

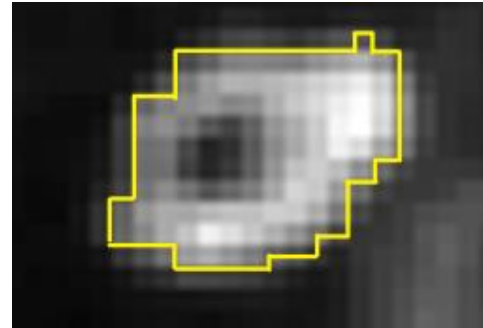
# Distinction de différents tissus caractérisés par la même activité métabolique en TEP au FDG au moyen d'index de texture

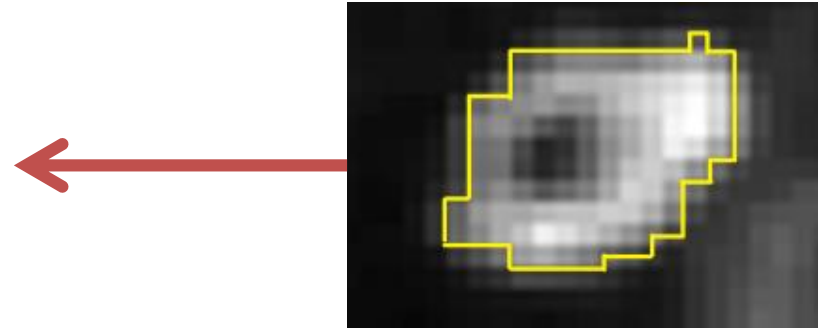
Fanny Orlhac<sup>[1]</sup>, Sarah Boughdad<sup>[1,2]</sup>, Christophe Nioche<sup>[1]</sup>, Michaël Soussan<sup>[1,3]</sup>, Irène Buvat<sup>[1]</sup>

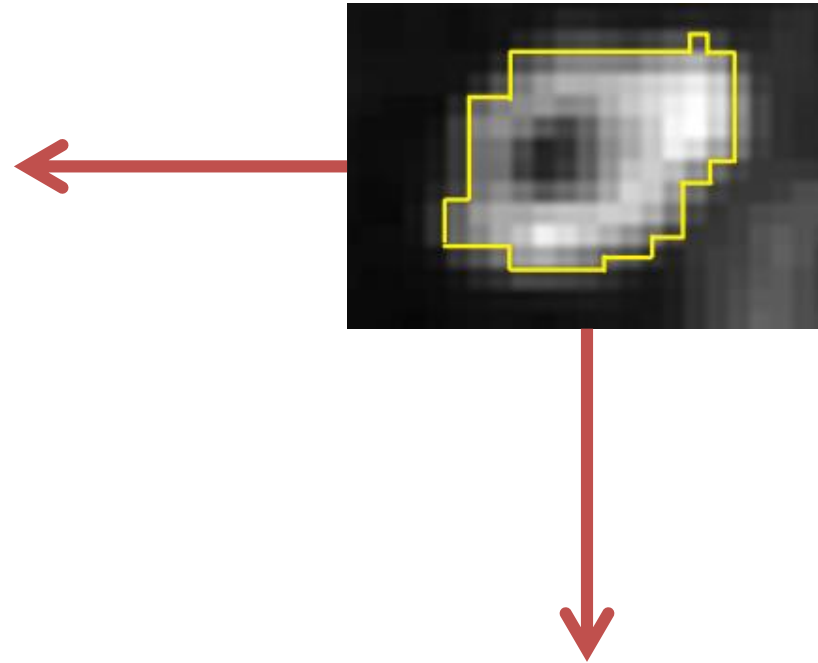
[1] : IMIV, CEA, Inserm, CNRS, Université Paris-Sud, Université Paris-Saclay, CEA-SHFJ, Orsay

[2] : Département de Médecine Nucléaire, Institut Curie – René Huguenin, Saint-Cloud

[3] : Département de Médecine Nucléaire, AP-HP, Hôpital Avicenne, Bobigny

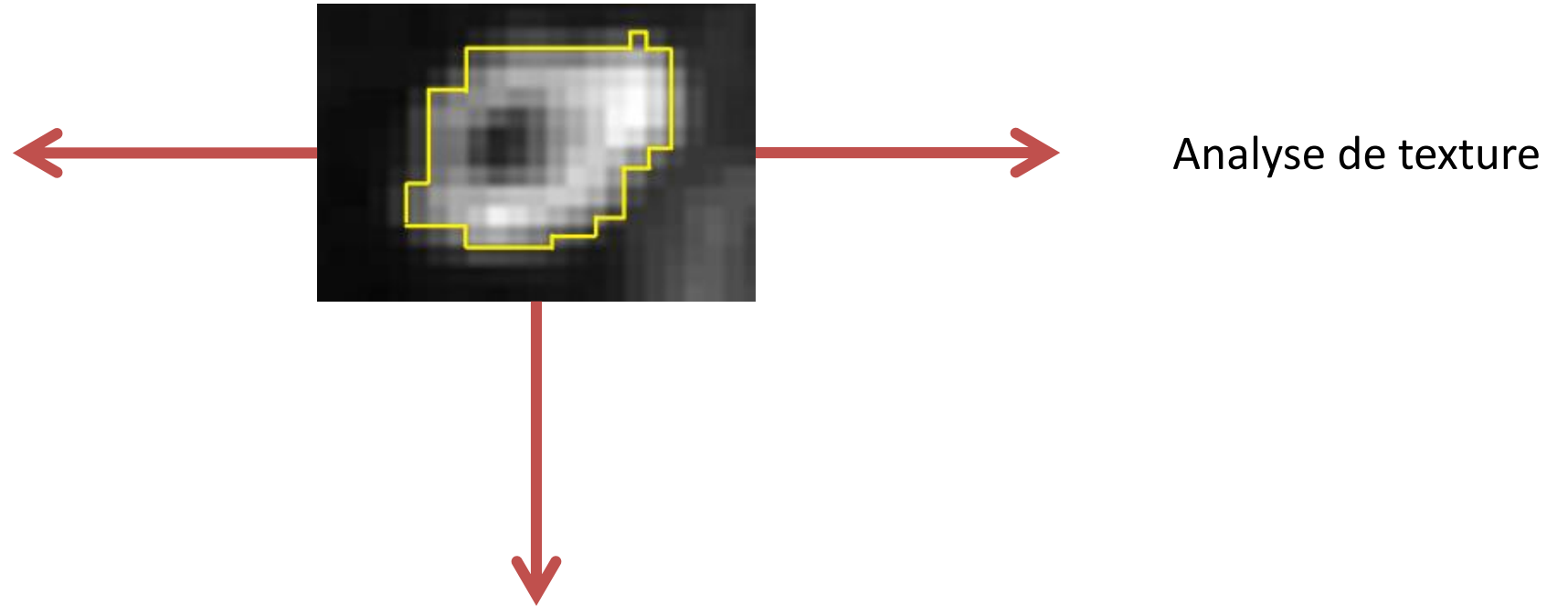






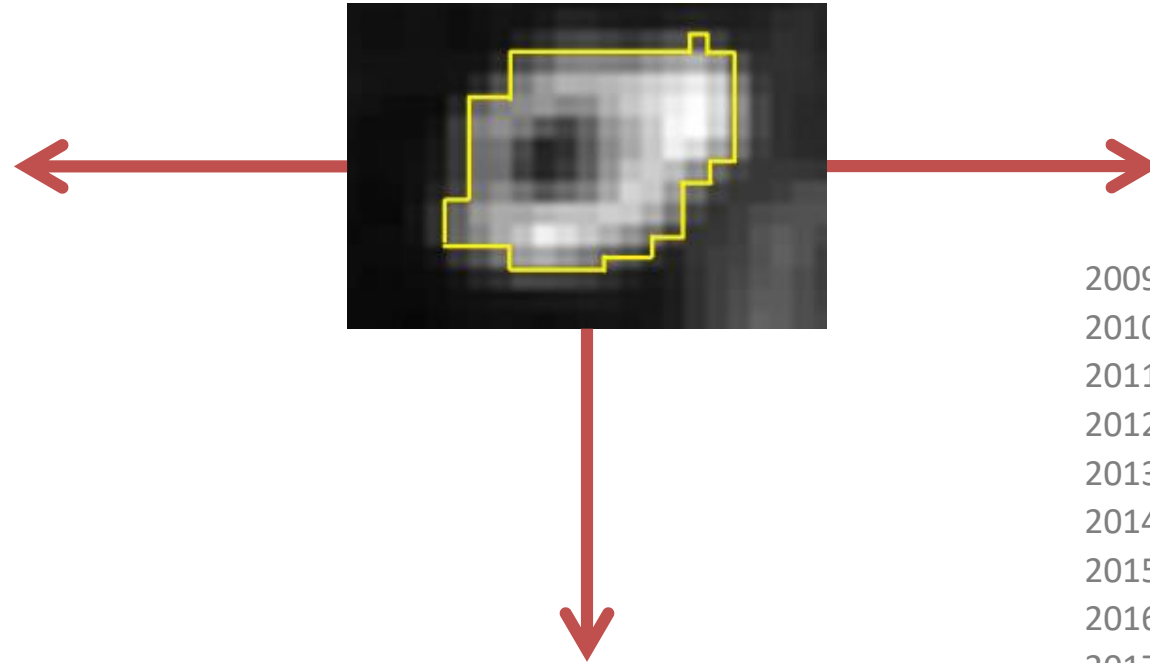
Index « conventionnels »

SUVmax, SUVmean, SUVpeak, TLG, VM

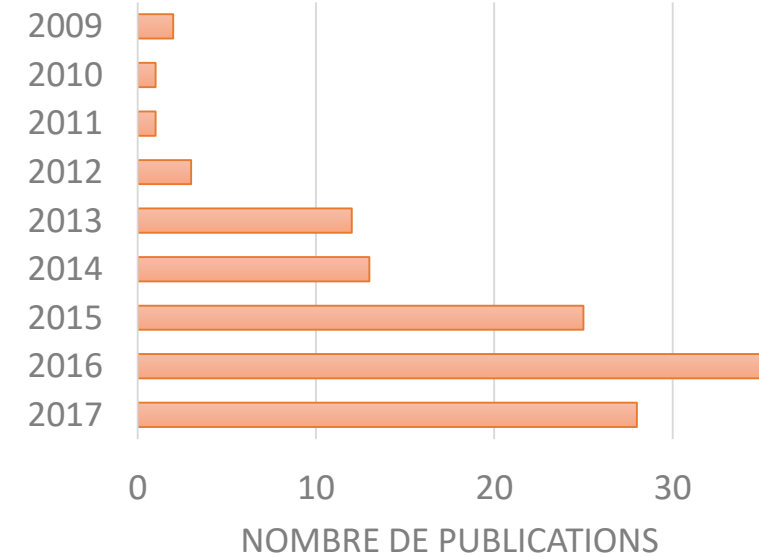


Index « conventionnels »

SUVmax, SUVmean, SUVpeak, TLG, VM



Analyse de texture

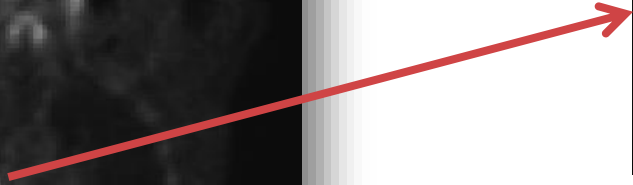
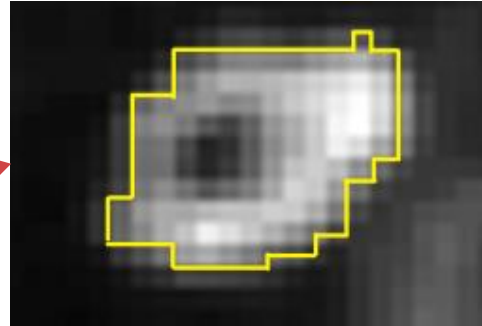


Index « conventionnels »

SUVmax, SUVmean, SUVpeak, TLG, VM



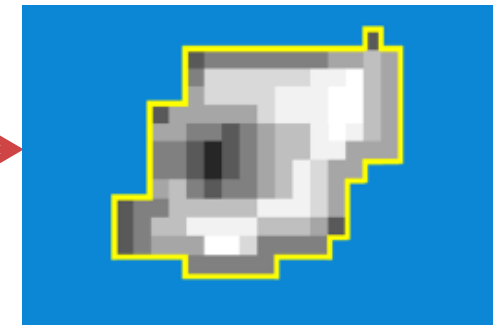
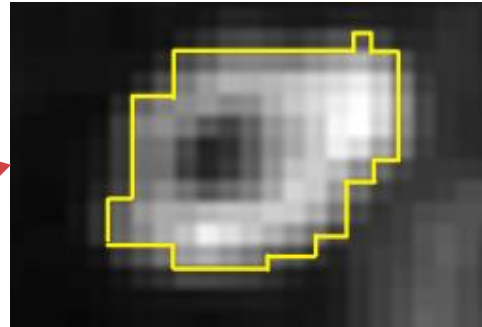
Segmentation





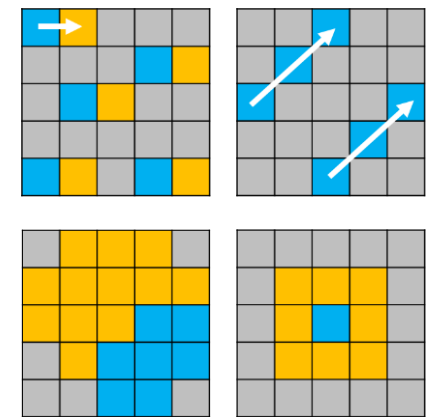
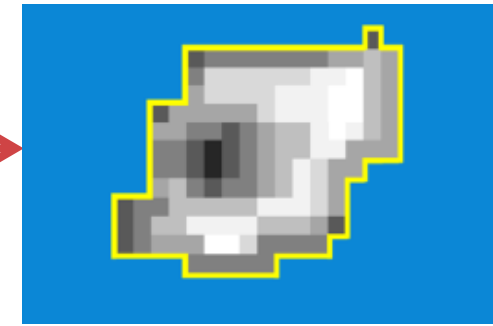
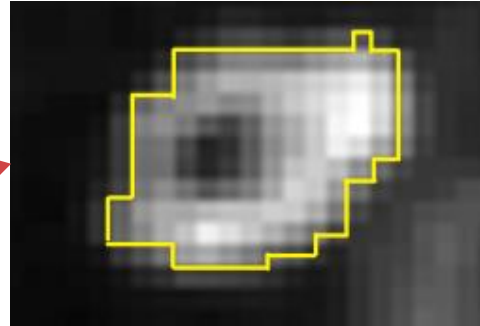
Segmentation

Discretisation

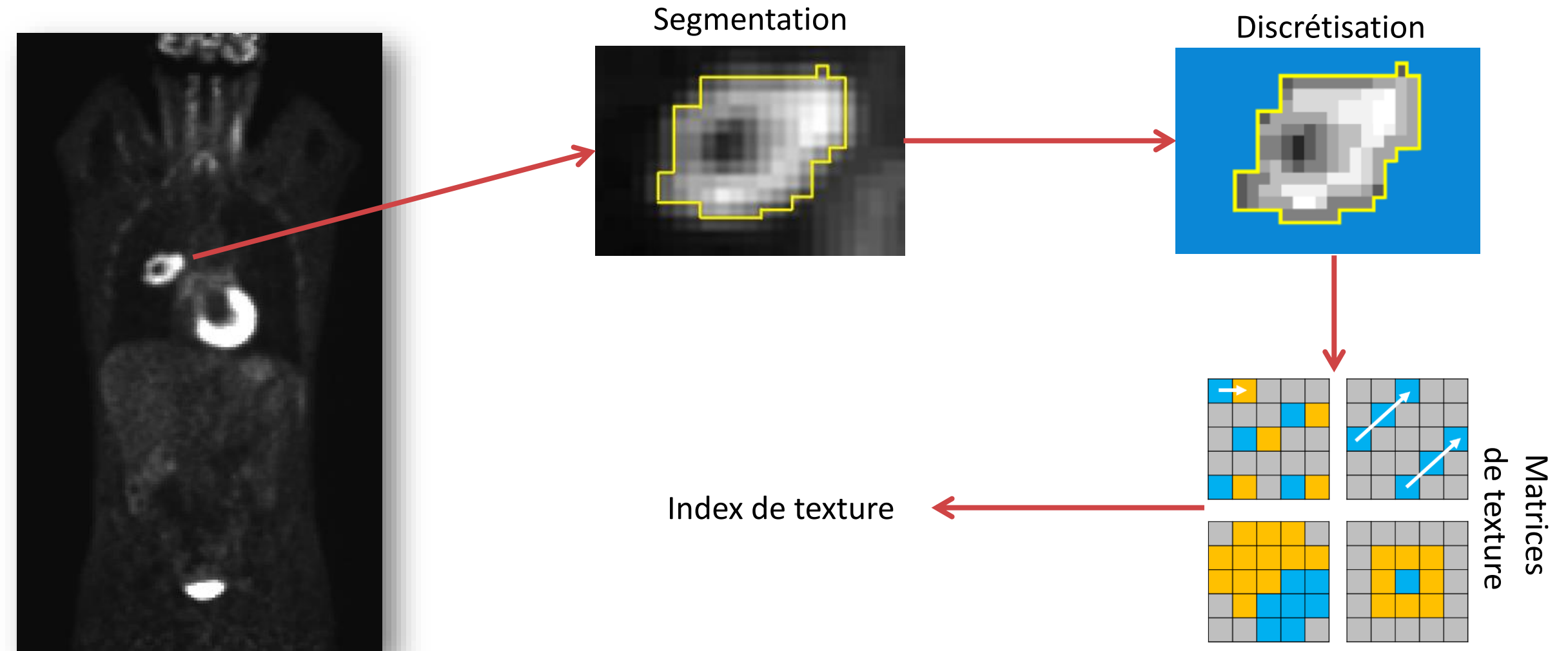


Segmentation

Discrétisation



Matrices  
de texture

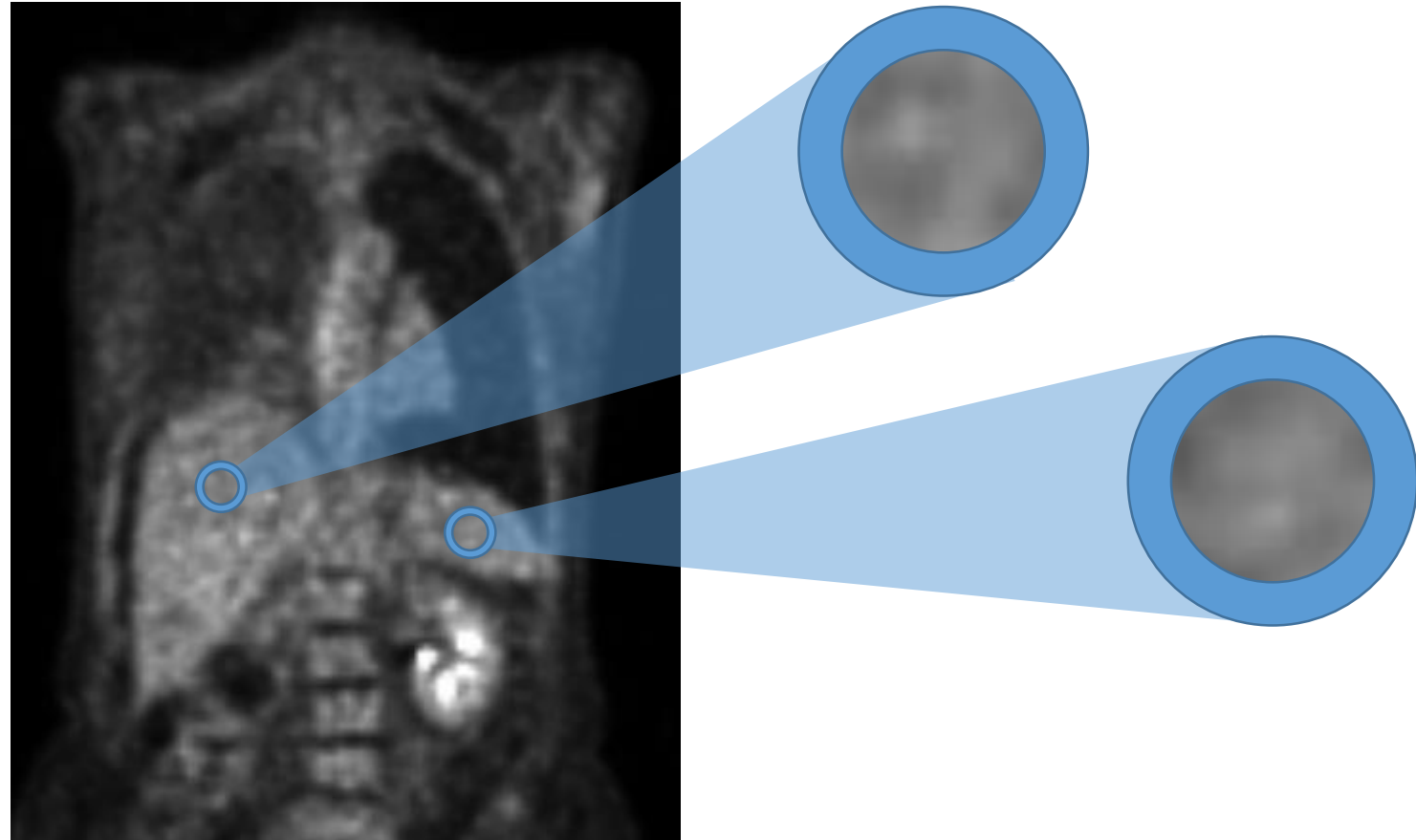


Les index de texture sont-ils spécifiques à chaque type de tissus ?



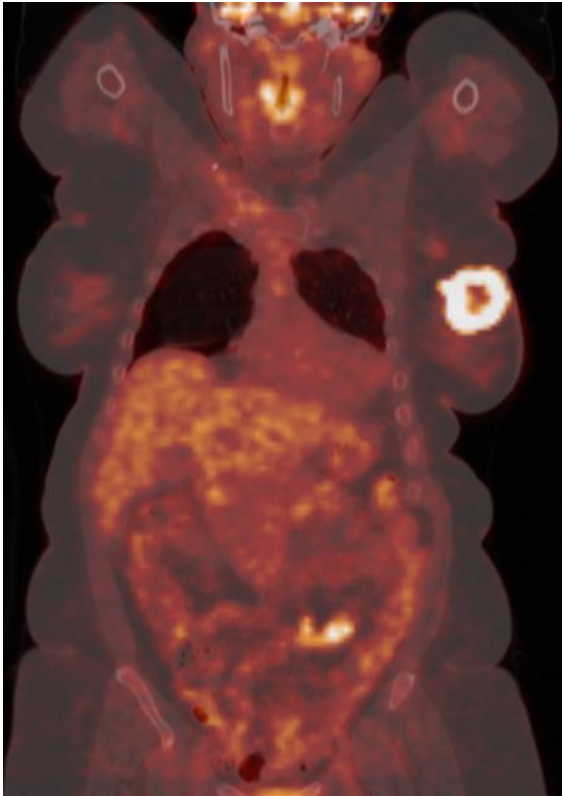
Les index de texture sont-ils spécifiques à chaque type de tissus ?

L'analyse de texture permet-elle de distinguer deux tissus avec le même SUVmean et avec une distribution d'activité qui semble homogène ?

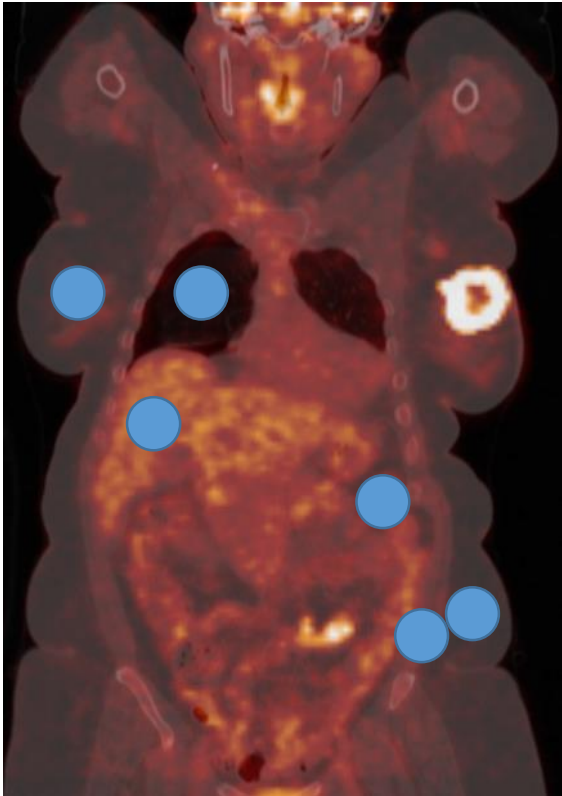


**Cohorte 1**  
**tissus sains**

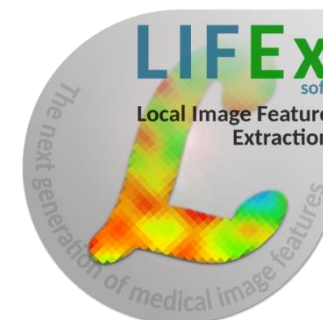
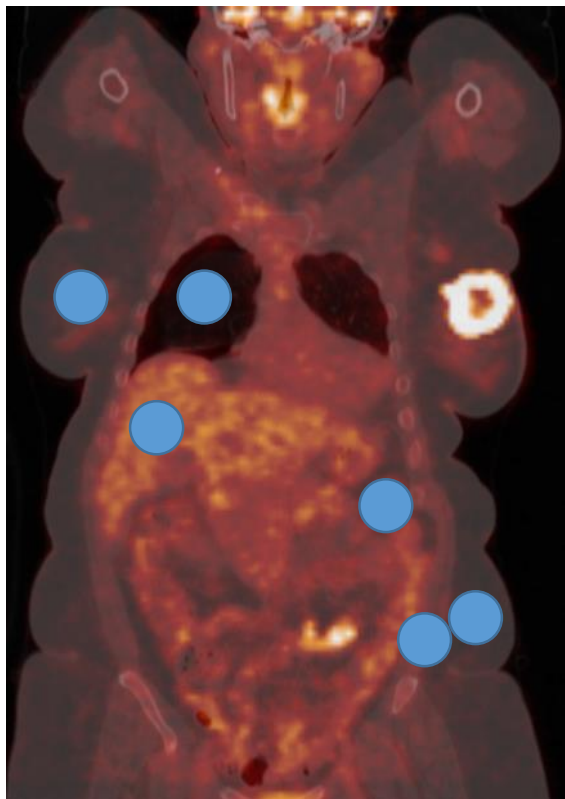
- 110 patientes avec un cancer mammaire
- Examen TEP au  $^{18}\text{F}$ -FDG avant traitement



- 110 patientes avec un cancer mammaire
- Examen TEP au  $^{18}\text{F}$ -FDG avant traitement
- Tracé de 6 VOI de 23 ml dans les tissus sains :
  - hépatique
  - splénique
  - pulmonaire
  - musculaire
  - adipeux
  - mammaire

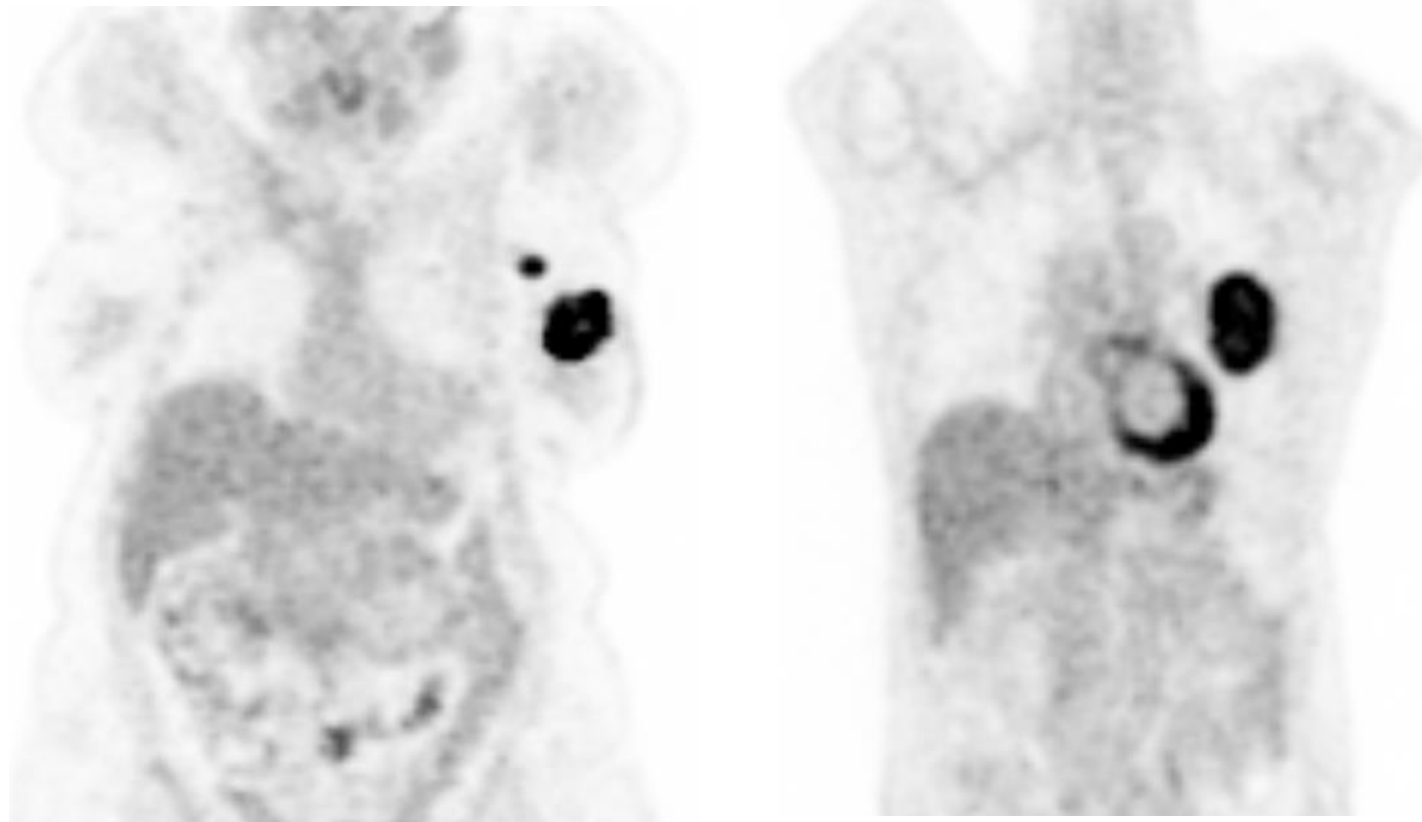


- 110 patientes avec un cancer mammaire
- Examen TEP au  $^{18}\text{F}$ -FDG avant traitement
- Tracé de 6 VOI de 23 ml dans les tissus sains :
  - hépatique
  - splénique
  - pulmonaire
  - musculaire
  - adipeux
  - mammaire
- Pour chaque VOI : calcul des index avec LIFEx
  - SUVmean
  - 6 index de texture : Homogeneity, Entropy, SRE, LRE, LGZE, HGZE (discrétisation absolue, 0-20 SUV, pas=0,3)  
Orlhac et al. *J Nucl Med*. 2014;55:414-422.  
Orlhac et al. *PloS One*. 2015;10:e0145063.





- 54 patientes avec un cancer mammaire & 48 patients avec un cancer pulmonaire
- Examen TEP au  $^{18}\text{F}$ -FDG avant traitement dans le même centre et avec le même protocole pour tous les patients



- 54 patientes avec un cancer mammaire & 48 patients avec un cancer pulmonaire
- Examen TEP au 18F-FDG avant traitement dans le même centre et avec le même protocole pour tous les patients
- Segmentation de la lésion primitive : seuillage adaptatif (Nestle et al. *J Nucl Med.* 2005;46;1342-1348)
- Pour chaque VOI : calcul des index avec LIFEx
  - SUVmean, SUVmax, SUVpeak, VM, TLG
  - 6 index de texture : Homogeneity, Entropy, SRE, LRE, LGZE, HGZE (discrétisation absolue, 0-20 SUV, pas=0,3)

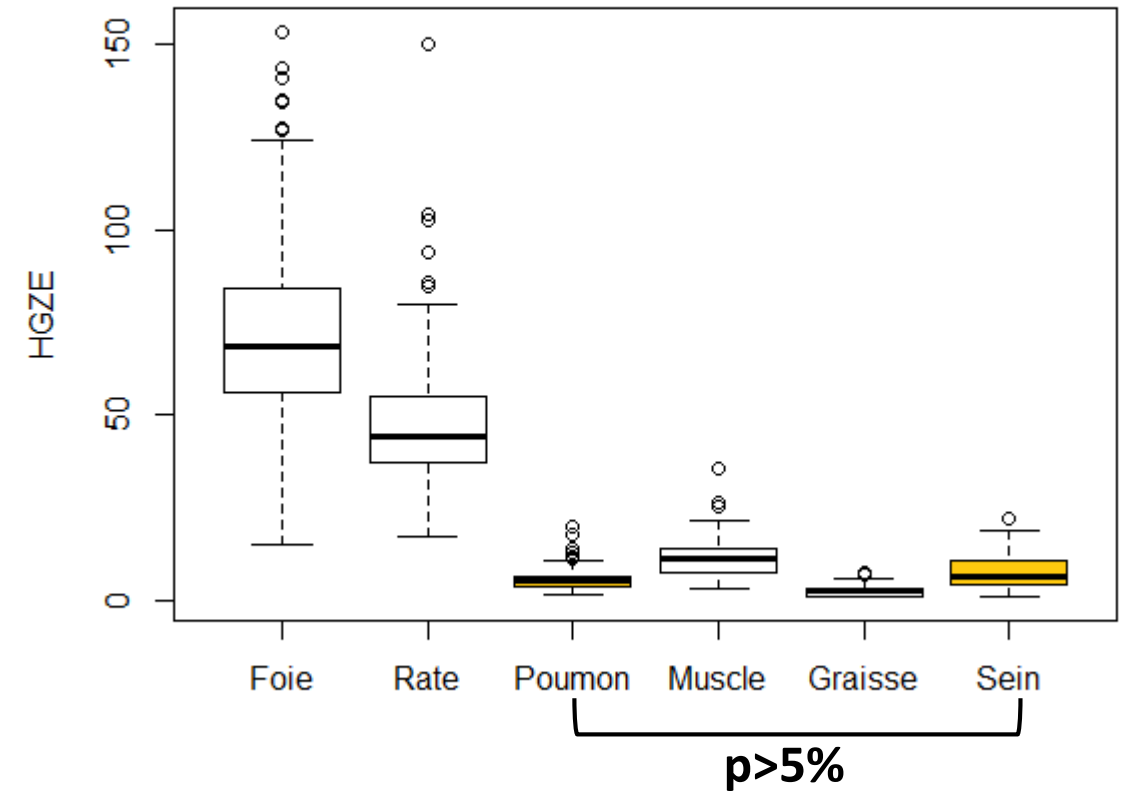
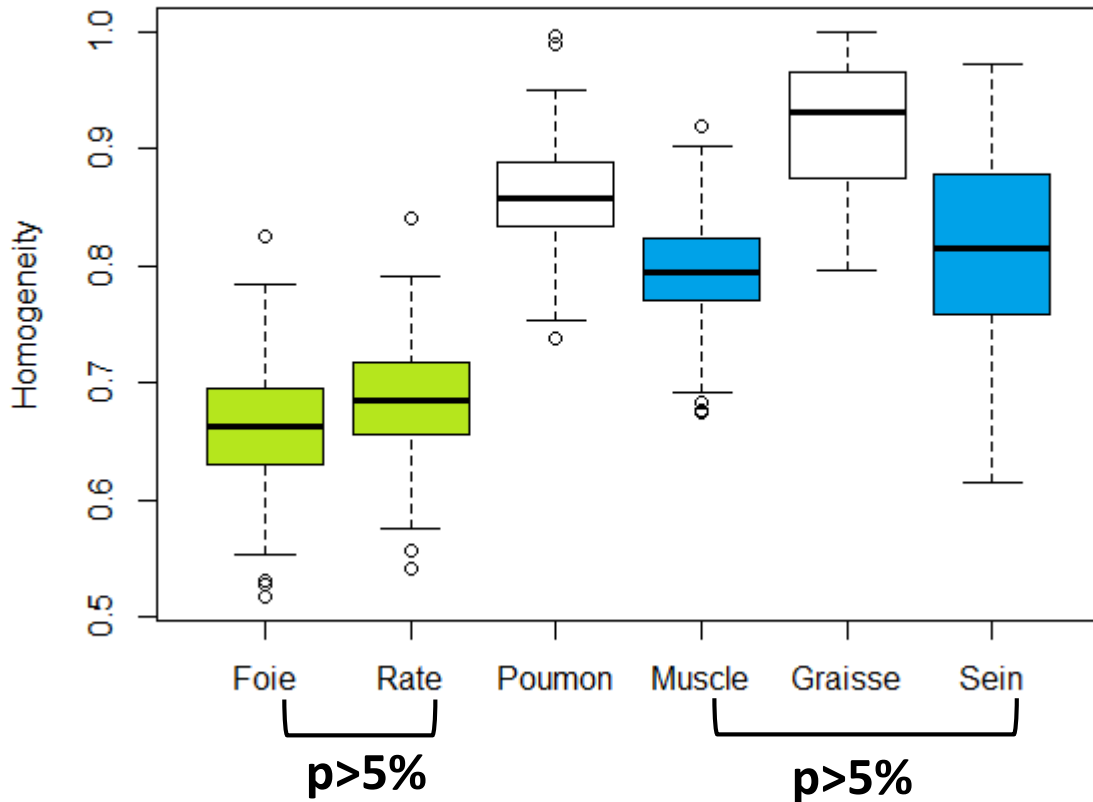


1. Valeur spécifique des index de texture pour différents tissus (toutes les VOI) : test de Wilcoxon

1. Valeur spécifique des index de texture pour différents tissus (toutes les VOI) : test de Wilcoxon
2. Distinction des tissus avec **des SUVs similaires** : test de Wilcoxon apparié
  - Sur des couples de VOI de tissus sains : Foie/Rate, Sein/Graisse, Sein/Muscle
  - Sur des couples de tumeurs mammaires et pulmonaires avec des SUVs et des Volumes Métaboliques voisins

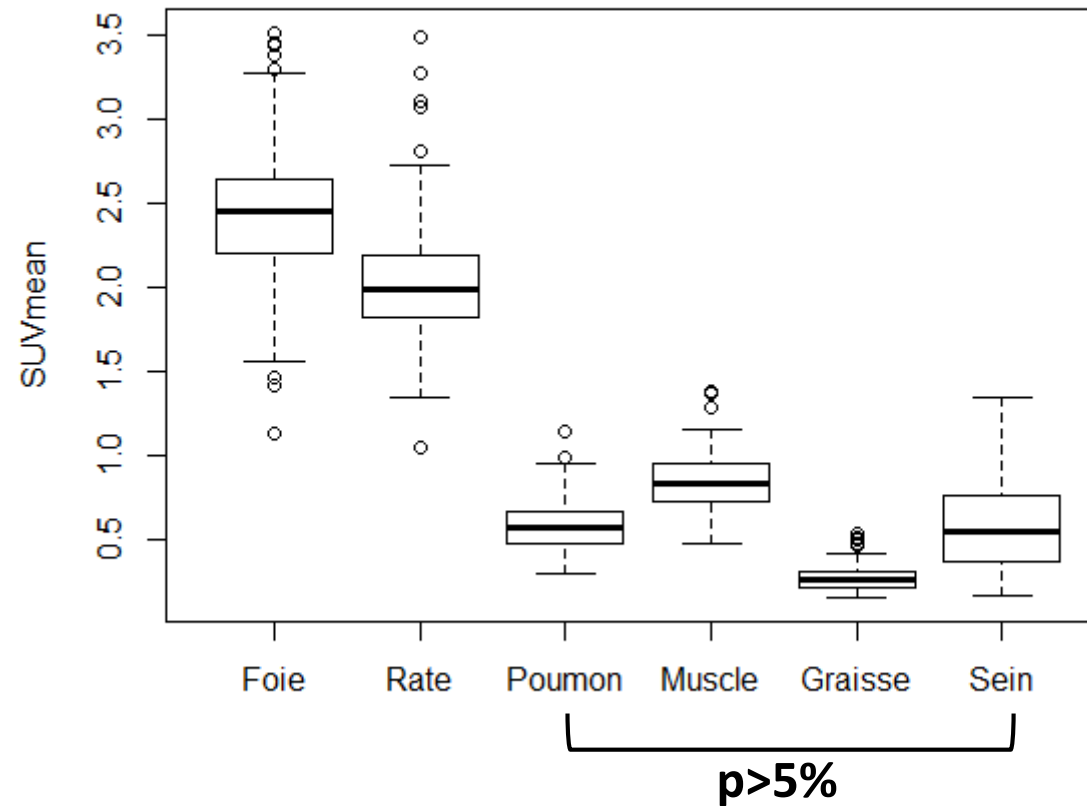
Les index de texture sont différents entre les tissus sauf pour :

- foie/rate et muscle/sein pour Homogeneity, Entropy, SRE et LRE
- poumon/sein pour SUVmean, SRE, LGZE et HGZE



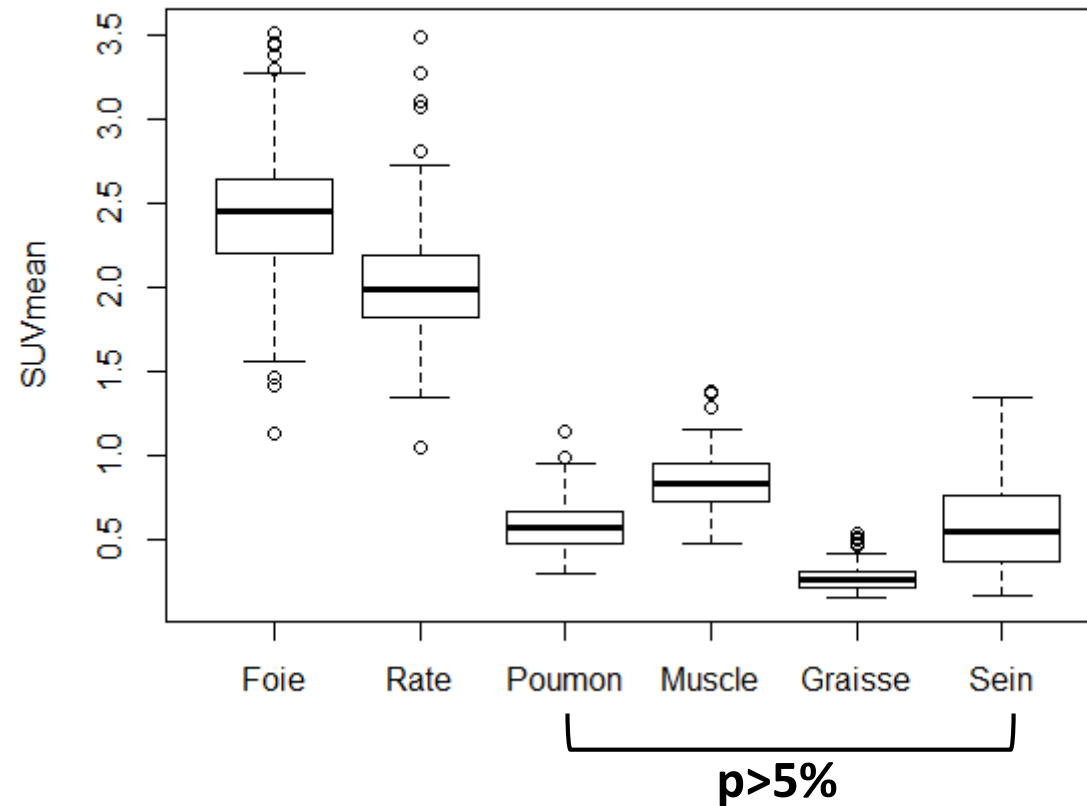
→ Texture spécifique aux différents tissus

Cohorte 1  
tissus sains



→ Distinction similaire pour les index de texture et SUVmean

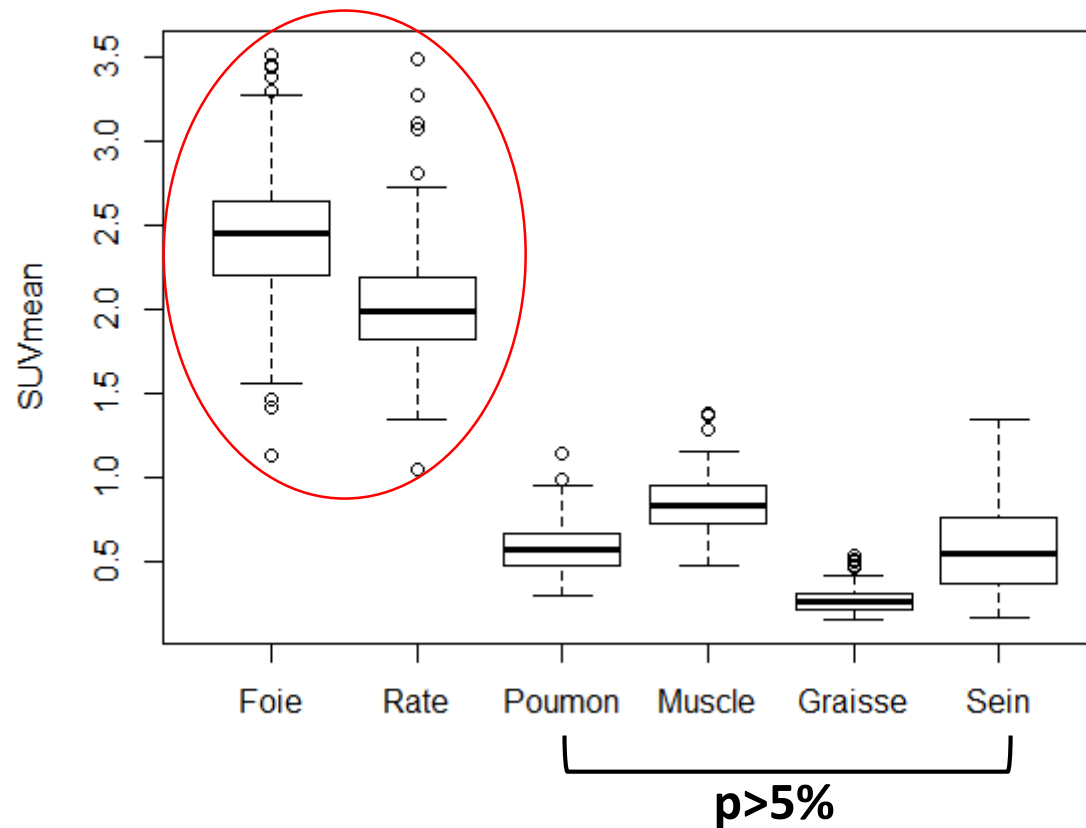
Cohorte 1  
tissus sains



→ Distinction similaire pour les index de texture et SUVmean

Les index de texture sont-ils capables de distinguer des couples de VOI présentant des SUVs similaires ?

Cohorte 1  
tissus sains



→ Distinction similaire pour les index de texture et SUVmean

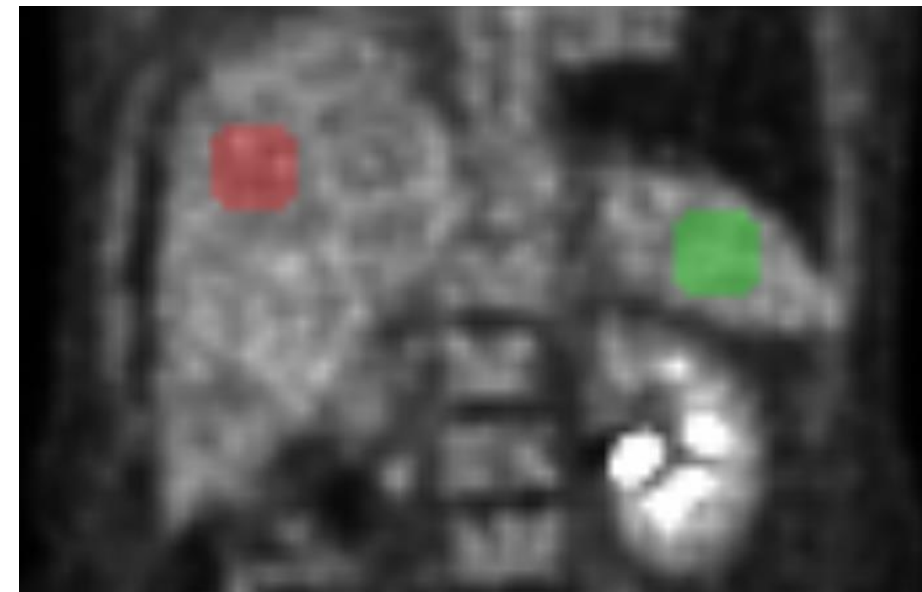
Les index de texture sont-ils capables de distinguer des couples de VOI présentant des SUVs similaires ?



**Différence de SUVmean  $\leq 0,05$  et différence de SUVmax  $\leq 0,05$**

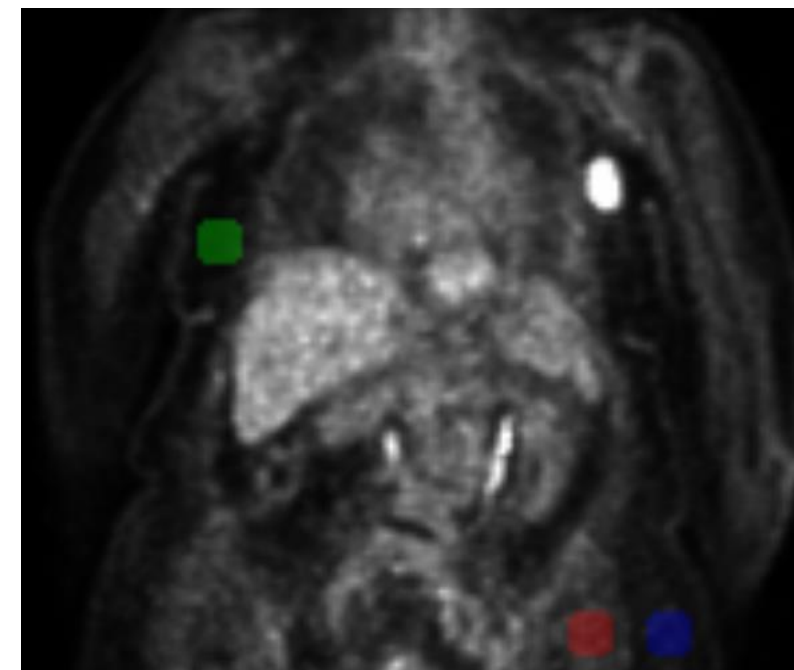
	Foie/Rate
Nb couples	76
SUVmean	0,059
SUVmax	0,756
Homogeneity	1,70E-08
Entropy	6,89E-10
SRE	2,23E-09
LRE	1,05E-07
LGZE	7,11E-11
HGZE	5,04E-07

- Tous les index de texture sont capables de distinguer le tissu hépatique et splénique.
- Hétérogénéité de la fixation plus importante dans la rate que dans le foie.



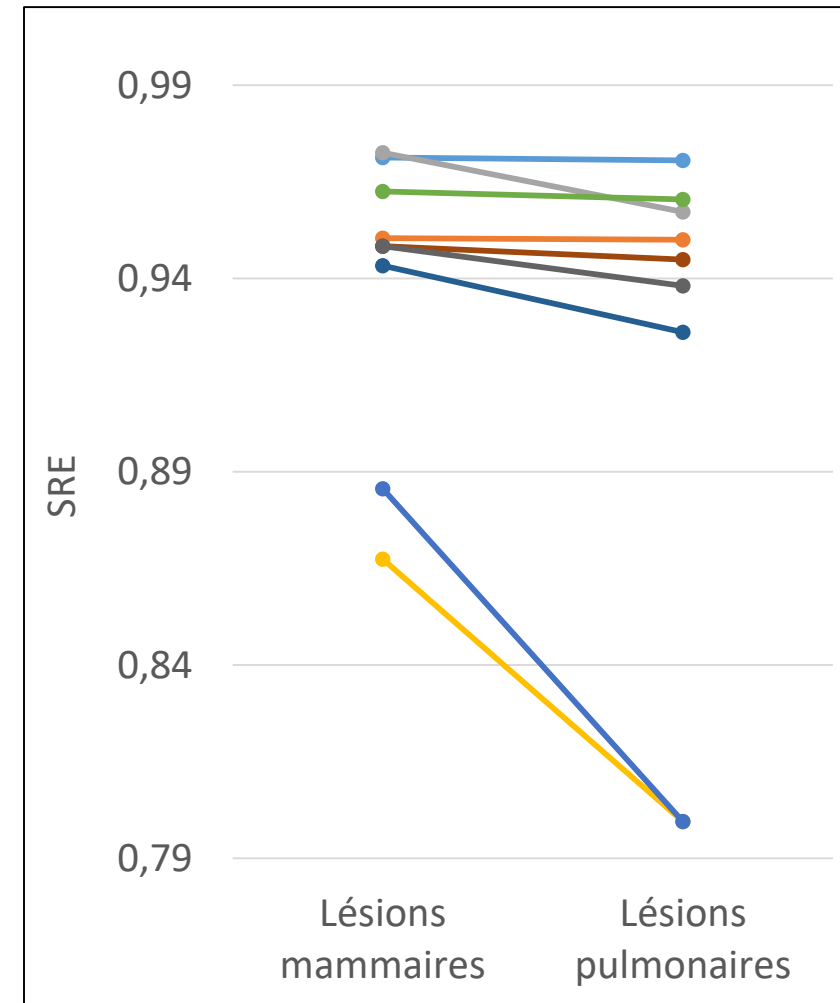
**Différence de SUVmean  $\leq 0,05$  et différence de SUVmax  $\leq 0,05$**

	Foie/Rate	Graisse/Sein	Muscle/Sein
Nb couples	76	278	89
SUVmean	0,059	0,151	0,005
SUVmax	0,756	0,736	0,082
Homogeneity	1,70E-08	1,07E-12	1,51E-09
Entropy	6,89E-10	< 2,2e-16	2,91E-14
SRE	2,23E-09	3,18E-10	1,72E-08
LRE	1,05E-07	8,15E-13	1,85E-08
LGZE	7,11E-11	0,009	1,12E-08
HGZE	5,04E-07	0,003	3,80E-05



→ Texture de fixation différente pour des tissus avec des SUVs similaires

	$\Delta(\text{SUVmean}) \leq 0,3 \text{ SUV}$ $\Delta(\text{SUVmax}) \leq 1 \text{ SUV}$ $\Delta(\text{VM}) \leq 4 \text{ ml}$
	9 couples
SUVmax	0,129
SUVmean	0,129
SUVpeak	0,426
TLG	0,570
VM	0,250
Homogeneity	0,012
Entropy	0,012
SRE	0,004
LRE	0,008
LGZE	0,008
HGZE	0,129



→ Index de texture : information complémentaire et différente des SUVs



Les index de texture issus des images TEP :

- sont spécifiques à certains tissus
- permettent de distinguer différents tissus avec des SUV voisins.



- ✓ Les index de texture issus des images TEP :
  - sont spécifiques à certains tissus
  - permettent de distinguer différents tissus avec des SUV voisins.
- ✓ Les index de texture sont donc bien sensibles à l'organisation spatiale de l'activité métabolique.



- Les index de texture issus des images TEP :
  - sont spécifiques à certains tissus
  - permettent de distinguer différents tissus avec des SUV voisins.
  
- Les index de texture sont donc bien sensibles à l'organisation spatiale de l'activité métabolique.
  
- Ces résultats corroborent ceux obtenus sur des images TEP pré-cliniques (Orlhac et al. J Nucl Med. 2016;57:1823-1828).

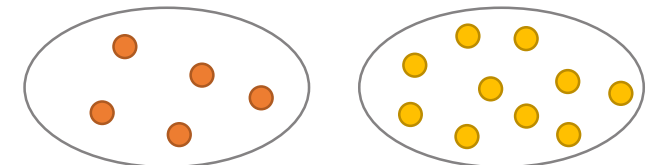


- ✓ Les index de texture issus des images TEP :
  - sont spécifiques à certains tissus
  - permettent de distinguer différents tissus avec des SUV voisins.

- ✓ Les index de texture sont donc bien sensibles à l'organisation spatiale de l'activité métabolique.

- ✓ Ces résultats corroborent ceux obtenus sur des images TEP pré-cliniques (Orlhac et al. J Nucl Med. 2016;57:1823-1828).

- ✓ Les index de texture pourraient distinguer des régions avec des valeurs similaires de SUVmean mais l'une avec une faible densité de cellules fortement actives métaboliquement et l'autre avec une forte densité de cellules modérément actives.



# Distinction de différents tissus caractérisés par la même activité métabolique en TEP au FDG au moyen d'index de texture

Fanny Orlhac<sup>[1]</sup>, Sarah Boughdad<sup>[1,2]</sup>, Christophe Nioche<sup>[1]</sup>, Michaël Soussan<sup>[1,3]</sup>, Irène Buvat<sup>[1]</sup>

[1] : IMIV, CEA, Inserm, CNRS, Université Paris-Sud, Université Paris-Saclay, CEA-SHFJ, Orsay

[2] : Département de Médecine Nucléaire, Institut Curie – René Huguenin, Saint-Cloud


[3] : Département de Médecine Nucléaire, AP-HP, Hôpital Avicenne, Bobigny



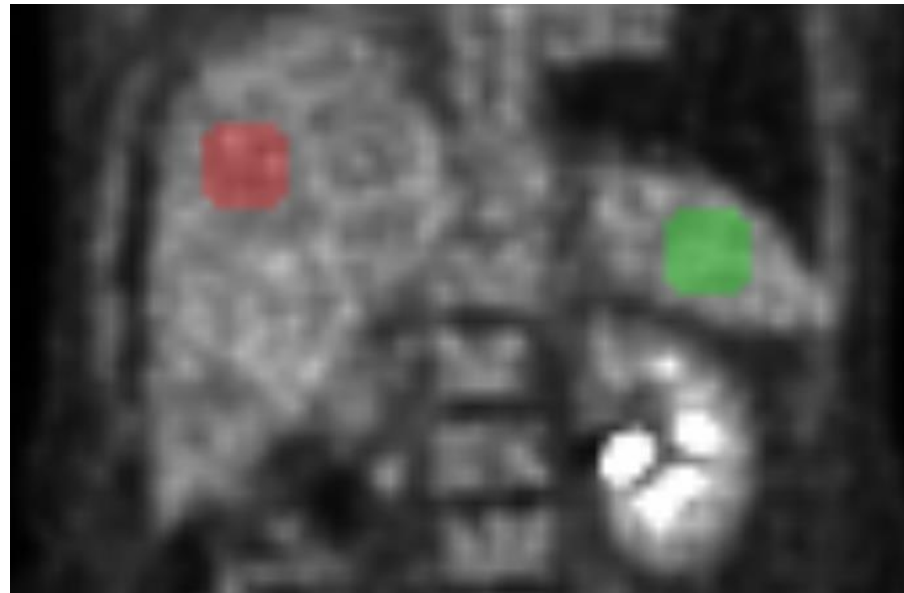


Comparison	SUVmean	Homogeneity	Entropy	Short-Run Emphasis (SRE)	Long-Run Emphasis (LRE)	Low Gray-level Zone Emphasis (LGZE)	High Gray-level Zone Emphasis (HGZE)
<b>For all patients</b>							
Liver-Spleen	1.25E-11	0.0041	0.1202	0.0090	0.0019	< 2.2e-16	1.49E-15
Liver-Lung	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Liver-Muscle	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Liver-Fat	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Liver-Breast	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Spleen-Lung	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Spleen-Muscle	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Spleen-Fat	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Spleen-Breast	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Lung-Muscle	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	5.33E-13	< 2.2e-16
Lung-Fat	< 2.2e-16	2.89E-14	1.93E-15	< 2.2e-16	< 2.2e-16	1.12E-11	< 2.2e-16
Lung-Breast	0.0011	4.37E-06	1.11E-08	0.0007	5.14E-05	0.0383	0.0050
Muscle-Fat	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Muscle-Breast	1.51E-07	0.0225	0.9915	0.0009	0.0071	3.21E-11	4.78E-09
Fat-Breast	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	1.34E-15	< 2.2e-16

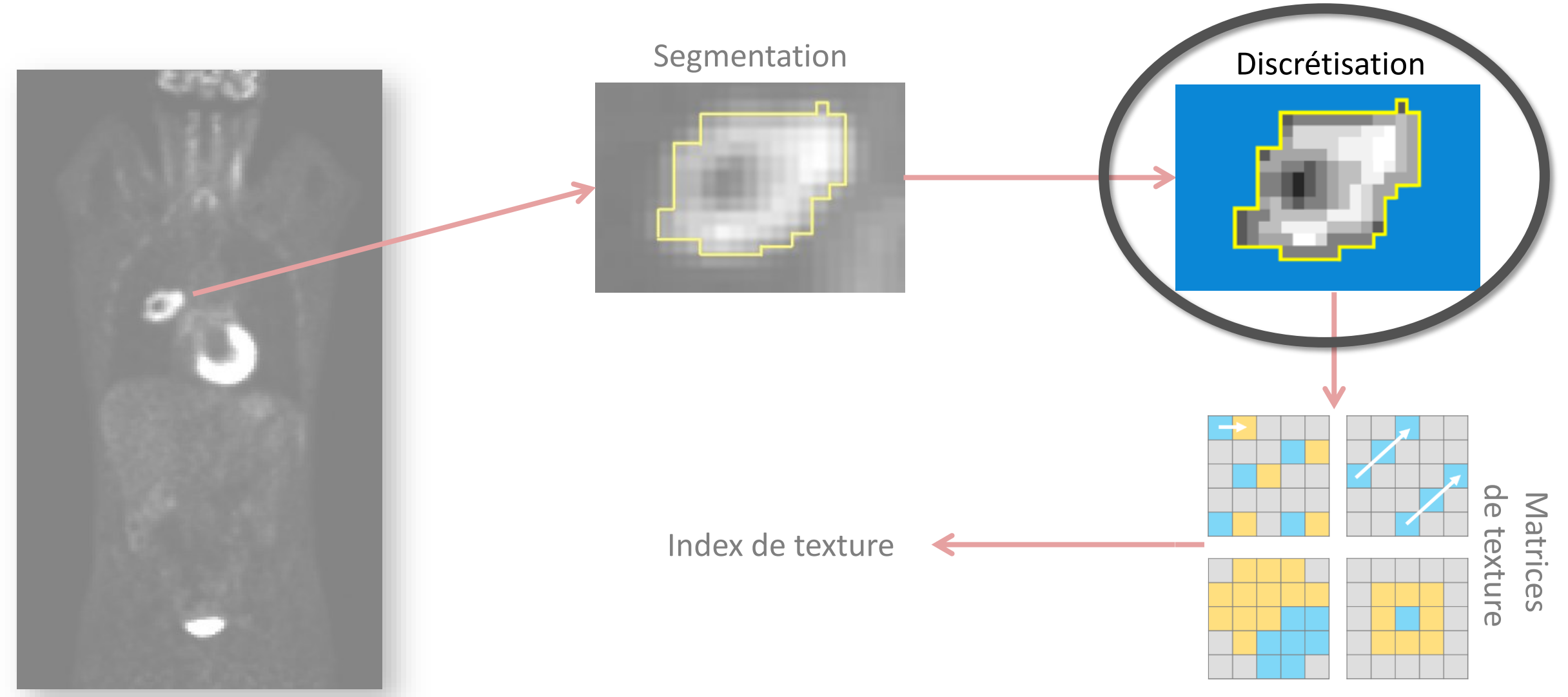
 pvalue > 0.05

 pvalue > 0.05/105 tests = 0.0005

Homog = 0,687  
Entropy = 1,05  
SRE = 0,736  
LRE = 2,79  
LGZE = 0,027  
HGZE = 49,9  
SUVmean = 2,1

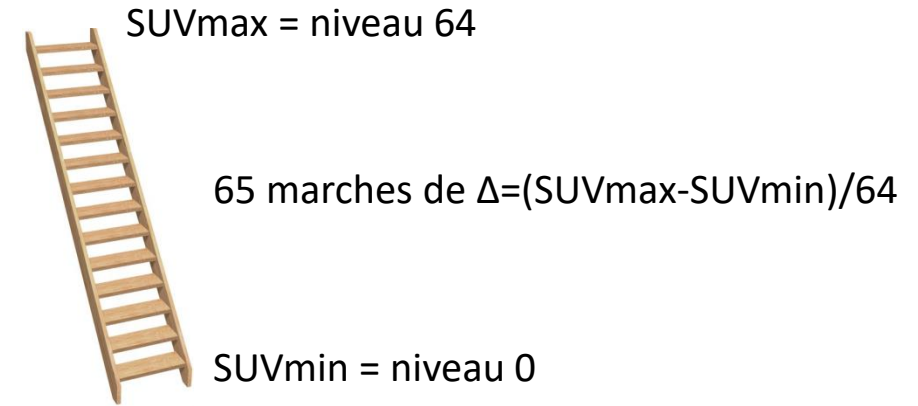


Homog = 0,656  
Entropy = 1,20  
SRE = 0,771  
LRE = 2,55  
LGZE = 0,029  
HGZE = 49,8  
SUVmean = 2,1



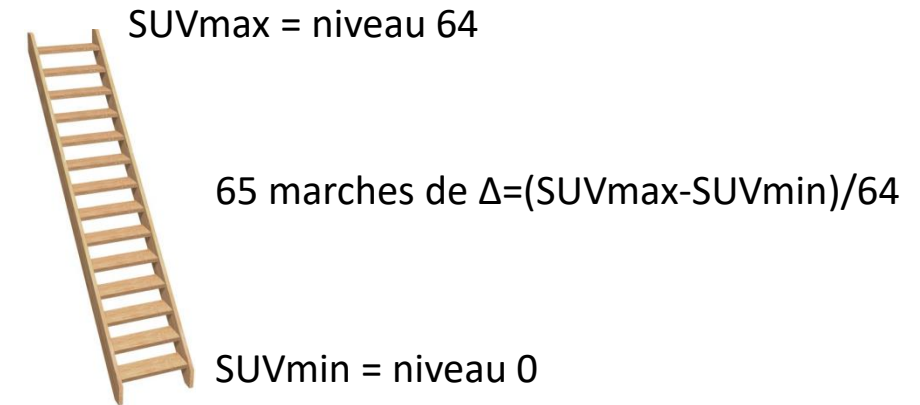
Discrétisation relative :

$$R(x) = 64 \left( \frac{I(x) - SUVmin}{SUVmax - SUVmin} \right)$$



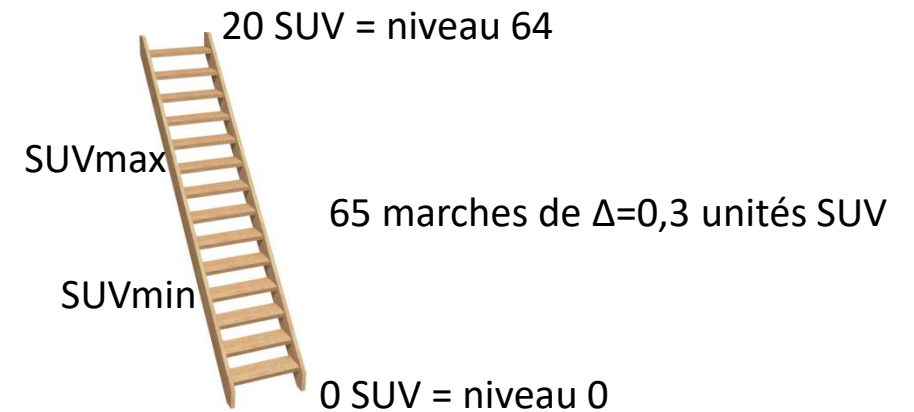
Discrétisation relative :

$$R(x) = 64 \left( \frac{I(x) - SUVmin}{SUVmax - SUVmin} \right)$$



Discrétisation absolue :

$$R(x) = 64 \left( \frac{I(x) - 0}{20 - 0} \right)$$

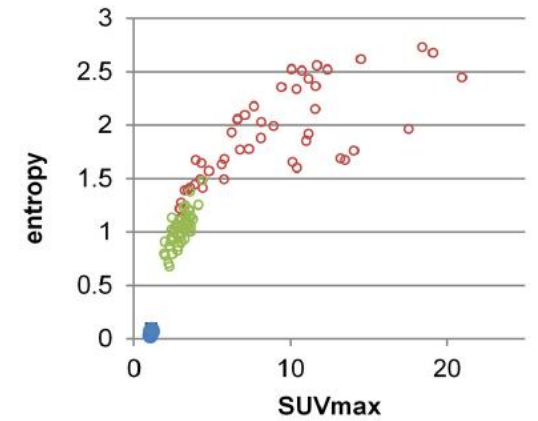
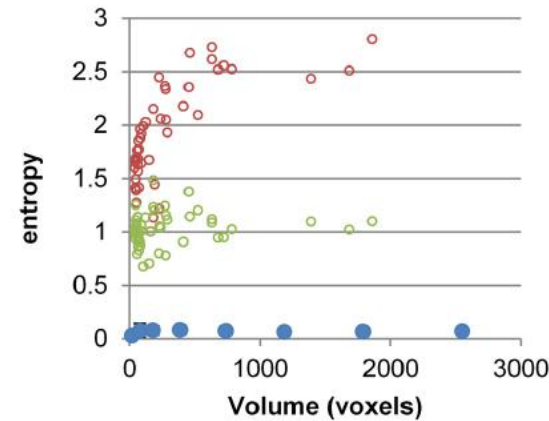
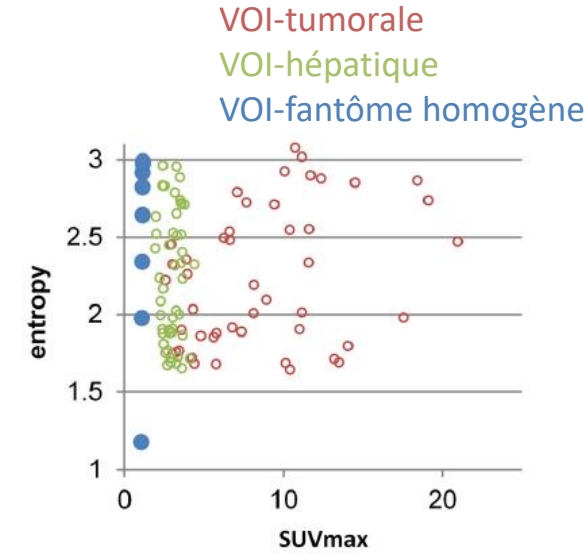
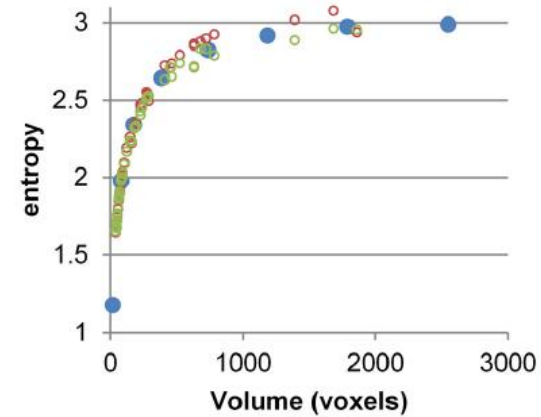


Discrétisation relative :

$$R(x) = 64 \left( \frac{I(x) - SUVmin}{SUVmax - SUVmin} \right)$$

Discrétisation absolue :

$$R(x) = 64 \left( \frac{I(x) - 0}{20 - 0} \right)$$

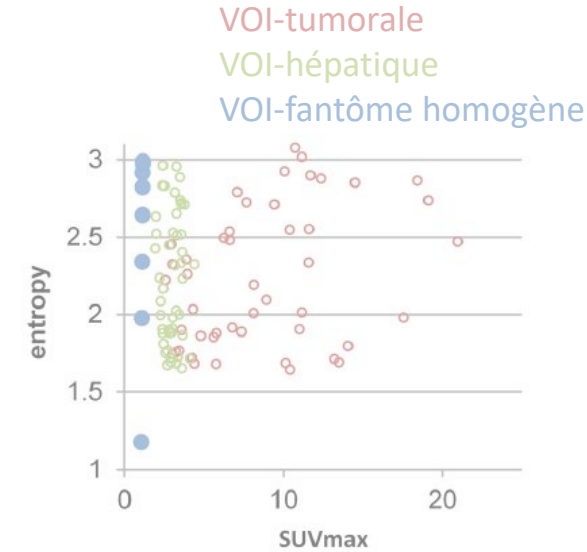
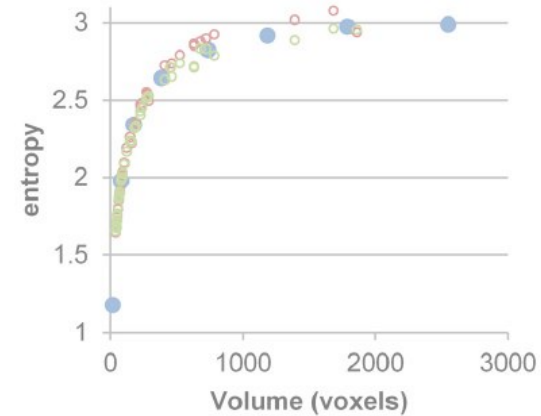


Discrétisation relative :

$$R(x) = 64 \left( \frac{I(x) - SUVmin}{SUVmax - SUVmin} \right)$$

Discrétisation absolue :

$$R(x) = 64 \left( \frac{I(x) - 0}{20 - 0} \right)$$

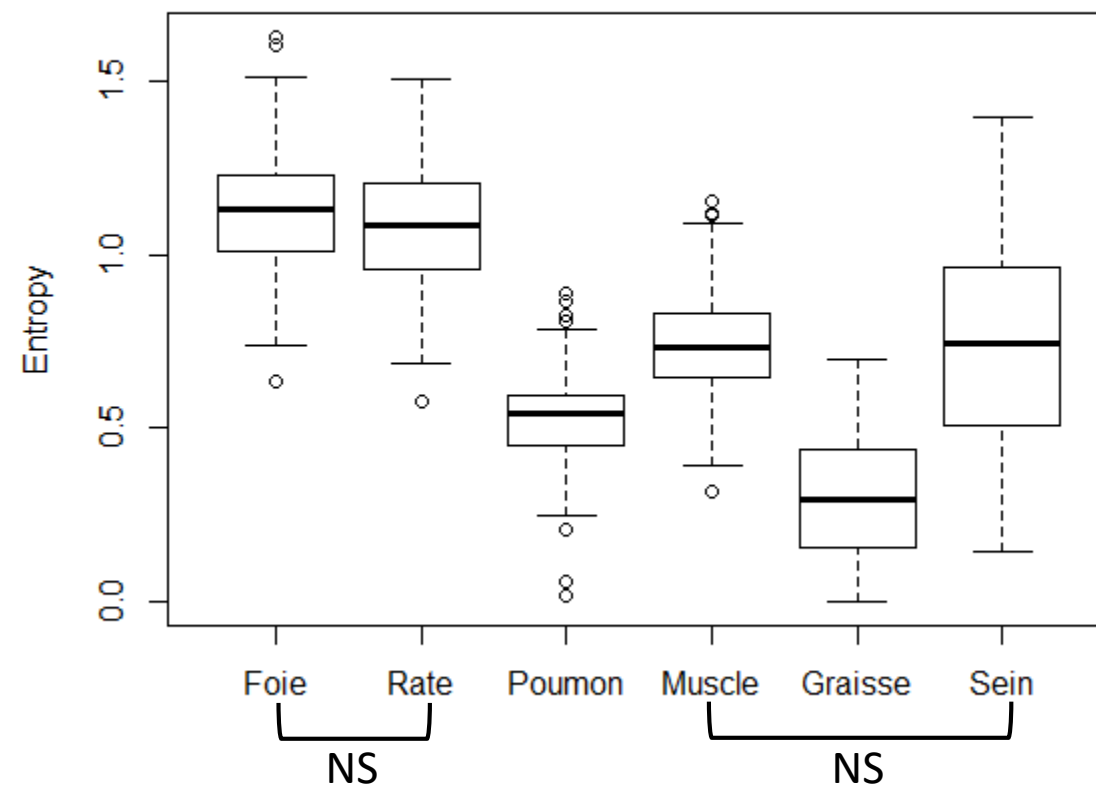
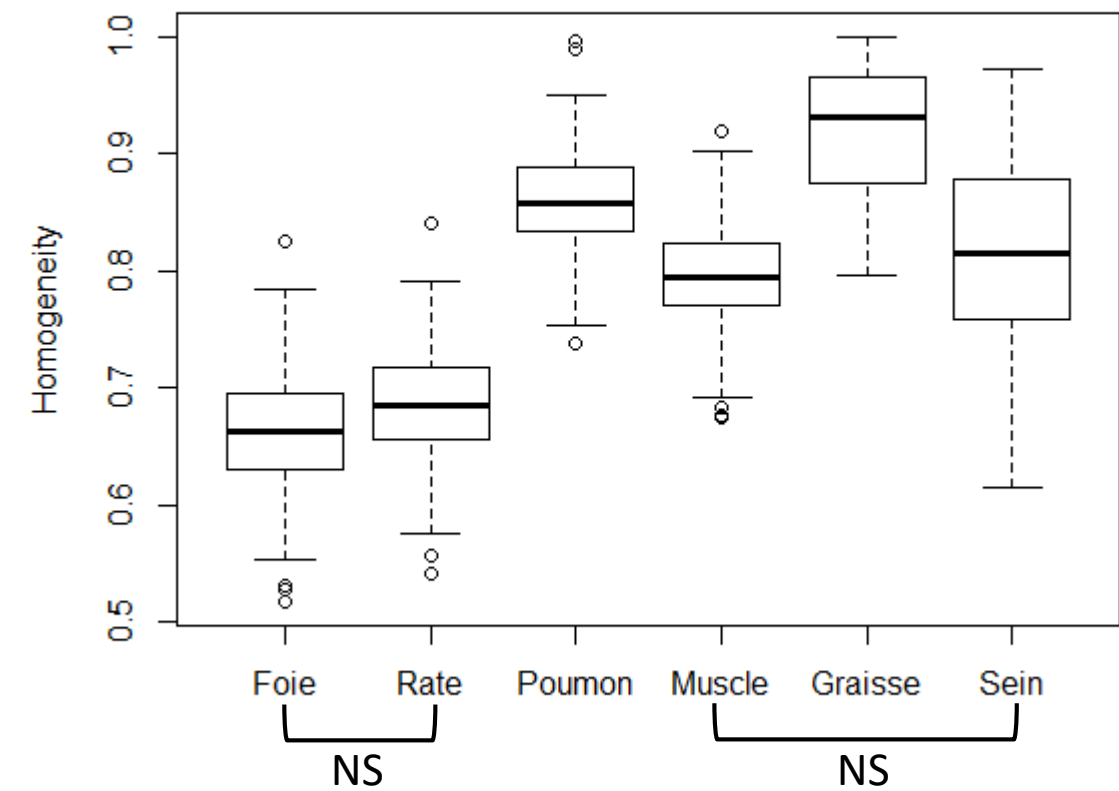


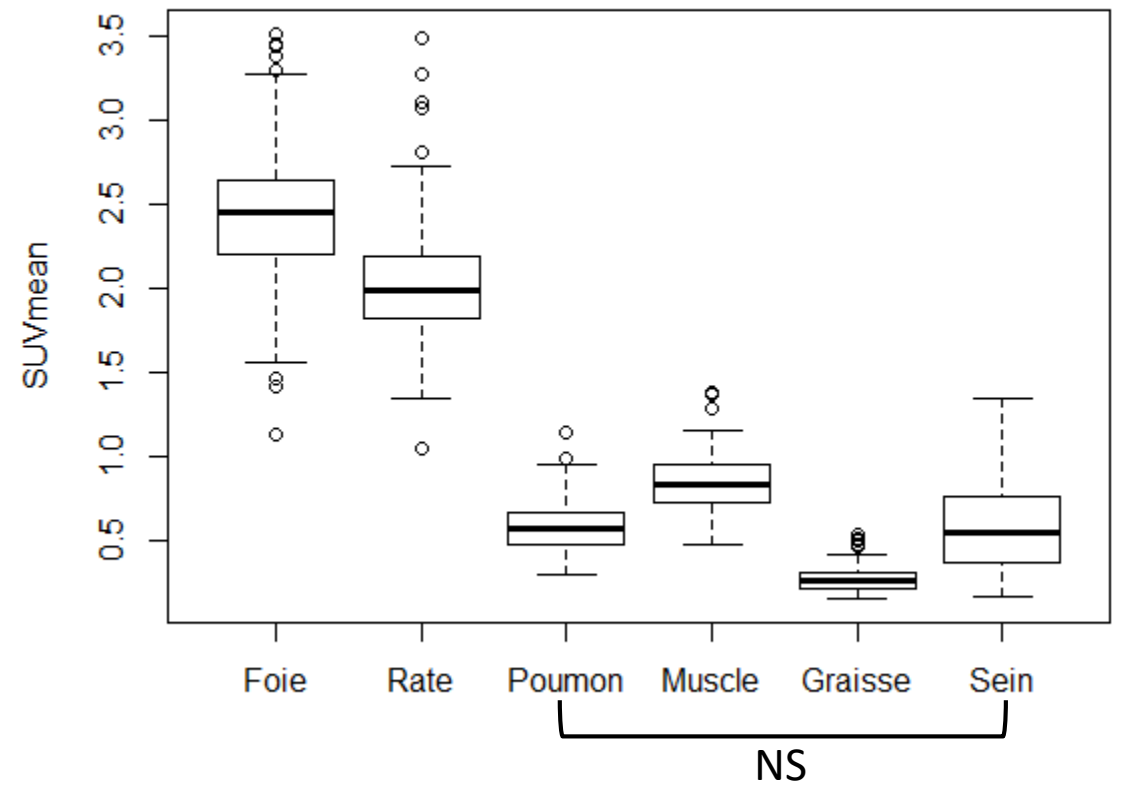
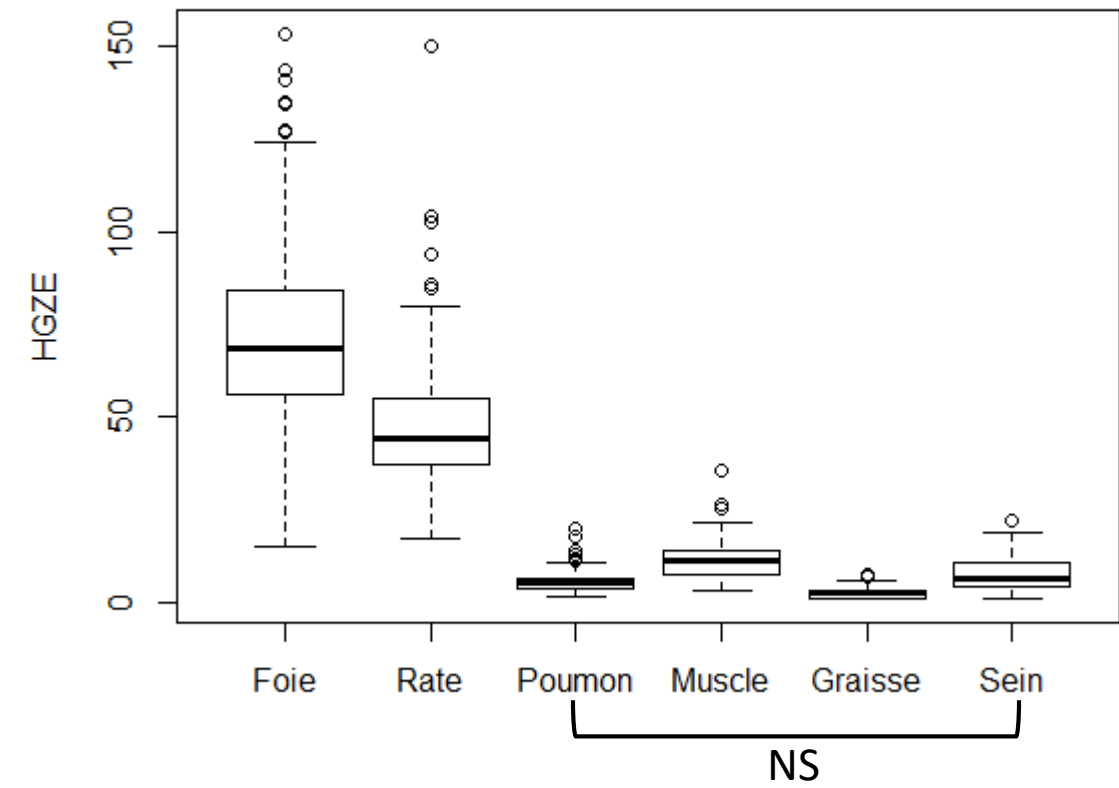
→ Diminution de la corrélation au VM

→ Meilleure discrimination des tissus  
(Orlhac et al. *PloS One*. 2015;10:e0145063)

→ Sens de variations intuitifs et corrélés à l'analyse visuelle (Orlhac et al. *J Nucl Med*. 2017;58:387-392)







	$\Delta(\text{SUVmean}) \leq 0,3 \text{ SUV}$ $\Delta(\text{VM}) \leq 4 \text{ ml}$	$\Delta(\text{SUVmax}) \leq 1 \text{ SUV}$ $\Delta(\text{VM}) \leq 4 \text{ ml}$	$\Delta(\text{SUVmean}) \leq 0,3 \text{ SUV}$ $\Delta(\text{SUVmax}) \leq 1 \text{ SUV}$ $\Delta(\text{VM}) \leq 4 \text{ ml}$
	18 couples	32 couples	9 couples
SUVmax	<0,001	0,978	0,129
SUVmean	0,865	<0,001	0,129
SUVpeak	0,027	0,073	0,426
TLG	0,865	0,156	0,570
VM	0,528	0,123	0,250
Homogeneity	0,003	0,134	0,012
Entropy	0,003	0,002	0,012
SRE	0,003	0,149	0,004
LRE	0,009	0,304	0,008
LGZE	0,038	<0,001	0,008
HGZE	0,099	0,002	0,129

→ Index de texture : information complémentaire et différente des SUVs