



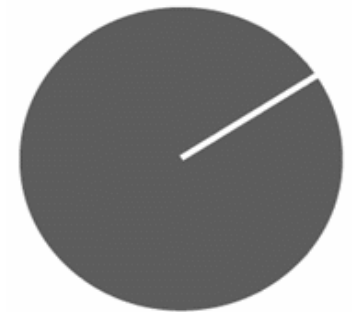
Suivi de la respiration par imagerie multimodalité dans le cadre de la radiothérapie du poumon

Louise Grezes-Besset

CIFRE – Elekta

oct. 2007 – oct. 2010

Creatis
LRMN



E L E K T A

Patrick Clarysse et David Sarrut

Plan



I. Contexte médical



II. Littérature



III. Notre approche



IV. Modèle thorax respirant (Jef Vandemeulebroucke)

V. Etude : signal externe/signal interne

VI. Perspectives

Plan



I. Contexte médical



II. Littérature



III. Notre approche



IV. Modèle thorax respirant (Jef Vandemeulebroucke)

V. Etude : signal externe/ signal interne

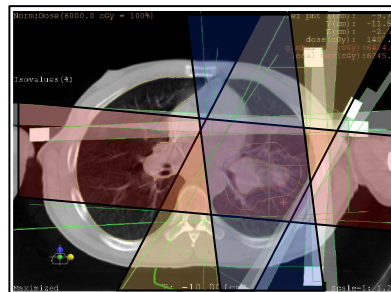
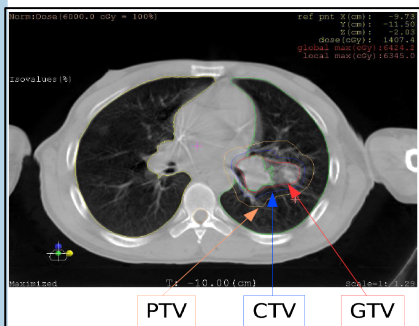
VI. Conclusion et perspectives

Radiothérapie pour le traitement du cancer du poumon



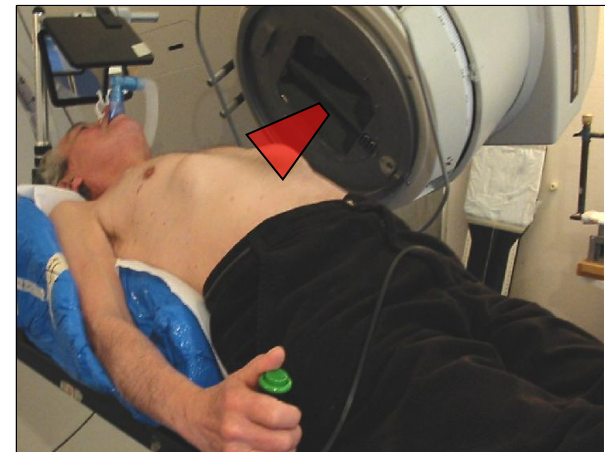
Planification

- Image tomodensitométrique (TDM)
- Contourage / Définition des marges
- Plan de traitement : faisceaux et doses prévisionnelles

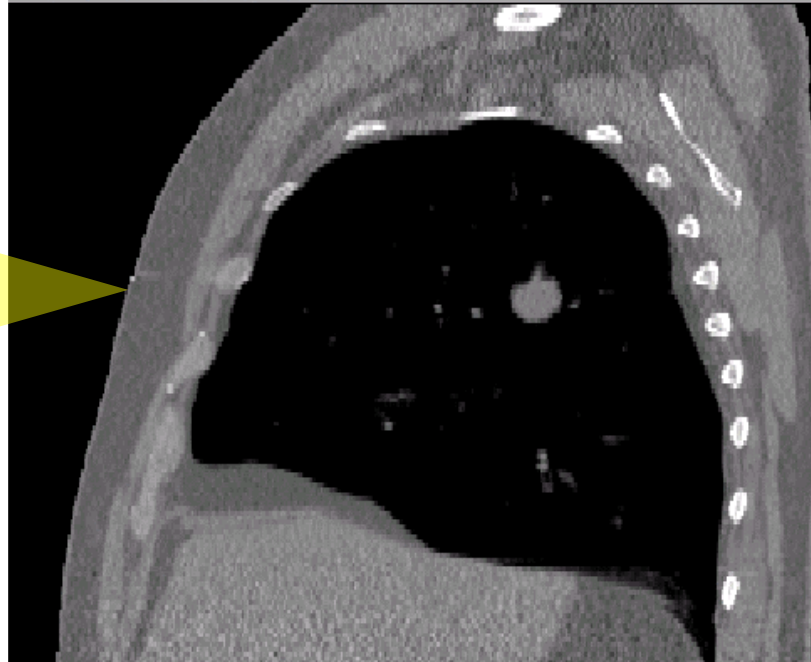


Traitement

- Repositionnement
- Administration de la dose



Radiothérapie pour le traitement du cancer du poumon



Incertitudes balistiques

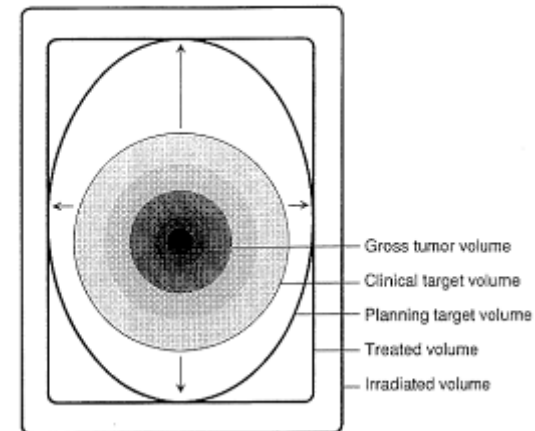
Risques :

- sous-dosage de la cible
- sur-dosage des tissus sains voisins

Stratégies possibles



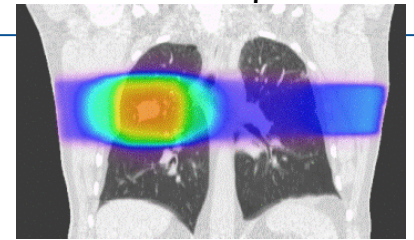
- Contentions →
- Blocage respiratoire →
- Marges individualisées →
- Compression abdominale →
- Irradiation synchronisée
- ...



- Pas de solution universelle
- Dépend du patient

Nécessité de mesurer & modéliser le mouvement

Bilan



- Contexte :

- Traitement du cancer du poumon en radiothérapie



- Objectif :

- Localiser précisément la tumeur au cours du traitement



- Intérêt :

- Vers un traitement synchronisé avec la respiration
- Adaptation du traitement a posteriori

Plan



I. Contexte médical



II. Littérature



III. Notre approche

IV. Modèle thorax respirant (Jef Vandemeulebroucke)

V. Etude : signal externe/ signal interne

VI. Conclusion et perspectives

Dans la littérature ...



Auteurs	Technique	Remarque sur la méthode
Shirato	suivi de marqueurs implantés autour de la tumeur	précise mais invasive
Kubo	suivi de marqueurs positionnés sur la surface du patient	non invasive. La précision dépend de la position de la tumeur
Berbeco	suivi par imagerie fluoroscopique	peu invasive. D'avantage basée sur le signal respiratoire que sur la position exacte de la tumeur
Cho	combinaison suivi externe (optique) / suivi interne (fluoroscopie)	non invasive

Plan



I. Contexte médical



II. Littérature



III. Notre approche



IV. Modèle thorax respirant (Jef Vandemeulebroucke)

V. Etude : signal externe/ signal interne

VI. Conclusion et perspectives



Différentes sources d'informations dans la salle de traitement



- Système Synergy (Elekta) :
 - séquence fluoroscopique (projections 2D + t)
- Système optique de reconstruction de surfaces (Vision RT)



Caméras optiques



Imageur TDM

Combiner ces informations d'images au cours du traitement

Méthodologie



Avant le traitement

Modèle a priori issu du 4D CT
et du CB



Pendant le traitement



Information
externe :
Surfaces
dynamiques



Information
interne :
Séquence
fluoroscopique

Recalage
multimodalité
spatiotemporel

Position des
structures

Intérêt :

Per-traitement : Synchronisation de l'irradiation avec la respiration

Post-traitement : Renseignement sur la dose effective administrée

Plan



I. Contexte médical



II. Littérature



III. Notre approche



IV. Modèle thorax respirant (Jef Vandemeulebroucke)

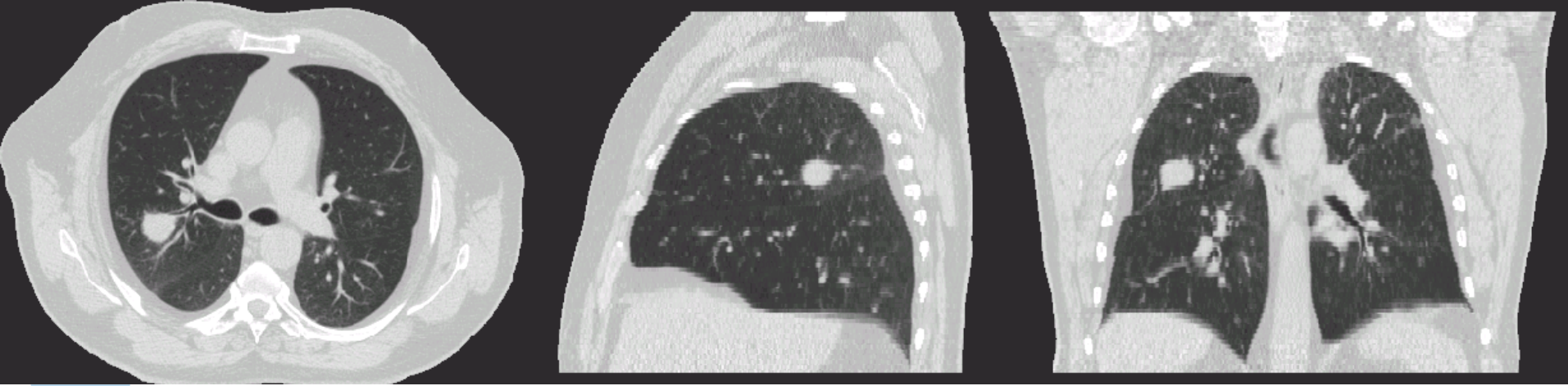
V. Etude : signal externe/ signal interne

VI. Conclusion et perspectives



Etape 1 : modélisation initiale

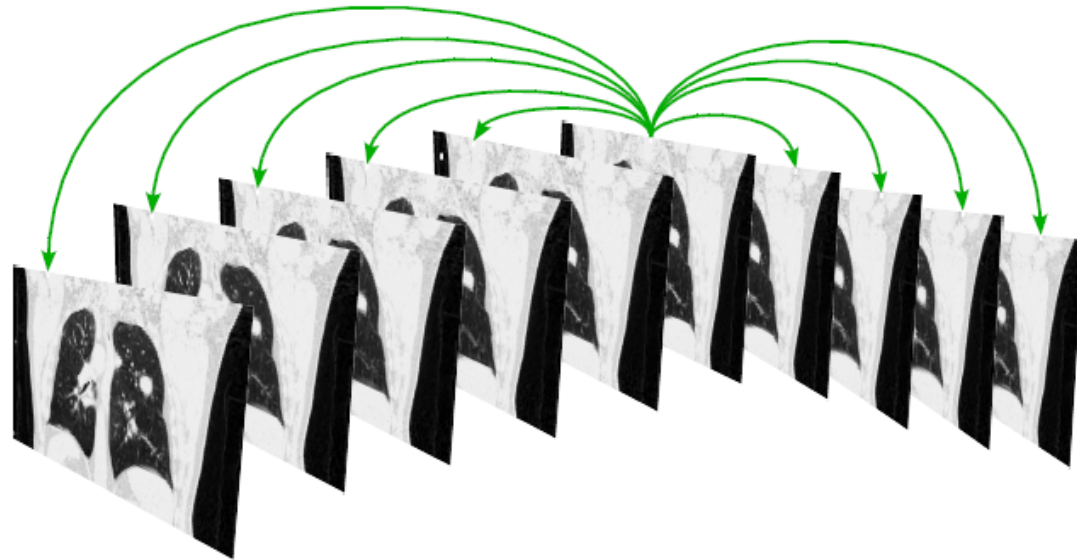
- Acquisition 4D CT



10 phases (~1200 coupes)
Résolution : 1x1x2 mm x 10

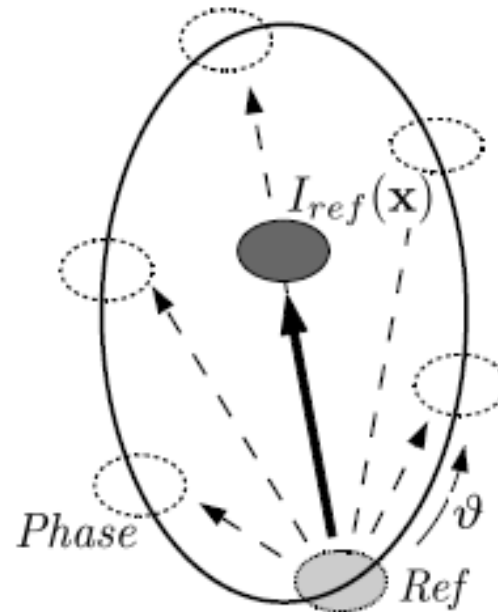
Etape 1 : modélisation initiale

- Une image 4D = 10 images 3D
- Estimation des déformations
 - Recalage déformable
 - Phase de référence



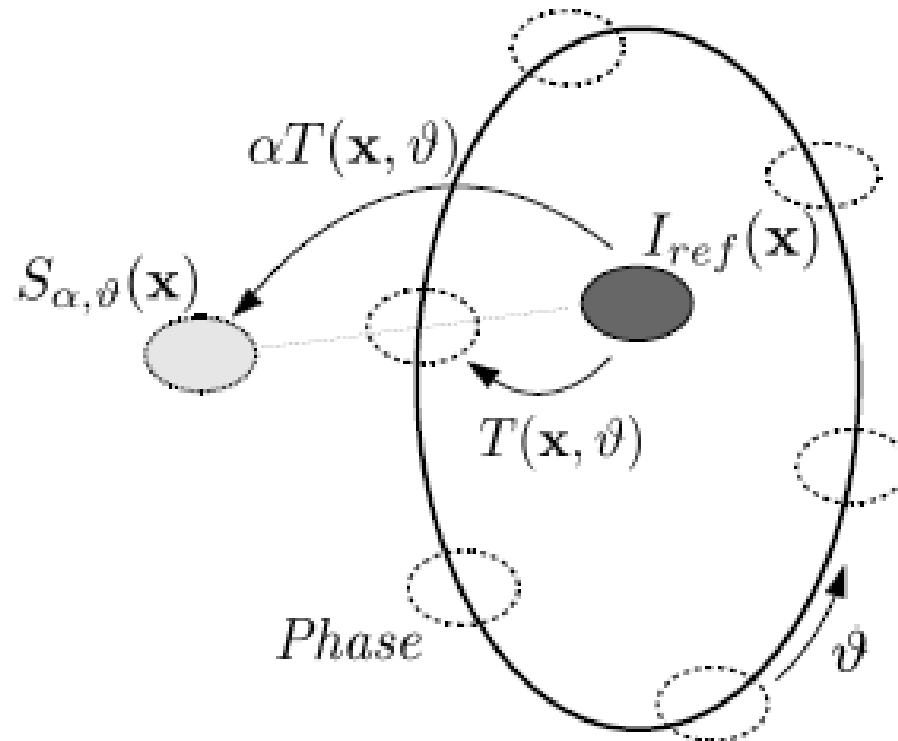
Etape 1 : modélisation initiale

- Construction du modèle
- Déformations « moyenne »
- Image « mean-ventilation » = ref
- Recalcul des déformations



Etape 1 : modélisation initiale

- Avantage :
 - 1 image 3D + 1 déformation 4D
 - Interpolation phase & amplitude



Etape 2 : acquisition CB

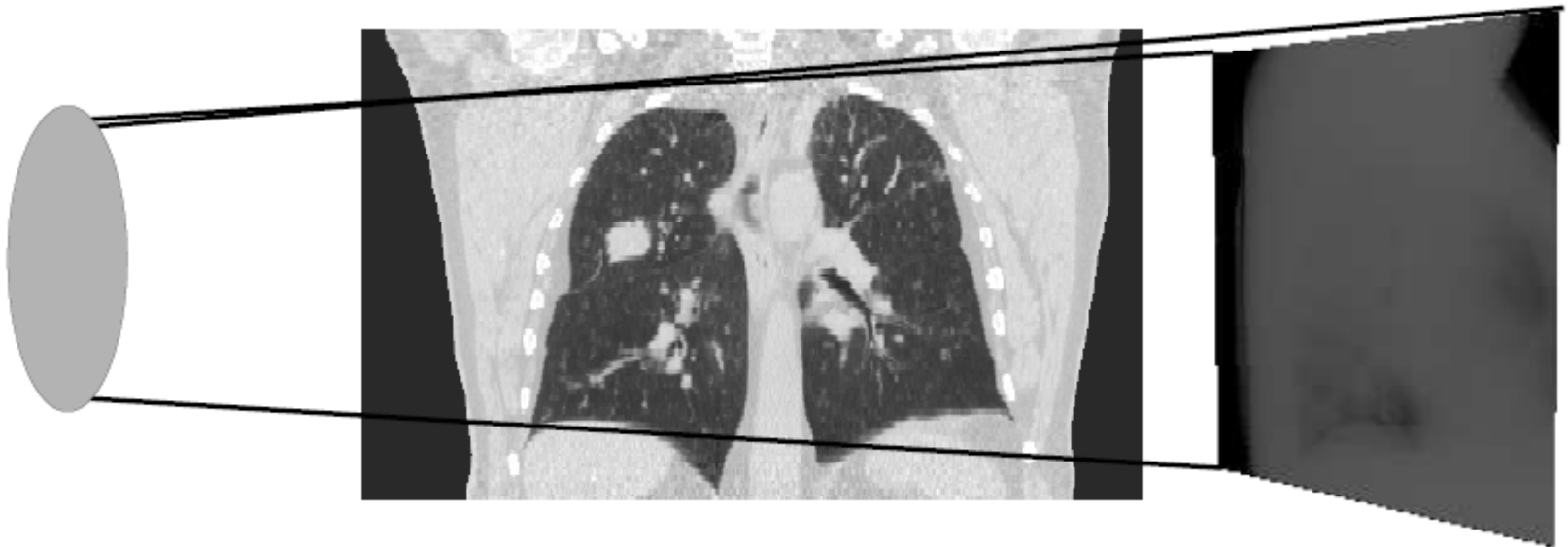


- Cone-Beam
- Rotation : 2-4 minutes



Etape 3 : estimation

Simulation par le modèle



Fonction de coût :

$$(\hat{\vartheta}, \hat{\alpha})_{\phi} = \arg \max_{\vartheta, \alpha} (\mathcal{F}(p_{\phi}, \mathcal{A}_{\phi} S_{\vartheta, \alpha}))$$



Conclusion sur le modèle

- Patient spécifique
- À partir d'une phase et d'une amplitude, donne une position 3D

Plan



I. Contexte médical



II. Littérature



III. Notre approche



IV. Modèle thorax respirant (Jef Vandemeulebroucke)

V. Etude : signal externe/ signal interne

VI. Conclusion et perspectives

Méthodologie



Avant le traitement

Modèle a priori issu du 4D CT



Pendant le traitement

Information
externe



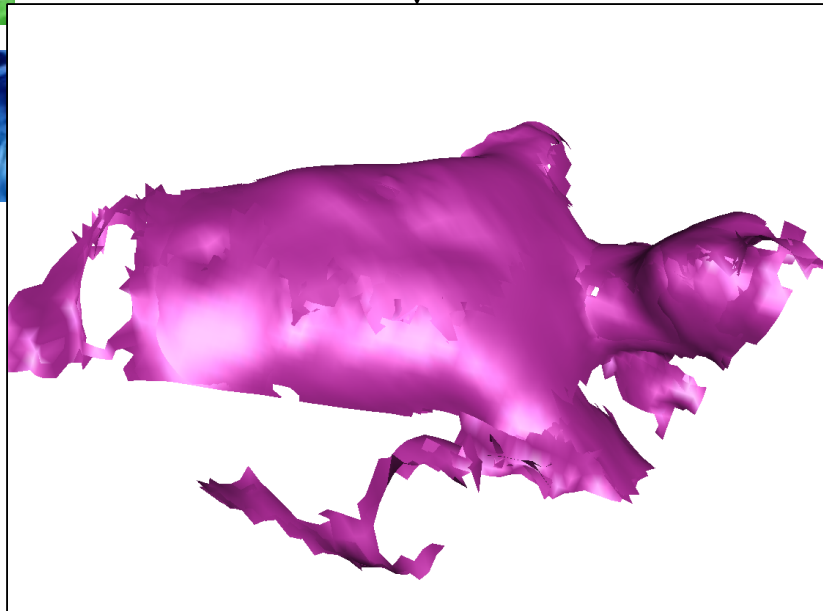
Information
interne

Recalage
multimodalité
spatiotemporel

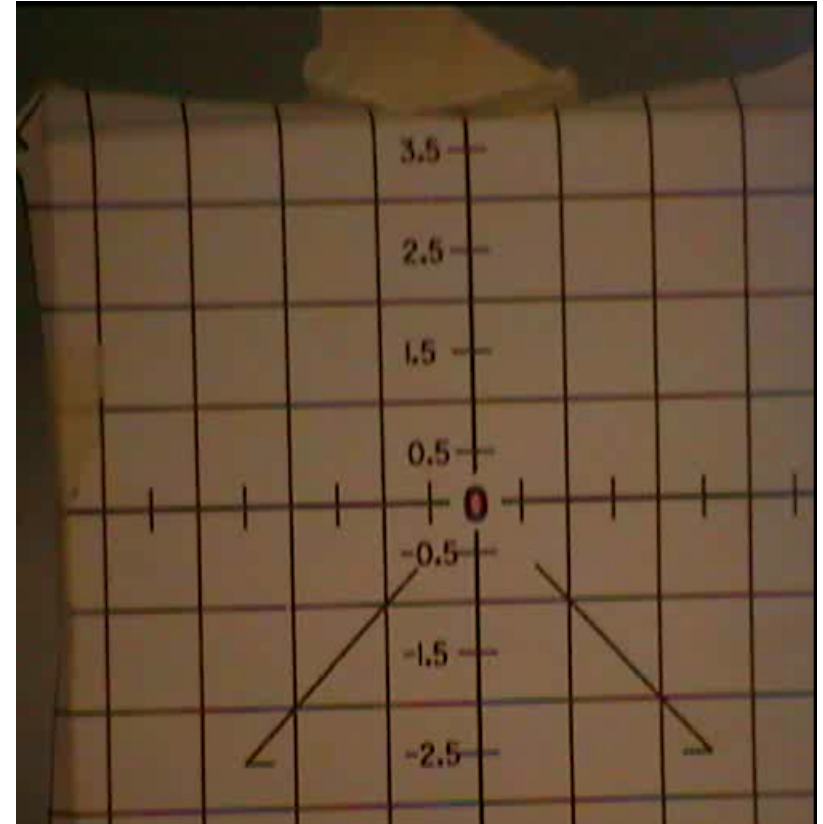
Position des
structures



Information externe

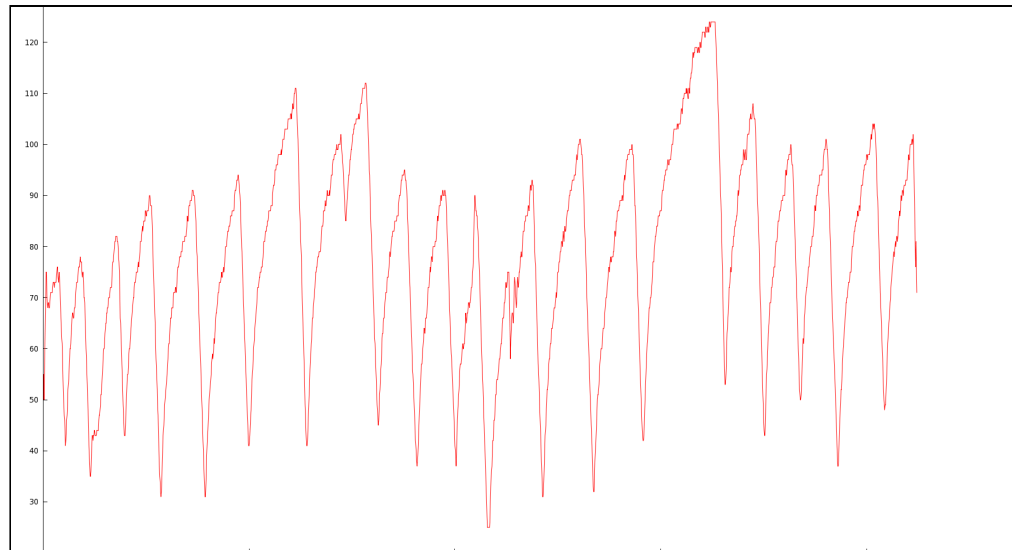


Surface dynamique



point

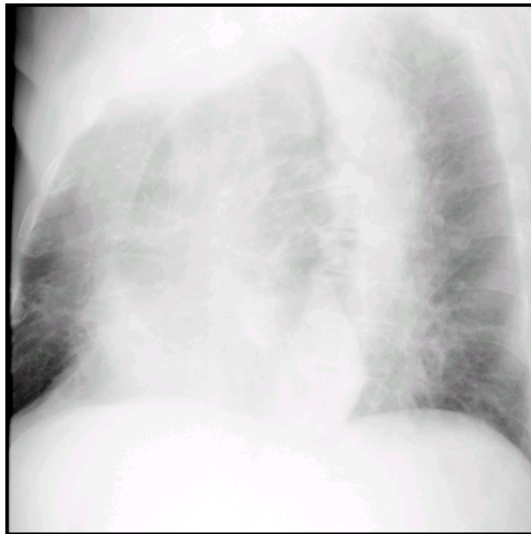
Extraction du signal externe



Information interne : séquences d'images fluoroscopiques



Acquisition de séquences fluoroscopiques sous différents angles : 0° , 45° et 90°



Séquence à 315°



Séquence à 90°

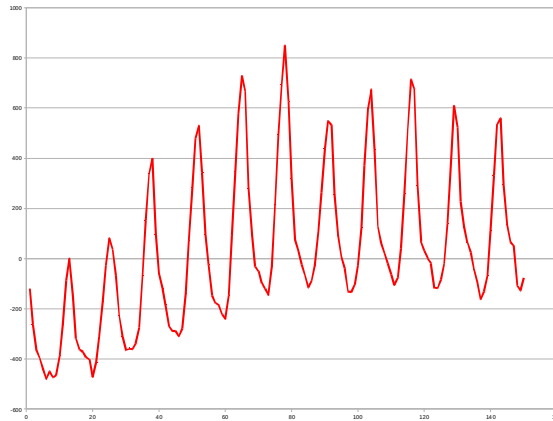


Séquence à 0°

Extraction du signal interne



Séquence d'images



Signal

Extraction du signal respiratoire:

- Basée sur l'intensité: calcul de la moyenne des intensités sur une ROI, sur toute la séquence. [Berbeco et al. 2005], [Cui et al., 2007a, 2007b]
- Block matching : suivi d'une ROI sur toute la séquence.



Extraction du signal respiratoire



Signal interne:

2 méthodes:



- Mise en correspondance par bloc
- Suivi d'intensité sur une région d'intérêt

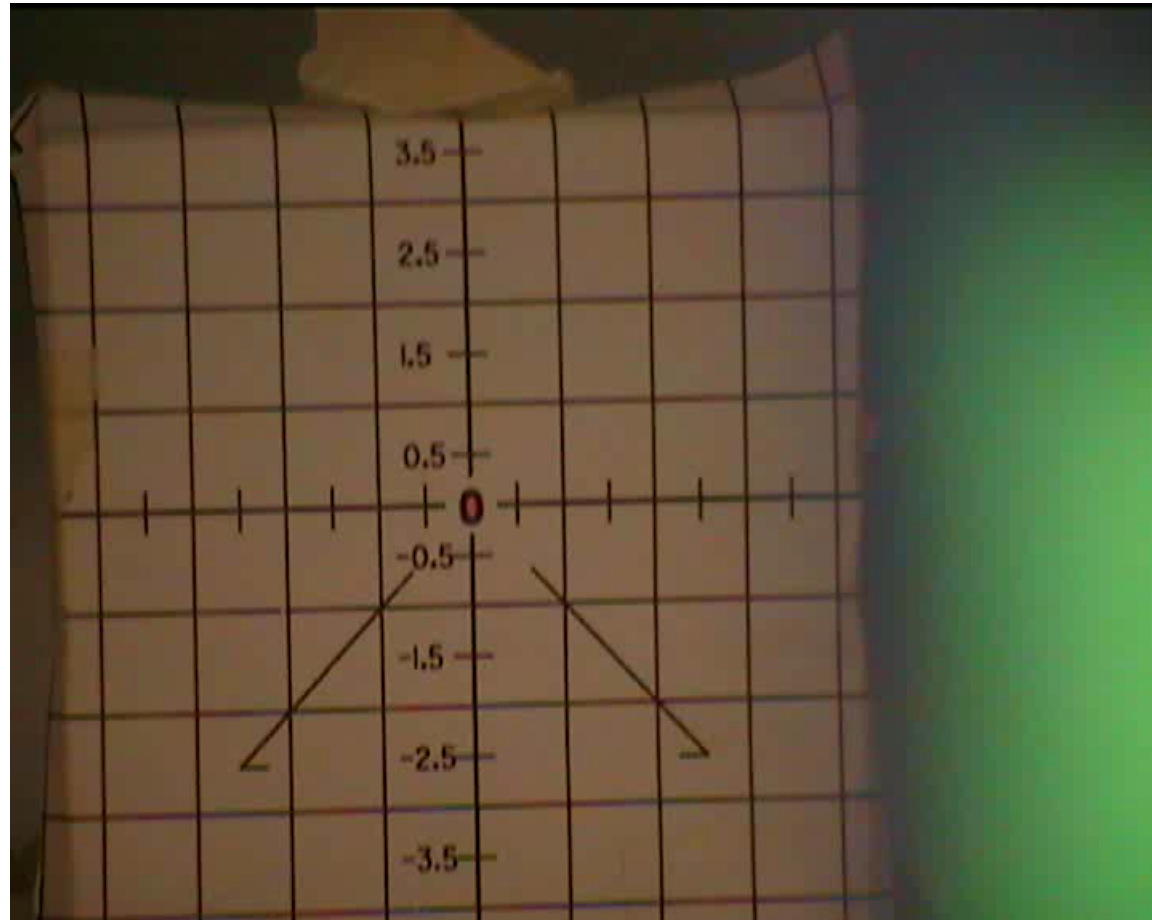


Signal externe:

- Mise en correspondance par bloc

Synchronisation

Synchronisation grâce à un capteur de radiation



Résultats



- Validation : expert

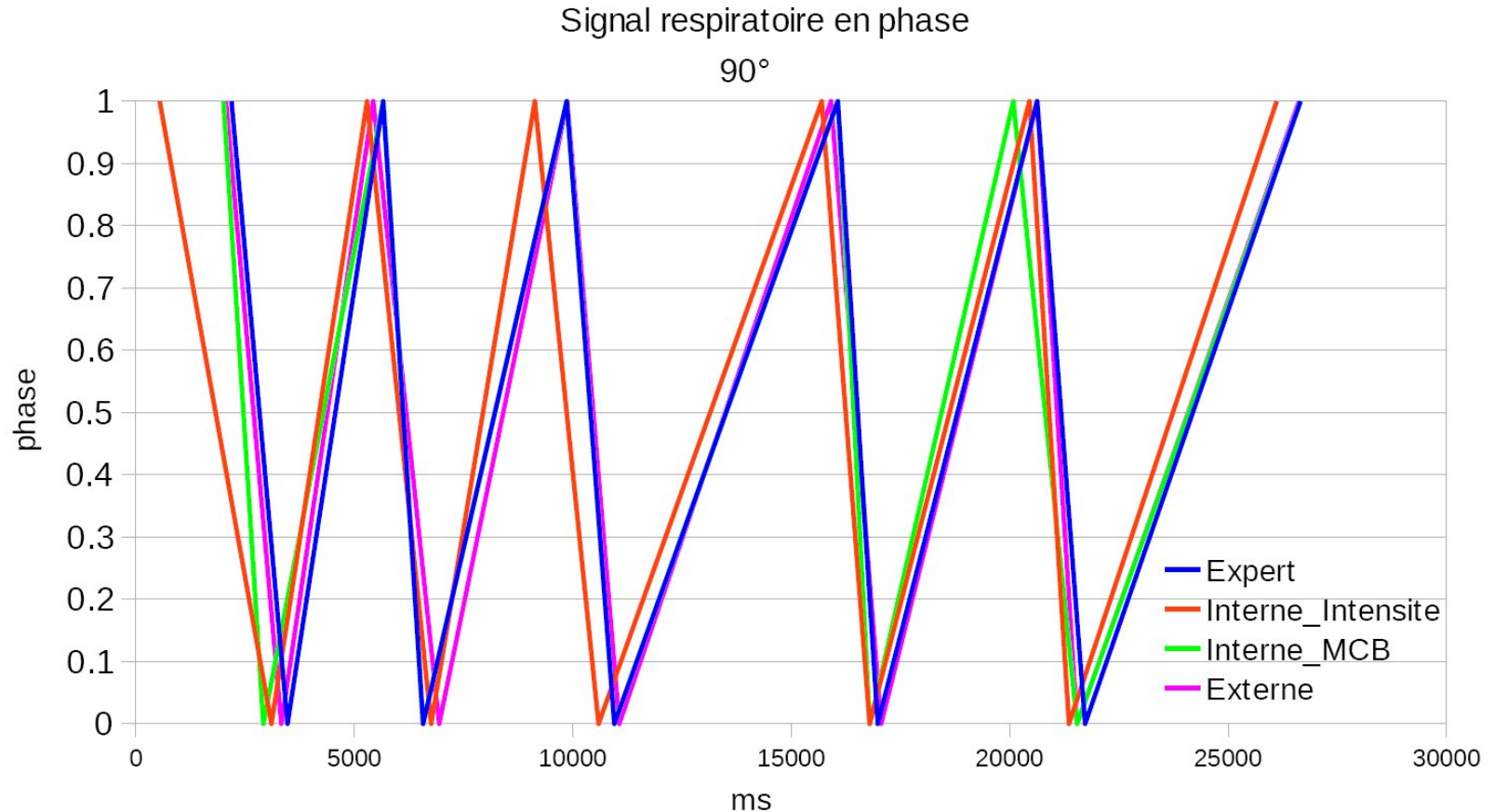


- Méthodologie:

- Comparaison des 4 signaux
expert/interne x 2 /externe
- Comparaison pour 3 angles de projection
0°, 45° et 90°; concerne uniquement le signal interne
- Comparaison des signaux par phases
extraction manuelle fin expi / fin inspi



Résultats



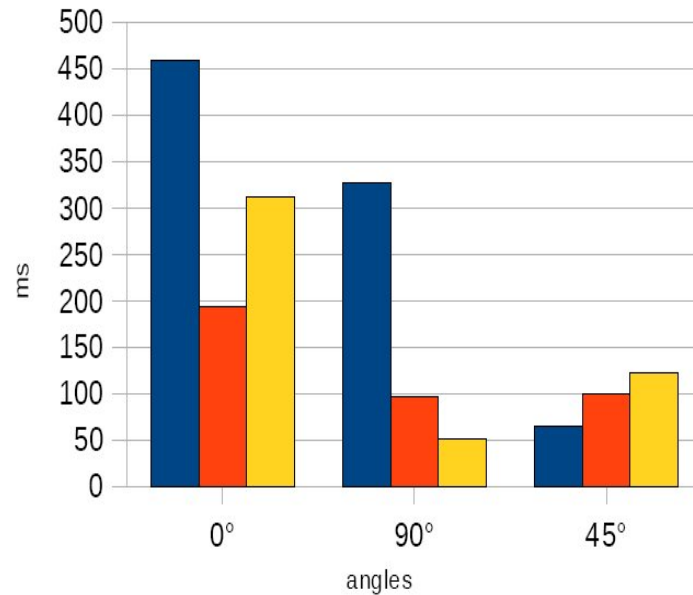
Signal cohérent en phase avec l'expert pour chacun des 3 angles et avec les différentes méthodes.

Résultats



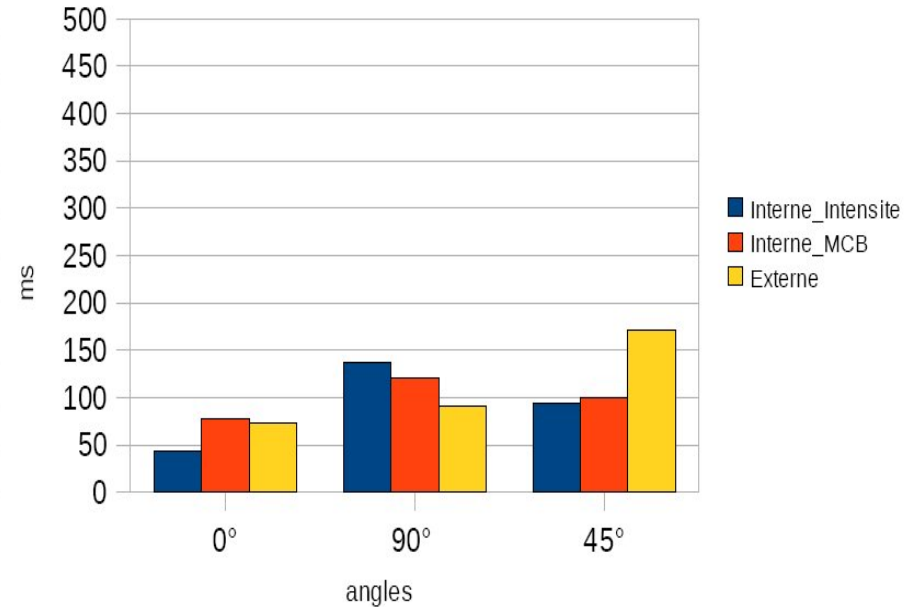
Erreur moyenne

Fin expiration



Erreur moyenne

Fin inspiration



- Erreur moyenne : norme L2 de l'écart entre le signal "expert" et chacun des 3 signaux
- Fin expi plus longue -> extraction de l'instant moins précis

Plan



I. Contexte médical



II. Littérature



III. Notre approche



IV. Modèle thorax respirant (Jef Vandemeulebroucke)

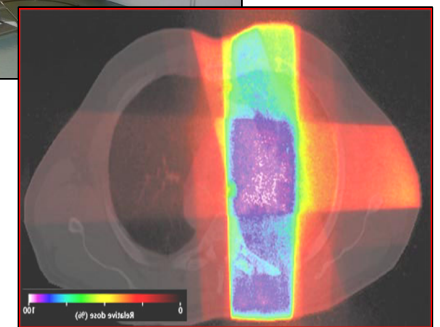
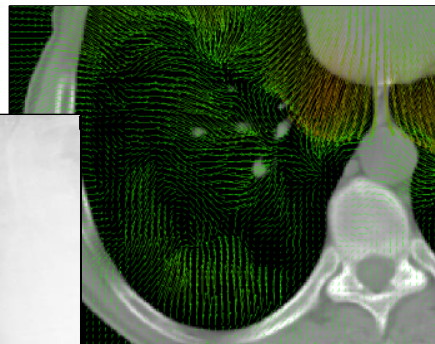
V. Etude : signal externe/ signal interne

VI. Perspectives

Perspectives



- Utilisation du système de capture de surface du patient
- Mise en place d'un modèle intégrant ces différentes sources d'informations avec le modèle





Merci de votre attention