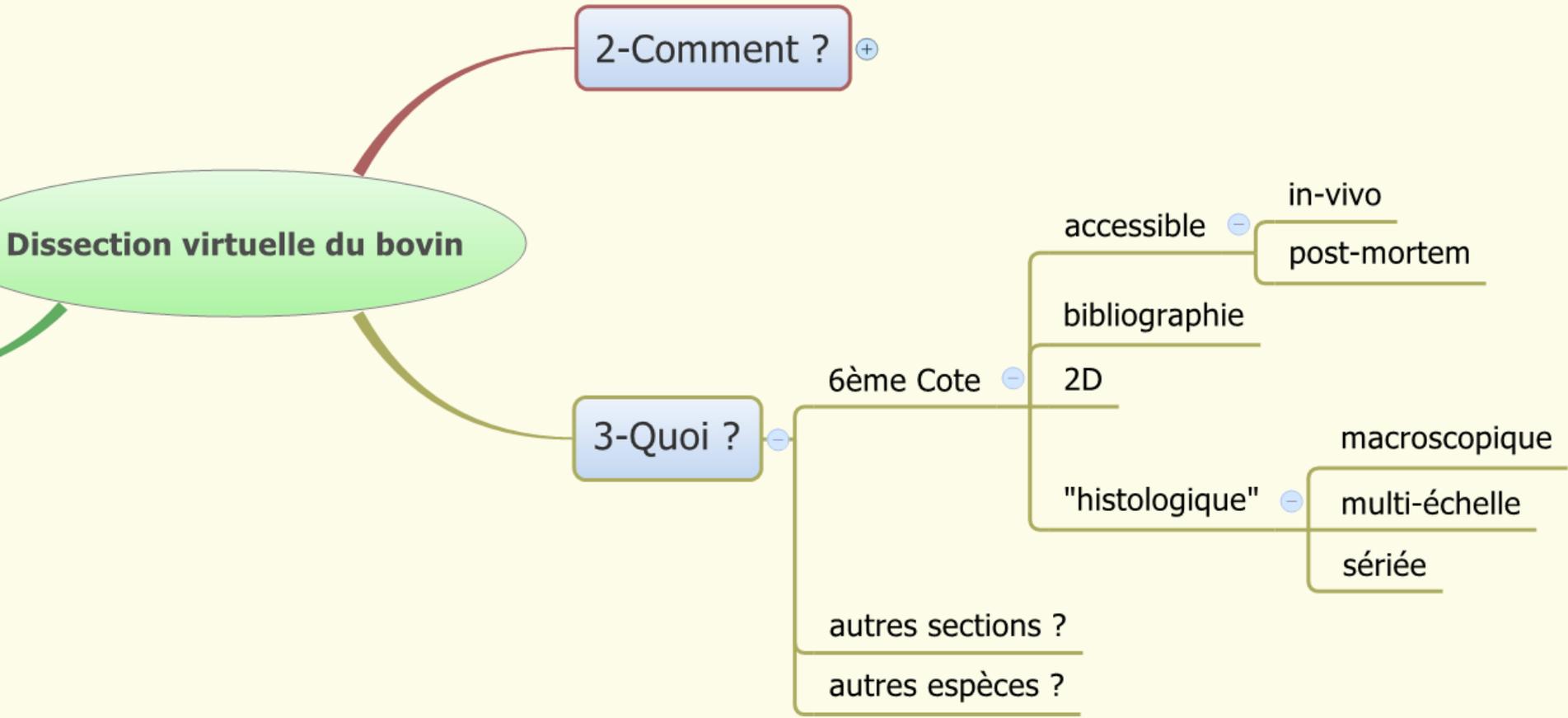




Dissection virtuelle de la côte de bovin par imagerie optique et échographique

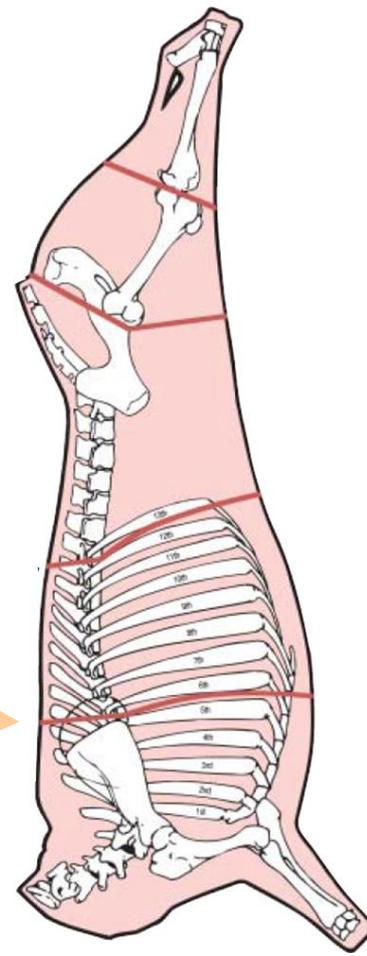
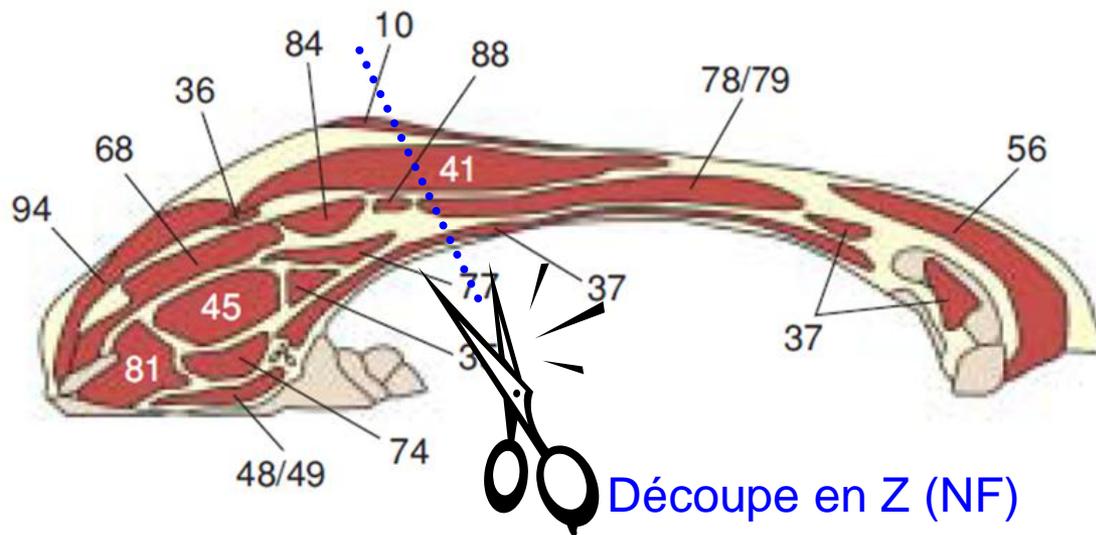
Bruno Meunier, Nicolas Prugne, Anne De La Torre, Jean-Michel Giraud, Didier Micol

UMR 1213 Herbivores, INRA-VetAgro Sup
Equipes: Amuvi & Sybel
Site de Clermont-Ferrand-Theix



Object Qu'est ce qu'une 6^{ème} cote ? (à l'échelle macroscopique)

- coupe de qq cm d'épaisseur (volume)
- ≠ tissus (os, tendon, muscle, gras, cartilage ...)
- ≠ propriétés (composé, densité, couleur...)
- ≠ muscles & gras



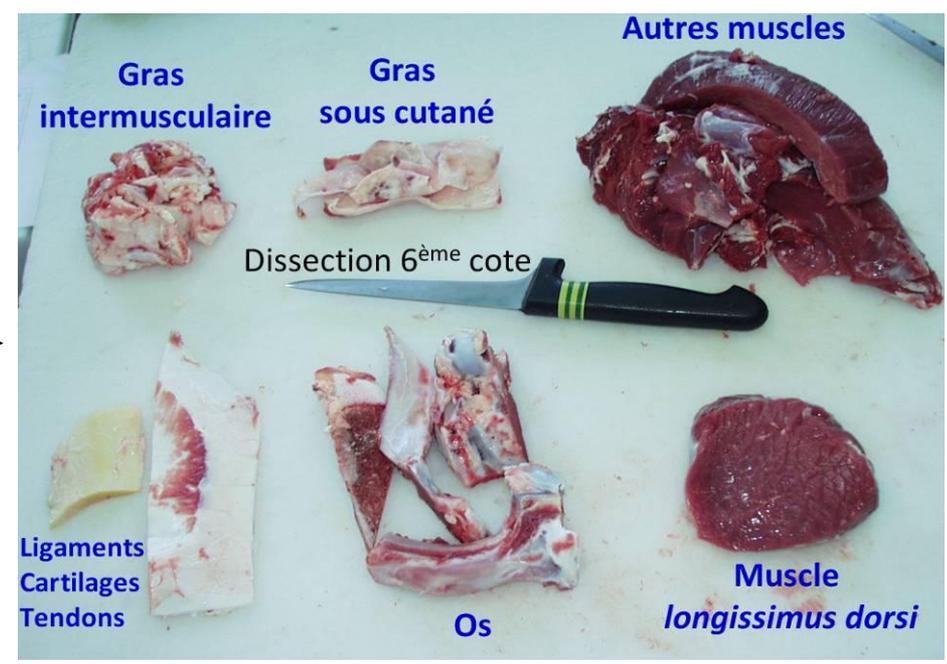
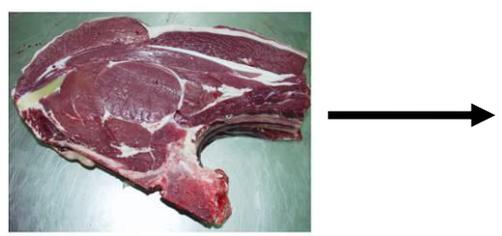
Brillance ++
Contraste --



Comment ? analyser une 6^{ème} cote (à l'échelle macroscopique)

Bibliographie

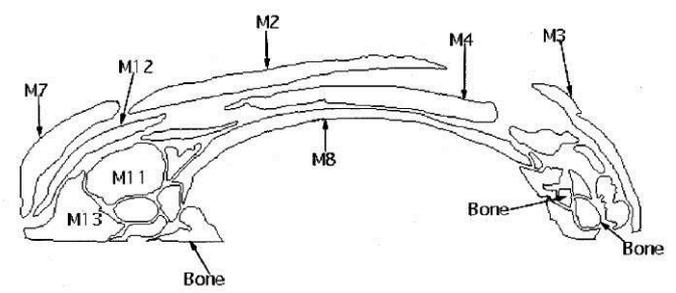
- méthodes biologiques de référence
ex: dissection bouchère



- imagerie de fluorescence (Kulmyrzaev et al. 2012)
composition tissulaire
gras : exc. 320nm, tissu conjonctif : exc. 380nm

- imagerie échographique (Nam-Deuk et al. 1998)
gras intramusculaire
surface du LT

- imagerie dans le visible
texture (persillé) (Jackman et al. 2009)
composition corporelle (Karnuah et al. 2001) →



Kilograms of fat ($r^2=0.82$) = $-10.2 + (0.86 \times \text{TFACS}) + (-0.21 \times \text{ratiob of area M12}) + (0.22 \times \text{TBACS}) + (0.16 \times \text{ratiob of area M3}) + (0.33 \times \text{long radius M12}) + (-0.14 \times \text{GGD M2-M7}) + (0.08 \times \text{direction M8}) + (-0.26 \times \text{direction M7}) + (-0.33 \times \text{short radius M12})$

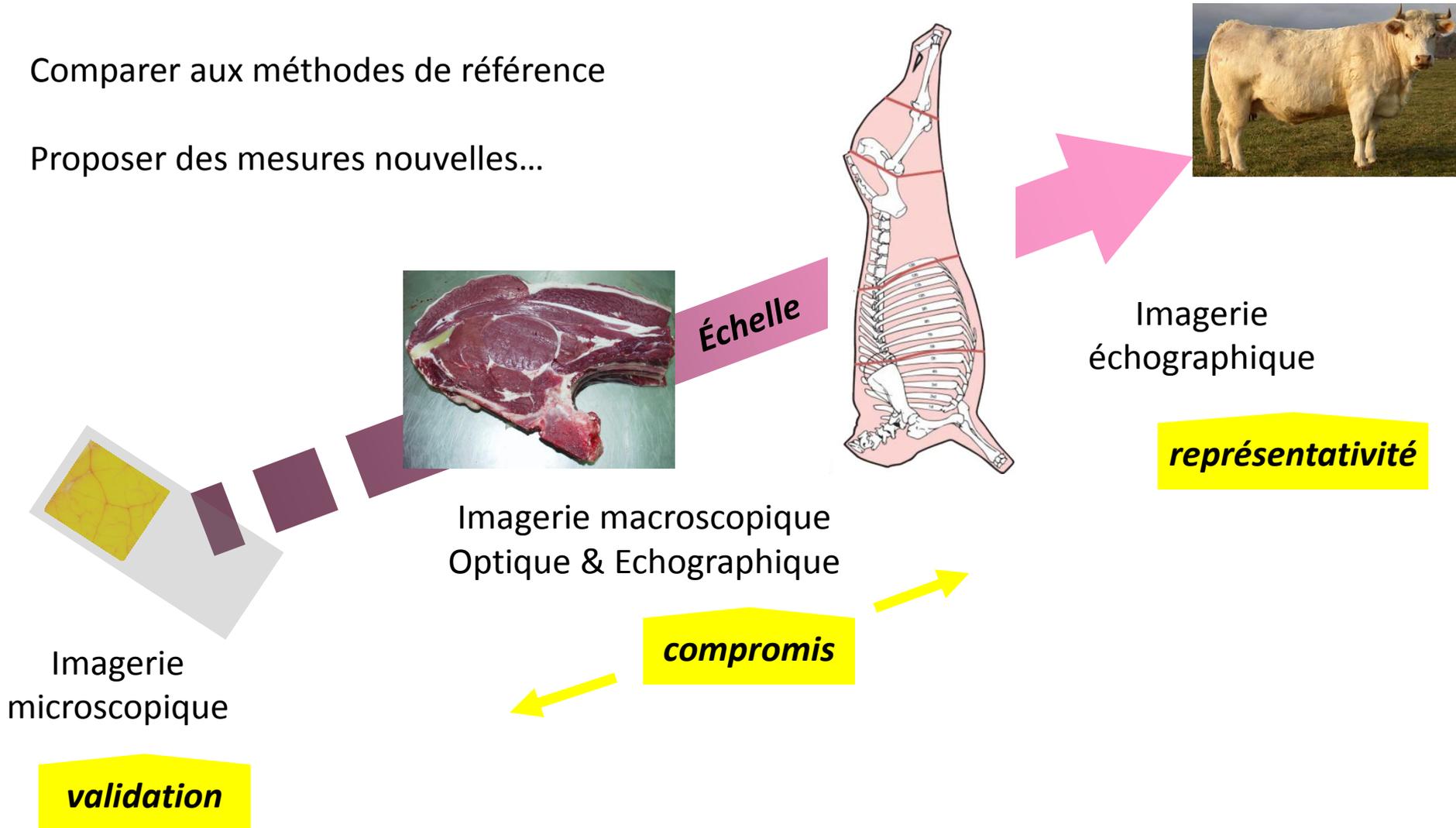
Objectifs

Mettre au point une méthode d'imagerie pour réaliser une dissection :

- non-invasive
- objective, automatique
- post-mortem & *in vivo*

Comparer aux méthodes de référence

Proposer des mesures nouvelles...



1- Conception d'un banc d'imagerie multimodale permettant d'acquérir les modalités d'intérêt

- **au même endroit / même instant**
- **dans des conditions contrôlées**

2- Acquisition d'images d'échantillons caractérisés d'un point de vue biologique

- ▶ dispositif expérimental « CRADECHA » de 33 taurillons charolais

3- Analyses d'image combinant le potentiel de chaque modalité

a- imagerie optique = référence (contrôle visuel)

b- imagerie échographique = portabilité animal vivant

4- Analyses de données

a- comparaison imagerie optique / méthode biologique de référence

b- comparaison imagerie optique / échographique

Méthode d'acquisition des images

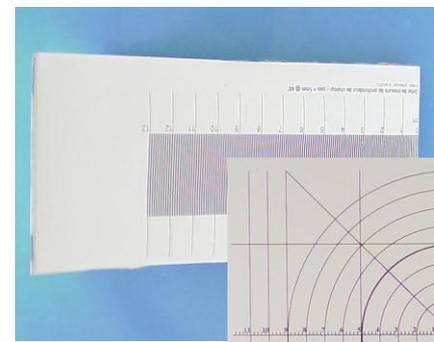
banc d'imagerie multimodale

- 2 Unités d'acquisition portable
- Aloka Prosound 2
- PC industriel + VISILOG

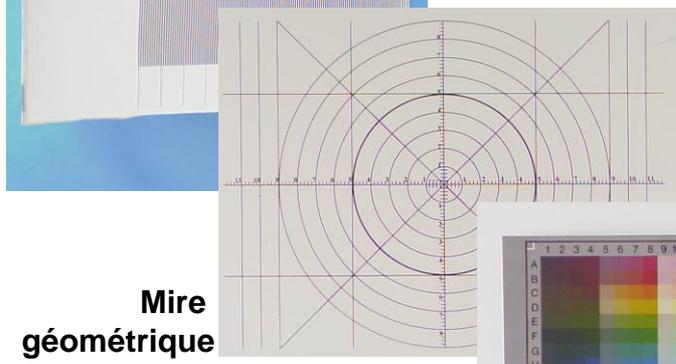


- Paramètres d'acquisition fixé :
- tps d'expo
 - balance des blancs

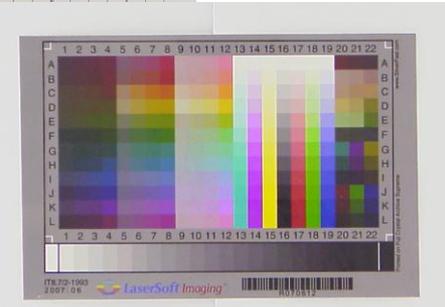
Calibration géométrique & colorimétrique



Mire prof. de champ



Mire géométrique



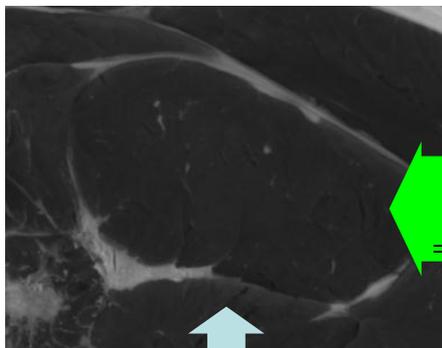
Mire Colorimétrique IT8

Résultat : images acquises

Réflectance & fluorescence
2x images NdG

« simili-multispectrales »
2x images RGB

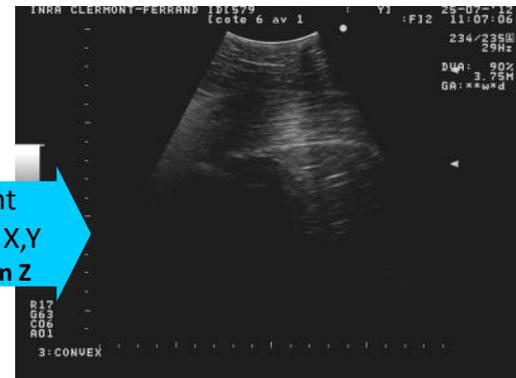
échographiques
2x images NdG



Alignement possible
= multi-échelle

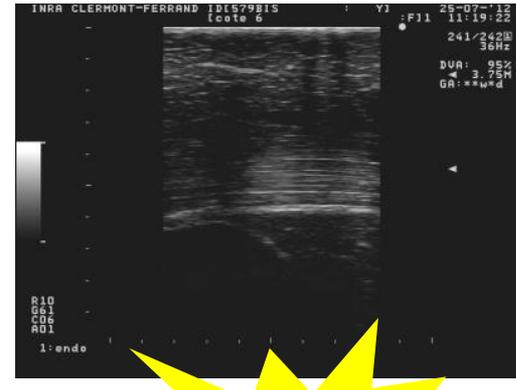
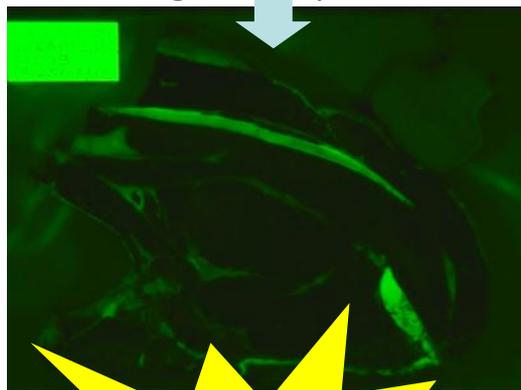
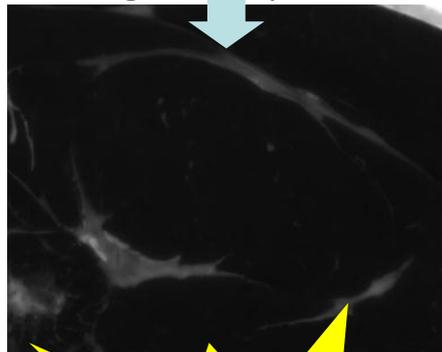


Alignement possible en X,Y
mais erreur en Z



Alignement parfait

Alignement parfait



Caractérisation tissulaire fine

Echantillonnage 100%

in vivo

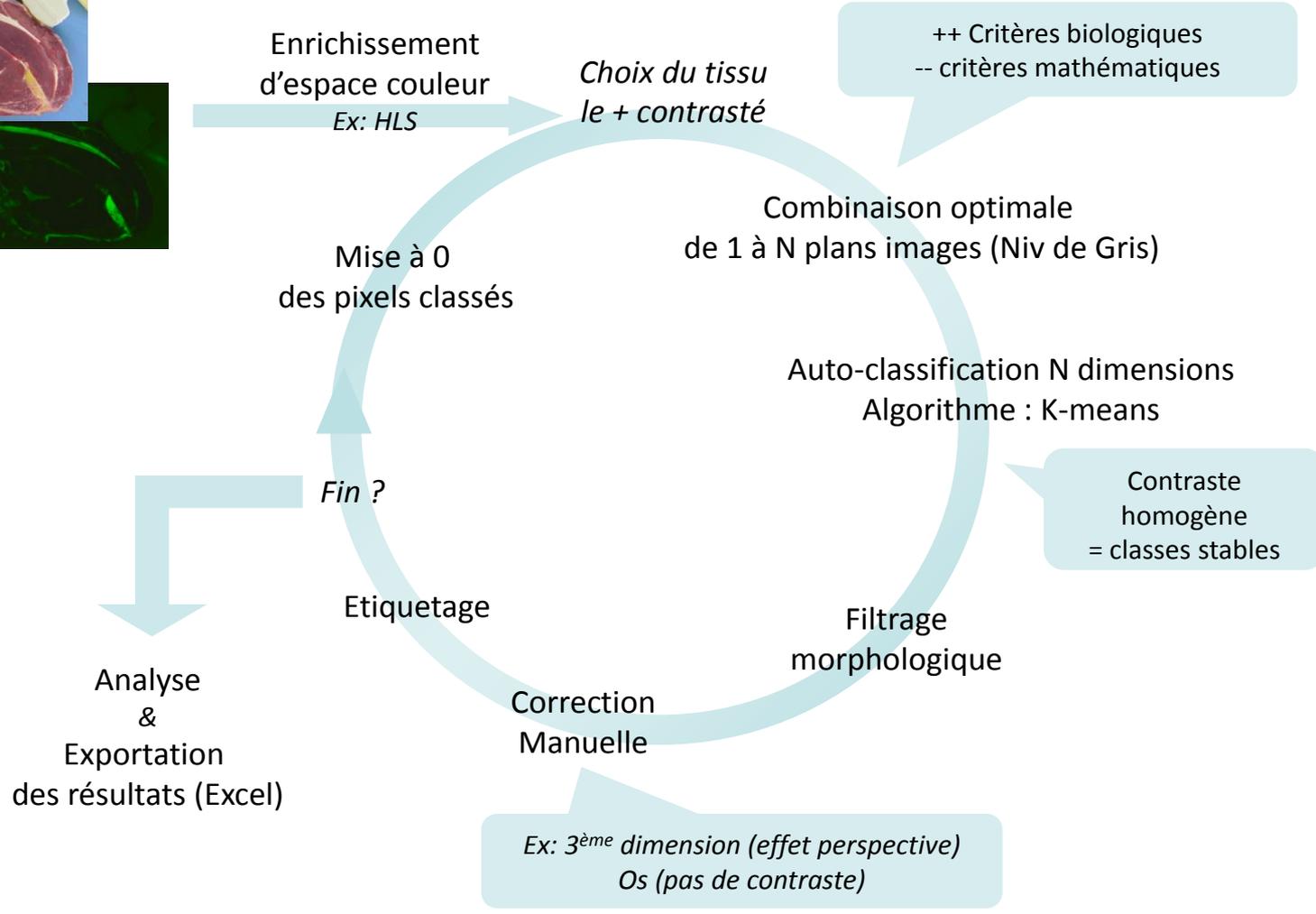
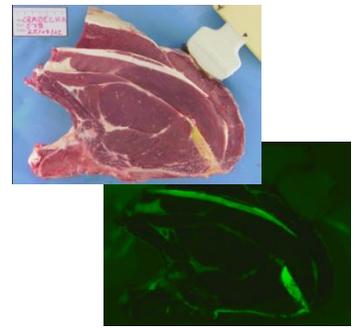
Exploitation du caractère « multimodal » ► complémentarité

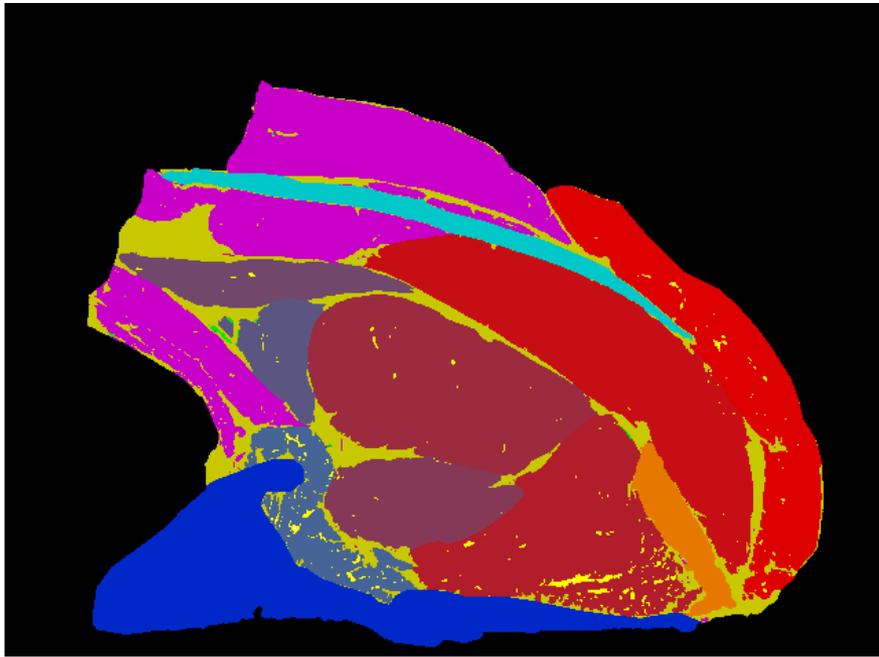
Conception logicielle #1 : dissection virtuelle

Segmentation des images ~multispectrales
Analyse automatique : morphologie, texture et couleur des tissus

Algorithme itératif développé en VBA sous Visilog 6.9 (Noesis)

Images initiales :
➤ RGB-Visible
➤ RGB-UV
(pixels co-localisés)





segmentation

- Muscle M1
- Muscle M2
- Muscle M3
- Muscle M4 (LT)
- Muscle M5
- Muscle M6
- Muscle M7
- Muscle M8
- Autres Muscles
- Gras intra musculaire
- Gras inter musculaire
- Collagène / élastine
- Cartilage
- Tendon
- Os



analyse

Déjà réalisée...

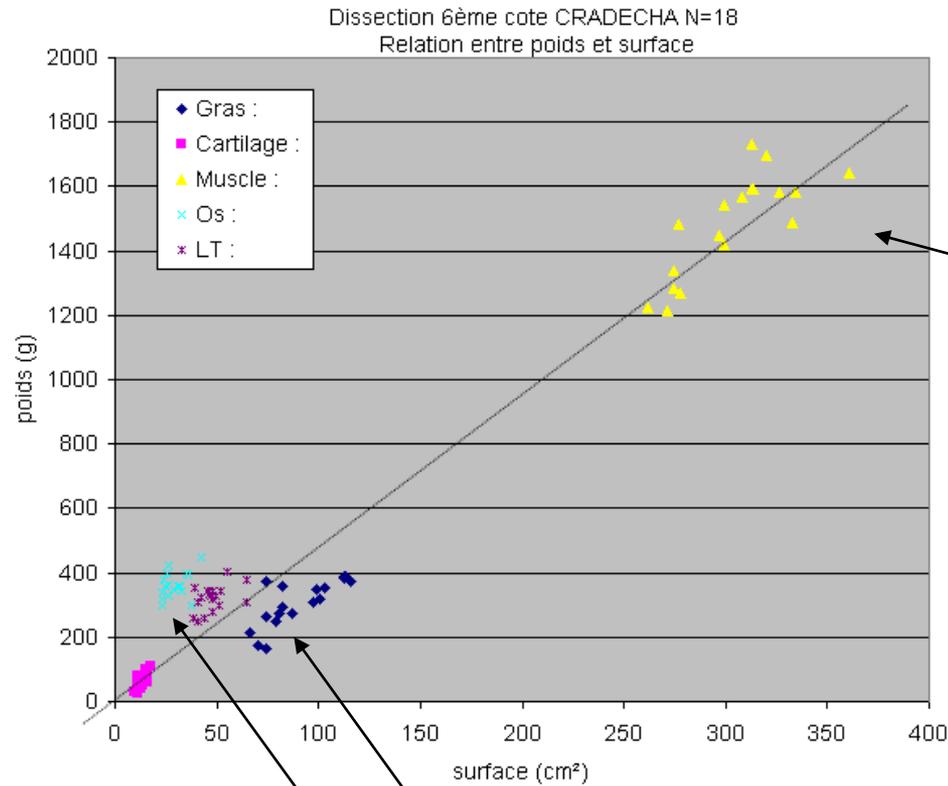
Surface, longueur, largeur... des tissus
% gras intra musculaire par muscle (persillé)

à venir...

- texture
- couleur (Espace Lab)

Résultats #1 : analyse des données

Relation entre dissection réelle et dissection virtuelle

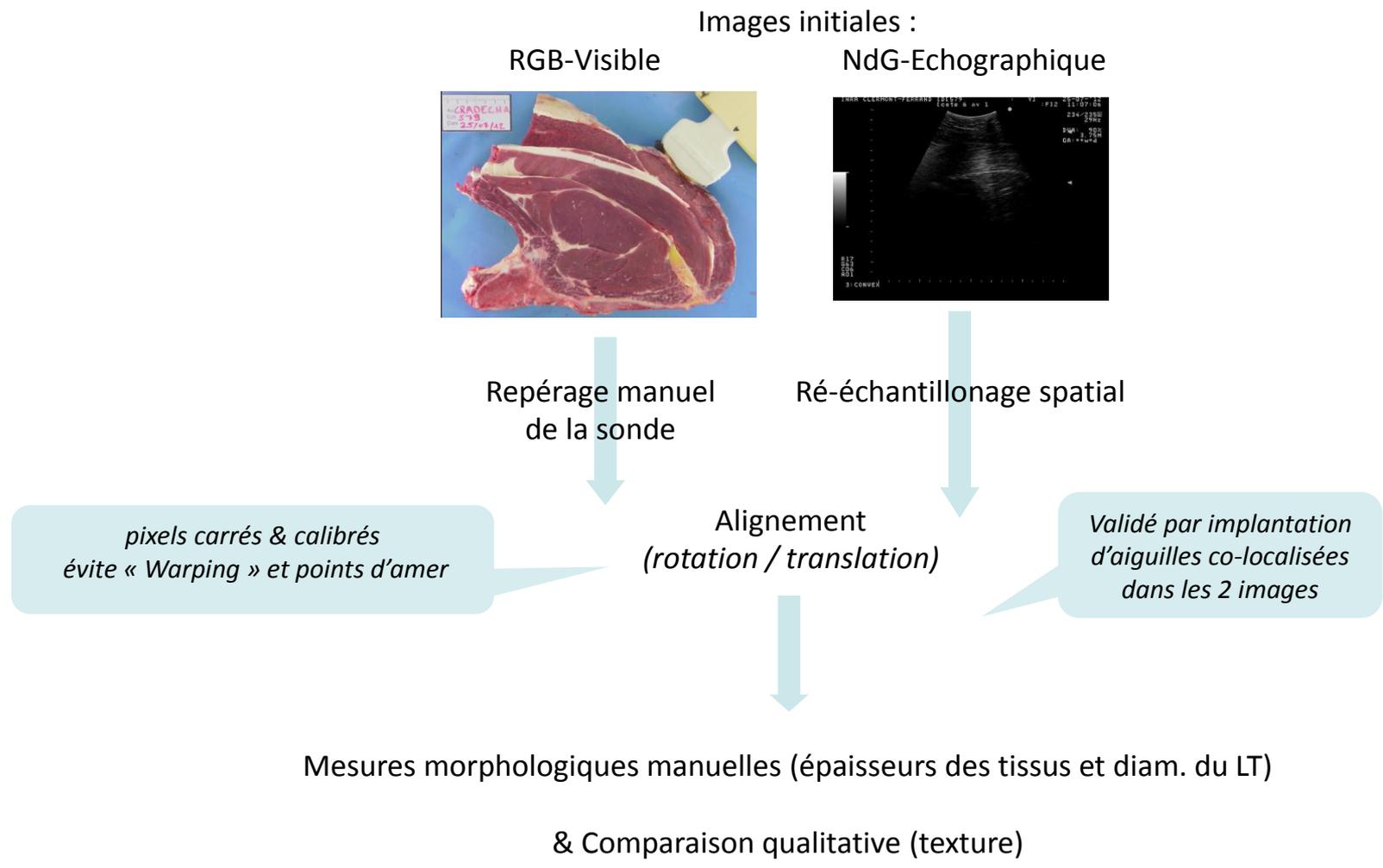


Différence entre tissu ► densité (os vs gras)

Conception logicielle #2

- ## Recalage des images échographique & ~multispectrales
- ▶ Mesures géométriques manuelles
 - ▶ Analyse qualitative

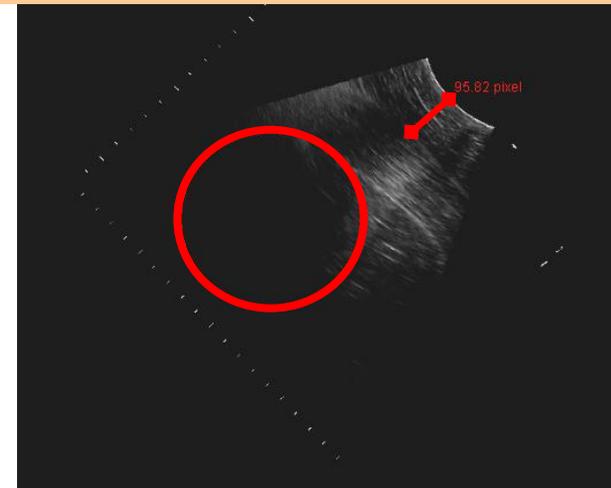
Algorithme développé en VBA sous Visilog 6.9 (Noesis)



Résultats #2 : recalage et mesures morphologiques manuelles



Mesures d'épaisseur des muscles et de surface du LT (approximation par un cercle)



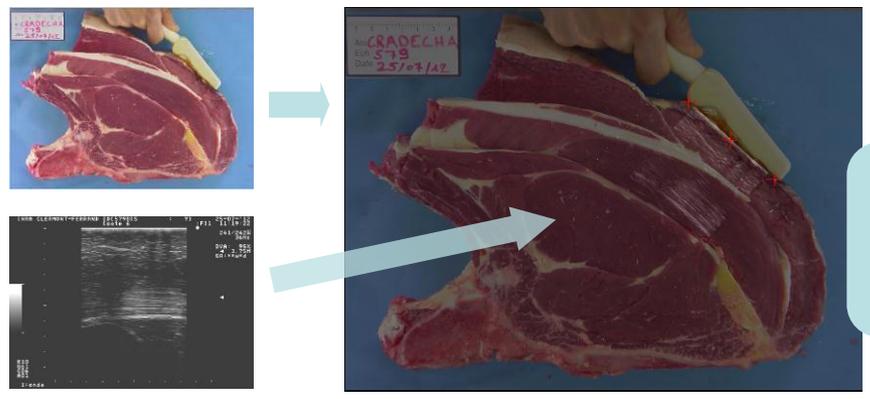
Les 2 images sont superposées
Le fondu est réglable

Projection des mesures pour validation visuelle



Objectif final: corrélation entre des mesures manuels (échographie – *in vivo*) et les mesures automatiques de dissection virtuelle
► envisageable !

Résultats #2 : recalage et texture visuelle

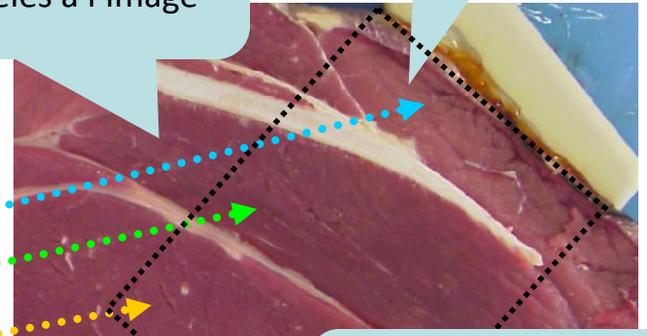


M2

- Faisceaux de fibres musculaires parallèles à l'image
- Peu de persillé

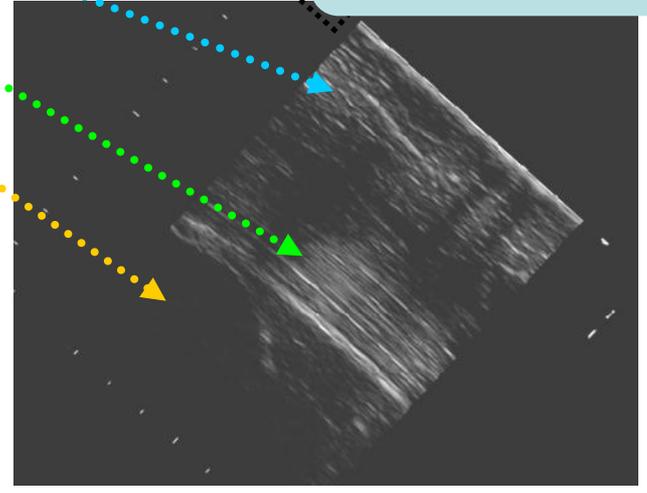
M1

- Grain de viande grossier
- Peu de persillé



M4 (LT)

- Grain de viande fin
- Peu de persillé



Echo aléatoirement répartis dans le M1
Echo alignés dans le M2
Pas ou peu d'écho dans le M4 (LT)

Objectif final: quantifier le persillé par échographie / comparer aux données optiques
▶ **difficilement envisageable !**

Conclusions & perspectives

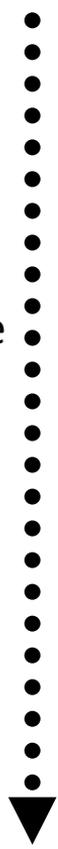


Matériel: simple, robuste

Logiciel: simple, classification automatique
Visilog adapté

Segmentation précise : nombreuses
possibilité d'analyse (couleur, texture...)

Approche ~ multispectrale
⇒ Dissection virtuelle



Amélioration:
caméra tri-ccd + haute résolution
éclairage UV-B

Retouches manuelles nombreuses ~12min/éch.

Demande double expertise :
« boucher » + « informatique »

Validation ? multi-échelle à exploiter...

Systeme portable de classification en ligne

Conclusions & perspectives

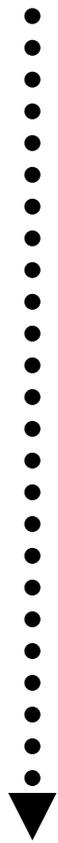
Comparaison ~ multispectrale vs échographie
⇒ Caractérisation non-invasive & multi-sites



Banc multimodal = validation échographie
ex: persillé évalué in-vivo par échographie
=> doute !

Robuste, *in-vivo*

Mesures morphologiques précises



Echogénicité des tissus chaud vs froid ?

Repère anatomique pour prise d'image
Standardisation des prises de vue

Opérateur dépendant
Traitement d'image difficile à automatiser

Système portable de classification sur pied

remerciements

Didier, Anne, Jean Michel, Muriel....



Nicolas Prugne (stage 2012 IUT imagerie - Le Puy)

Personnel des installations expérimentales (bouchers, animaliers...) de l'UERT

Personnel des équipes de recherches AMUVI et SyBEL de l'UMRH

Les organisateurs..... et vous

... pour votre attention

