



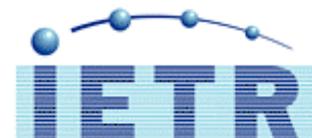
ÉCOLE  
SUPÉRIEURE  
D'ÉLECTRICITÉ

# MAA ADAPTÉS

# Modèles Actifs d'Apparence Adaptés

*Travail de thèse : Sylvain Le Gallou*

*Présentation : Renaud SEGUIER*



INSTITUT D'ÉLECTRONIQUE ET DE TÉLÉCOMMUNICATIONS DE RENNES  
UMR CNRS 6164



ÉCOLE  
SUPÉRIEURE  
D'ÉLECTRICITÉ

# MAA ADAPTÉS

## SUPÉLEC

Thème "**Signaux et Télécommunications**"

Équipe **SCEE**, Équipe rattachée à l'IETR (UMR 6164)

[Jacques.Palicot@supelec.fr](mailto:Jacques.Palicot@supelec.fr)

Thèmes : Les communications numériques

Les architectures reconfigurables

Les capteurs intelligents

Analyse et Synthèse de Visage

[Renaud.Seguirer@supelec.fr](mailto:Renaud.Seguirer@supelec.fr)

⇒ AAM 2D

**Robustesse** (lumière, identité, pose),

Sylvain Le Gallou (2005-2007)

**Optimisation** par Simplex et Mixtures de Gaussiennes

Yasser Aidarous (2006-2008)

⇒ AAM 3D

**Optimisation** par Algorithmes Génétiques Multi-Objectifs (stéréoscopie)

Abdul Sattar (2007-2009)

**Réduction de dimension non linéaire** : Isomap, LLE ...

Nicolas Stoiber (2008-2010)



INSTITUT D'ÉLECTRONIQUE ET DE TÉLÉCOMMUNICATIONS DE RENNES  
UMR CNRS 6164

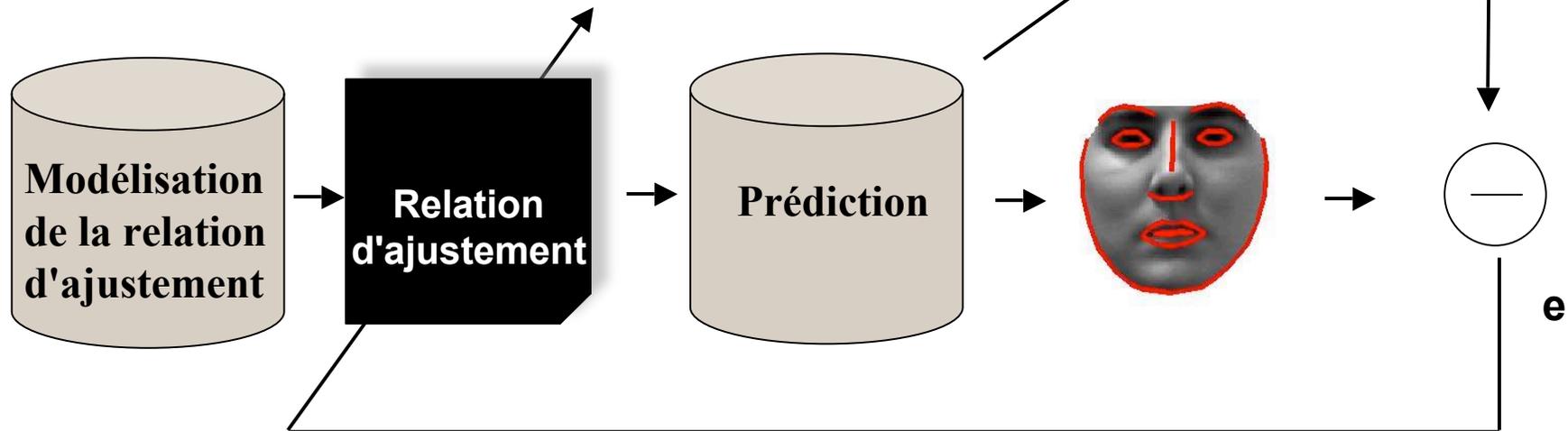
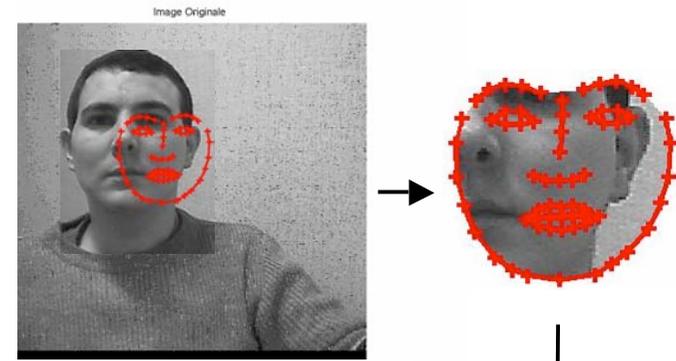
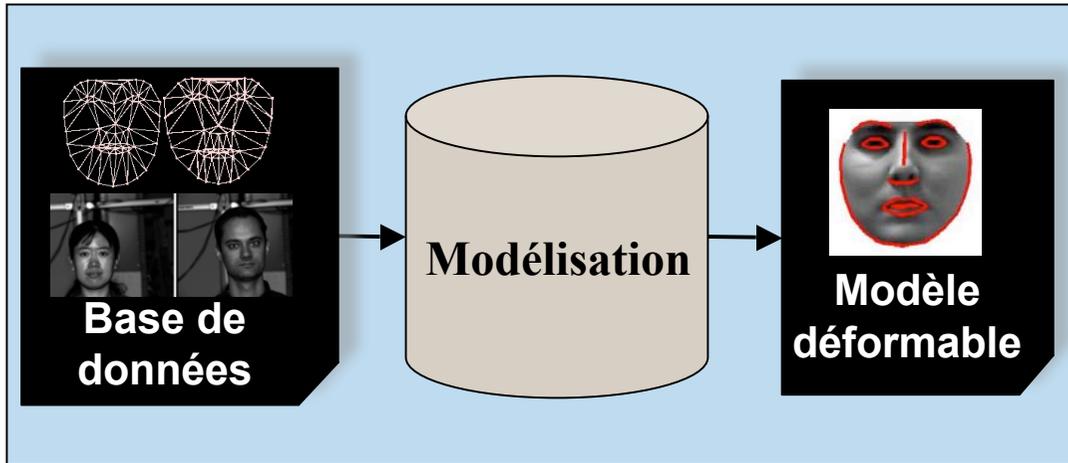
## Détection robuste des éléments faciaux dans des vidéos

### ▪ Contraintes

- Illumination variée
- Variabilité des visages (expressions, pose, identité...)
- Vidéos de faible résolution (type webcam)
- Temps réel (en comptant détecteur visage et l'application)



## Apprentissage



## Segmentation

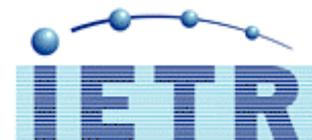


Robustesse des *AAM* à l'illumination

Modification des textures appliquées sur le modèle

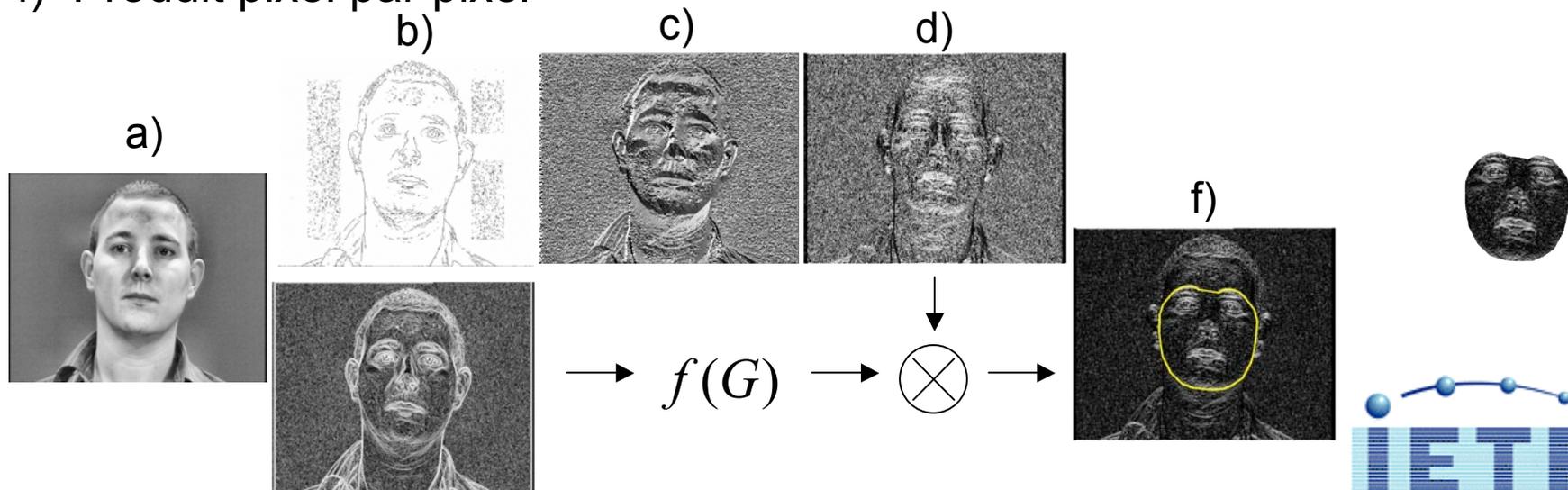
Robustesse des *AAM* à la pose et à l'identité

Recherche d'un modèle le plus adapté au visage analysé

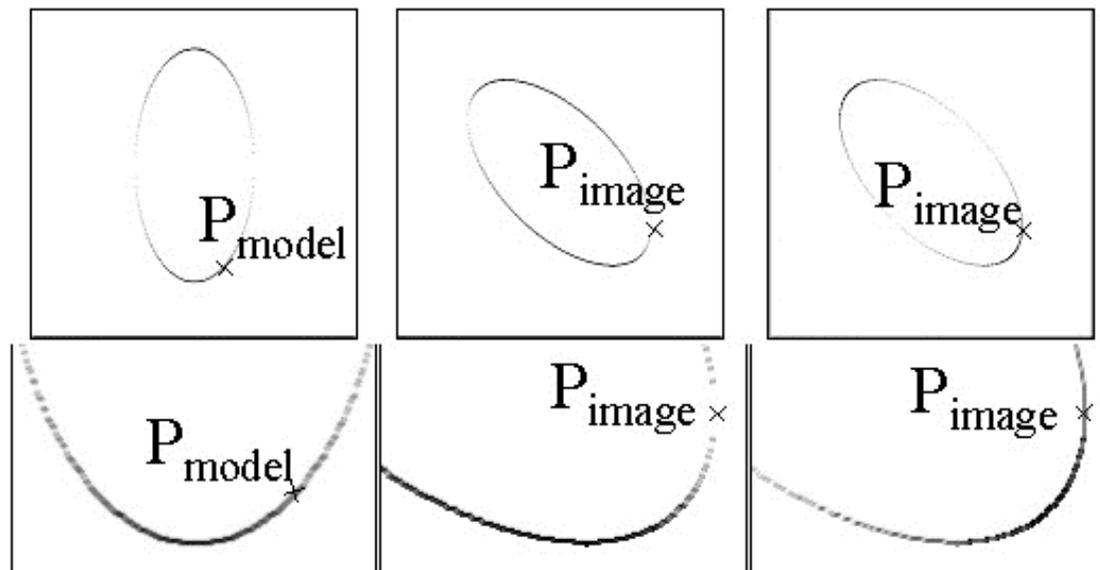


*Prétraitement en détection de visage [Frobba02, Belaroussi05] : sinus et cosinus de l'angle détecté en chaque pixel.*

- a) Égalisation adaptative d'histogramme de l'image originale (Clahe) + Lissage
- b) Extraction de contours adaptative
- c) Évaluation de l'orientation du contour en chaque pixel de l'image
- d) Mapping de  $[0..2\pi]$  vers  $[0..\pi/2]$
- e) Evaluation du module du gradient de l'image  $G$ ,  $f(G) = \frac{G}{G + \overline{G}}$
- f) Produit pixel par pixel



Le prétraitement en CO n'est pas invariant en rotation:



Remplacement de la normalisation photométrique des AAM par une normalisation dépendante de l'orientation du modèle  $CO_N = CO + \theta$  (avec  $\theta$  le deuxième paramètre de pose)

### TESTS

Modèle de 64\*64 pixels (environ 1400 pixels de texture)

Comparaison de la méthode classique, des prétraitements en CDN et en CO

Apprentissage M2VTS (18 visages + Symétrie) de résolution 350\*286

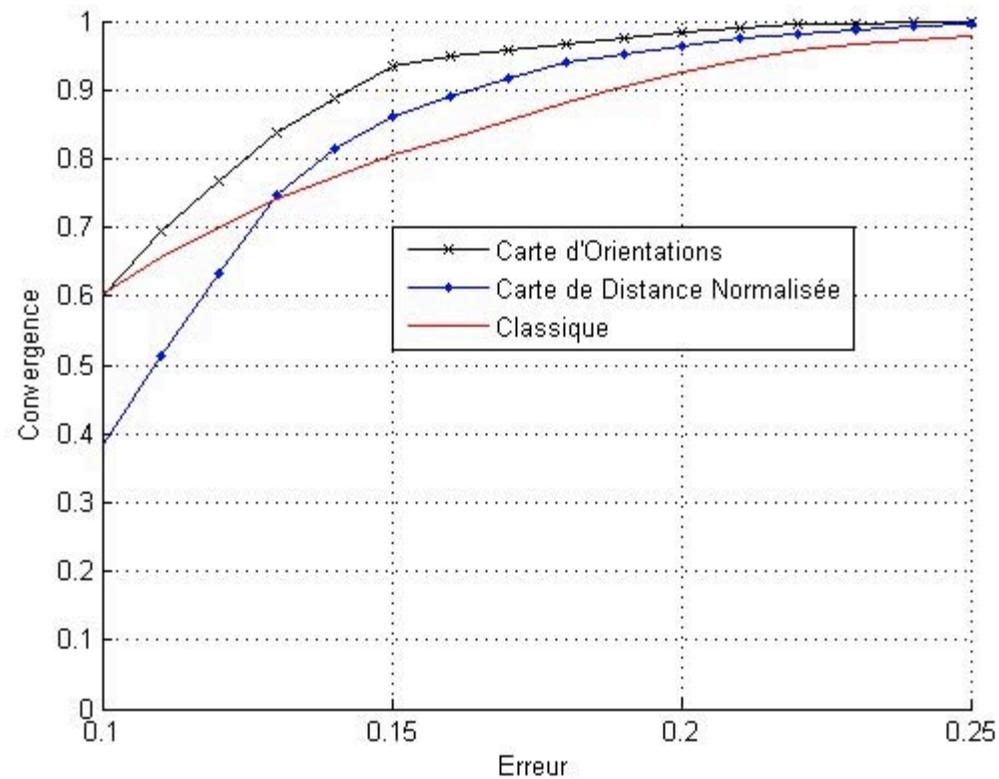


- Contexte de généralisation

Segmentation PIE (Illumination) -  $66 \times 21 = 1386$  images  $640 \times 486$  pixels



### - Courbes d'erreur

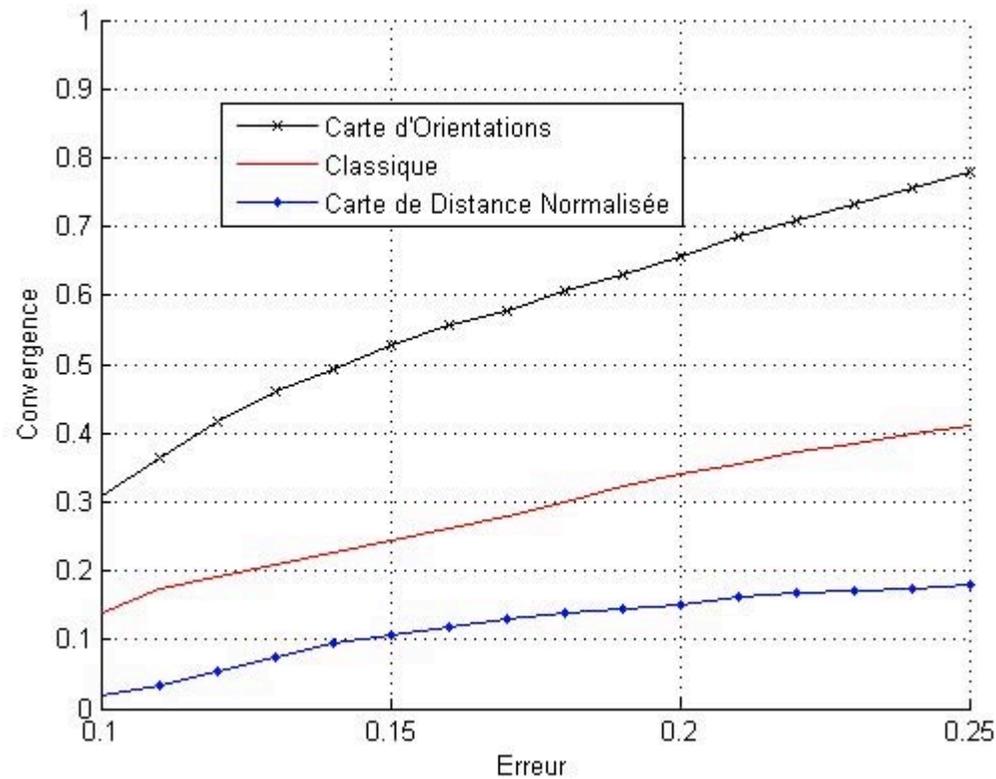


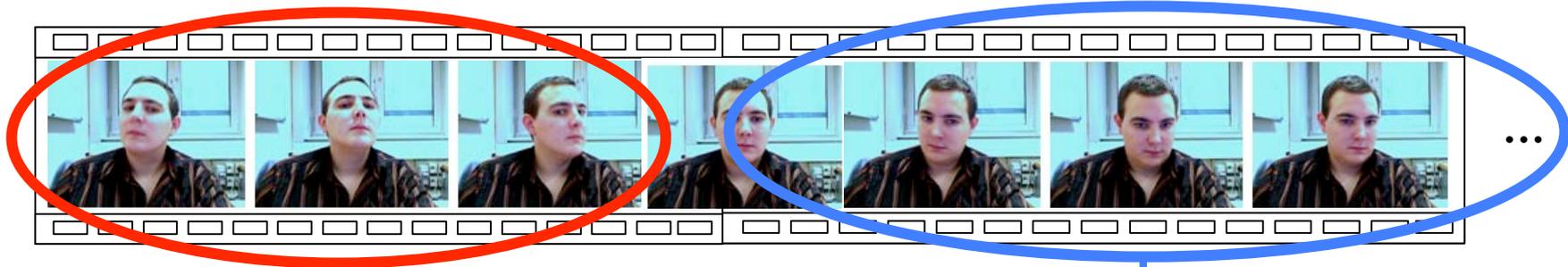
- Contexte de généralisation

Segmentation BioID (Diversité) - 1521 images de résolution 384\*286 pixels



### - Courbes d'erreur



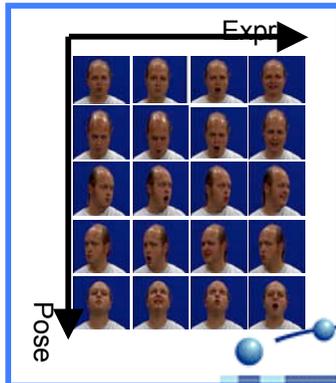


Détection du plus proche visage par le modèle déformable d'initialisation



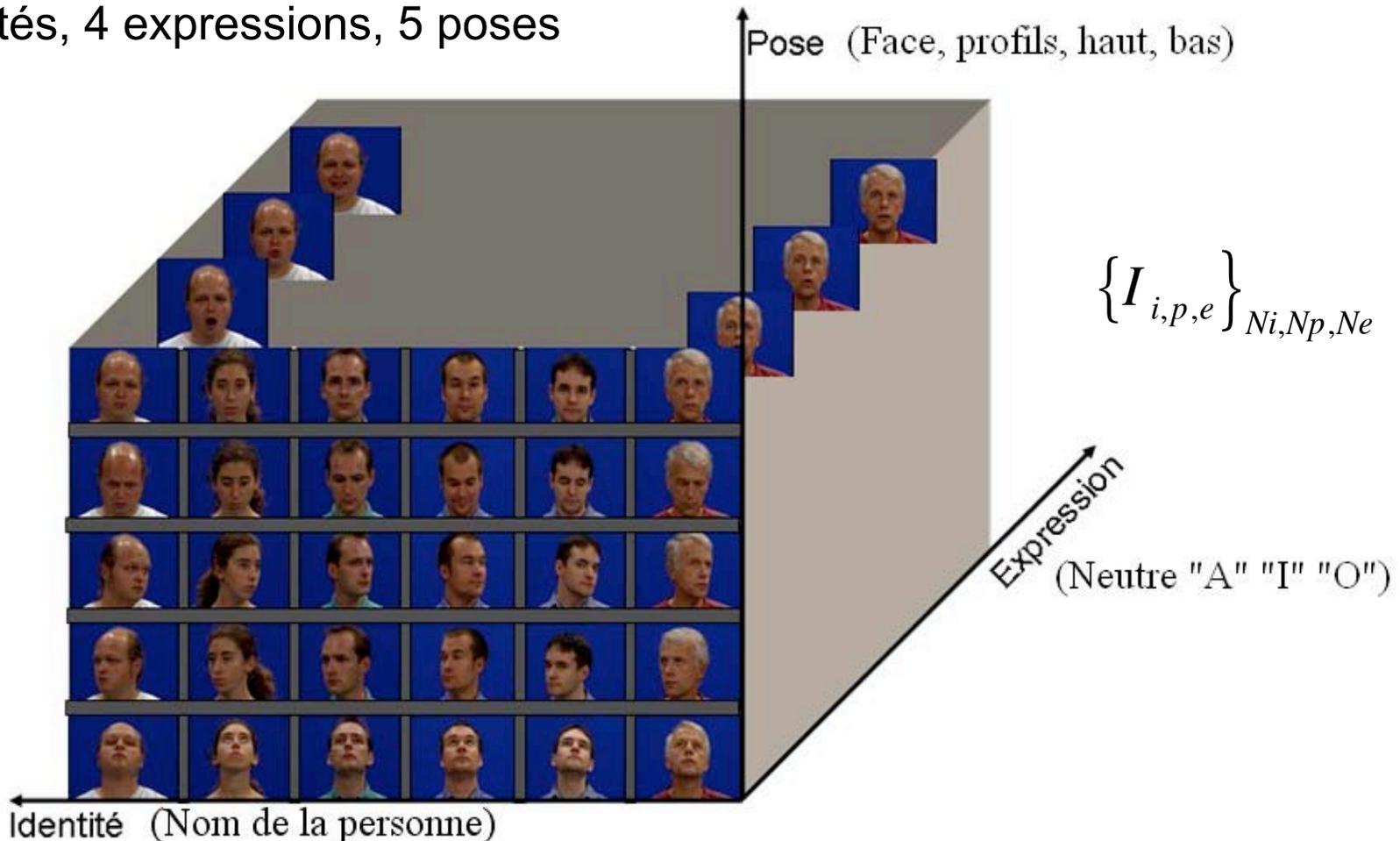
Choix du modèle adapté

Détection des éléments faciaux par le modèle déformable focalisé

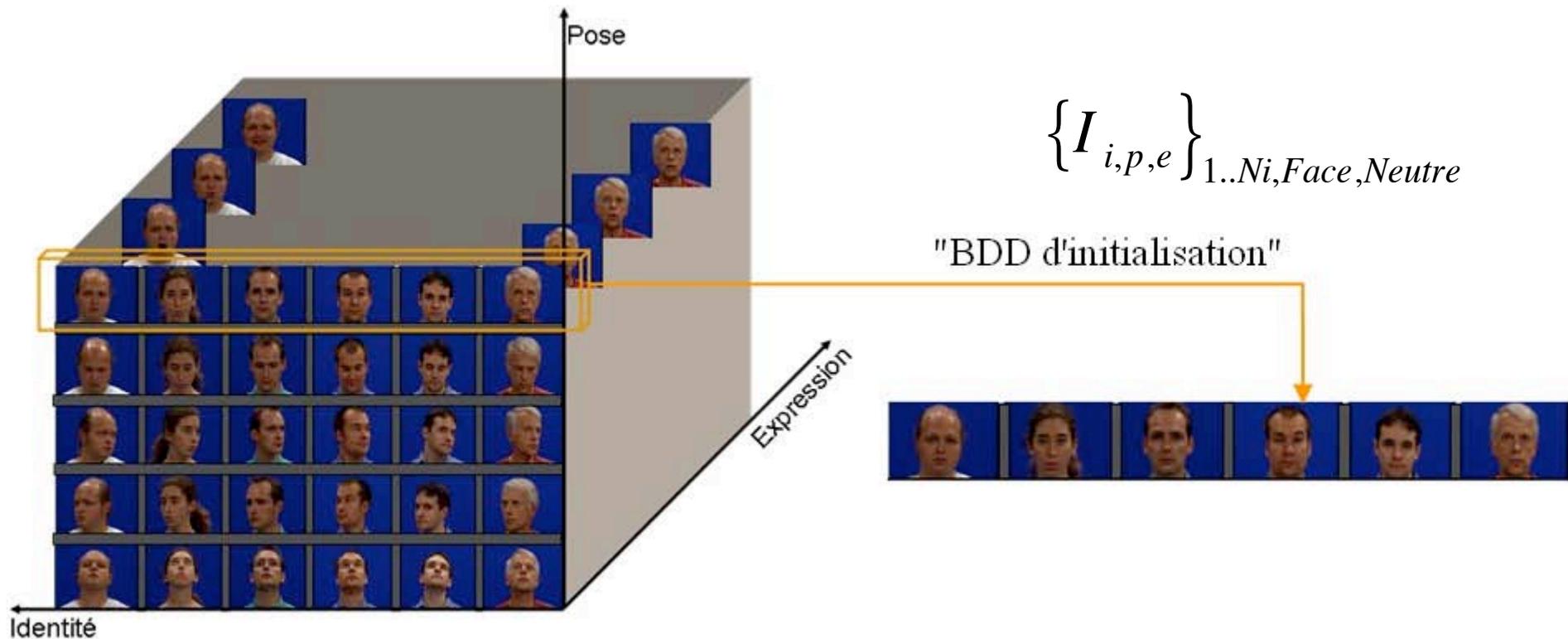


### Construction d'une BDD

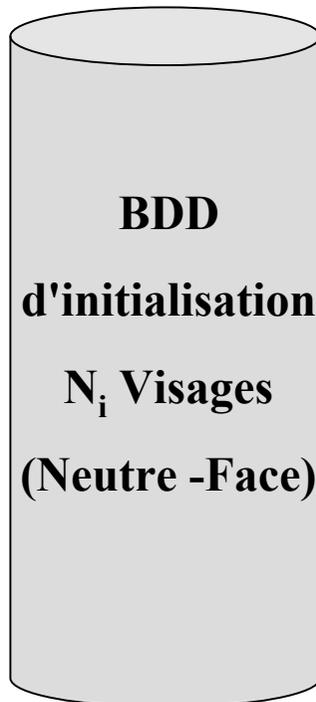
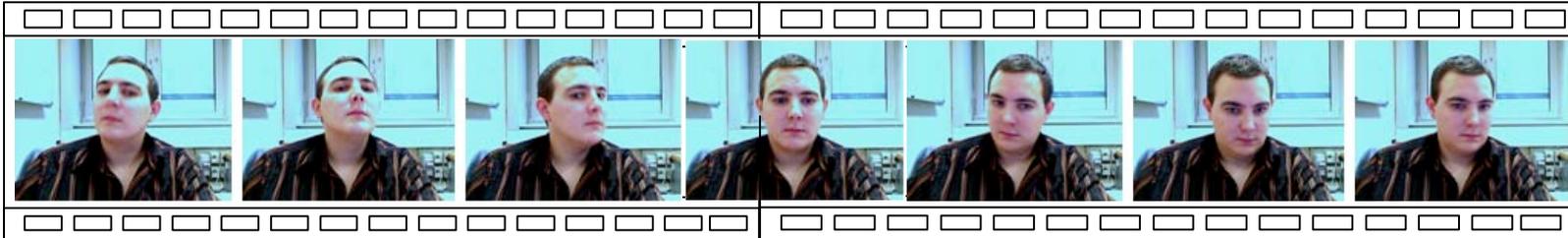
29 identités, 4 expressions, 5 poses



### Système proposé: BDD d'initialisation



Flux  
vidéo



Modèle déformable  
d'initialisation

$$\{I_{i,p,e}\}_{1..N_i,Face,Neutre}$$

Recherche des éléments faciaux dans les  
1<sup>ères</sup> images de la séquence vidéo.

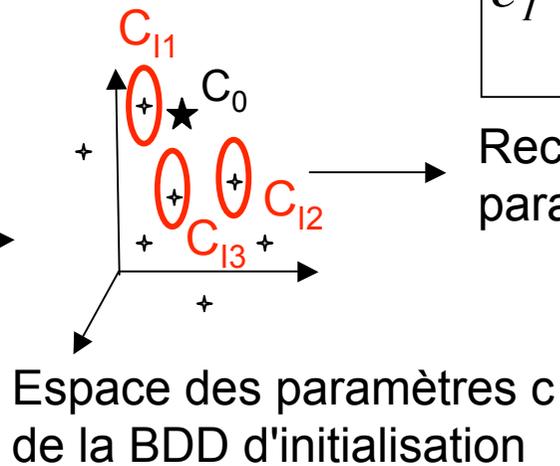
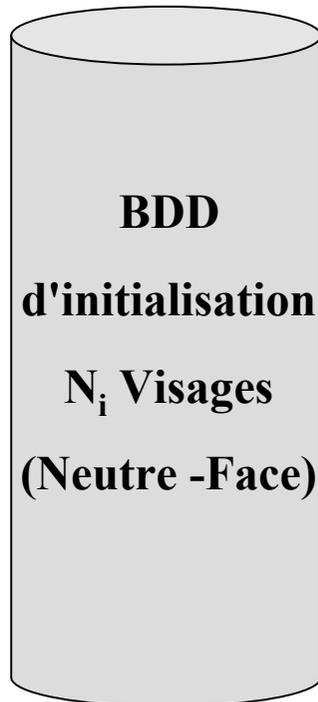
Erreur résiduelle  
mini:  
récupération du  
paramètre  
d'apparence

Paramètre  
d'apparence  $C_0$

$$E(c_0) = \min_{i=1..Nbframes} \{E(c_i)\}$$



Flux vidéo



$$c_I = \min_{i=1..N_i} \left\{ \sqrt{\sum_{j=1}^{NbModes} (c_{o,j} - c_{i,j})^2} \right\}$$

Recherche de  $C_1$ , le plus proche paramètre d'apparence de  $C_0$ .

**K-plus-proches-visages:**

**k=1**

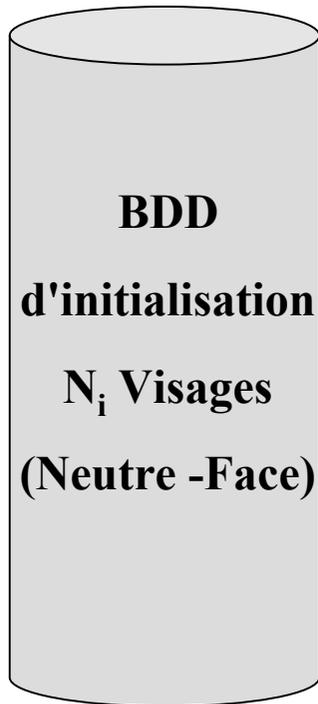
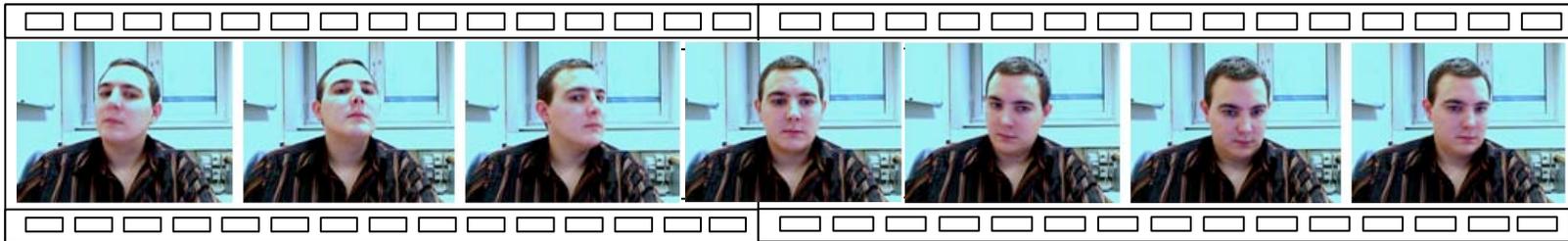
**k=2**

**k=3**

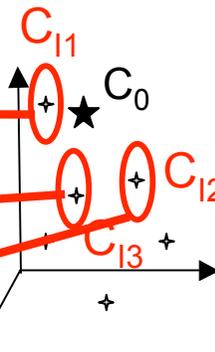
...



Flux vidéo



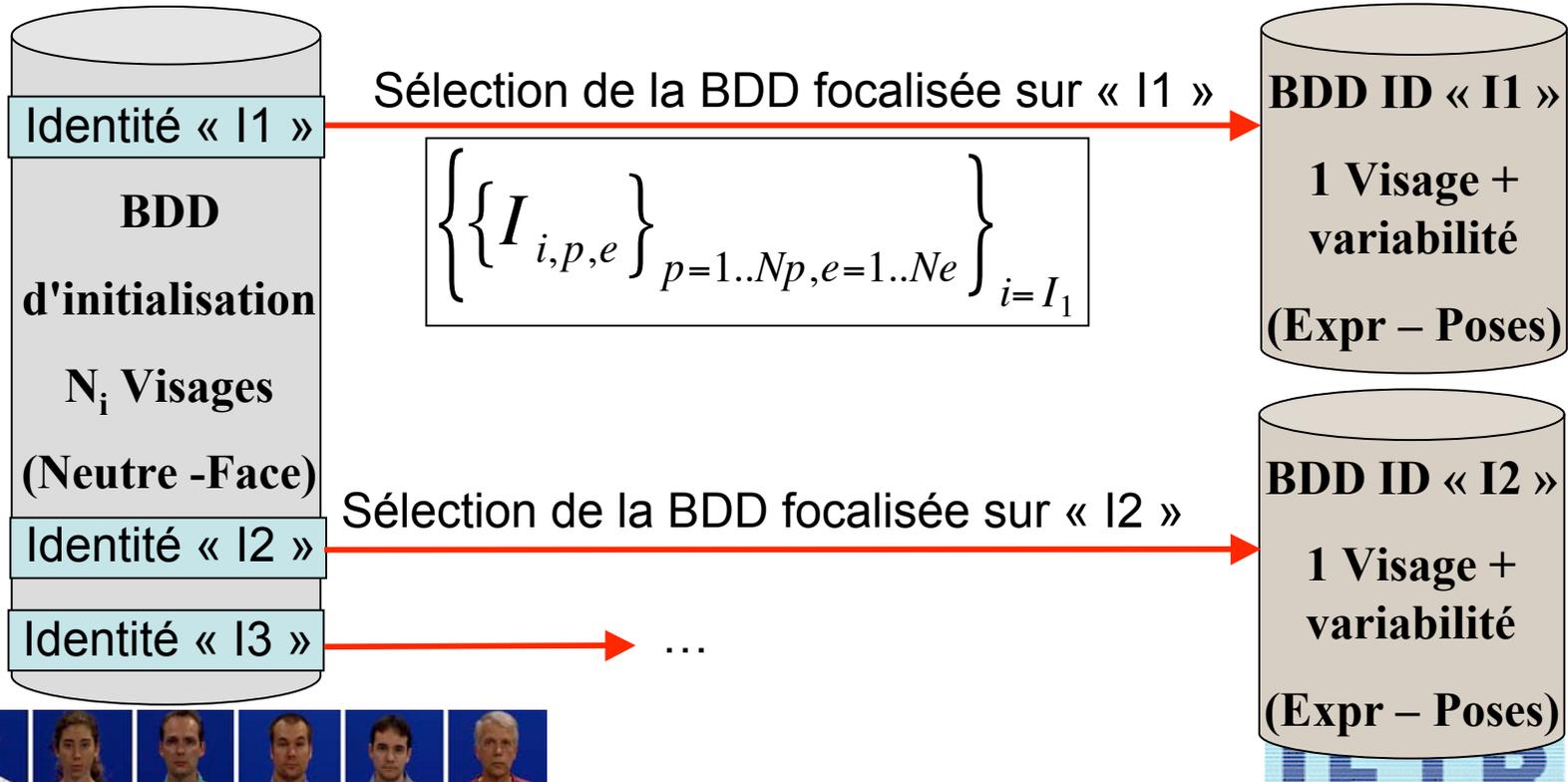
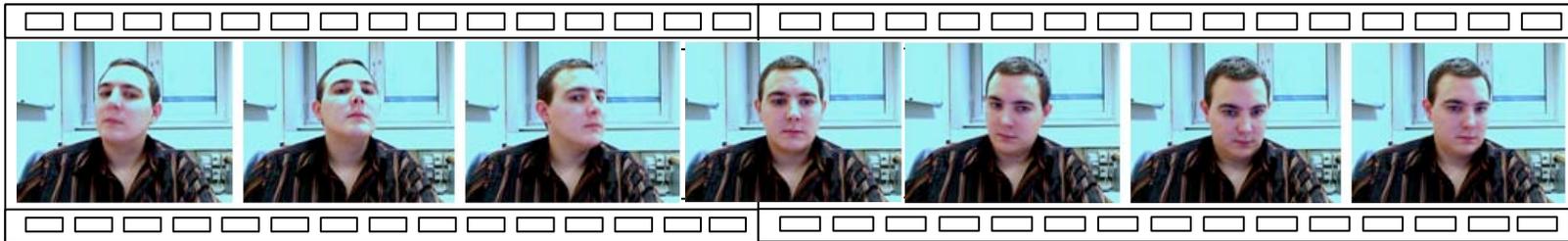
$C_i$  correspond à une identité particulière de la BDD d'initialisation



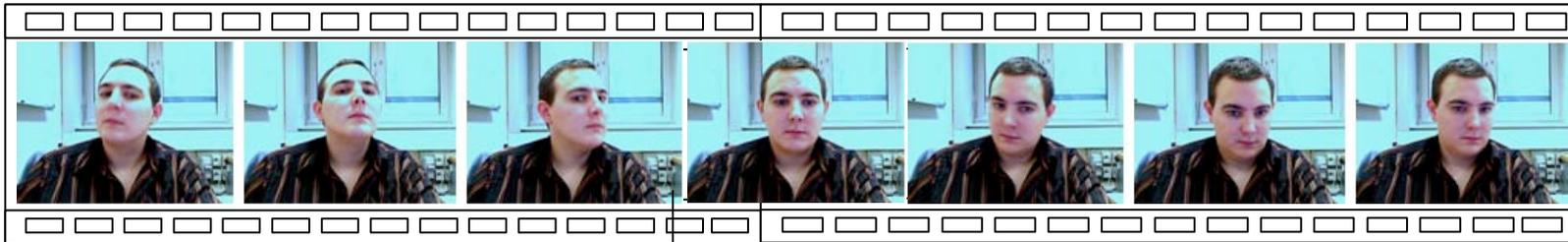
Espace des paramètres  $c$  de la BDD d'initialisation



Flux vidéo



Flux vidéo



Suivi des éléments faciaux dans les images suivantes

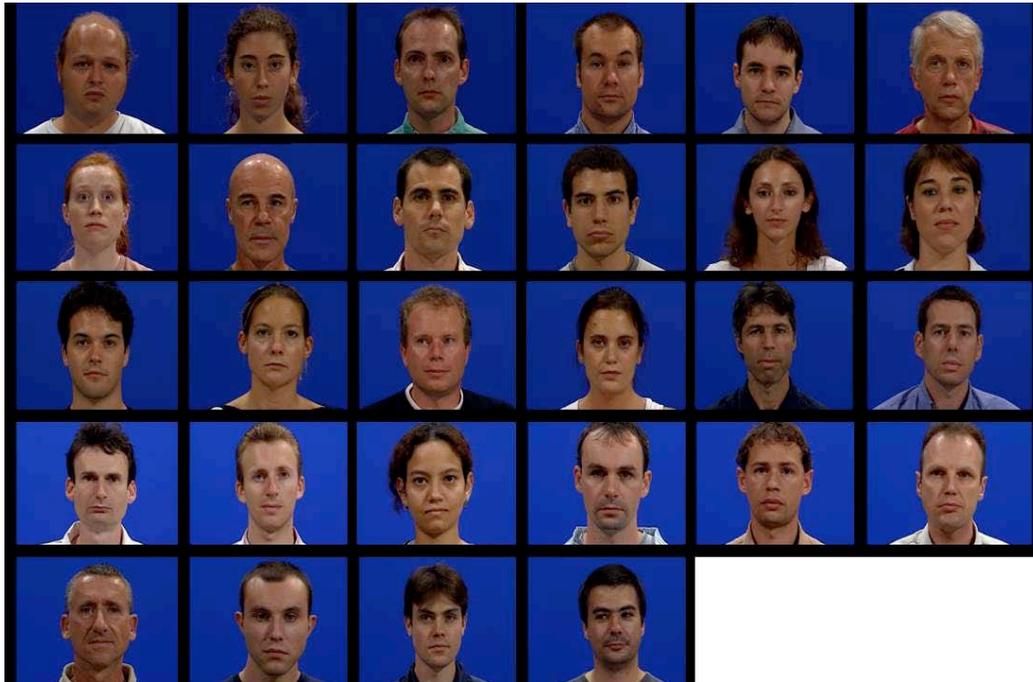
**BDD ID « I1,I2,I3 »**  
**3 Visages + variabilité**  
**(Expr – Poses)**

Modèle déformable focalisé

$$\left\{ \left\{ I_{i,p,e} \right\}_{p=1..Np, e=1..Ne} \right\}_{i=I_1, I_2, I_3}$$

Paramètre d'apparence

Suivi des éléments faciaux

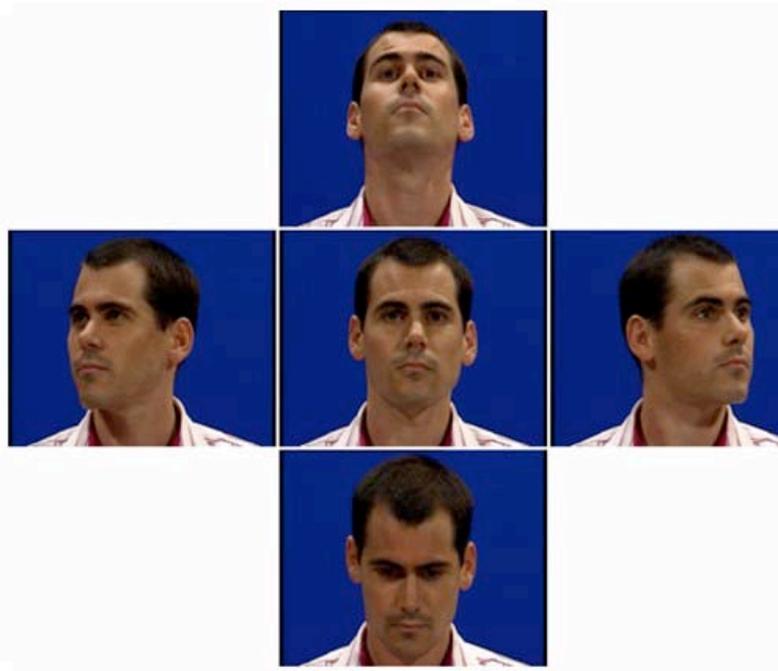


BDD 28 Identités \* 5 poses

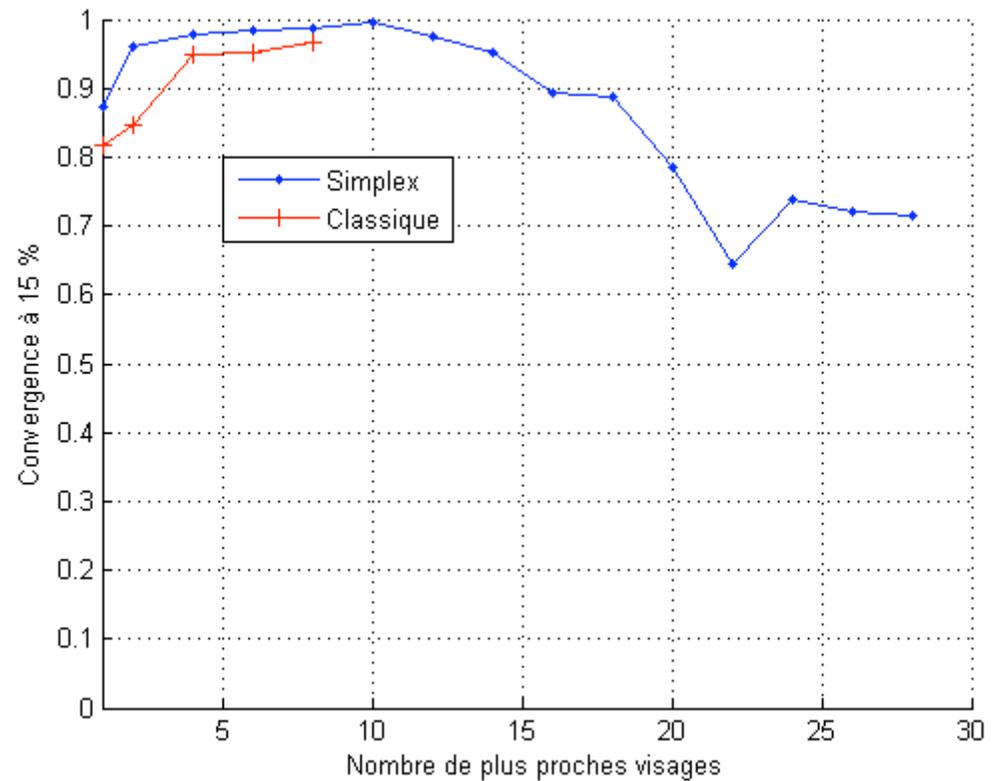
Séquence d'un visage inconnu



Base focalisée considérée à 1 plus proche visage ( $k=1$ ):

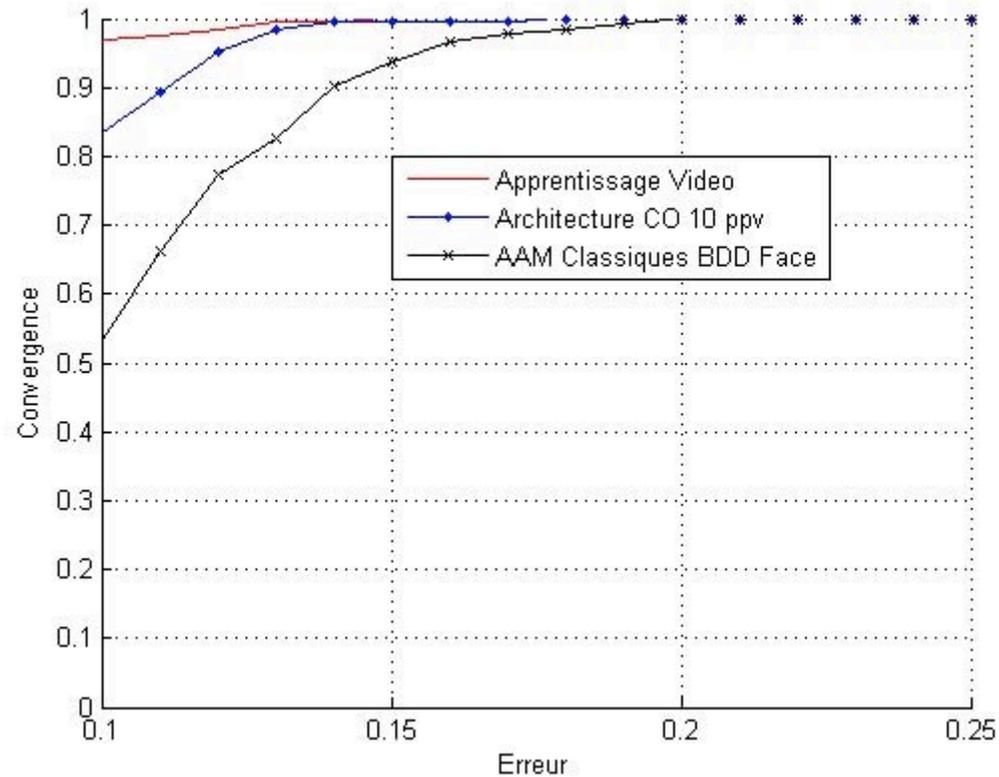


Taux de convergence pour  $e=0,15$  en fonction du nombre de plus proches visages considérés:

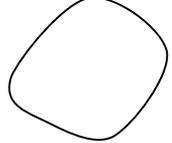
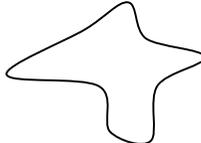
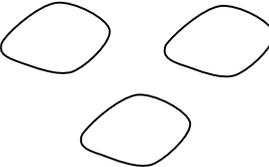


k

Comparaison de la méthode proposée



Un autre angle d'attaque pour améliorer la robustesse des MAA : l'optimisation

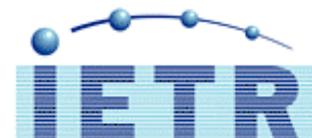
|   | Bases d'apprentissage et de test de même nature                                   | Bases d'apprentissage et de test différentes  | Espace morcelé (modélisation de la bouche)  | Clusters (poses)  |
|---|---|---|---|---|
|   |  |  |  |  |
| Jacobien /<br>regression linéaire<br>multivariables | +++   | ++  | -   | --  |
| Simplex   | -   | ++  | +++   | -   |
| GA  | -   | -   | ++  | ++  |



ÉCOLE  
SUPÉRIEURE  
D'ÉLECTRICITÉ

# MAA ADAPTÉS

...



INSTITUT D'ÉLECTRONIQUE ET DE TÉLÉCOMMUNICATIONS DE RENNES  
UMR CNRS 6164



ÉCOLE  
SUPÉRIEURE  
D'ÉLECTRICITÉ

# MAA ADAPTÉS



INSTITUT D'ÉLECTRONIQUE ET DE TÉLÉCOMMUNICATIONS DE RENNES  
UMR CNRS 6164



ÉCOLE  
SUPÉRIEURE  
D'ÉLECTRICITÉ

# MAA ADAPTÉS

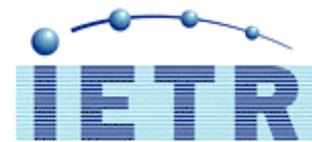


INSTITUT D'ÉLECTRONIQUE ET DE TÉLÉCOMMUNICATIONS DE RENNES  
UMR CNRS 6164



ÉCOLE  
SUPÉRIEURE  
D'ÉLECTRICITÉ

# MAA ADAPTÉS



INSTITUT D'ÉLECTRONIQUE ET DE TÉLÉCOMMUNICATIONS DE RENNES  
UMR CNRS 6164