

Apports de l'imagerie hybride pour l'analyse quantitative des images

Irène Buvat

Laboratoire d'Imagerie Fonctionnelle
U678 INSERM - UPMC
CHU Pitié-Salpêtrière, Paris

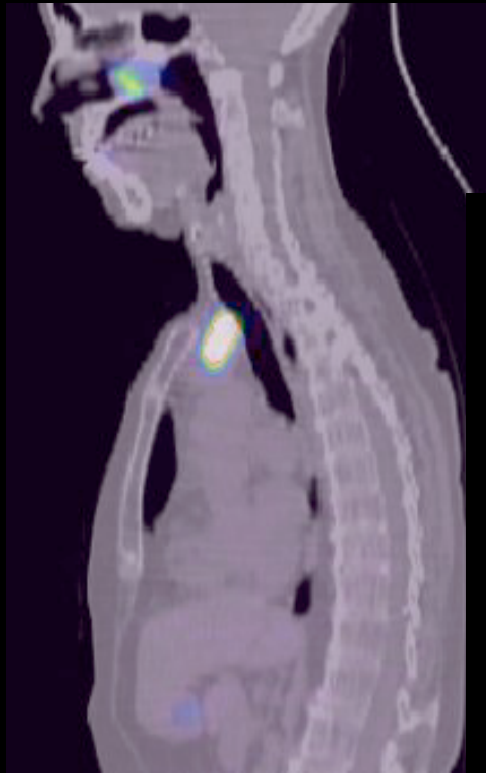
buvat@imed.jussieu.fr
<http://www.guillemet.org/irene>

Plan

- Imagerie hybride : généralités
- Apport de l'imagerie hybride pour l'analyse quantitative des images
 - Corrections des biais
 - Processus de mesure
 - Reconstruction des images TEMP et TEP
 - Suivi thérapeutique
- Conclusion / perspectives

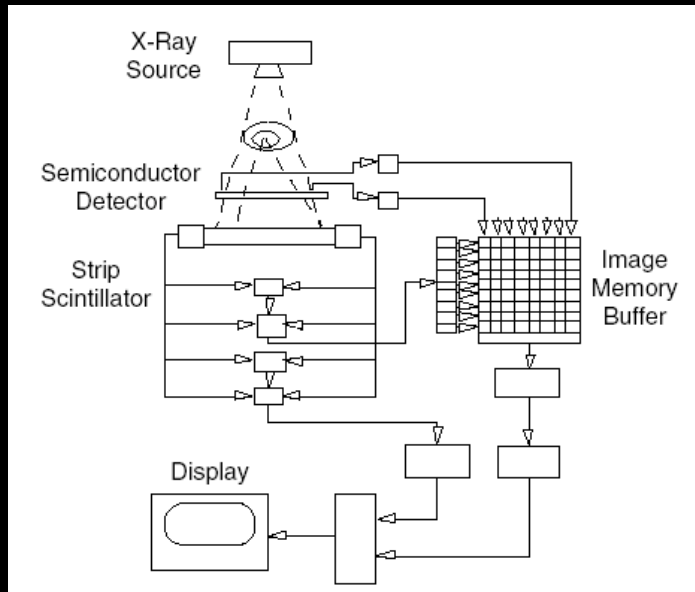
L'imagerie hybride : motivation

- La tomographie d'émission est une modalité d'imagerie qui cible des phénomènes moléculaires et cellulaires

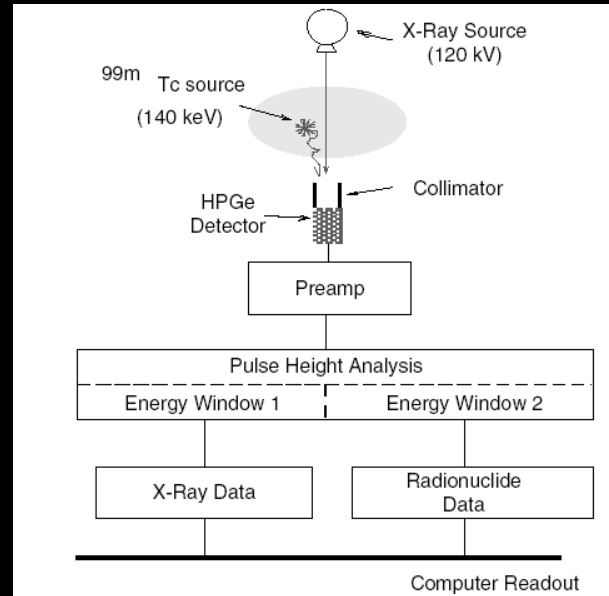


L'imagerie hybride : bref historique

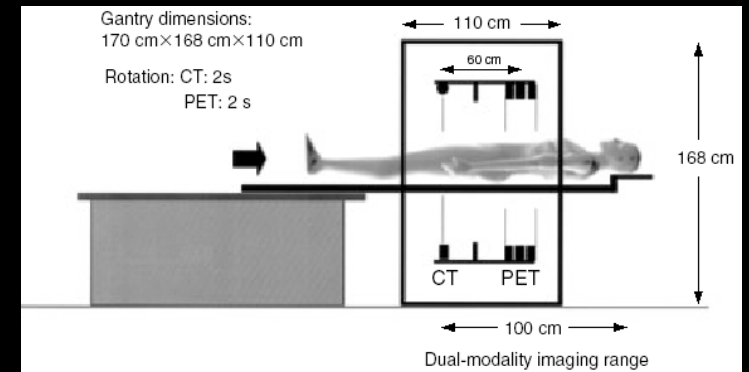
- Dès 1952 : expression du besoin (Anger, Kuhl) pour compléter les informations fonctionnelles par un repérage anatomique



1987 : brevet russe pour un système hybride (Mirshanov)



1991 : premier prototype TEMP/TDM (Lang et al)



1998 : premier prototype TEP/TDM (Townsend et al)

- 1999-2000 : commercialisation des systèmes TEMP/TDM et TEP/TDM

Apport de l'imagerie hybride pour la détection

- Certitude associée à la localisation des lésions accrue

Certainty	Lesion location score	Number of lesions		Change: PET/CT vs. PET
		PET	PET/CT	
Definite location	2 = definite location	92	115	+25%
Imprecise location	0 = uncertain location	28	14	
	1 = probable location	14	5	
	Total	42	19	-55%

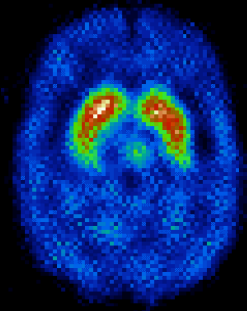
- Certitude associée à la caractérisation des lésions accrue

Certainty	Lesion characterization	Number of lesions		Change: PET/CT vs. PET
		PET	PET/CT	
Definite lesions	0 = definitely benign	0	15	
	4 = definitively malignant	84	94	
	Total	84	109	+30%
Probable lesions	1 = probably benign	19	9	
	2 = equivocal	12	9	
	3 = probably malignant	19	7	
	Total	50	25	-50%

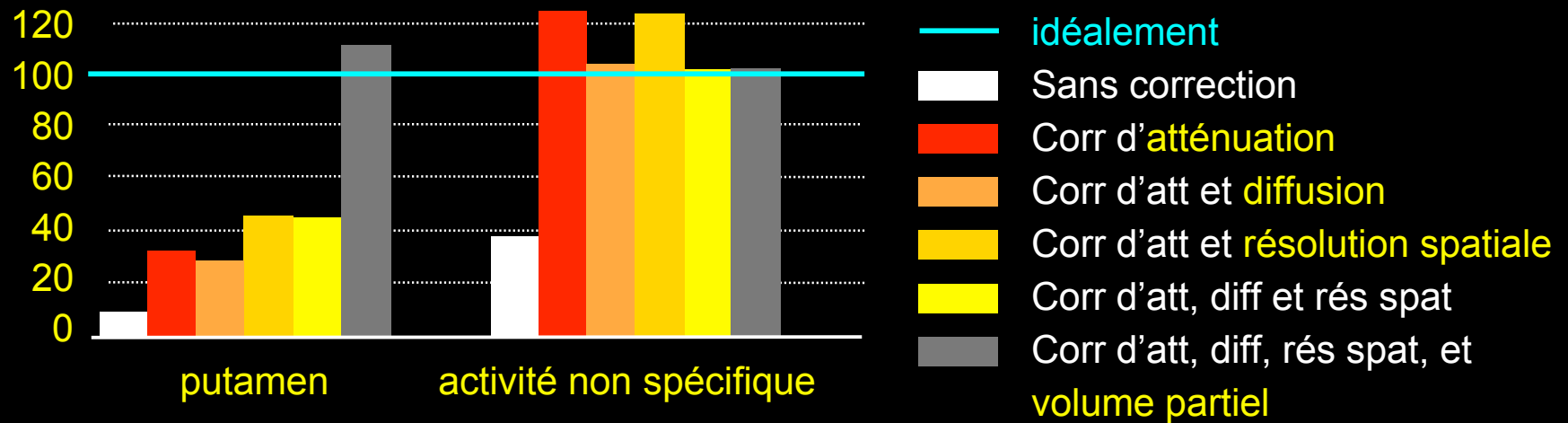
*Cohade et al 2003
Cancers colorectaux*

Apport de l'imagerie hybride pour la quantification

- Problématique : pour mesurer des paramètres fiables à partir des images, il faut corriger un certain nombre d'effets parasites



Pourcentages d'activité restaurée¹

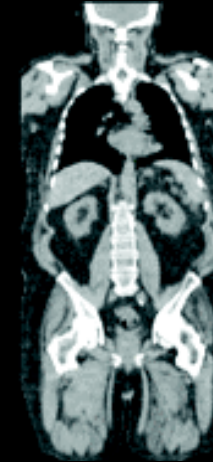
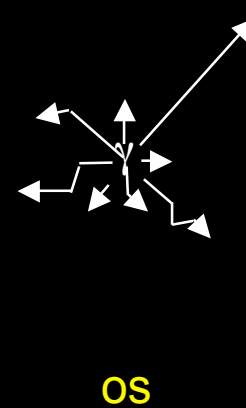
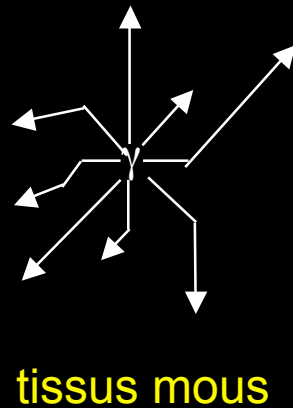
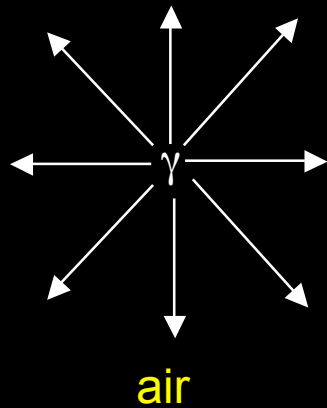


Les informations fournies par la TDM facilitent considérablement la mise en œuvre de ces corrections

¹ Soret et al J Nucl Med 2003

Apport de de la TDM pour les corrections (1)

- L'atténuation et la diffusion du signal émis par le radiotraceur dépendent de la densité et composition des tissus traversés



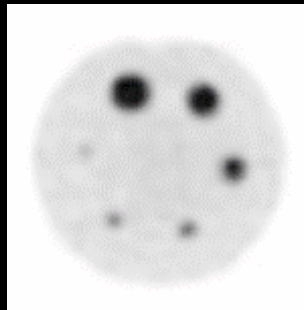
La TDM fournit la densité :

- Compensation d'atténuation systématique, rapide, et fiable¹
- Compensation de la diffusion exacte théoriquement faisable², mais encore trop coûteuse en temps de calcul

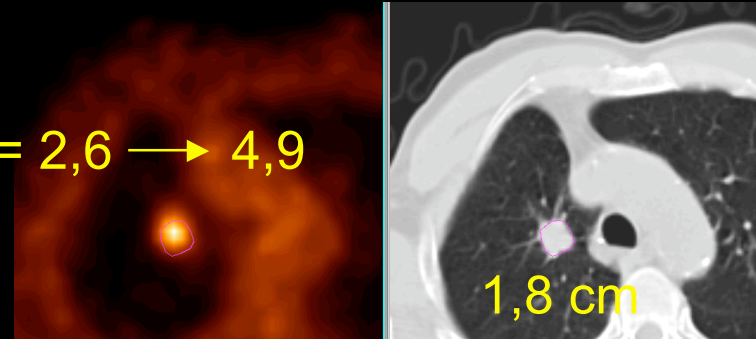
¹ Zaidi and Hasegawa J Nucl Med 2005, ² Lazaro et al Phys Med Biol 2005

Apport de de la TDM pour les corrections (2)

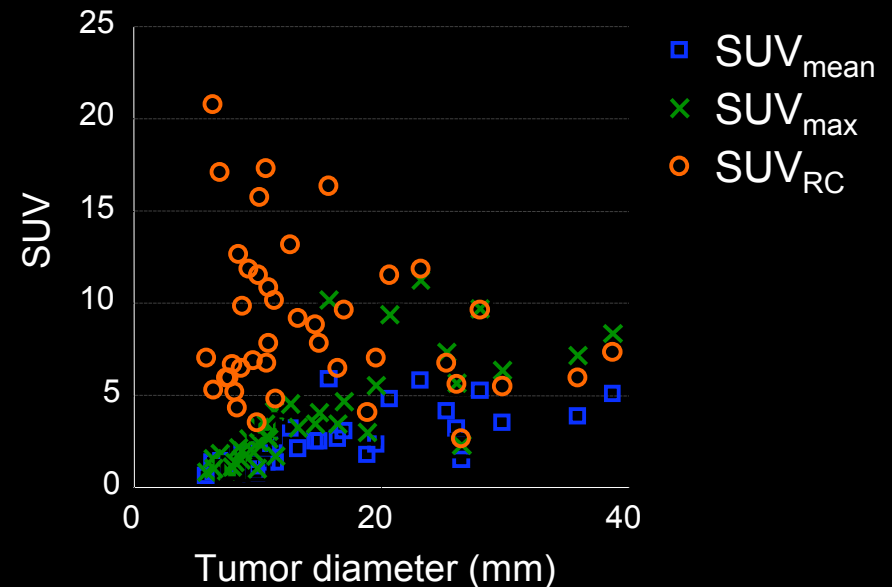
- Les biais consécutifs à la résolution spatiale limitée en TE (5 à 10 mm) dépendent de la taille de la structure d'intérêt par rapport à la résolution spatiale



SUV = 2,6 → 4,9



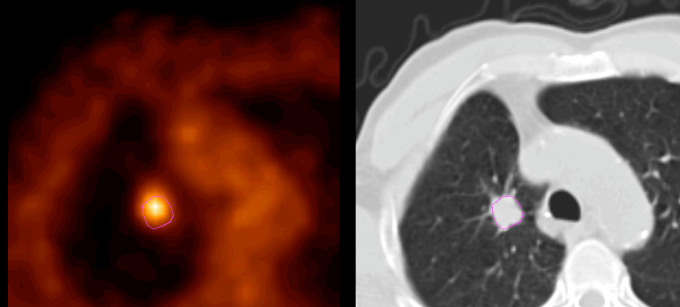
La TDM fournit la taille des structures (résolution ~ 1 mm)



Apport de l'imagerie hybride pour les mesures régionales

- Problématique : la résolution spatiale des images TE rend difficile le tracé de régions pour effectuer des mesures régionales

$SUV_{max} = 4,9$
 $SUV_{75\%} = 4,1$
 $SUV_{50\%} = 3,7$
 $SUV_{15 \times 15} = 3,1$
 $SUV_{mean} = 2,6$



L'imagerie hybride fournit des informations anatomiques de haute résolution spatiale qui peuvent faciliter le tracé

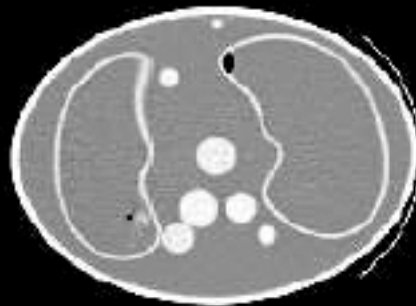
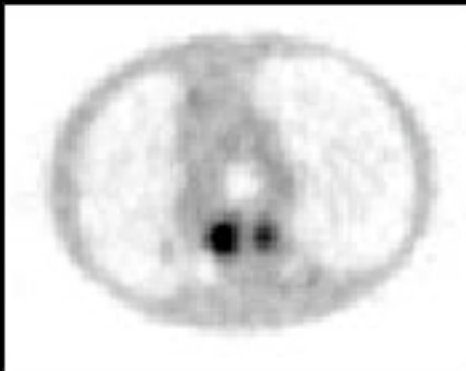


Apport de l'imagerie hybride pour la reconstruction tomographique

- Problématique : actuellement, la reconstruction des images TEP ou TEMP se fait le plus souvent sans a priori aucun sur l'anatomie du patient



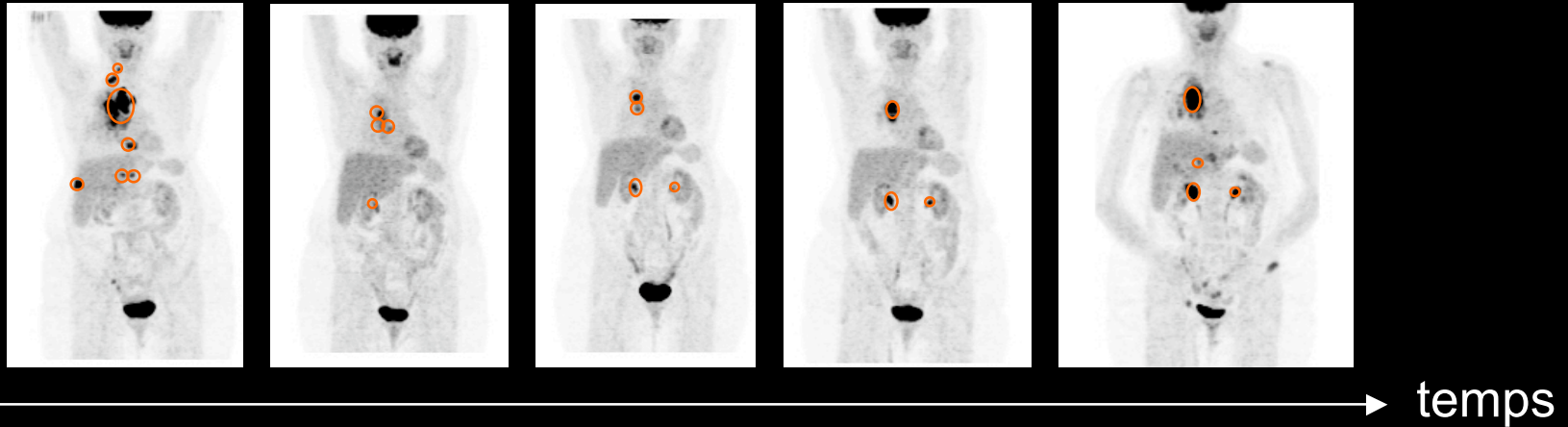
L'imagerie hybride fournit des informations anatomiques potentiellement pertinentes



*

e.g., Ardekani et al 1996, *Comtat et al 2002, Bataille et al IEEE TNS 2007, Baete et al Neuroimage 2002

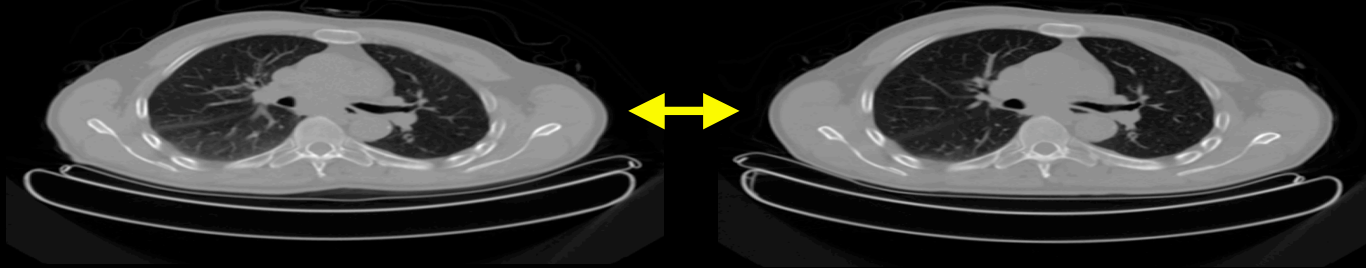
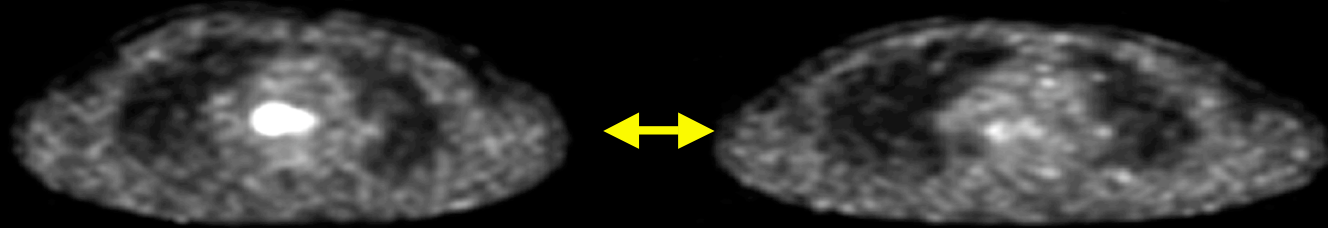
Apport de l'imagerie hybride pour le suivi thérapeutique



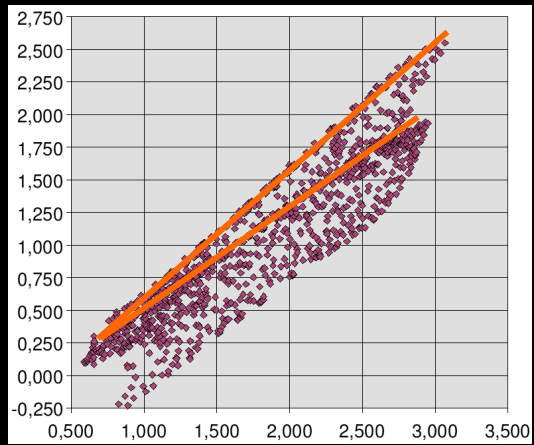
Les TDM associées aux TEP permettent la mise en correspondance d'images acquises à des semaines d'intervalle

L'évolution du métabolisme peut être caractérisée automatiquement, pixel-par-pixel

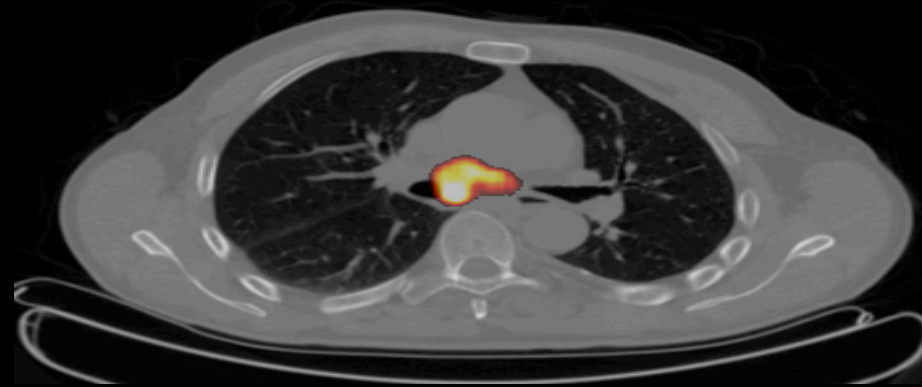
Comparaison de 2 examens



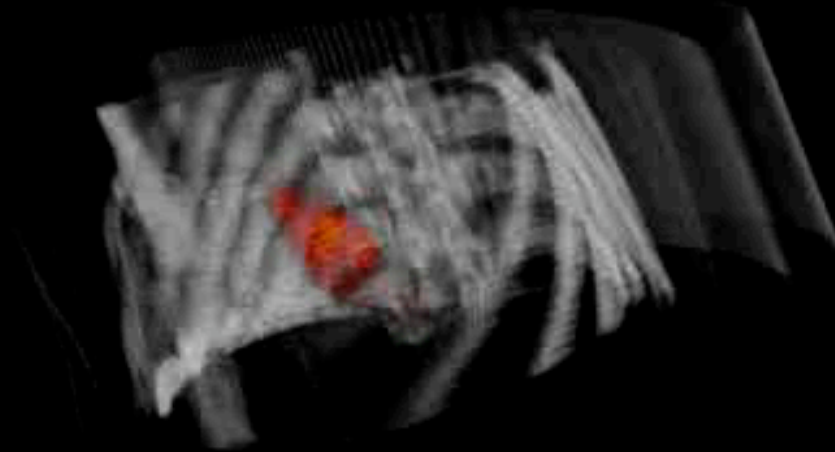
$TEP_1(i) - TEP_2(i)$



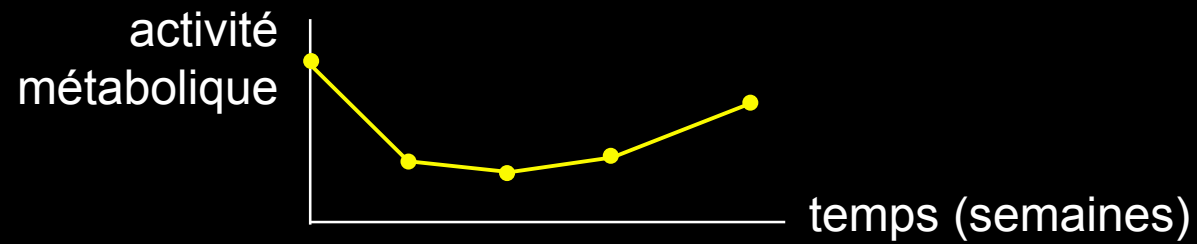
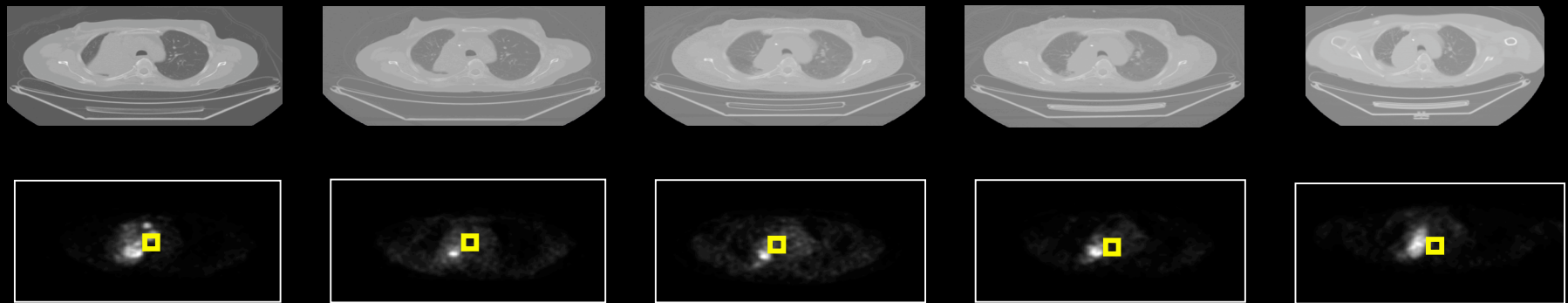
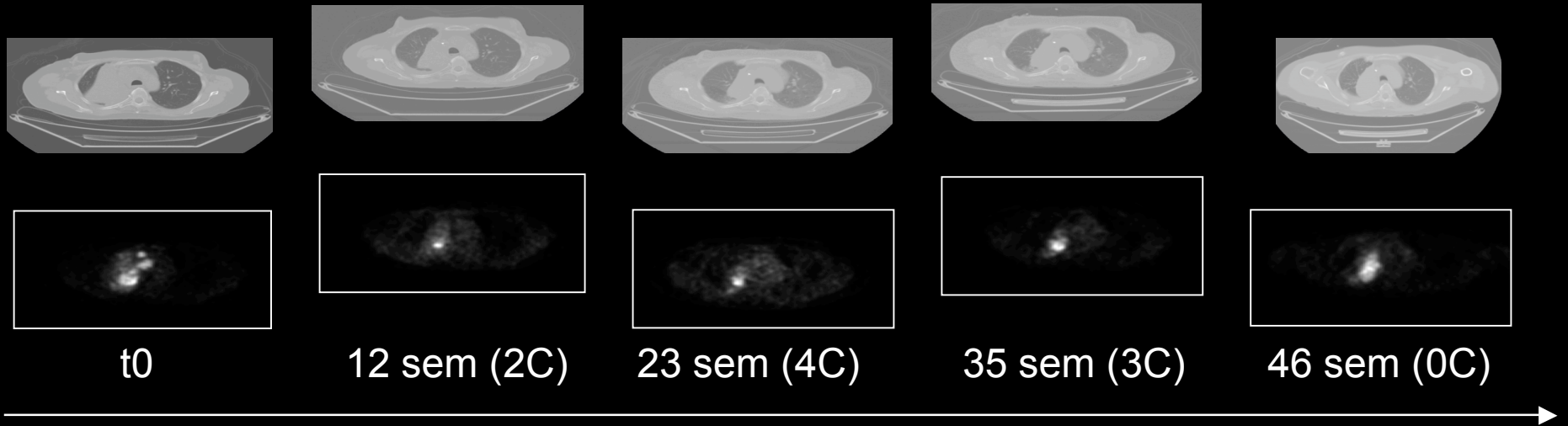
$TEP_1(i)$



Comparaison de 2 examens



Suivi thérapeutique



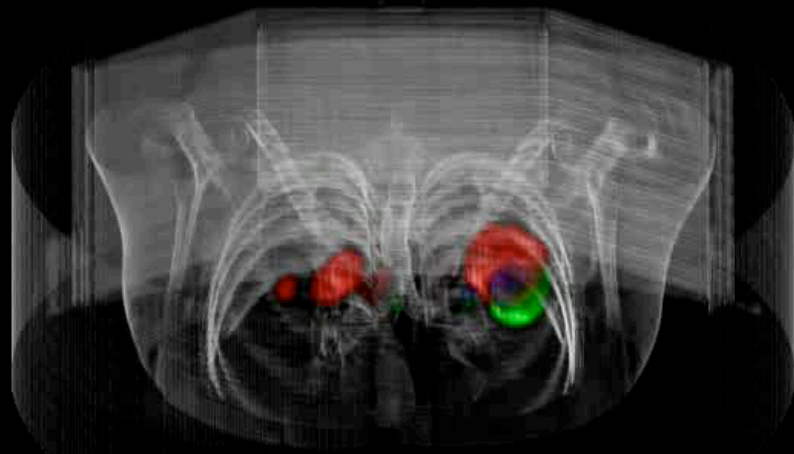
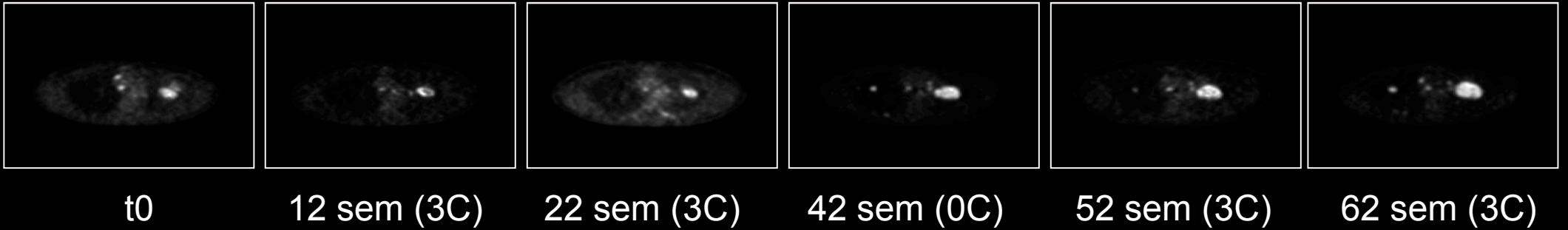
Suivi thérapeutique



activité métabolique



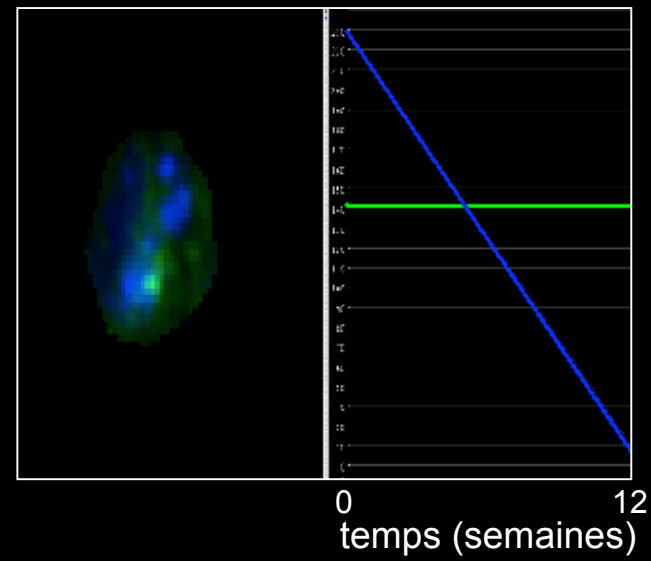
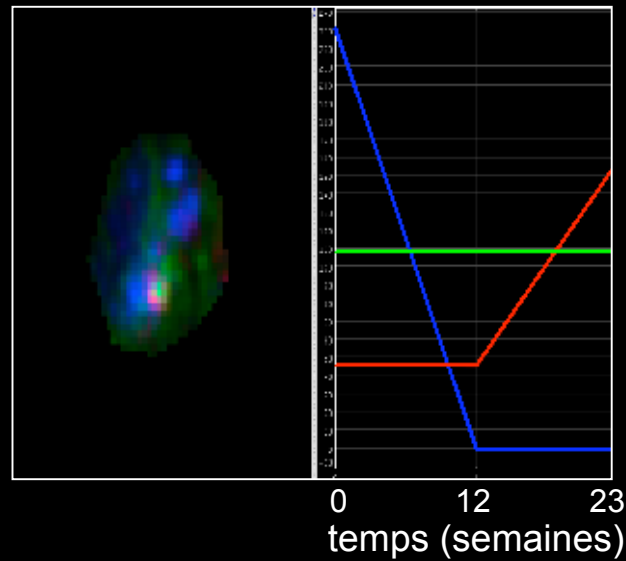
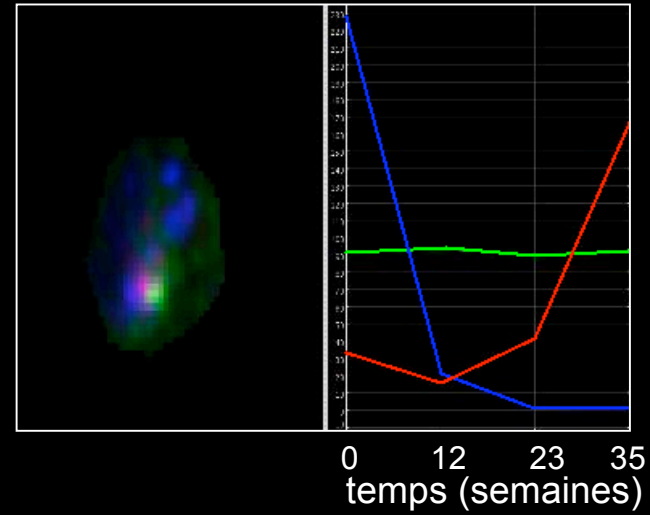
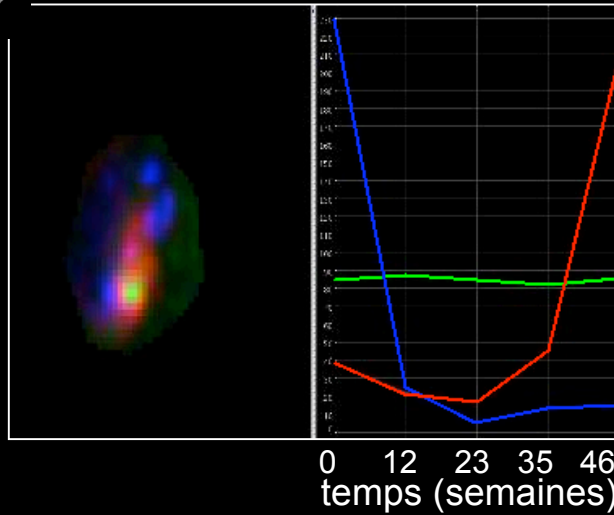
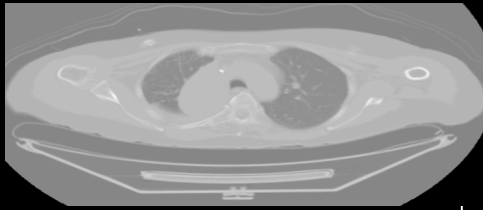
Suivi thérapeutique



activité métabolique

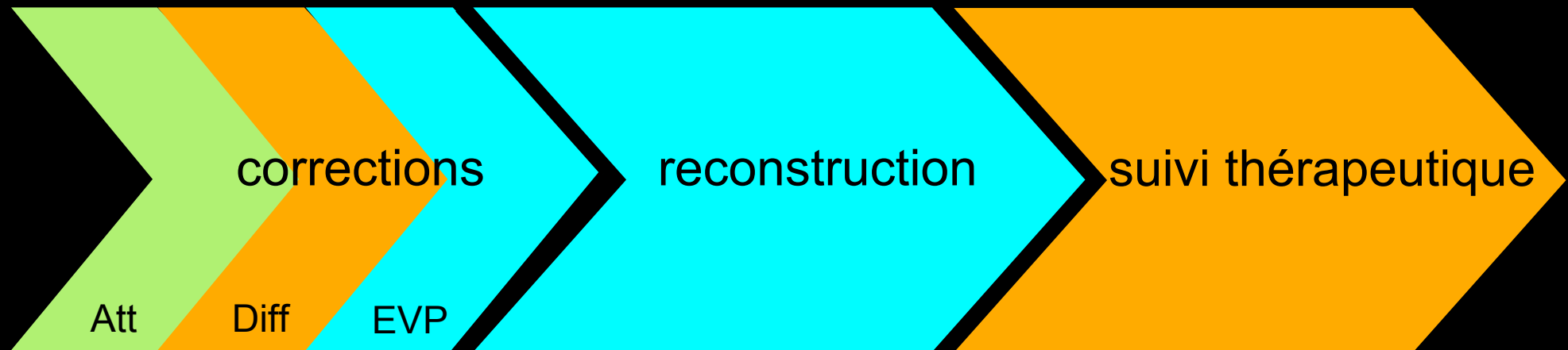


Suivi thérapeutique précoce



Conclusion et perspectives

- L'imagerie hybride réactualise certains pans de recherche et ouvre des perspectives inédites



- Autres systèmes hybrides : TEP/IRM, TEMP/IRM
 - Nouveaux enjeux (cerveau), nouveaux défis (corrections)
- Acquisitions réellement simultanées
 - Possibles en TEP/IRM

Le mot de la fin...

« Le tout est plus grand que la somme des parties »



Confucius 551-479 BC

Remerciements : Dr Michelle Dusart et al, Hatem Necib, Perrine Tylski, Marine Soret

Diaporama disponible sur <http://www.guillemet.org/irene/conferences>