



Institut  
Mines-Télécom



# OCT en-phase pour l'authentification biométrique par empreintes digitales et sa sécurisation.

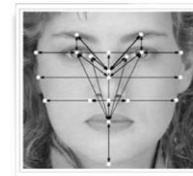
Journée Futur & Ruptures 2016

François LAMARE  
Yaneck GOTTESMAN  
Bernadette DORIZZI  
Badr-Eddine BENKELFAT

Le 26 Janvier 2016

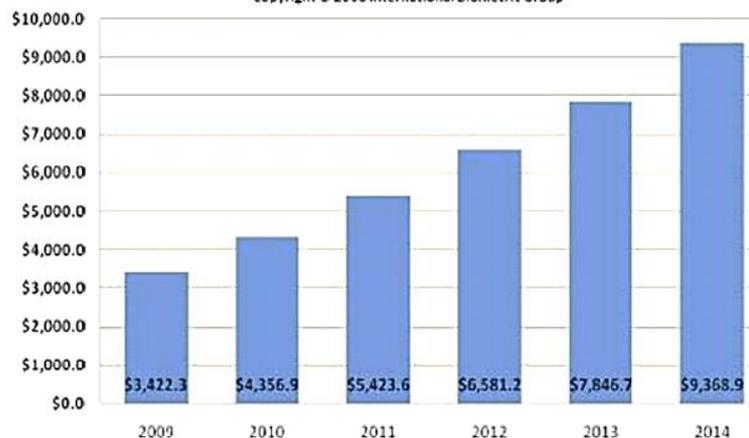
# Généralités sur la biométrie

- Authentification basée sur des caractéristiques morphologiques:
- Est amenée à être omniprésente dans notre société.



Annual Biometric Industry Revenues, 2009-2014 (\$m USD)

Copyright © 2008 International Biometric Group



# Enjeux du travail

## ■ Authentification biométrique:

- Mise en correspondance (matching) d'**informations discriminantes**.
- Propriété d'invariance à la rotation.
- Minimisation des faux rejets et des fausses acceptations.
- Les capteurs usuels donnent de bonnes performances



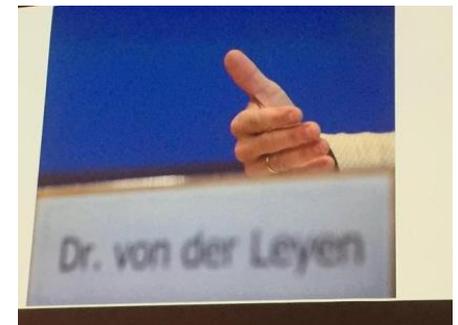
## ■ Principales faiblesses des capteurs actuels:

### ■ Mauvaises performances en conditions dégradées:

- Sensibles aux conditions extérieures et à l'état de surface des doigts.

### ■ Problème des failles de sécurité!

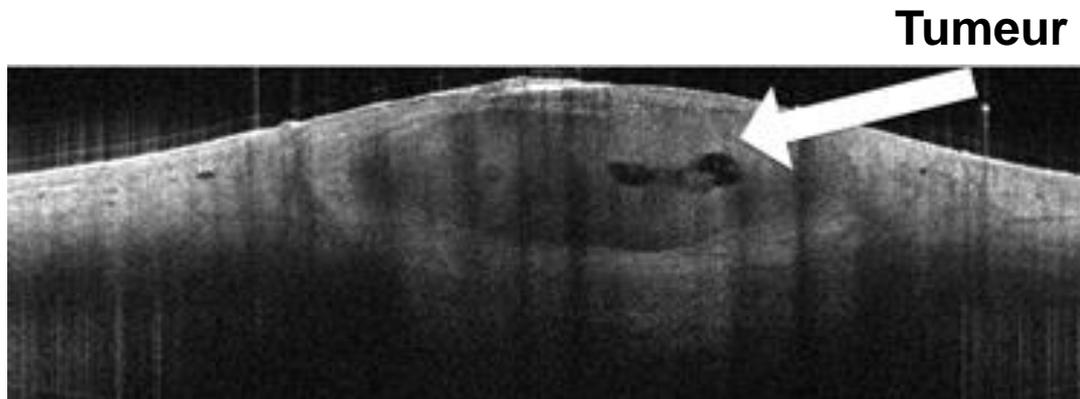
- Usurpation d'identité
- Capteurs usuels facilement attaquables.



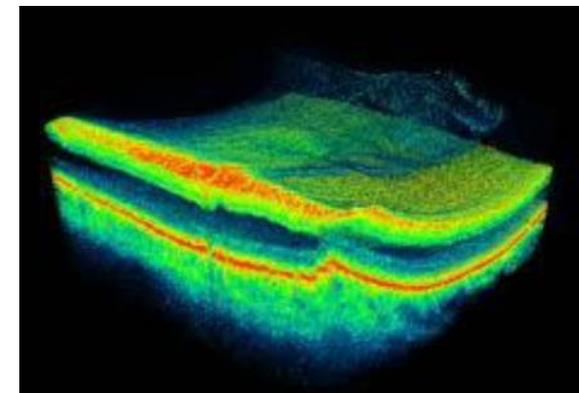
**La nature même des informations exploitées peut-elle être à l'origine des limitations rencontrées ?**

# Approche proposée

- **Développement d'un OCT (Optical Coherence Tomography) pour la biométrie**
  - Capteur optique 3D **sans contact**.
  - Basée sur une technique interférométrique.
  - Permet l'acquisition d'une **information physique très riche** sur l'échantillon analysé.
- **Développé à l'origine pour le domaine médical**
  - Différentes modalités d'imagerie utilisées pour le diagnostic médical.
    - Intensité, Doppler, Polarisation.
  - **Applications 2D essentiellement**.
- **En biométrie, c'est l'information 3D qui sera pertinente (empreinte 3D)!**



Coupe transversale



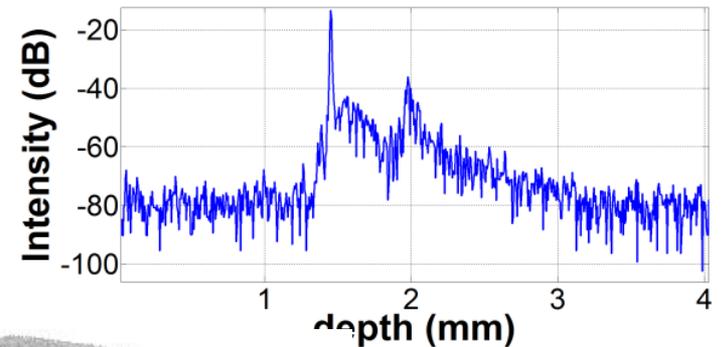
Information volumique

# Principe de la mesure avec notre système

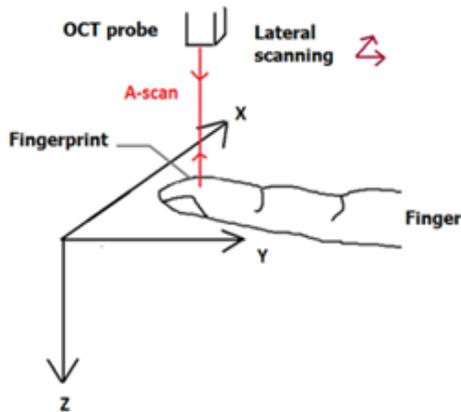
## ■ Mesures d'interférences dans le domaine de Fourier

## ■ TF du signal d'interférences:

- Réflectogramme en profondeur (A-scan)
  - Intensité rétrodiffusée suivant la profondeur.



## ■ Mesure tomographique:



## ■ Enregistrement de toute l'information, au sens de l'optique linéaire.

# Comment extraire l'information discriminante de manière invariante?

## ■ Mise en correspondance (matching) des empreintes 3D?

## ■ Projection 3D → 2D des empreintes OCT

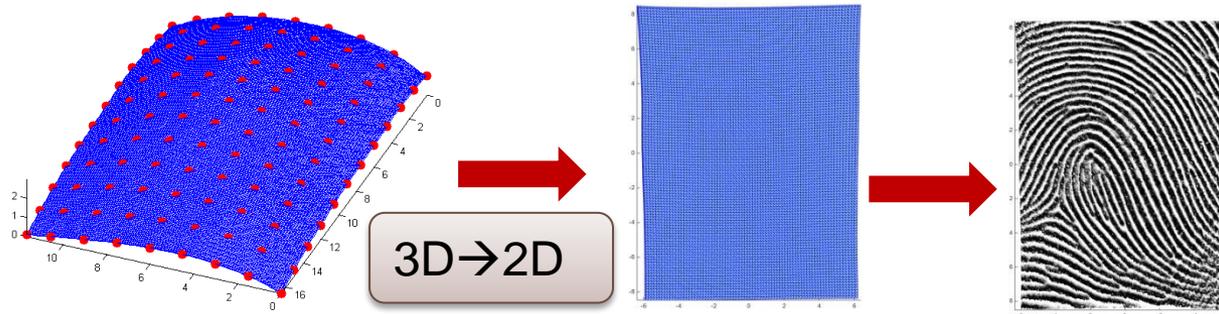
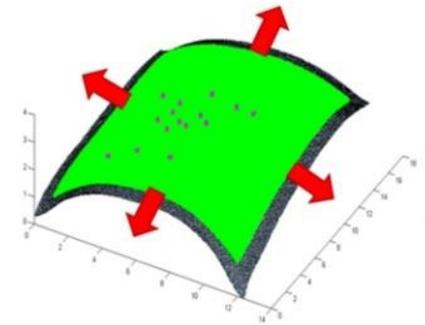
- Réutilisation des outils du 2D.

## ■ **Solution: projection orthogonale?**

- **Problème d'invariance → non robuste à la rotation des doigts!**

## ■ **Méthode d'aplatissement des empreintes étudiée:**

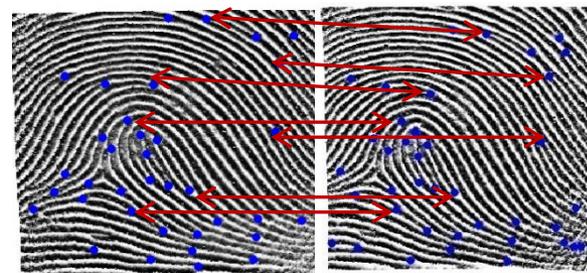
- Basée sur la minimisation des distorsions des géodésiques.
    - Fast Marching + MultiDimensional Scaling.
  - Pertinence dans le contexte de la biométrie:
    - Test d'invariance
- => Variations moyennes des distances inter-minuties ~ 0.6%



# Evaluation des performances

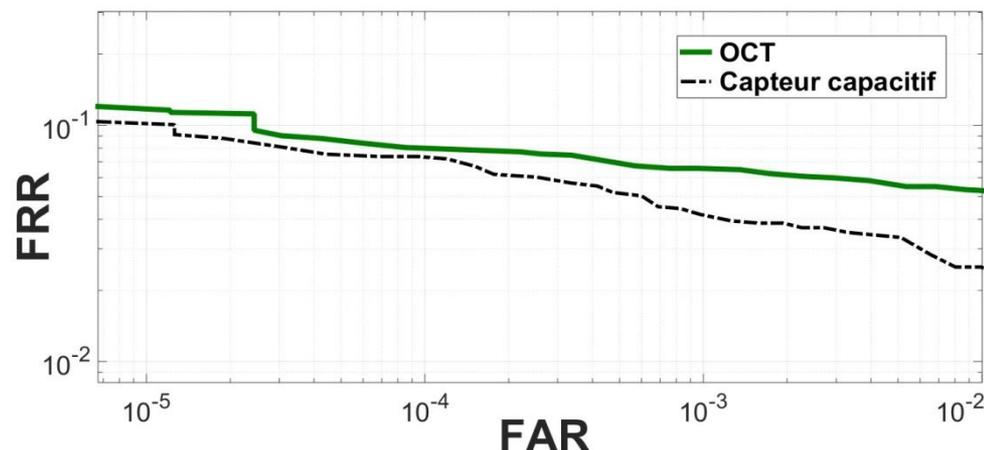
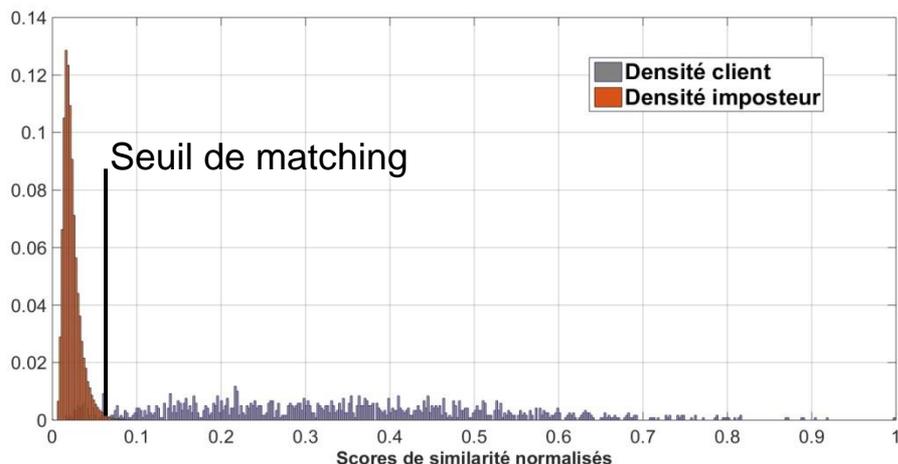
## ■ Comparaison des images d'empreintes de notre base:

- Scores de similarité entre les images.
- Réalisation d'un grand nombre de comparaisons.
- Décision prise par rapport à la valeur d'un seuil de matching.
  - Recouvrement des densités: erreurs dans la décision.



## ■ Résultats exprimés en termes de FRR et FAR:

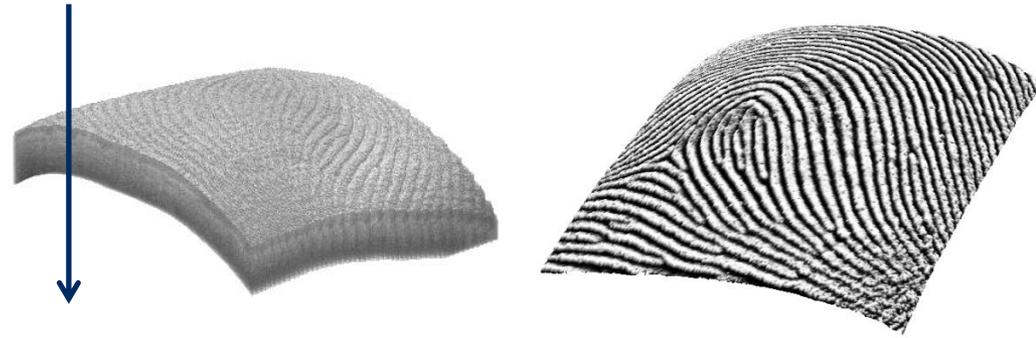
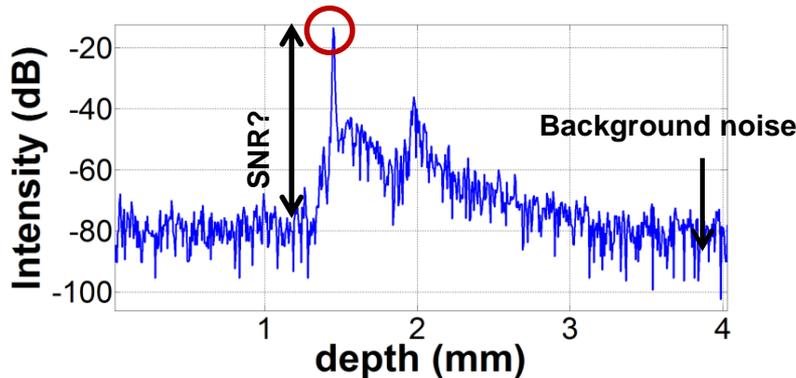
- Courbe DET (FRR en fonction du FAR)



→ Validation de la méthode d'aplatissement retenue

# OCT : Imagerie par contraste de phase

- Principal mode de représentation des images OCT : intensité.



■ Pourtant, pente de la phase spectrale => temps de vol

■ Quelle est la précision de localisation de l'empreinte ?

- Evaluée par simulation
- Avec contribution du bruit du capteur

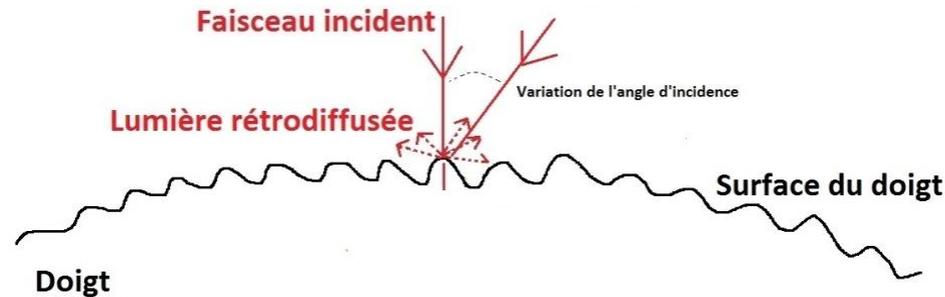
## Résultats :

Précision de localisation évaluée à  $\sim \lambda/10$   
Bien inférieure à la résolution spatiale (10 $\mu$ m)  
Bien inférieure à la profondeur des sillons

- Possibilité d'obtenir les surfaces avec une grande précision grâce à la pente spectrale
- Cette représentation peut compléter celle des images en intensité

# Illustration de l'intérêt de l'imagerie en phase : cas d'acquisitions en conditions dégradées

- La surface du doigt a été volontairement altérée avec de l'eau
- Information d'intensité pas forcément la plus adaptée
  - Variable suivant l'état de la surface du doigt, ou de l'angle du champ incident.



Malgré l'acquisition sans contact



Empreinte (intensité)

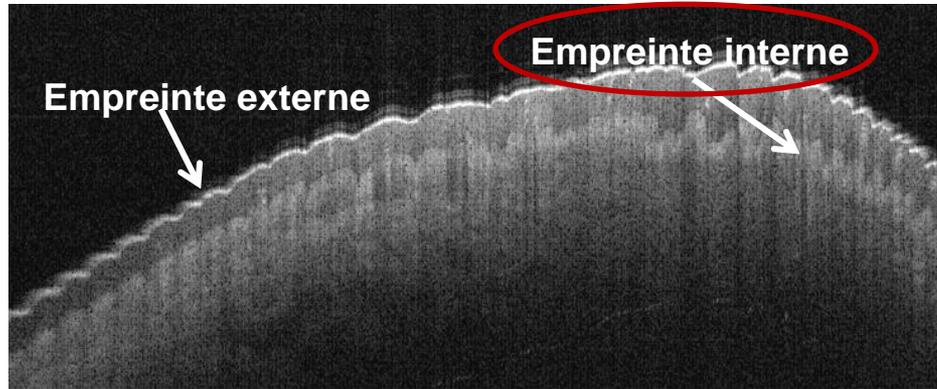
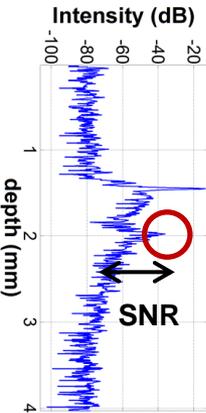


Empreinte (phase)

Récompense de la meilleure présentation orale à la conférence IONS Tunis, 2015.

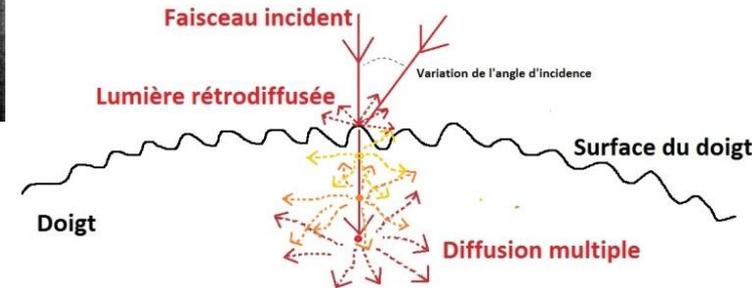
# Sécurisation biométrique avec l'empreinte interne

## – Méthode d'imagerie par fusion

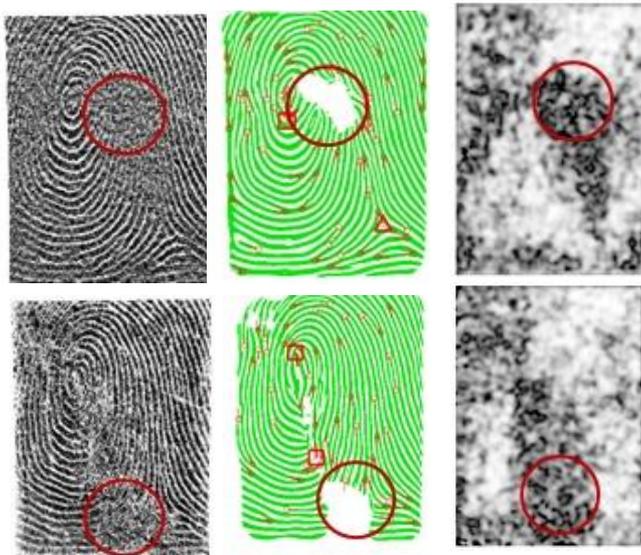


### ■ Intérêts de l'empreinte interne:

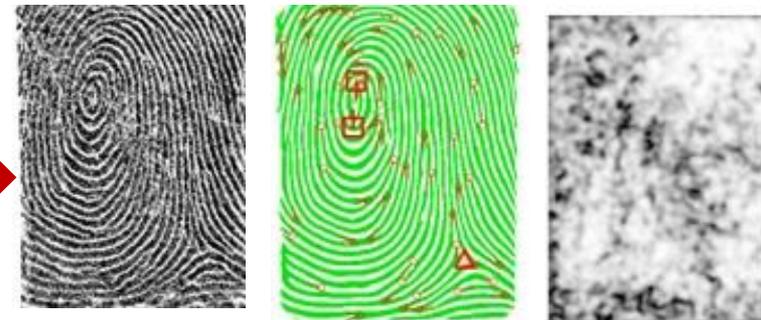
- En authentification
- En **sécurisation**



### ■ Problème: empreinte interne difficile à imager!

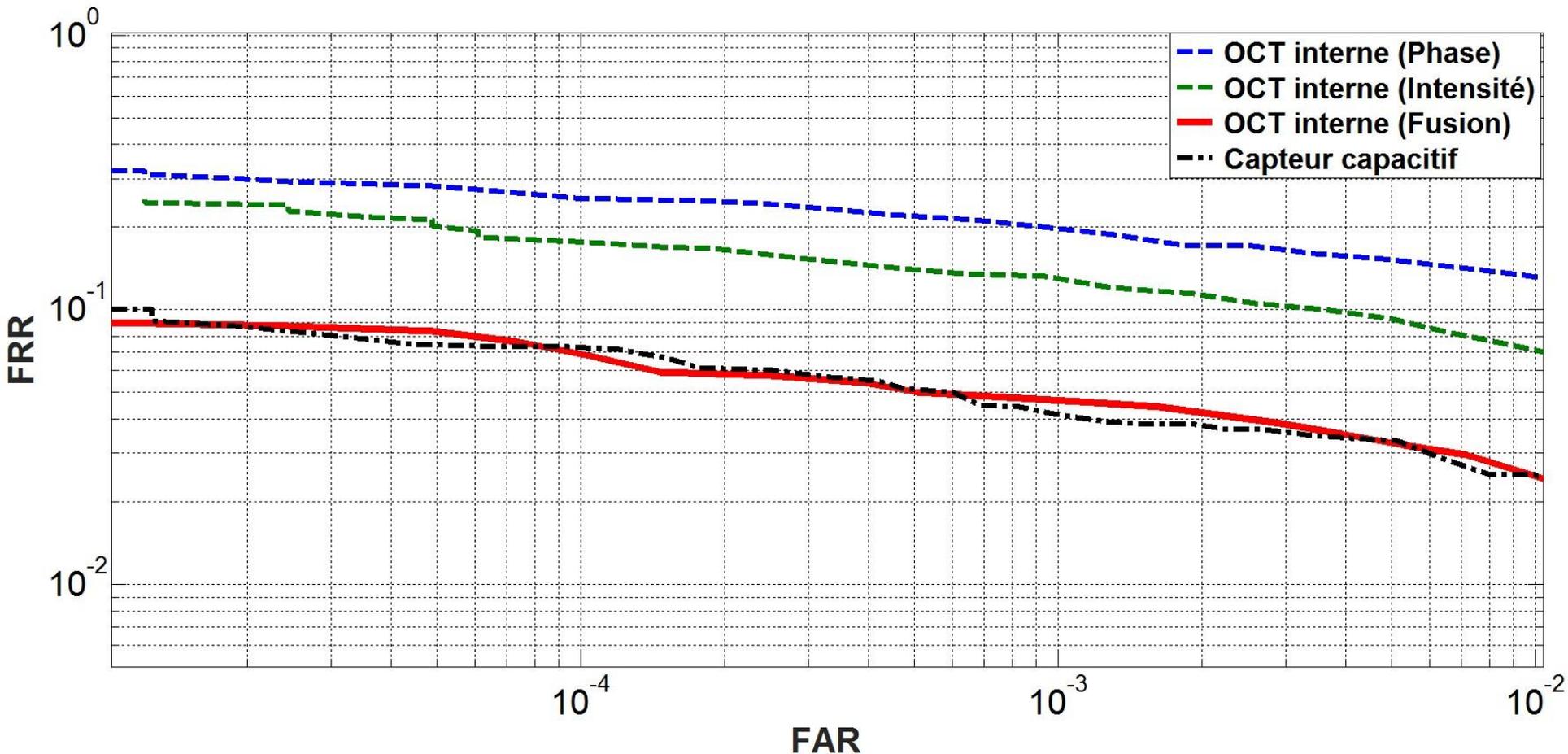


**FUSION**



**Brevet:** F.Lamare, Y. Gottesman, B. Dorizzi, «*Procédé d'extraction de caractéristiques morphologiques d'un échantillon de matériel biologique*».

# Validation de la méthode de fusion

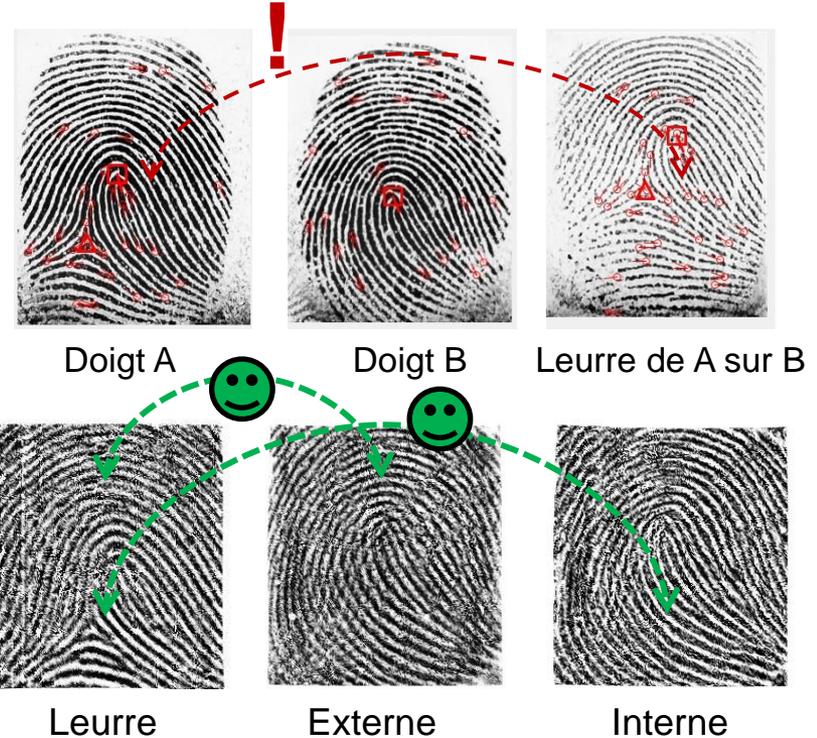


## Courbes DET pour l'empreinte interne

# Sécurisation de la biométrie grâce à l'OCT

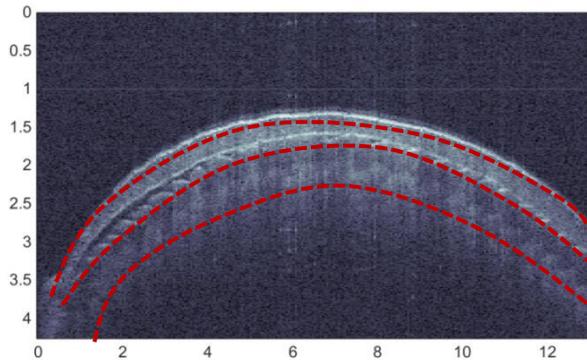
## ■ Usurpation d'identité avec une fausse empreinte

- Capteurs usuels très vulnérables!
  - Images de surface, seulement

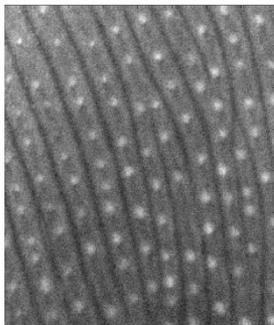


## ■ Solution: utilisation de l'OCT

- Exploitation de l'information en profondeur



## ■ Exploitation des glandes/pores de sudation:

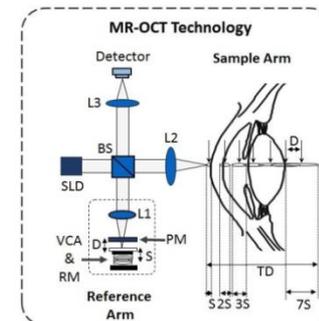


- Conception du « leurre parfait » très difficile.
- Notre approche: On peut connaître l'identité du faussaire!

# Conclusion

- **Authentification biométrique possible avec l'OCT.**
- **Intérêts de l'OCT en phase:**
  - Segmentation des empreintes surfaciques 3D avec une grande précision.
  - Représentation en phase des empreintes de meilleure qualité et plus robuste en situation dégradée.
- **Grand intérêt du derme papillaire en authentification et sécurisation:**
  - Images de bonne qualité obtenues grâce à la phase et à notre méthode de fusion.
  - Détection d'usurpation + possibilité de connaître l'identité du faussaire.
- **D'autres informations enregistrées par l'OCT pourraient être exploitées:**
  - Effet Doppler causé par le sang en mouvement → Test de la vitalité de l'échantillon biométrique.
- **Miniaturisation et diminution des coûts de l'OCT**

**Référence:** H. M. Subhash, J. N. Hogan, M. J. Leahy, « Multiple reference optical coherence tomography for smartphone applications », SPIE Newsroom, 2015.





# Merci de votre attention

**Contact:**

francois.lamare@telecom-sudparis.eu