contenant les Points « tête de segment » (taille maximale égale à 3).
Suivant de la tête	Index du suivant de la tête du segment
Queue	Tableau contenant les Points « queue du segment » (taille maximale égale à 3)
Suivant de la queue	Index du suivant de la queue dans le segment
Pile	Pile contenant tous les pixels du segment (points crêtes)
Nombre de pixels	
Longueur euclidienne	
Niveau de gris moyen	



### PHASE III: Construction du graphe

Créer la structure graphe dont les nœuds correspondent aux points labellisés nœuds et extrémités et les arêtes aux structures segments  
Ajouter au graphe les attributs relatifs au squelette entier

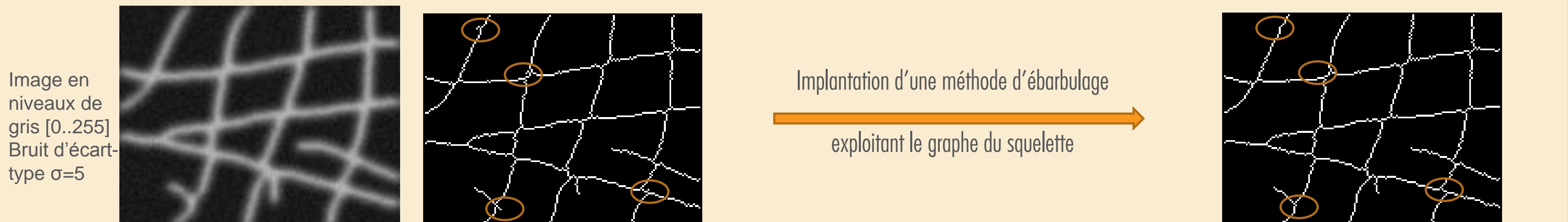
Attributs du graphe du squelette	
Nombre de pixels du squelette	
Longueur (en pixels) moyenne des segments	
Longueur euclidienne moyenne des segments	
Niveaux de gris moyens des segments	
Nombre de nœuds	
Nombre de composantes connexes de l'objet	
Nombre de composantes connexes du fond	



Deux modes de sauvegarde	Attributs exportés dans un fichier CSV	
	Mode check	Mode Release
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liste tous les segments et leurs attributs</li> <li>• Différencie les segments avec extrémités libres et sans extrémités libres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous les attributs du graphe final</li> <li>• Moyenne empirique et moyenne tronquée des attributs [longueur, nombre de pixels, nvj] des différents segments du graphe</li> </ul>

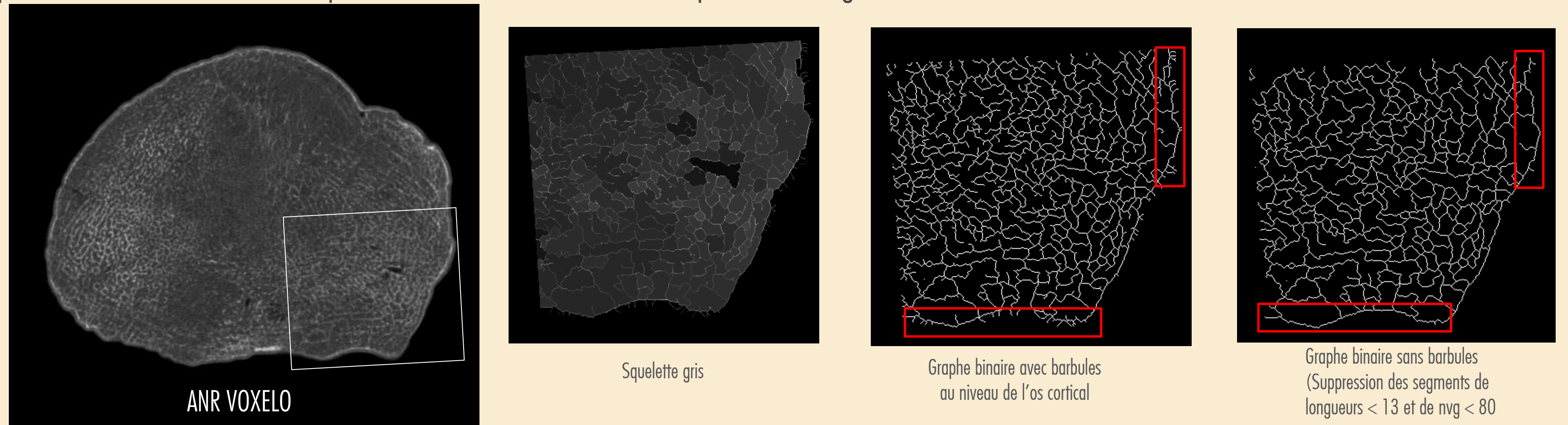
## 04 RÉSULTATS

→ **Ebarbulage à partir du graphe et les attributs du squelette** : Validation sur image synthétique avec un bruit gaussien additif



Label segments avec "end"	0	1	2	8	9	10	11	14	22	24	27	28	32	38	40	41	44	46	49	53	54	55	Moyenne	Ecart-type	Percentile à 25%
Long.segments	16	20	24	12	3	8	14	3	3	32	2	29	9	25	23	20	2	29	25	16	19	14	15,72	9,62	6,75
NVG moyen/segment	154,19	134,50	155,29	137,17	118,33	128,38	133,43	125,00	161,33	147,84	143,50	146,38	165,11	153,44	152,22	147,40	174,50	152,28	147,88	154,19	153,37	156,29	147,73	13,43	136,50

→ **Projet Voxelo** : Attributs d'une coupe transversale du Tibia avant et après ébarbulage



	Surface ROI	Nb_pt_skel	nb_noeud	nb_end	nb_segment	nb_pix_moy_seg	nb_pix_moy_tronq	long_moy_seg	long_moy_tronq	NVG_moy_seg	NVG_moy_tronq
Sans ébarbulage	93529	10734	650	294	1168	8,83	8,83	11,02	9,34	95,05	93,97
Avec ébarbulage	93529	9265	432	48	692	13,67	12,32	15,73	13,65	95,82	94,89

Gain en pertinence des attributs après l'élimination des segments liés à la présence du bruit

## 05 CONCLUSION

La construction du graphe permet d'extraire les attributs morphométriques du squelette. Ces attributs permettront d'analyser la micro-architecture de l'os afin de différencier l'os normal de l'os remanié par l'arthrose.

Une procédure d'ébarbulage exploitant les informations du graphe permet d'éliminer les barbus suivant le niveau de gris moyen et la longueur des segments. Cette construction de graphe a été validée en régénérant l'image du squelette initial à partir des informations du graphe.

### Perspectives

- Stocker les attributs dans un fichier XML ré-exploitable.
- Créer une interface graphique facilitant la manipulation du graphe : suivi de lignes d'intérêt, mesure de distance entre nœuds/arêtes, mise à jour du graphe etc.
- Ajouter l'orientation comme nouvel attribut des segments du graphe qui sera utilisé comme paramètre de l'ébarbulage ou du suivi de lignes.

### Bibliographie / sources

[1]: Rabaa Youssef, Sylvie Sevestre-Ghalila, Anne Ricardeau. Statistical control of thinning algorithm with implementation based on hierarchical queues. 6th International Conference on Soft Computing and Pattern Recognition. 2014

[2] Michel Couprie, Francisco-ivando Bezerra, Gilles Bertrand. Grayscale image processing using topological operators, in: J. Electronic Imaging 2001.

### Financement/Remerciement

ANR Voxelo: ANR-12-TECS-0018

### Autres

email: rabaa.youssef@supcom.tn  
sylvie.ghalila@cea.fr  
christine.chappard@inserm.fr



Présenté par : Rabaa Youssef  
Encadrée par : Mme Sylvie Sevestre-Ghalila

DATE :26/12/2014