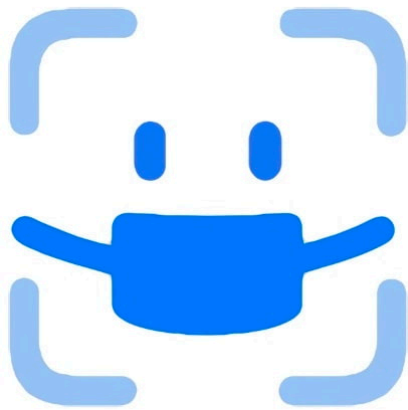


## **Rapport de Bureau d'Etude**



### **Sujet n°3:**

Extension d'un système de reconnaissance faciale aux visages portant un masque chirurgical

Del Guidice Pierre-Antoine  
L3 informatique 2022  
Université Paul Sabatier

De Jean-Denis Durou  
IRIT, équipe REVA (durou@irit.fr)

Rapport de Bureau d'Etude	1
Introduction	3
Présentation du sujet	4
Déroulement du BE	5
Commencement du bureau d'étude	5
Travail réalisé	6
Bilan	10

## Introduction

Du 04/04/2022 au 27/05/2022, j'ai travaillé sur le sujet de bureau d'étude suivant: Extension d'un système de reconnaissance faciale aux visages portant un masque chirurgical proposé par l'Institut de Recherche en Informatique à Toulouse (IRIT) et plus précisément par l'équipe REVA.

L'équipe REVA adresse des problématiques liées à l'utilisation de méthodes mathématiques et algorithmiques pour l'analyse de données multimodales, visuelles, biologiques.

Ses thèmes de recherche portent donc sur des techniques de génération, d'optimisation et d'analyse de données multimodales pour produire/calibrer/contrôler des environnements numérisés/simulés.

Ces recherches proposent une grande variété de méthodes :

- apprentissage
- optimisation
- simulation fonctionnelles numériques
- simulation numériques

Au-delà d'enrichir mes connaissances en programmation, ce bureau d'étude m'a permis de comprendre dans quelles mesures je souhaite poursuivre un master en Intelligence Artificielle.

L'élaboration de ce rapport a pour principale source les différents enseignements tirés de la pratique journalière des tâches auxquelles j'étais affecté.

## Présentation du sujet

L'extension d'un système de reconnaissance faciale aux visages portant un masque chirurgical mis en place durant ce bureau d'étude est basé sur la première technique de reconnaissance faciale décrite dans l'article Eigenfaces for recognition, publié par Turk et Pentland dans le Journal of Cognitive Neuroscience en 1991.

Le principe de cette technique de reconnaissance faciale est d'extraire et d'analyser les composantes principales (ACP) des images de l'ensemble d'apprentissage, puis de faire de même pour l'image requête, pour déterminer si la personne a déjà été rencontrée.

Il y a différentes étapes à développer:

### Apprentissage:

- calcul du visage moyen
- soustraction du visage moyen aux autres visages
- calcul de la matrice de covariance
- calcul des valeurs et vecteurs propres à partir de cette matrice
- calcul des composantes principales des images
- projection de celles ci sur les vecteurs propres (eigenfaces)

### Reconnaissance:

- soustraction du visage moyen a l'image
- calcul des composantes principales
- projection de celles ci sur les vecteurs propres (eigenfaces)
- calcul de la distance euclidienne de l'image aux images d'apprentissage
- si la distance minimale est inférieure au seuil l'individu est reconnu

Ce sujet s'inscrit dans une période de (sortie de) crise sanitaire durant laquelle nous devons cohabiter avec les masques chirurgicaux qui rendent inutilisables les systèmes de reconnaissance faciale de nos smartphones et autres appareils, ce qui le rend d'autant plus intéressant.

## Déroulement du BE

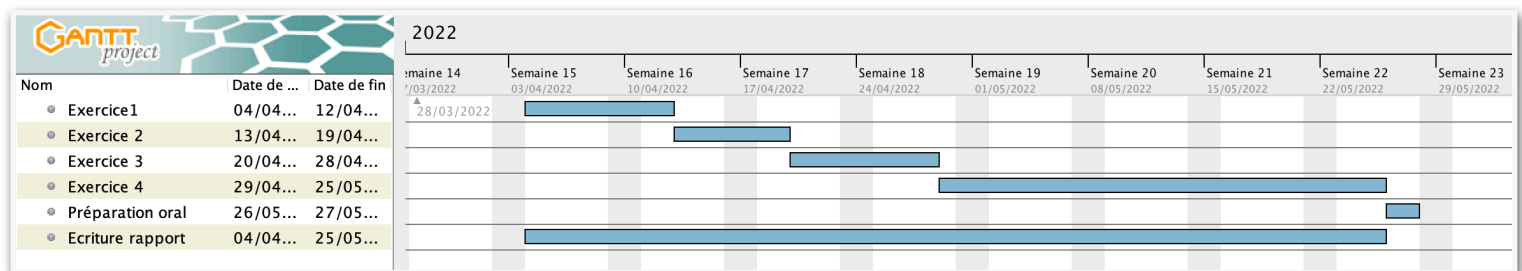
### Commencement du bureau d'étude

Le développement de ce système de reconnaissance faciale a été réparti sur 2 mois en différentes parties.

La première consiste en l'élaboration du système d'apprentissage (ACP, projection sur eigenfaces, restauration images dégradées...).

La seconde consiste en l'application à la reconnaissance de visages (calcul distance euclidienne, comparaison valeur seuil...).

J'ai choisit de développer ce système en python car c'est un langage que je connais bien et car il dispose d'un grand nombre de librairies utiles pour effectué tous les calcul nécessaires pour ce sujet ainsi que pour la manipulation d'images et de matrices.



### Diagramme de Gantt

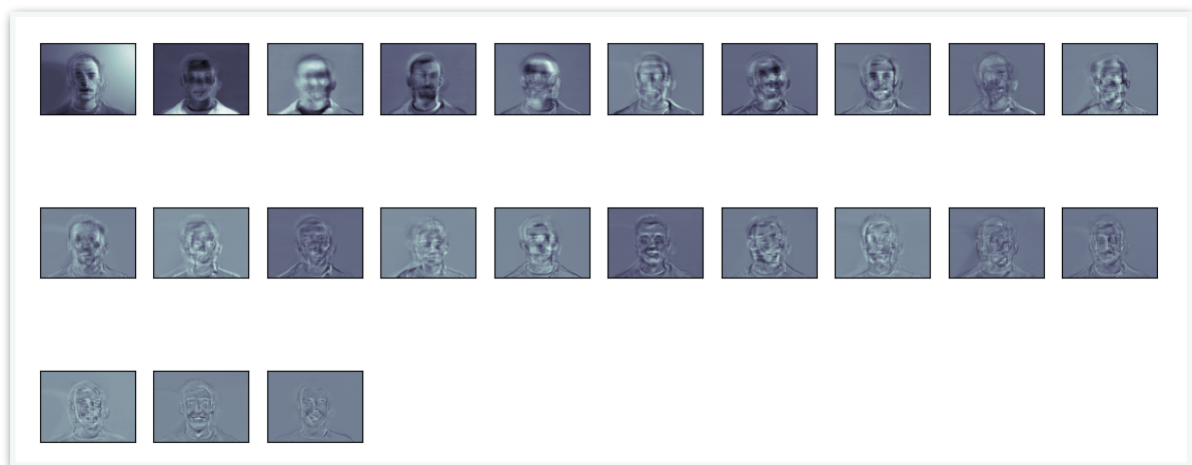
Comme indiqué sur le diagramme de Gantt, j'ai réparti mon temps en 4 parties en plus de la préparation de l'oral et de l'écriture quotidienne de ce rapport.

Tout au long de la période de développement de ce bureau d'étude, nous avons eut de nombreuses réunions avec notre référant pour voir notre avancement, discuter de problèmes éventuels que nous aurions pu rencontrer depuis la réunion précédente et les résoudre s'il y en avait.

## Travail réalisé

### Partie 1: analyse en composantes principales

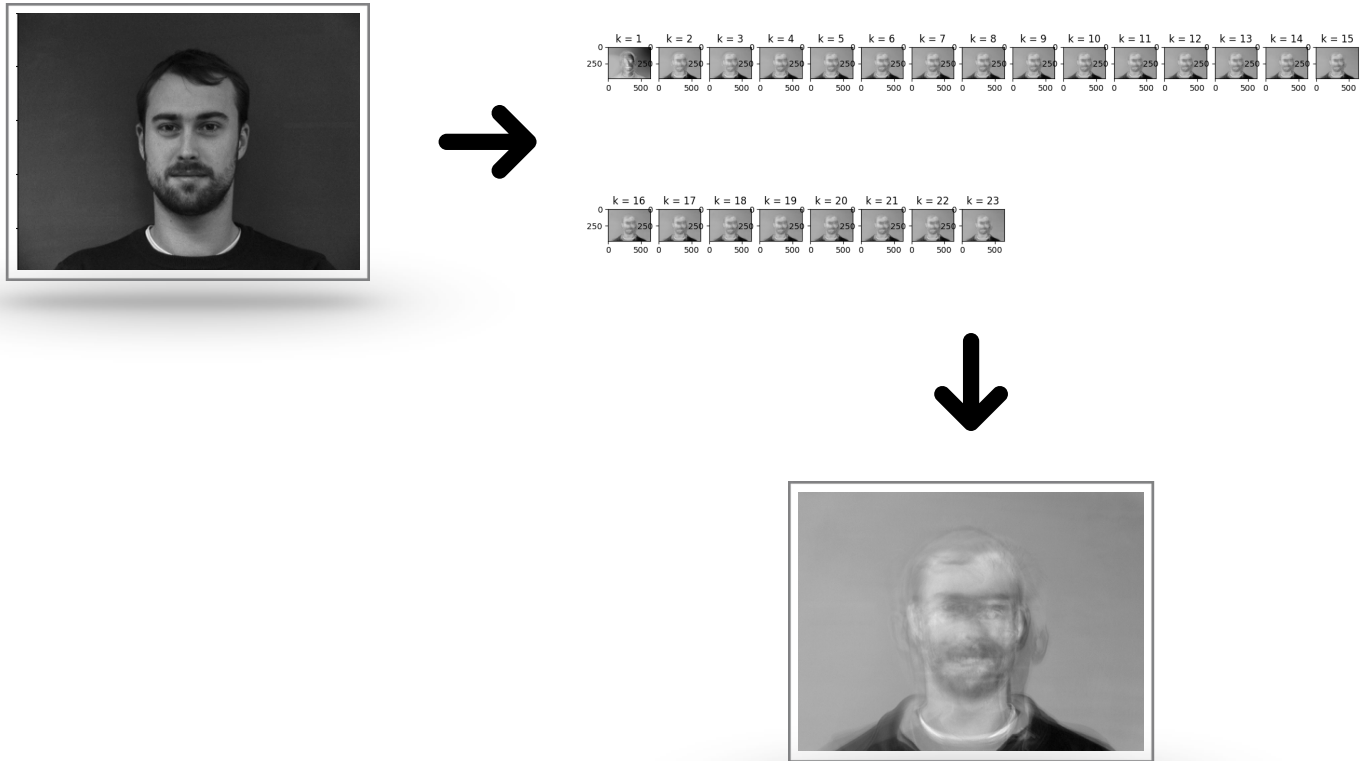
Individu moyen obtenu en faisant la moyenne des vecteurs des 24 images contenues dans la matrice « donnees.mat »:



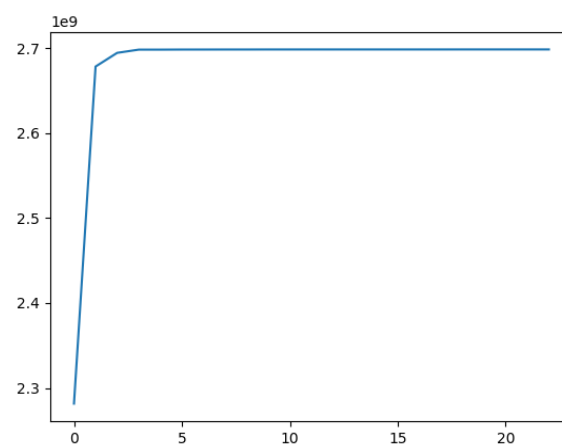
### Eigenfaces

## Partie 2 : projection des images sur les eigenfaces

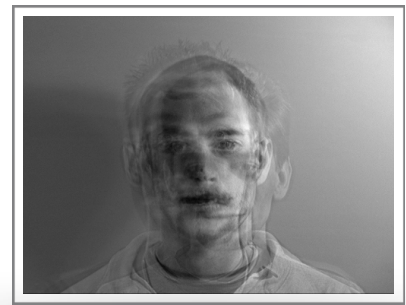
### Exemple de reconstruction d'un visage:



### Courbe de la RMSE entre l'image d'origine et l'image obtenue pour différentes valeurs de $q$ :



### Partie 3 : restauration d'images dégradées



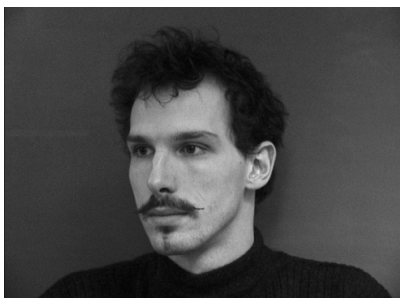
### Partie 4 : application à la reconnaissance de visages

J'ai soustrait l'individu moyen à l'image tirée au hasard avant de calculer ses coordonnées dans la base B en effectuant le produit scalaire entre la transposée des eigenfaces et le vecteur de l'image.

J'ai ensuite calculé la distance minimale des coordonnées de l'images obtenue avec celles des images d'apprentissages dans la base B. Si cette distance est inférieure au seuil prédéfini alors l'individu est reconnu.

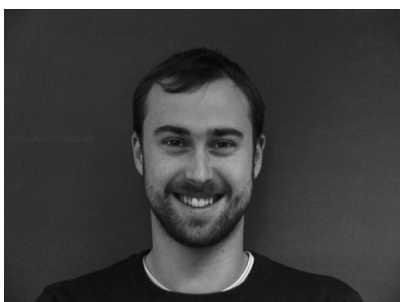
Ce seuil a été défini en prenant la plus petite valeur pour laquelle on obtient plus de faux positif grâce à une boucle « for » sur le tirage au sort de l'image ainsi que le calcul de la distance minimale

Cas ou l'image tirée ne fait pas partie de l'ensemble d'apprentissage:



```
7.329338937929453e-10  
individu non trouvé
```

Cas ou l'image tirée ne fait pas partie de l'ensemble d'apprentissage:



Individu trouvé

```
6.538035561619131e-21  
individu trouvé
```



Mise en relation des différentes parties effectuées auparavant pour répondre au problème initial de reconnaissance faciale d'un individu masqué:

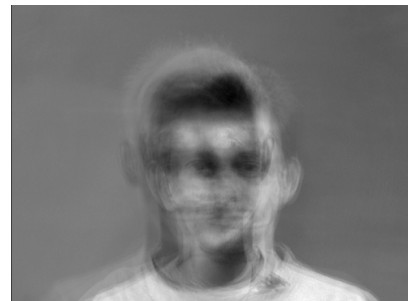
Pour répondre à cette question j'ai décider d'utiliser la base B comportant  $n - 1$  eigenfaces ainsi que l'individu moyen obtenues avec les images d'apprentissages.

J'ai ensuite récupérer l'image d'un individu masqué sous la forme d'une image (shape->(640, 480)), je l'ai transformé en vecteur (shape->307200) auquel j'ai soustrait l'individu moyen avant de calculer ses coordonnées dans la base B en effectuant le produit scalaire entre la transposée des eigenfaces et le vecteur de l'image.

J'ai appliqué une restauration sur cette image en faisant la somme des produits scalaires de ses coordonnées avec les eigenfaces. J'ai ensuite ajouter l'individu moyen, ce qui m'a permis d'obtenir approximativement l'individu sans son masque cette fois.

J'ai alors calculé la distance minimale comme dans la partie 4 puis comparé cette distance avec le seuil pour déterminer si l'individu à été reconnu. L'indice de l'image qui correspond à la distance minimale est donc l'individu sans son masque.

Exemple avec l'individu 2 masqué:



```
Matrice de confusion (individus masques)
[' ', 'i025', 'i042', 'i061', 'i096']
['i025', '1', 1, 0, 1]
['i042', '0', 0, 0, 0]
['i061', '0', 0, 1, 0]
['i096', '0', 0, 0, 0]
```

Le taux reconnaissance d'individus masqué est d'environ 50% c'est pourquoi l'utilisation d'une valeur seuil est nécessaire



```
1.5431516041476974
individu trouvé
```

## Bilan

Lors du développement des différentes parties de ce BE j'ai obtenu les résultats que vous avez pu voir ci-dessus. En cumulant les différentes parties pour répondre à la question initiale, qui était de créer une extension d'un système de reconnaissance faciale aux visages portant un masque chirurgical, j'ai obtenu un taux de reconnaissance d'environ 50%.

Cela est dû au fait que le seuil a une valeur assez élevée pour ne pas obtenir de faux positifs, mais certains bons résultats sont ainsi rejetés.

J'ai aussi rencontré certaines difficultés parmi elles, la reconstruction des images avec la base B. Je ne parvenais pas à obtenir la même image entre celle d'origine et celle reconstruite, ce problème provenait de la multiplication des coordonnées de l'image dans la base avec les eigenfaces. Malgré plusieurs changements de calcul je n'ai pas obtenu le résultat escompté.

Les autres soucis que j'ai eus concernent la manipulation d'images sous forme de vecteur en python, mais en me renseignant et en essayant différents calculs j'ai pu réussir à les résoudre.

Mon rythme de travail était le suivant:

- Chaque jour de lundi à vendredi 9h-17h avec une pause déjeuner.
- Réunions avec Jean-Denis Durou et les autres participants à ce BE toutes les 2 semaines environ

Ce bureau d'étude m'a permis de découvrir quels pourraient être les applications de l'informatique et de l'intelligence artificielle dans notre vie de tous les jours.

C'est aussi une première expérience « professionnelle » pour moi, cela m'a permis de voir comment pouvait se dérouler le développement d'un projet sur une assez longue période, ainsi que les exigences nécessaires au bon déroulement de celui-ci.

Grâce à ce sujet j'ai aussi pu mettre en application ce que j'ai découvert et appris tout au long de ma licence mais d'autant plus avec l'UE Intelligence Artificielle.

C'est en partie pourquoi je souhaite poursuivre mes études avec un master en intelligence artificielle.