

**Université Claude Bernard - Lyon 1**  
**Département de Biologie Humaine**

MAITRISE DE SCIENCES BIOLOGIQUES ET  
MEDICALES

Certificat  
ANTHROPOLOGIE, ETHNOLOGIE  
ET SOCIOLOGIE DE LA SANTE

Année universitaire 2004/2005

Mémoire bibliographique présenté par

AL KHATIB Mohamed-Aban

Soutenu le  
Jeudi 15 septembre 2005

TITRE  
**Le rôle de l'anthropologie dans les techniques émergentes de  
reconnaissance faciale**

Sous la responsabilité de

R.PERROT

*Laboratoire d'Anthropologie anatomique et de Paléopathologie*  
*8, avenue Rockefeller - 69373 LYON CEDEX 08*  
site web : <http://anthropologie-et-paleopathologie.univ-lyon1.fr>



**LE ROLE DE L'ANTHROPOLOGIE DANS LES TECHNIQUES  
EMERGENTES DE RECONNAISSANCE FACIALE**



# Sommaire

<b>I- Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>II- La biométrie.....</b>	<b>2</b>
<b>2-1 - La place de la reconnaissance faciale parmi les autres techniques biométriques.....</b>	<b>2</b>
<b>2-2- Evaluation des systèmes biométriques.....</b>	<b>4</b>
<b>2-3 - La fiabilité des systèmes biométriques.....</b>	<b>7</b>
<b>III- Le Visage humain.....</b>	<b>9</b>
<b>3-1 - La perception du visage au cours de l'histoire d'un point de vue esthétique.....</b>	<b>9</b>
<b>3-2 - Rappel anatomique (L'apport de l'anatomie dans l'étude du visage).....</b>	<b>10</b>
<b>3-3- L'anthropologie.....</b>	<b>15</b>
<b>IV- Les techniques classiques de la reconnaissance faciale.....</b>	<b>25</b>
<b>4-1- la craniophotocomparaison.....</b>	<b>28</b>
<b>4-2 - L'identification dans le cadre de vol à main armée.....</b>	<b>32</b>
<b>V- La contribution de l'informatique dans les systèmes de reconnaissance faciale.....</b>	<b>35</b>
<b>5-1- Le système Who_Is.....</b>	<b>35</b>
<b>5-2- Le SPANN (A symmetry perceiving adaptive neuronet).....</b>	<b>39</b>
<b>VI- Conclusion.....</b>	<b>42</b>
<b>VII- Bibliographie.....</b>	<b>43</b>



## I- Introduction

La reconnaissance faciale fait partie des techniques de la biométrie. Elle a donc les mêmes avantages et inconvénients que cette dernière. Devant l'importance de ces techniques biométriques et les rôles qu'elles peuvent jouer pour améliorer notre vie, les scientifiques ont maintenant la tâche délicate d'améliorer leur fiabilité.

L'utilisation des critères biométriques pour renforcer l'identification est une notion ancienne, sa capacité restait toutefois réduite. L'apparition de l'ordinateur et sa capacité à traiter et stocker les données ont permis la création des systèmes biométriques informatisés. Néanmoins, la grande différence entre les données que l'ordinateur peut traiter et les données biométriques, qui sont des données de nature biologique, a créé quelques restrictions. Nous insistons donc sur l'importance que les chercheurs doivent attribuer à la numérisation et la modélisation des données biométriques et cela par la conjonction de deux disciplines différentes : l'informatique et l'anthropologie. Les avancées techniques de l'informatique ne sont certes pas négligeables, mais seuls les anthropologues par leur maîtrise du côté biologique du visage humain peuvent parfaire la modulation des données biométriques et harmoniser la relation machine  $\Leftrightarrow$  homme

Nous allons voir à travers ce mémoire, dans un premier temps ce qu'est la biométrie, la place de la reconnaissance faciale parmi les autres techniques biométriques. Dans un deuxième temps nous verrons comment s'est développée la reconnaissance faciale à travers les siècles, les branches de science qui ont permis son apparition, les tentatives de son automatisation et les avantages qui lui sont donnés grâce à l'ordinateur et l'informatique. Finalement, nous verrons les faiblesses de cette technologie et quelques perspectives pour l'avenir.

## II- La biométrie

La biométrie humaine est la partie de la biologie qui analyse statistiquement les mesures faites sur l'Homme. Etymologiquement, biométrie humaine est synonyme d'anthropométrie (Olivier, 1961). Les techniques appliquant la biométrie actuellement visent à établir l'identité d'une personne en mesurant une de ses caractéristiques physiques (internet 2). Ces dernières sont variables, les unes plus fiables que d'autres, mais toutes doivent être infalsifiables et uniques pour pouvoir être représentatives d'un seul et même individu. D'autre part, comme nous allons le voir, les caractéristiques physiques sont loin d'être aussi parfaites et précises, qu'on pourrait le penser et l'on atteint très vite des limites pour ces techniques.

Il existe plusieurs caractéristiques physiques uniques pour un individu, ce qui explique la diversité des systèmes appliquant la biométrie, selon que l'on prend en compte :

- L'empreinte digitale
- La géométrie de la main
- L'iris
- La rétine
- Le visage
- Le système et la configuration des veines
- La dynamique des frappes au clavier
- La reconnaissance vocale
- La dynamique des signatures

L'intérêt des applications utilisant la biométrie se résume en trois classes : faciliter le mode de vie, éviter la fraude et contrôler la population.

### 2-1 - La place de la reconnaissance faciale parmi les autres techniques biométriques

La reconnaissance faciale est une technique biométriques qui a une longue histoire. Si **l'empreinte digitale** est la technique biométrique la plus ancienne et la plus répandue et qui a été adoptée par Scotland Yard dès 1901 et par la Préfecture de Police de Paris, dès 1903 pour rechercher les criminels (Cabal, 2003), la **reconnaissance faciale**, quant à elle, a trouvé des applications dans différents domaines comme l'identification des personnes inconnues et cela depuis 1926 (Sinha, 1997).

Actuellement cette technique est utilisée principalement par l'anthropologie médico-légale dans le domaine de l'identification des individus inconnus où elle est appliquée en parallèle avec la **reconstitution faciale** dans les cas de catastrophes naturelles où le corps est dans un état avancé de décomposition, la comparaison se fait alors entre les photos des disparus et les portraits issus de la reconstitution.

Un autre champ d'application est l'identification d'auteurs de vol à main armée (VAM) : la comparaison se fait alors entre deux photos: l'une est extraite de l'enregistrement des caméras de surveillance (sa qualité est médiocre), l'autre dite « photo de question » correspond au suspect, elle a été prise dans des conditions idéales et a une bonne qualité d'image.

Un autre cas est l'examen comparatif de documents d'identité falsifiés. Chaque fois la tâche de l'anthropologue va être de montrer la correspondance ou non entre l'identité des deux individus.

L'utilisation de techniques de reconnaissance faciale a connu un développement à grande échelle depuis le milieu des années 90, avec l'utilisation efficace de nouvelles technologies, notamment l'ordinateur et sa capacité de traitement d'images et de fouille de banques de données (*datamining*) ce qui lui a donné des nouvelles applications. Ces dernières sont, en plus de l'automatisation des tâches déjà mentionnées plus haut, le contrôle de l'identité sous toutes ses formes:

- contrôle d'accès des utilisateurs aux réseaux informatiques et à l'Internet,
- contrôle d'accès de personnels aux zones contrôlées comme les aéroports
- ou encore la recherche des criminels et des personnes disparus.

En plus, la reconnaissance faciale va permettre l'établissement de l'interaction entre machines et humains soit par la détection de l'identité, comme on la vu dernièrement avec le téléphone portable muni d'un système capable de reconnaître son utilisateur, soit par la reconnaissance des mimiques faciales et leurs significations par la machine ce qui permettra aux futurs systèmes de détection de reconnaître l'humeur de leurs utilisateurs (Turk, 1991).

Cette variabilité des applications a donné lieu à la disponibilité de produits commerciaux (internet 4). Ces produits permettent :

- l'identification, par comparaison, d'un visage à ceux mémorisés dans une base;
- la vérification, par comparaison des identités déclarées avec les identités associées aux visages mémorisés ;
- la supervision, qui permet de suivre l'image d'une personne dans une séquence vidéo ;

- la surveillance, qui permet de retrouver, en temps réel, une personne dans une séquence vidéo à partir d'une liste de visages.

L'exemple le plus connu d'utilisation à grande échelle de la reconnaissance faciale est celui de la ville de Newham, dans la banlieue de Londres. Il s'est vu décerner le trophée *Big Brother Award* en 1998 par l'organisation non gouvernementale *Privacy International*.

Un autre exemple d'utilisation ayant eu un certain retentissement est celui de la surveillance et l'identification de personnes recherchées, par reconnaissance des visages dans une foule lors de la finale de foot-ball (*Super Bowl*) des USA, qui a eu lieu à Tampa en Floride, en janvier 2001. Cette utilisation a été fortement critiquée par l'ACLU (American Civil Liberty Union), qui a qualifié l'événement de *Snooper Bowl*, autrement dit de *championnat d'espionnage*.

La reconnaissance faciale, est une technique biométrique relativement peu sûre car l'image acquise est sujet à des variations beaucoup plus élevées que d'autres caractères (Cabal, 2003). Néanmoins, elle a ses avantages. C'est une technique facile à utiliser, peu intrusive et elle peut être appliquée à distance du sujet, sans solliciter sa coopération. La reconnaissance faciale a donc, comme toutes autres techniques biométriques, sa spécificité et ses champs d'applications qui lui sont propres. Comme nous l'avons dit pour la biométrie, il n'existe pas une technique meilleure, mais devant une situation spécifique c'est la meilleure technique biométrique appropriée qui doit être recherchée et appliquée.

## **2-2- Evaluation des systèmes biométriques**

Devant cette diversité des techniques biométriques, l'analyse comparative des performances des différentes techniques biométrique est important avant la prise de décision d'implantation d'un système, qui peut être un système de vérification d'identité et contrôle d'accès par exemple, et cela pour décider si la biométrie est adaptée à la situation et aux fonctions recherchées et dans un deuxième temps de décider quelle technique biométrique est adaptée et donne les meilleurs résultats. Ceci est différent de la comparaison de performance des systèmes commerciaux utilisant telle ou telle technique. Plusieurs études de ce type ont été menées. Elles essayaient de trouver les critères d'évaluation et de comparaison. Ainsi *L'International Biometric Group*, une société américaine d'intégration et de conseil, a établi un classement de huit techniques biométriques en retenant quatre critères:

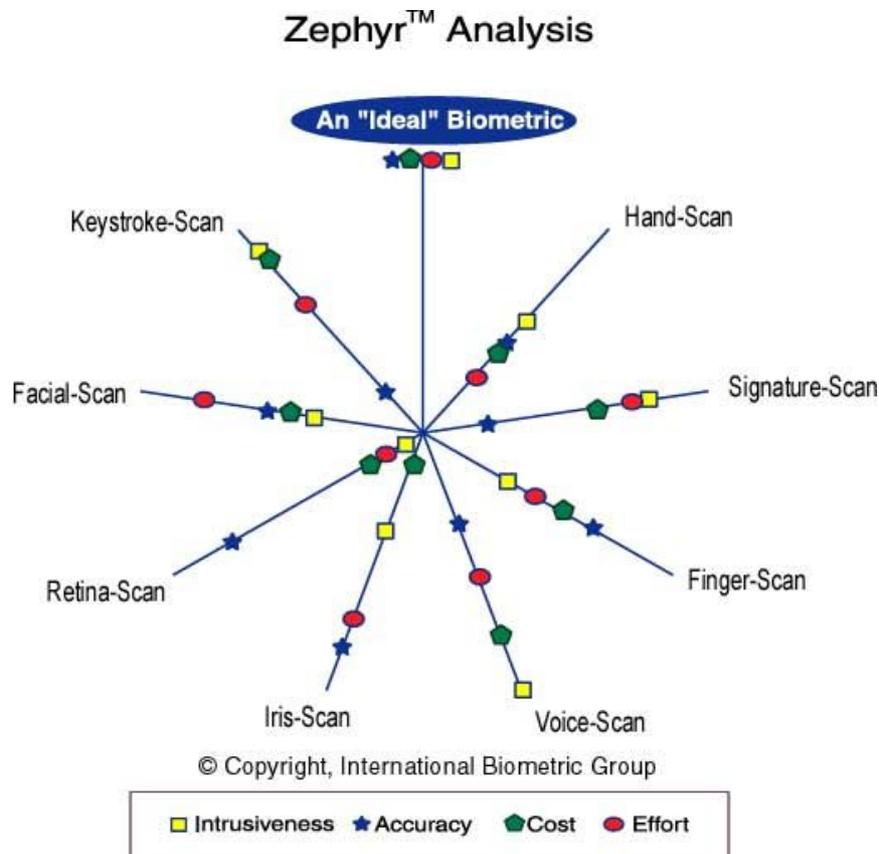
- L'effort: requis par l'utilisateur lors de la prise de mesures biométriques, et qui doit être réduit le plus possible. La reconnaissance faciale est la technique biométrique la

plus facile à utiliser. De plus elle n'exige pas beaucoup de coopération de la part de l'utilisateur, certains systèmes employant cette technique fonctionnent même sans que l'utilisateur en ait conscience, ce qui en est le point fort mais qui aussi pose beaucoup de problèmes en ce qui concerne la liberté personnelle du fait d'être surveillé tout le temps et partout et ceci sans que l'individu ait donné son accord !

- L'intrusivité: doit être minimale. C'est le cas de la reconnaissance faciale qui est relativement bien acceptée par les utilisateurs par comparaison avec d'autres techniques comme les empreintes digitales où un contact direct est nécessaire entre le doigt de l'utilisateur et le capteur. Cette obligation se retrouve également lorsqu'on utilise l'iris et la rétine.
- Le coût: doit être modéré. A cet égard nous pouvons dire que la reconnaissance faciale ne nécessite pas une technologie coûteuse. En effet la plupart des systèmes fonctionnent en utilisant un camera numérique de qualité normale et un P.C.
- La fiabilité: la fiabilité de la reconnaissance faciale est controversée. Elle est considérée comme une technologie relativement peu sûre, car le signal acquis est sujet à des variations beaucoup plus élevées que pour d'autres caractéristiques morphologiques. Ces variations peuvent être causées, entre autres, par le maquillage, la pilosité, la présence ou l'absence de lunettes, le vieillissement et l'expression d'une émotion. La méthode d'authentification du visage est sensible à la variation de l'éclairage et au changement de la position du visage lors de l'acquisition de l'image. Les critiques de cette technologie se plaignent que le système de L.B. Newham n'a jamais, jusqu'à 2004 et pendant plusieurs années de fonctionnement, reconnu un seul criminel parmi ceux qui vivent dans l'arrondissement de Newham (où le système est installé) et qui sont pourtant enregistrées dans la base de données du système (Internet 1) !

Néanmoins, la révision de la littérature de l'anthropologie médico-légale nous montre que la reconnaissance faciale est une technique cohérente utilisée depuis presque un siècle (Sinha, 1998) avec un taux élevé de certitude (Perrot, 1997). Certains auteurs nous confirment que les particularités morphologiques observées sur les différentes régions faciales, comme : l'oreille, le nez, le front, les pommettes, les lèvres, les sourcils, les traits du visage, les cicatrices, etc., montrent une bonne capacité discriminante lorsqu'elles sont utilisées par les différentes analyses anthropologiques. En effet, elles constituent une typographie individuelle, dont la probabilité est très semblable aux empreintes digitales. Le problème réside plutôt dans l'automatisation des processus de traitement de ces caractéristiques visuelles de visage. La

figure 1 schématise le système de classification et les critères de l'*International Biometric Group*, société mentionnée plus haut.



**Fig.1.** les différents critères pour chaque type de technique biométrique

Légende :

- Effort : effort requis pour l'utilisateur lors de la mesure.
- Intrusiveness : décrit dans quelle mesure l'utilisateur perçoit le test comme intrusif.
- Cost : coût de la technologie (lecteurs, capteurs, etc...)
- Accuracy : efficacité de la méthode (capacité à identifier quelqu'un)

(d'après Internet 2)

Les résultats de cette étude et comme on le voit sur la figure 1 peuvent être présenter comme suite:

- Des techniques les moins « intrusives » aux plus « intrusives » : la voix, la frappe sur le clavier, la signature, la main, la face, l'empreinte digitale, l'iris et enfin la rétine.
- des techniques les plus fiables aux moins fiables : l'iris, la rétine, l'empreinte digitale, la face, la main, la voix, et enfin à un niveau équivalent, la frappe sur le clavier et la signature.

- des techniques les moins chères aux plus chères : la frappe sur le clavier, la voix, la signature, l'empreinte digitale, la face, la main, la rétine et enfin l'iris.
- des techniques les plus faciles d'utilisation aux plus difficiles : la face, la signature, l'iris, la frappe sur le clavier, la voix, l'empreinte digitale, la main et enfin la rétine.

### 2-3 - La fiabilité des systèmes biométriques

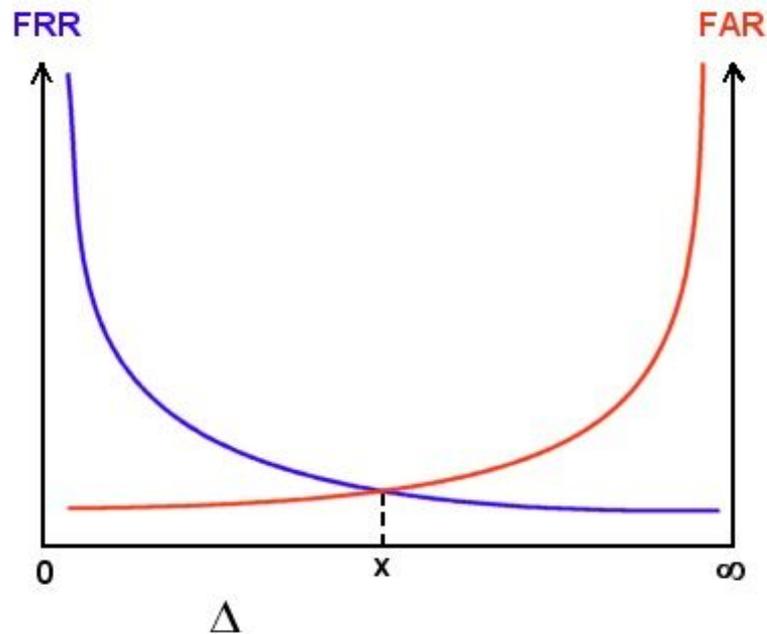
La fiabilité des systèmes biométriques est liée à deux facteurs: l'unicité des données biométrique et les taux d'erreurs.

La question de l'unicité est importante puisque les systèmes biométriques prétendent relier une donnée à une personne. Elle recouvre en fait deux problèmes: l'unicité du caractère biométrique choisi et l'unicité de la mesure ou de la représentation graphique de ce caractère. L'unicité des caractères biométriques n'est pas prouvée scientifiquement. La biométrie se repose alors sur des méthodes statistiques destinées à déterminer la probabilité que deux personnes présentent la même donnée. C'est le cas des empreintes digitale dont on possède des bases de données suffisamment larges (400 millions d'ID dans les Fichiers du FBI) et dans lesquelles n'ont jamais été constatées deux empreintes identiques. En revanche aucun test n'aurait été réalisé pour déterminer la probabilité que deux personnes puissent avoir le même visage. Par ailleurs même si les caractéristiques humaines prises en compte étaient uniques, les techniques appliquées et les différentes circonstances dans lesquelles les caractéristiques humaines sont présentées et mesurées jouent un rôle déterminant. Ainsi pour dix points de comparaison, la probabilité de trouver les mêmes points disposés de façon identique sur les empreintes digitales de deux personnes différentes serait d'une chance sur un million et, pour 14 à 17 points, d'une chance sur 17 milliards. D'une façon similaire, certains études proposent que 9 points bien choisis sont suffisants pour identifier un visage parmi un groupe de plus de 80 personnes mais que pour des bases de données plus larges le nombre de points caractéristiques doit être plus grand (Kamel et al., 1993).

Deux notions sont importantes pour évaluer un système biométrique **le taux de fausses acceptations (FAR)** qui est le ratio entre le nombre de personnes qui ont été acceptées alors qu'elles n'auraient pas du l'être et le nombre total de personnes non autorisées qui ont tenté de se faire accepter.

**Le taux de faux rejets (FRR)** qui est le ratio entre le nombre de personnes autorisées dont l'accès a été refusé et le nombre total de personnes autorisées s'étant présentées. Les deux

types de taux sont reliés de façon inverse, l'équilibre entre ces deux taux qui permet d'obtenir les meilleurs résultats doit être adapté en fonction des besoins (taux de fausse acceptation très diminuée pour un système nécessitant une haute sécurité avec conséquence inévitable un taux de faux rejet élevé). La figure 2 nous montre cet équilibre.



**Fig. 2.** La recherche d'un compromis entre les 2 taux FRR et FAR résulte de point x, la zone delta représente la marge d'erreur autorisée par le système (d'après Internet 2)

## III- Le Visage humain

Le visage humain constitue la composante essentielle de la technologie de reconnaissance faciale. Il est essentiel alors d'avoir une connaissance profonde de sa morphologie et de son anatomie et de la tendance générale de la croissance et du vieillissement cranio - faciale pour en tirer les points les plus discriminants et les plus stables.

Le visage humain a toujours suscité l'intérêt. Plusieurs disciplines se sont intéressées au visage humain et cela à des fins différentes. Parmi ces disciplines on citera : l'art du portrait, l'anthropologie, l'anatomie, la médecine légale, la chirurgie et l'orthodontie.

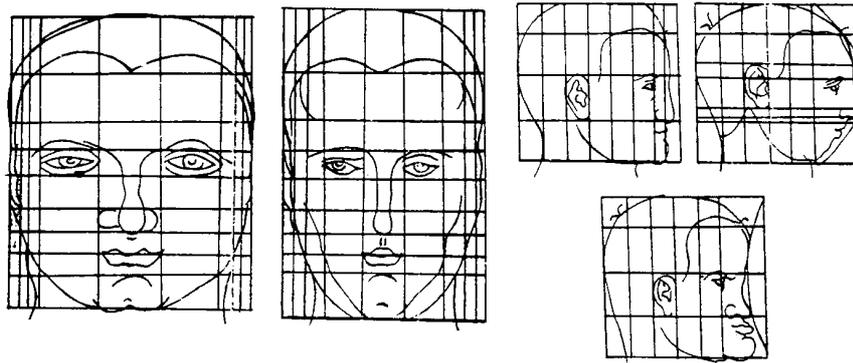
### 3-1 - La perception du visage au cours de l'histoire d'un point de vue esthétique

Les artistes qui étaient également, le plus souvent, des philosophes ont été les premiers à s'intéresser au corps et au visage humain bien avant les autres disciplines scientifiques. Dans leur essais de trouver la forme parfaite du visage, ils ont établie des « canons » c'est à dire des lois de proportion du corps ou du visage qui leur paraissent les plus harmonieuses. (Raberrin, 1991) Ainsi la beauté du corps a, le plus souvent, paru correspondre à une harmonie des proportions. Or, parler proportions, dit mesures, rapports, pourcentages et biométrie : l'étude de l'esthétique a mené à l'anthropologie. On voit cette idée très clairement dans la notion de canons de beauté qui est ni plus ni moins que la recherche des proportions idéales. La notion de beauté varie dans le temps et d'une civilisation à l'autre, en extrême orient, par exemple, un visage est beau s'il est large et si les yeux sont bridés et très obliques. Les canons changent donc selon le siècle et la civilisation. (Olivier, 1961)

Les canons avaient reproduit en quelque sorte les travaux des anthropologues qui ont essayé de trouver les caractéristiques biométriques de chaque peuple.

Les grecs ont découvert le Nombre d'Or qui exprime la relation d'harmonie entre deux parties : la plus grande dimension est, à la plus petite dimension, comme la somme de ces deux dimensions rapportée à la plus grande et égale à 1,618. Les sculpteurs grecs du IV<sup>e</sup> siècle étaient très influencés par le Nombre d'Or et l'utilisaient dans les proportions du corps de leurs statues.

Lysippe un artiste de la Renaissance, divise la taille en 8 têtes, et la tête en 4 longueurs du nez. [Dürer](#), à la même époque, dit : « *les choses de vray proportionnées ont de coutume de sembler belles* ». Il a remarqué les variations des proportions au cours de la croissance et selon la typologie faciale (cf. fig.3).



**Fig. 3.** Les études de Dürer (d'après Sassouni 1971). à gauche deux figures avec le même dimension verticale mais deux largeurs différentes (ce qu'on appelle maintenant «face courte, face longue»). A droite les coordonnées sont modifiées pour indiquer la concavité ou la convexité du profil.

### 3-2 - Rappel anatomique (L'apport de l'anatomie dans l'étude du visage)

L'anthropologue travaillant dans le domaine de reconnaissance faciale doit avoir une parfaite connaissance de l'anatomie cranio-faciale (porter et Doran, 2000). Pour reconnaître le visage humain comme une unité, il faut connaître ses caractéristiques c'est à dire ses différentes structures (Ermiane, 1970).

Avant d'examiner les différentes régions faciales il est intéressant de rappeler que le visage se compose :

- de parties qui ne varient pas d'un moment à l'autre ; ce sont ses os , ses cartilages et son tissu cellulo-graisseux.
- Et de parties mobiles ; ce sont ses muscles et ses téguments qu'ils mobilisent.

L'anatomie nous aide à déceler la part de l'une ou l'autre de ces parties sur les traits visibles faciaux, ce qui est essentiel pour les recherches concernant les techniques de reconstitution et reconnaissance faciale.

#### 3-2-1 - La région orbitaire

D'après Rouvière et Delmas (1997), les paupières sont deux voiles musculo-membraneux, mobiles, qui recouvrent et protègent la partie antérieure du globe de l'œil. On distingue classiquement la paupière supérieure et celle inférieure.

Les limites des paupières répondent au rebord de l'orbite, au-delà duquel les paupières se continuent avec les téguments des régions voisines. Ces limites ne sont apparentes que du côté médial et sont représentées:

- en haut, par le bord inférieur du sourcil;

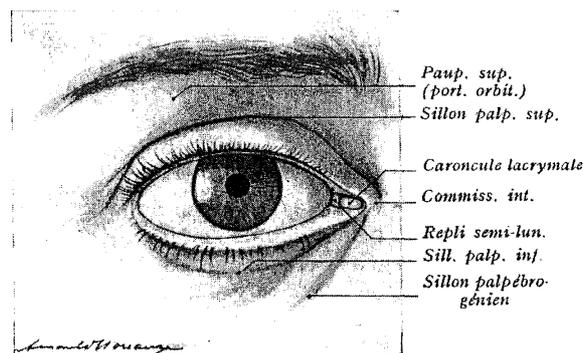
- en bas, par le sillon palpébro - génien qui sépare la paupière inférieure de la joue.

Les paupières supérieure et inférieure sont séparées l'une de l'autre par la fente palpébrale.

La face antérieure des paupières est constituée de deux parties: la première, convexe, résistante, en rapport avec le globe de l'oeil est la portion oculaire ou tarsale; la deuxième comprise entre la portion oculaire et le rebord orbitaire est la portion orbitaire qui est molle, déprimée et répond profondément au tissu adipeux de la cavité orbitaire.

Les parties oculaire et orbitaire de chaque paupière sont séparées l'une de l'autre par un sillon courbe, concave vers la fente palpébrale, appelé sillon palpébral supérieur pour la paupière supérieure, et sillon palpébral inférieur pour la paupière inférieure. Le sillon palpébral inférieur est moins accusé, moins régulier et plus rapproché de la fente palpébrale que le sillon supérieur.

Les extrémités des paupières forment les commissures palpébrales également appelées canthus (cf. fig. 4).



**fig. 4.** les paupières, œil ouvert.

(D'après Rouvière et Delmas,1997).

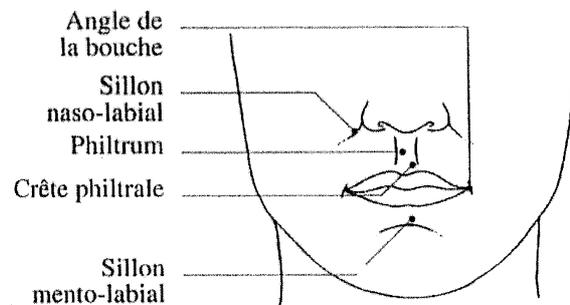
### 3-2-2- La région labiale

Les lèvres sont deux replis musculo-membraneux, mobiles, qui forment la paroi antérieure de la cavité buccale et circonscrivent l'orifice buccal.

D'après Combelles et Chevrel (1996) cité par Rossel (2004), on distingue une lèvre supérieure et une lèvre inférieure séparées par une fente orale et réunies latéralement au niveau des commissures labiales. Elles comprennent une partie muqueuse rouge et une partie cutanée. La ligne les séparant porte le nom de limbe.

Le sillon nasio - labial sépare la joue de la lèvre supérieure. Le bord rouge de la lèvre supérieure est marqué par une saillie médiane, le tubercule de la lèvre supérieure, qui présente au niveau du limbe une dépression qui lui donne la forme d'un arc (l'arc de cupidon). Le philtrum ou sillon sous-nasal creuse verticalement la lèvre supérieure dans sa partie médiane cutanée. Il est limité par deux crêtes philtrales.

La partie cutanée de la lèvre inférieure est séparée du menton par le sillon mento-labial horizontal qui marque le fond du vestibule.



**Fig. 5.** les lèvres.

D'après Combelles et Chevrel 1996 dans dans Rossel 2004

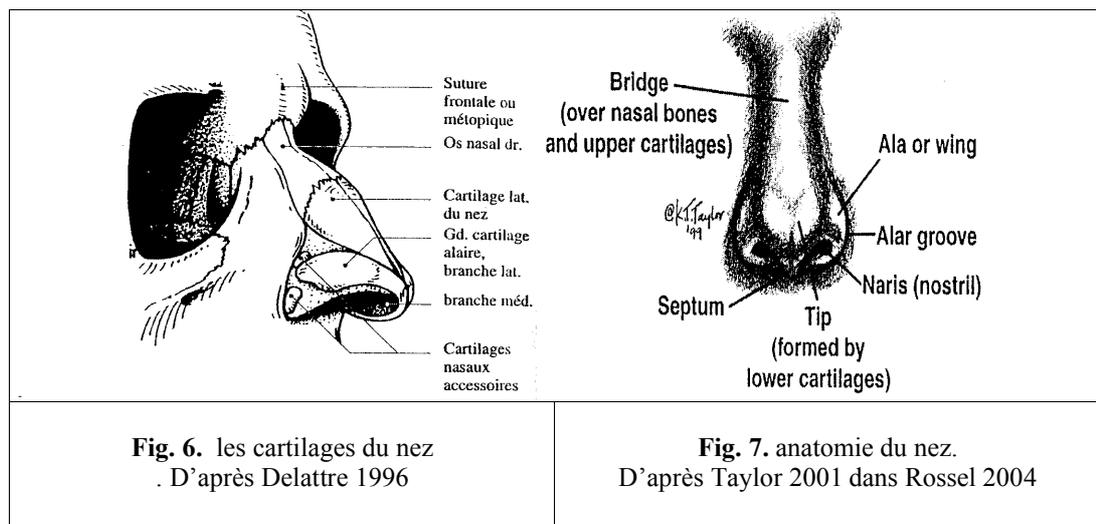
### 3-2-3- La région nasale

D'après Delattre (1996), le nez a la forme d'une pyramide implantée au milieu de la face. Il possède un squelette ostéo-cartilagineux recouvert par des muscles et des téguments. Il délimite la partie initiale de la cavité nasale ou vestibule.

Desbois(1986) décrit les différentes structures composant le nez:

- La racine du nez est la concavité transversale qui existe toujours plus ou moins accentuée, en haut du nez, entre les yeux, sous la base du front.
- La partie supérieure du nez est dure et osseuse; elle possède un squelette propre formé par les deux os nasaux.

- Les ailes du nez sont deux parties latérales limitées inférieurement par les deux ouvertures des narines et, contre la joue, par un sillon plus ou moins arrondi et plus ou moins profond, le sillon naso-labial.
- L'extrémité du nez est le point de réflexion du lobule.
- Le dos du nez est la ligne de profil du nez depuis sa racine jusqu'à sa pointe.
- Le bord inférieur ou base du nez s'étend de l'extrémité au point d'attache de la racine avec le nez (cf. fig 6 et 7).



### 3-2-4- La région mentonnière

La région mentonnière répond à la saillie du menton. Elle est séparée en haut de la région labiale par le sillon mento-labial; sa limite inférieure répond au bord inférieur de la mâchoire, et ses limites latérales sont représentées par deux verticales abaissées des commissures labiales.

La forme extérieure du menton est très variable. La région est toujours saillante, convexe, et présente parfois une dépression médiane appelée fossette mentonnière

Cette région est constituée de :

- Peau et tissu sous-cutané : La peau est épaisse et adhérente. Au-dessous de la peau, se trouve une couche cellulo-graisseuse sous-cutanée peu développée et traversée par les fibres musculaires qui s'attachent à la peau.
- Couche musculaire: La couche musculaire se compose de trois muscles qui sont de chaque côté et de dedans en dehors : le muscle de la houppe du menton, le carré du menton et le triangulaire des lèvres.

- Périoste et squelette: Le plan squelettique comprend la partie antérieure ou moyenne du corps maxillaire inférieur. Il présente sur la ligne médiane l'éminence mentonnière. Les parties molles de la région mentonnière sont mobiles sur le squelette et son périoste.

### **3-2-5 - la région génienne**

La région génienne est située sur la partie latérale de la face. Elle est limitée: en haut, par le bord inférieur de l'orbite; en bas, par le bord inférieur de la mâchoire inférieure; en arrière, par le bord antérieur du masséter; en avant, par le sillon naso-génien, la commissure des lèvres et une verticale abaissée de cette commissure jusqu'au bord inférieur de la mâchoire.

Cette région présente deux faces, l'une, externe, cutanée; l'autre, interne, muqueuse. La face externe est arrondie chez les enfants et les sujets gras. Chez l'adulte et le vieillard, elle présente généralement à sa partie moyenne une dépression d'autant plus accentuée que le sujet est plus amaigri. Au-dessus de cette dépression se dresse la saillie de la pommette.

la région génienne est constituée de:

- Peau et tissu sous-cutané: La peau, assez épaisse et mobile, recouvre un tissu sous-cutané, cellulo-adipeux, dont l'épaisseur diminue d'arrière en avant.
- Premier plan musculaire: Sous le tissu sous-cutané, se trouve un premier plan musculaire discontinu, c'est-à-dire à claire-voie, formé de muscles peauciers plats et minces, qui tous convergent vers la commissure labiale. Ces muscles sont, de haut en bas : le releveur superficiel de l'aile du nez et de la lèvre supérieure, le petit zygomatique, le grand zygomatique, le risorius de Santorini, les faisceaux postérieurs du peaucier du cou et le triangulaire des lèvres.
- Deuxième plan musculaire: plus profondément situé et composé de haut en bas par le releveur profond de l'aile du nez et de la lèvre supérieure, le canin, le buccinateur et les faisceaux les plus externes du carré du menton.

Le premier et le deuxième plan musculaire sont appliqués l'un contre l'autre dans les parties supérieure et inférieure de la région. À la partie moyenne, le buccinateur, recouvert sur sa face externe par l'aponévrose buccinatrice, est séparé des muscles du plan superficiel par un espace en forme de coin, contenant la boule graisseuse de Bichat.

### **3-2-6- Les différents étages de la face**

En théorie, le visage comporte trois étages:

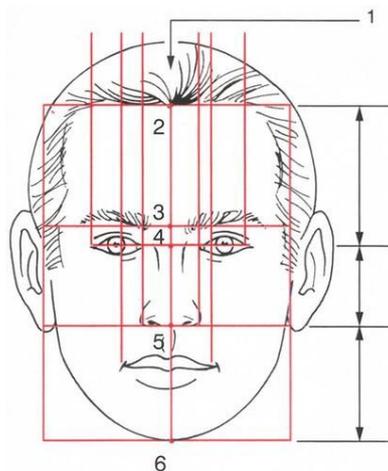
- l'étage frontal,
- l'étage nasal, depuis la ligne des sourcils jusqu'au plan sous-nasal,
- l'étage buccal, depuis le plan sous-nasal jusqu'à la pointe du menton.

L'étage buccal peut être découpé en trois sous étages:

- l'étage sous-nasal jusqu'à la ligne bi commissurale,
- l'étage partant de la ligne bi commissurale jusqu'au sillon labio-mentonnier,
- l'étage allant du sillon labio-mentonnier jusqu'au menton.

Habituellement, on a une proportion d'un tiers par étage.

Il existe aussi un parallélisme des lignes faciales entre les lignes bipupillaire, biophriaque (ligne des sourcils), bicommissurale et bigoniaque.



**Fig. 8.** Harmonie faciale ; rapports des trois étages de la tête (d'après Bennaceur et al. 2005).

1. plan de symétrie faciale ; 2. trichion ; 3. onychion ; 4. nasion ; 5. subnasal ; 6. gnathion.

### 3-3- L'anthropologie

L'anthropologie anatomique s'intéresse à l'étude de l'origine de l'Homme, à son évolution et à la distribution de ses caractéristiques morphologiques (Boyd, 1952) et cela pour repartir aisément le genre humain en groupes différents (cet objectif de l'anthropologie trouve des applications intéressantes dans le domaine médico-légal) (Boyd, 1952). Les critères physiques à retenir, selon Vallois, cité par Raberrin (1991), pour identifier une « race » (ce terme qui a

été très critiqué à cause des dérives racistes qui lui sont liées est maintenant remplacé par celui de morphophénotype cutané) étaient : la stature, la forme du crâne (dolichocéphalie, brachycéphalie, mésocéphalie) et la forme du visage (prognathisme, orthognathisme, eurygnathisme) (Raberin, 1991). C'est pour cela que les anthropologues ont été les premiers à étudier de façon scientifique la morphologie humaine en général et celle de la tête et du visage en particulier et cela en utilisant des critères descriptifs et des caractères métriques.

Nous allons présenter ici les méthodes utilisées pour effectuer l'examen morphologique de la tête et du visage, les différents points et plans définis, les différentes mensurations et indices utilisés et leur interprétation. Ces paramètres faciaux sont en relation directe avec les techniques de reconnaissance faciale classiques et informatisées.

### 3-3-1- Généralités sur les mesures anthropologiques et la notion d'indices

les mensurations sont effectuées par références à des points (réels ou virtuels, selon le cas) en utilisant un instrument, le compas à pointes mousses par exemple, et en faisant attention à ne pas déprimer la peau. Deux dimensions d'un même organe (par exemple longueur et largeur de la tête) sont confrontées en faisant le rapport de 100 fois la mesure, la plus faible à la plus forte. Le quotient obtenu est qualifié d'indice et sa valeur est donnée sans unité. (Perrot, 1973)

Les valeurs indiciaires et angulaires ont l'avantages sur les mesures, qu'elles permettent de travailler sans tenir compte de l'échelle, lors du travail sur des documents ce qui est le cas en techniques de reconnaissance faciale.

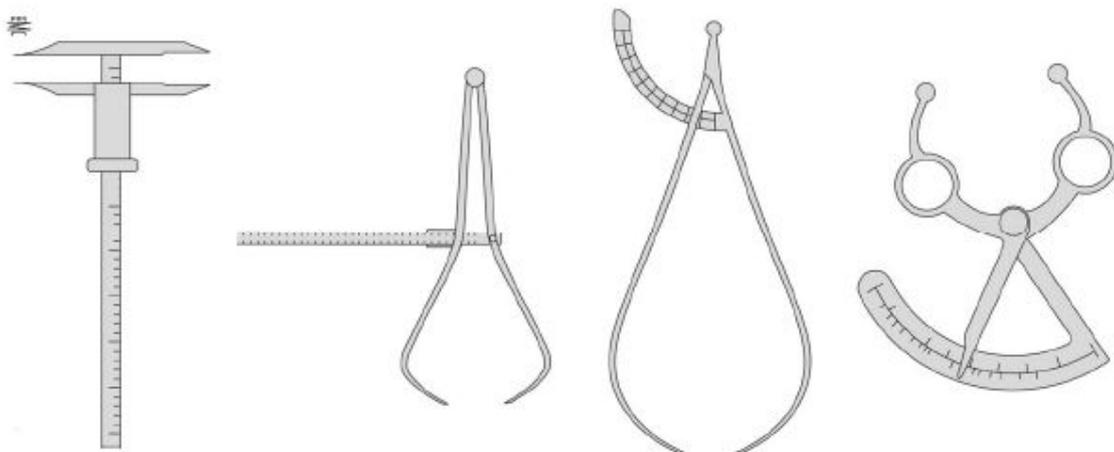
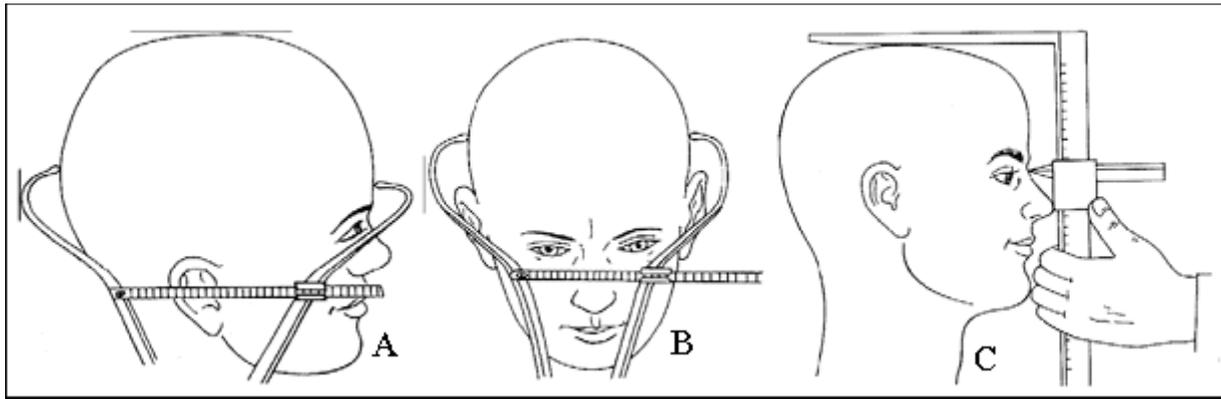


Figure. 9. Principaux instruments de mesure (d'après Bennaceur et al. 2005).



**Figure. 10.** Technique de mesure des principaux diamètres de la tête (d'après Bennaceur et al. 2005) A: Mesure de la longueur de la tête, B: Mesure de la largeur de la tête, C: Mesure de la hauteur de la tête.

### 3-3-2 Points de repères cutanés faciaux (Fig 11)

#### Points cutanés médians

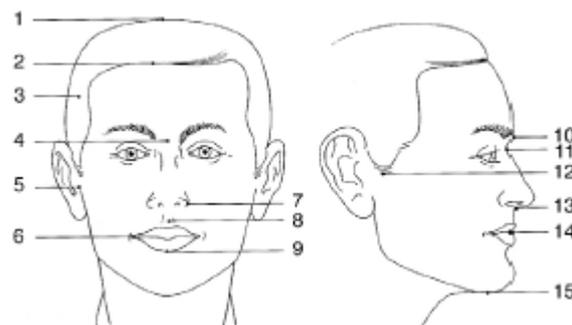
Les points cutanés qui caractérisent la symétrie médiane sont, d'arrière en avant :

- **opisthocranion (Op)** : point médian occipital le plus postérieur ;
- **vertex (Ve)** : point le plus haut de la tête, lorsque le sujet a la tête horizontale, plan de Francfort parallèle à la ligne d'horizon ;
- **trichion (Tri)** : point médian sur la ligne frontale antérieure marquant la limite antérieure du cuir chevelu ;
- **ophryon (On)** : point médian intersourcilier ;
- **glabella (Gl)** : point médian correspondant au point glabellaire le plus saillant ;
- **palpébrale inferius (Pi)** : point le plus bas situé au bord inférieur de la fente palpébrale ;
- **palpébrale superius (Ps)** : point le plus haut situé au bord supérieur de la fente palpébrale ;
- **nasion (Na)** : point médian au niveau de la suture nasofrontale ;
- **pronasale (Prn)** : point le plus antérieur de la pointe du nez ;
- **subnasale (Sn)** : point médian, à la jonction du sommet philtral et du pied de la columelle ;
- **postaurale (Pa)** : point le plus postérieur de la courbure hélicéenne ;
- **préaurale (Pra)** : point le plus antérieur du tragus opposé au Pa ;
- **stomion (St)** : point de jonction entre les lèvres supérieure et inférieure ;
- **labiale superius (Ls)** : point médian situé au milieu de la tangente entre les deux sommets de la jonction cutanéomuqueuse de la lèvre supérieure ;
- **labiale inferius (Li)** : point médian situé au milieu de la tangente entre les deux sommets de la jonction cutanéomuqueuse de la lèvre inférieure ;
- **gnathion (Gn)** : point médian situé sur le point le plus bas de la mandibule.

### Points cutanés latéraux

Les points cutanés qui caractérisent la symétrie transversale sont, de haut en bas :

- **euryon (Eu)** : point latéral le plus saillant de la tête, déterminé par la plus grande largeur de la tête ;
- **exocanthion (Ex)** : point le plus externe du canthus externe ;
- **endocanthion (En)** : point le plus interne du canthus interne ;
- **maxillofrontale (Mf)** : point latéral de la racine du nez situé au niveau de la suture frontomaxillaire ;
- **zygion (Zy)** : point le plus externe de la face, là où la largeur bizygomatique est la plus importante;
- **tragion (Tr)** : point sur le tragus ;
- **superaurale (Sa)** : point le plus haut de la courbure hélicéenne ;
- **subaurale (Sba)** : point le plus bas du lobe de l'oreille ;
- **alare (Al)** : point le plus externe de l'aile du nez ;
- **cheïlon (Ch)** : point le plus externe de la jonction cutanéomuqueuse commissurale ;
- **gonion (Go)** : point le plus latéral à l'angle de la mandibule.



**Fig 11:** Points cutanés faciaux (d'après Bennaceur et al. 2005).

1. vertex ; 2. trichion ; 3. euryon ; 4. ophryon ; 5. zygion ; 6. cheïlon ; 7. alare ; 8. labiale superius ; 9. labiale inferius ; 10. glabella ; 11. nasion ; 12. tragion ; 13. subnasal ; 14. stomion ; 15. gnathion.

### 3-3-3 - Mensuration et indices

D'innombrables ouvrages ont été écrits sur ce sujet, aussi nous y renvoyons le lecteur intéressé. Nous nous contenterons ici d'une présentation rapide des mensurations et indices les plus classiquement utilisés.

#### 3-3-3-1 - La face

**Hauteur de la face (ou Hauteur Morphologique)** : C'est la distance du bord inférieur du menton (*gnathion*) au point nasal (*nasion*), (Olivier, 1960) lors de prise de mesure la position mandibulaire doit être au repos sans intercuspitation, avec un petites espace libre molaire (Bennaceur et al., 2005).

La hauteur de la face est en corrélation avec la longueur de la tête et la hauteur du nez.

**Largeur Bizygomatique de la face** : C'est la distance horizontale maximum entre les deux arcades zygomatiques. Elle présente une corrélation directe avec la hauteur de la face, les largeurs de la tête et du nez.

**Indice Facial Total** = Hauteur de la face x 100 / Largeur bizygomatique

Les valeurs se classent de la façon suivante :

Faces très larges (hypereuryprosopes)	jusqu'à 78,9
Faces larges (euryprosopes)	de 79,0 à 83,9
Faces moyennes (mésoprosopes)	de 84,0 à 87,9
Faces étroites (leptoprosopes)	de 88,0 à 92,9
Faces très étroites (hyperleptoprosopes)	à partir de 93,0

**Tableau 1.** répartition des valeurs indiciaires en fonction de la forme du visage (d'après Olivier 1960)

L'indice est donc d'autant plus élevé que la face est plus étroite.

Chez l'enfant la face est relativement courte ; elle s'allonge au cours de la croissance, en même temps que le crâne.

**Indice Céphalo-Facial Transversal** = Largeur bizygomatique x 100 / Largeur maximum de la tête

Il objective la largeur de la face relativement à celle de la tête. Normalement ces deux largeurs croissent de pair, mais dans certains cas l'une l'emporte sur l'autre (forte brachycéphalie par exemple, ou au contraire largeur marquée de la face). Les valeurs se divisent en trois classes :

Faces étroites (micropsides)	jusqu'à 89,9
Faces moyennes (mésopsides)	de 90,0 à 92,9

Faces larges (macropsides)	à partir de 93,0
----------------------------	------------------

**Tableau 2.** Répartition des valeurs indiciaires en fonction de la forme faciale et céphalique  
(d'après Olivier 1960)

**Indice Fronto-Zygomatique** = Largeur frontale minimum x 100/Largeur bizygomatique

Il traduit l'étroitesse ou l'élargissement relatif du front par rapport à la largeur de la face. On peut diviser ses valeurs en trois classes :

Front étroit	jusqu'à 75,9
Front moyen	de 76,0 à 77,9
Front large	à partir de 78,0

**Tableau 3.** Répartition des valeurs indiciaires en fonction de la forme frontale et zygomatique  
(d'après Olivier 1960)

**Largeur Bigoniaque :** C'est la largeur maximum entre les deux angles de la mâchoire, sans déprimer la peau. Ces angles (ou *gonions*) sont difficiles à situer exactement, car il y a souvent un arrondi à ce niveau. D'autre part les sujets obèses peuvent avoir une hypertrophie graisseuse parotidienne, juste en arrière du gonion.

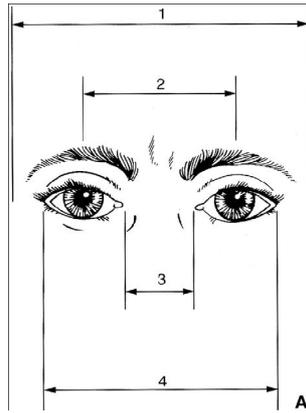
**L'indice zygo-mandibulaire** = Largeur bigoniaque x 100 /Largeur bizygomatique

Il traduit à la fois l'aspect carré de la mâchoire et l'étroitesse du visage, car les deux éléments de l'indice peuvent varier. Les valeurs peuvent se classer ainsi :

Mâchoires étroites	jusqu'à 75,9
Mâchoires moyennes	de 76,0 à 77,9
Mâchoires larges	à partir de 78,0

**Tableau 4.** Répartition des valeurs indiciaires en fonction de la forme mandibulaire et zygomatique  
(d'après Olivier 1960)

### 3-3-3-2- Indices orbitaires et oculaires



**Figure. 12. A.** Mesurations orbitopalpebrales (d'après Bennaceur et al. 2005).  
 1. Distance interorbitaire externe ;  
 2. distance interpupillaire ;  
 3. distance intercanthale interne ;  
 4. distance intercanthale externe.

**Indice d'écartement des orbites** = bioculaire interne x 100/ bitygomatique

**Indice d'écartement des yeux** = largeur interpupillaire x 100/ bitygomatique

**Indice d'ouverture des yeux** = bioculaire externe – bioculaire interne x 100 / bitygomatique

### 3-3-3-3- Le Nez

*La largeur du nez* est l'écartement maximum entre les ailes du nez. Elle présente une certaine corrélation avec la largeur de la face, mais n'en présente pas avec la hauteur du nez : cela donne un intérêt particulier à l'indice nasal.

*La hauteur du nez* est la distance entre le point nasal (ou nasion) et le point sous-nasal.

**Indice Nasal** = Largeur du nez x 100/Hauteur du nez

Ses valeurs se classent de la manière suivante :

Nez extrêmement étroits (ultraleptorhiniens)	jusqu'à 39,9
Nez très étroits (hyperleptorhiniens)	de 40,0 à 54,9
Nez étroits (leptorhiniens)	de 55,0 à 69,9
Nez moyens (mésorhiniens)	de 70,0 à 84,9
Nez larges (platyrhiniens)	de 85,0 à 99,9
Nez très larges (hyperplatyrhiniens)	de 100 à 114,9
Nez extrêmement larges (ultraplatyrhiniens)	à partir de 115,0

**Tableau 5.** Répartition des valeurs indiciaires en fonction de la forme du nez  
(d'après Olivier 1960)

**Indice de l'Arête Nasale**

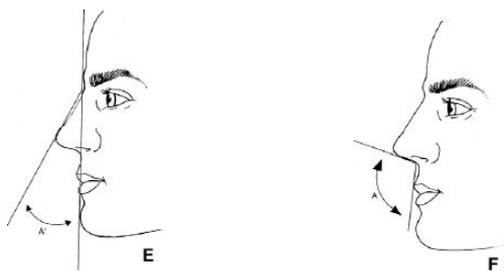
= Largeur minimale de l'os nasal x 100/largeur antérieure de l'os nasal

Il indique la divergence ou la convergence de l'os nasal. Cet indice peut être mesuré sur un crâne sec ou sur l'être vivant. Il a été mis au point par Jayaprakash et al. (2000) lors de développement de leur méthode de superposition cranio-faciale, une technique qui essaie de relier un crâne à une photo de visage.

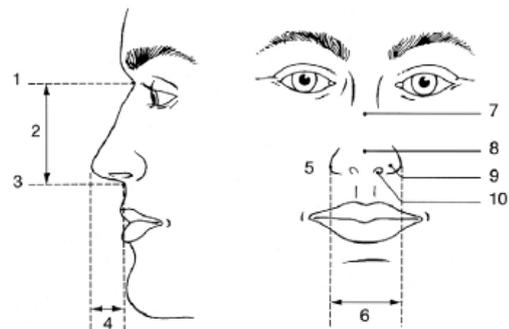
Les valeurs se classent de la façon suivante :

Arête nasale convergente	de 10 à 30
Arête nasale parallèle	de 30 à 45
Arête nasale divergente	de 45 à 75

**Tableau 6.** Répartition des valeurs indiciaires en fonction de la forme de l'arête nasale  
(d'après Jayaprakash et al. 2000)



**Fig. 13.** Angle nasofrontal et Angle nasolabial (d'après Bennaceur et al. 2005).  
E. Angle nasofrontal. Sa valeur moyenne est comprise entre 25 et 40°.  
F. Angle nasolabial. Sa valeur moyenne est de 90°. Des variations sont possibles de 80 à 100°.



**Fig. 14.** Anatomie descriptive et mensurations du nez (d'après Bennaceur et al. 2005).  
1. nasion ; 2. hauteur ; 3. subnasal ; 4. protrusion nasale; 5. l'aile du nez; 6. largeur nasale 7. arête ou dorsum ; 8. pointe ; 9. pointe ; 10. orifice narinaire.

**3-3-3-4 - La bouche et les lèvres**

**Dimensions des lèvres :** *La hauteur des lèvres se mesure, la bouche normalement fermée, de la tangente aux deux courbes de la muqueuse labiale supérieure au point le plus inférieur de la muqueuse labiale inférieure. On mesure ainsi la partie éversée de la muqueuse : la musculature faciale ne doit donc pas être contractée*

*La largeur de la bouche est la distance d'une commissure à l'autre, là où la muqueuse rejoint la peau, la bouche étant normalement fermée, sans être pincée. La largeur de la bouche est en corrélation avec la largeur de la face, beaucoup plus qu'avec la hauteur des lèvres. Les valeurs absolues de ces dimensions sont tout aussi intéressantes que leur indice.*

**Indice Buccal** = Hauteur des lèvres x 100 / Largeur de la bouche

Ses valeurs peuvent s'interpréter ainsi :

Lèvres fines	jusqu'à 34,9
Lèvres moyennes	de 35,0 à 44,9
Lèvres épaisses	à partir de 45,0

**Tableau 7.** Répartition des valeurs indiciaires en fonction de la forme de la bouche et des lèvres.

(d'après Olivier 1960)

### 3-3-3-5- Le Prognathisme

On appelle *prognathisme* la projection des mâchoires en avant d'un plan tangent à la partie la plus antérieure de la tête, perpendiculairement à un plan horizontal déterminé.

Le prognathisme peut être apprécié soit sur un photo de profil, soit sur une téléradiographie de profil. On étudie le rapport du massif facial supérieur et de la mandibule par un plan perpendiculaire sur le plan de Frankfort et passant par glabelle, nasion ou le point orbitaire inférieur.

## **IV- Les techniques classiques de la reconnaissance faciale**

Nous avons présenté rapidement dans les chapitres précédents les recherches menées par les anthropologues sur les caractéristiques métriques et descriptives du visage humain. Ces dernières ont constituées la base des techniques de reconnaissance faciale et permis aux anthropologues de traiter avec succès des cas d'identification des individus, d'identification de « race » (l'appartenance d'un inconnu à un groupe morphophénotypecutané), aussi bien que le diagnostic de paternité et cela à partir de 1926 et intensivement ensuite lors de la deuxième guerre mondiale. (Sinha, 1998)

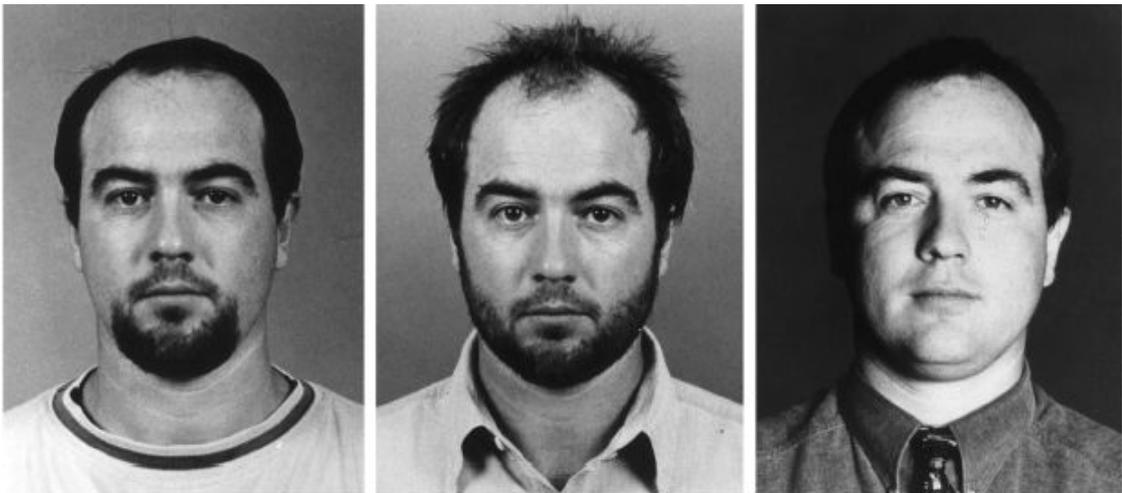
Ces techniques ont constitué la base de nouvelles techniques de reconnaissance faciale informatisée. Elles sont toujours valables et en cours d'utilisation par les anthropologues médico-légaux.

Devant cette importance, il nous paraît impératif de présenter les grandes lignes de ces techniques qui se regroupent en deux catégories distinctes (Ventura et al., 2004) :

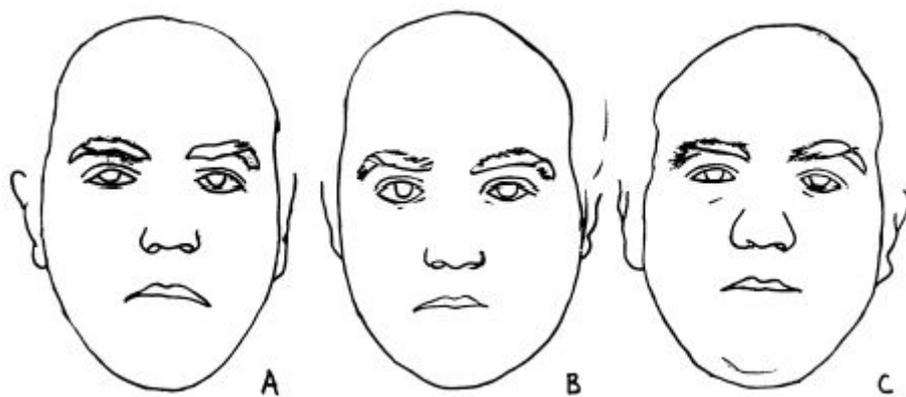
- **Les investigations anthropomorphiques :** c'est l'examen visuel des caractéristiques du visage dans une photo (celle de l'inconnu) et la recherche des éléments spécifiques qui seront décrits et classifiés selon les différentes régions faciales. Ces caractéristiques peuvent être alors comparées avec celles acquies à partir d'une autre photo (celle du suspect). L'établissement de la correspondance d'identité entre deux photos est basé sur une correspondance suffisante entre les caractéristiques anthropomorphiques faciales (contour du visage, front, sourcil, nez, oreille, bouche et menton) et les caractéristiques acquies (cicatrices, tatouages, mutilations) dans les deux photos. Nous procédons, par cette méthode, à l'établissement d'une sorte de « portrait orale ». Ventura et al., (2004) propose l'utilisation de dix paramètres anthropomorphiques (les deux sourcils droits et gauches, les yeux, le point glabellaire, le nez, la bouche, le pli naso-génien, et le menton) ces paramètres ne sont bien évidemment pas exhaustifs et d'autres traits peuvent être utilisés selon le cas, notamment avec les possibilités que donnent la séquence vidéo filmée ou les photos dont nous disposons. Il propose aussi la comparaison des détails anatomiques des pavillons de l'oreille, après agrandissement de l'image. Il ajoute que les traits de l'oreille sont comparables aux empreintes digitales en ce qui concernent leur capacité d'identifier un individu.

Sept zones de comparaison sont utilisées : hélix, antihélix, tragus, antitragus, conque, la fosse triangulaire et le lobule.

Certains techniques anthropométriques consistent à effectuer des tracés des photos des individus à comparer et à superposer l'un sur l'autre pour trouver la correspondance ou non des éléments des deux photos, en insistant sur le contour général du visage, les yeux y compris le rebord de paupière supérieur et le canthus interne, les sourcils et le nez. Des tracés individuels de chaque trait peuvent être effectués et comparés pour déceler les similitudes de forme et de taille.



**fig. 15.** Trois photos montrant une similitude assez forte justifiant un examen objectif (d'après Porter et al. 2000)



**fig. 16.** Les tracées à partir des photos des individus figurants en fig.15 (d'après Porter et al. 2000) les tracés montrent une correspondance étonnante lors de leurs superposition l'un sur l'autre A sur B, A sur C et B sur C surtout en ce qui concerne le contour du visage, la forme des yeux et celle de sourcils.

Il faut noter que les logiciels de traitement d'image comme *Adobe Photoshop* peuvent être utiles pour améliorer la qualité de l'image, copier et agrandir certaines régions ce qui augmente la capacité et la précision de comparaison.

- **Les investigations anthropométriques :** il existe deux méthodologies différentes, l'une adopte la comparaison des mesures entre différents points anatomiques ou construit sur les différentes photos. Pour assurer la validité de cette méthode les photos utilisées doivent être préalablement reproduites avec la même échelle pour présenter la même taille. Cela est effectué comme le propose Porter et Doran (2000) par garder une distance entre les deux pupilles de 6 cm qu'ils jugent satisfaisante pour effectuer les mesures bien que un agrandissement plus fort facilite les mesures.

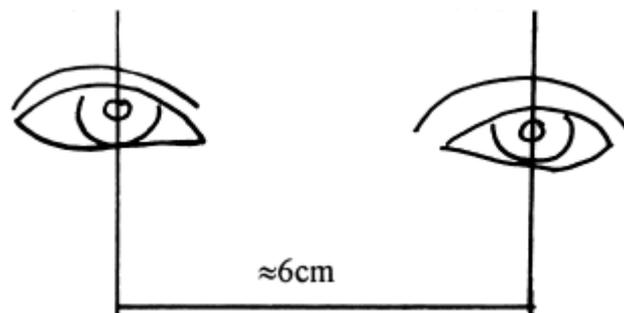


fig. 17. la distance enter-pupillaire (d'après Porter et al. 2000)

Les mesures sont effectuées par plusieurs opérateurs en utilisant un compas numérique (digital calipers) pour assurer l'exactitude des mesures. Les résultats sont présenter dans une table récapitulative et pourront être comparés.



fig. 18. photographes montrant les lignes anthropométriques (d'après Porter et al. 2000)

La zone mesurée	Photo A	Photo B	Photo C
Distance entre pupillaire	44	44	44
Largeur faciale horizontale	99	99	99
Largeur buccale	35	33,5	33,5
Largeur nasale	25,5	25	25,5

**Tableau 8.** Les mesures anthropométriques faciales (d'après Porter et al. 2000)

La deuxième technique consiste à utiliser des indices et des angles calculés à partir de mesures effectuées entre des points précis, bien définis sur les différentes régions faciales et reconnues pour leur stabilité, permettant ainsi de travailler sans tenir compte de l'échelle des photos utilisées.

Les techniques anthropométriques sont rarement utilisées seule (Ventura et al., 2004) et les caractéristiques anthropomorphiques ont une importance primordiale dans la recherche d'identité en anthropologie médico-légale. Pour mieux comprendre ces techniques, nous allons présenter une méthode hybride englobant les investigations anthropomorphiques et anthropométriques et qui trouve trois applications principales :

- La craniophotocomparaison (mise au point par R. Perrot, 1996) : qui consiste à comparer une photographie d'un disparu avec l'image obtenue après la reconstitution des éléments post-mortem retrouvés (le crâne)
- La reconstitution faciale : la méthode D.M.P. (voir Paleobios, 1992, vol.8 n° 1-2 pp.1-21 / Lyon France ISSN 0294-121 x)
- L'identification dans le cadre de vol à main armée

#### **4-1- la craniophotocomparaison**

La craniophotocomparaison (Perrot 96) est une méthode anthropologique qui consiste à comparer un crâne avec des photographies de personnes disparues. Elle utilise une comparaison de valeurs indiciaires et angulaires permettant de travailler sans tenir compte de l'échelle des documents. Nous verrons les différents étapes de cette méthode à travers un exemple tiré d'un article publié dans Paleobios, 13/2004, vol.8. et téléchargé à partir du site web du laboratoire d'Anthropologie C'est le cas du cadavre d'un noyé inconnu (X) qui devait être comparée avec la photo d'un disparu (C)

Cette méthode comprend: une étude anthropométrique métrique et descriptive du crâne, une étude faciométrique de la photographie et une craniophotocomparaison.

## **4-1-1- Étude anthropométrique descriptive et métrique**

### **4-1-1-1- Méthodologie**

Une étude anthropologique descriptive et métrique d'un crâne permet de déterminer le sexe, l'âge et le phénotype d'un individu. En mettant en évidence des reliefs ou des particularités osseuses, elle permet de découvrir des caractéristiques morphologiques visibles sur le vivant, utiles pour une identification: en effet, il existe une corrélation entre le relief osseux et les tissus mous de la face. La tête du cadavre est préparée selon la technique du Laboratoire d'Anthropologie Anatomique et de Paléopathologie de l'Université Claude Bernard à Lyon.

### **4-1-1-2- Résultats**

L'étude descriptive du crâne met en évidence ces caractéristiques visibles sur l'individu de son vivant :

- Une séquelle au niveau des os propres du nez d'une fracture ancienne bien cicatrisée
- Une dissymétrie de la base de l'ouverture nasale, entraînant une torsion de la gauche du nez. cette anomalie se retrouvera sur le vivant.
- Un menton carré
- Une houppe du menton bien marquée correspondant, chez le vivant à un gonflement de la lèvre inférieure
- la situation haute des globes oculaires délimitant un espace inférieur bien net détermine que l'individu avait des poches sous les yeux.

L'étude anthropométrique indique que le sujet est un homme, leucoderme de type euroïde alpino- méditerranéen, dont l'âge se situe autour de 75/80 ans ( âge confirmé plus tard par l'examen dentaire pratiqué par Y Desbois).

### **4-1-2- Etude faciométrique de la photographie**

D'après la photographie de Mr C, le sexe, l'âge et le morphophénotype correspondent aux éléments fournis par le crâne. Les différents éléments constatés et conformes au résultats de l'étude métrique et descriptive sont :

- la séquelle visible d'une fracture du nez et la torsion de la gauche du nez.

- le menton carré et la lèvre inférieure proéminente par rapport à la lèvre supérieure.
- le plan du regard et la présence de poches sous les yeux.

Ces éléments concordants entre le crâne et la photographie de Mr C permettent alors d'envisager la craniophotométrie comparative.

### **4-1-3- Craniophotocomparaison**

#### **4-1-3-1- Méthodologie (Fig. 19)**

Sur la vue faciale du crâne (réalisée à l'échelle 1 au diopetrographe cubique) et sur la photographie du sujet disparu sont positionnés des points anatomiques qui reliés entre eux selon des critères précis - fournissent des paramètres, des indices et des valeurs angulaires. Il est important de noter que l'étude comparative ne prend jamais en compte la comparaison des valeurs brutes d'un même paramètre sur les deux clichés mais celle des rapports indiciaires confrontant les paramètres deux à deux, dans chaque cliché: ce qui offre l'avantage considérable de pouvoir travailler sur des instantanés n'étant pas à la même échelle! La ressemblance entre le crâne inconnu et la photographie va être établie en prenant en compte la différence algébrique des valeurs indiciaires (ou angulaires), selon la modalité suivante :

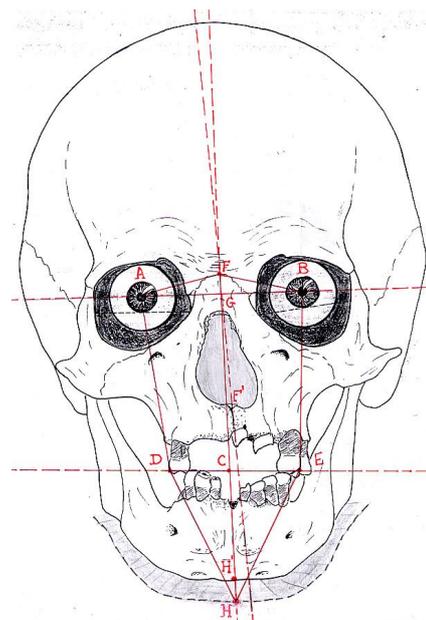
- la valeur sera positive (+) si la valeur indiciaire (ou angulaire) du crâne inconnu est supérieure à celle faciale
- la valeur sera négative (-) si la valeur indiciaire (ou angulaire) du crâne inconnu est inférieure à celle faciale

Ensuite la somme algébrique de l'ensemble des intervalles indiciaires est calculée puis divisée par le nombre d'indices pris en compte: le résultat ainsi obtenu (= moyenne algébrique) va permettre l'identification (c'est à dire l'assimilation crâne inconnu / visage), qui sera considérée comme : fortement probable ( 90%) à certaine ( 100%) dans le créneau : - 1 / 0 / + 1 .

Points	Paramètres
A	Pupille droite
B	Pupille gauche
AB	Diamètre interpupillaire / plan du regard
DE	Ouverture de la bouche / plan occlusal
F	Nasion
F'	Nasospinal
FF'	Axe nasal
H'	Gnathion*
H	Prognathion [point mentonnier]*
FH	Axe sagittal facial
C	Intersection FH / DE
G	Intersection FH / AB

**Table 9.** points et paramètres utilisés dans la craniophotocomparaison (d'après Desbois, Perrot et Desbois, 2004)

\* H' concerne le menton osseux [crâne], alors que H prend en compte l'épaisseur des tissus en ce point [photographie] : par convention, nous admettons une épaisseur tissulaire moyenne de 10mm pour H'H.



**Fig. 19.** dessin au dioptrique du Crâne 1 montrant les points et paramètres utilisés dans la craniophotocomparaison (d'après Desbois, Perrot et Desbois, 2004)

#### 4-1-3-2- Résultats de la craniophotocomparaison crâne 1/ Mr C (Fig. 20)

L'étude comparative crâne/photographie du sujet disparu, conclut avec une valeur de - 0,49 que le crâne est très vraisemblablement celui de Mr C.

Paramètres	Crâne1	Mr C
AB	61	29
DE	50	20.5
AF	32	15.5
AG	31	16
FB	32.5	12
FG	8	4
FC	76.3	37
FH	127	51
AD	68	30
DH	57	21
DC	23	12
BE	69.2	32
EH	55	19.5

**Table . 10.** Paramètres, pris en compte dans la craniophotocomparaison (d'après Debois, Perrot et Debois, 2004).



**Fig. 20.** les points anatomiques utilisés dans la méthode de Craniophotocomparaison positionnés sur la photographie de Mr.C et reliés entre – eux (d'après Debois, Perrot et Debois, 2004).

<b>Angles</b>	Crâne 1	Mr C	Différence algébrique
FAD	97	87	10
GAD	82	85	-3
FBE	100	93	7
GBE	87	81	6
ADH	164	158	6
BEH	156	160	-4
<b>Indices</b>			
ABx100/DE	122	141.46	-19.46
FGx100/FC	10.48	10.81	-0.33
AGx100/FC	40.63	40.24	0.39
ABx100/FH	48.03	56.86	-8.83
AFx100/FC	41.94	40.95	0.99
Somme algébrique			-5.44
<b>Moyenne algébrique</b>			<b>-0.49</b>

**Tableau . 11.** Angles et valeurs indiciaires pris en compte dans la craniophotocomparaison (d'après Debois, Perrot et Debois, 2004).

#### **4-2 - L'identification dans le cadre de vol à main armée**

Il consiste à comparer deux photographies : l'une est obtenue à partir des enregistrements vidéo des caméras de surveillance et l'autre est la photographie d'un suspect extraite des archives de police et qui correspond le mieux à la description des témoins présents sur le lieu du crime.

Devant cette situation deux difficultés majeures posent problème :

- la qualité médiocre des enregistrements vidéo (les mêmes bandes sont utilisées chaque jour)
- le malfaiteur est très souvent déguisé (chapeau, lunettes, faux nez, moustache ou fausse barbe ou vrai barbe rasée le lendemain ou vis versa, l'utilisation des capuchons ou des vêtements bizarres)

Tous ces éléments ont des conséquences importantes et compliquent la tâche de l'expert. Chaque cas est unique et la méthode de travail doit être réglée selon le cas. Néanmoins, deux critères doivent être pris en compte : la VUE de PROFIL et les DETAILS APPARENTS du VISAGE qui doivent être intégrés dans la comparaison anatomique et paramétrique (valeurs angulaires).

La technique utilise les mêmes principes expliqués dans le troisième chapitre. Il comprend les étapes suivantes :

- 1- positionner sur chaque photo les points faciométriques
- 2- relier les différents points selon des critères précis pour obtenir des paramètres ou des angles
- 3- mesurer les différents paramètres et angles
- 4- calculer les indices (Indice facial total, Indice d'écartement des orbites, Indice d'écartement des yeux, Indice d'ouverture des yeux, Indice nasal, Indice buccal)
- 5- récapituler l'ensemble des valeurs (paramètres et indices) dans un tableau général.
- 6- La ressemblance des deux photos va être établie en prenant en compte la différence algébrique des valeurs indiciaires ou angulaires. La somme algébrique de l'ensemble des intervalles indiciaires est calculée puis divisée par le nombre d'indices pris en compte : le résultat ainsi obtenu (= moyenne algébrique) va permettre l'identification (c'est à dire la décision si les deux photos appartiennent à la même personne ou pas), qui sera considéré comme : fortement probable (90%) à certaine (100%) dans le créneau : -1 / 0 / +1

Vue que cette décision reste probabiliste, nous pouvons être aussi confronté à l'incapacité de décider si les deux photos appartiennent à la même personne ou pas

Nous allons présenter, à titre d'exemple, un cas pris dans les archives du Laboratoire d'Anthropologie Anatomique et de Paléopathologie, de l'Université Claude Bernard-Lyon1, et exposé dans un article (Perrot, 1997) qui peut être téléchargé sur site web du laboratoire.

#### Vol à main armée dans une succursale du Crédit agricole dans la banlieue de Paris.

Deux suspects ont été arrêtés : l'un a tout de suite admis les faits, l'autre par contre a nié avoir participé au vol. l'affaire a été confiée au laboratoire d'Anthropologie de Lyon pour un avis d'expert. Quelque temps plus tard, après l'examen du cas, les experts du laboratoire ont confirmé l'innocence de l'accusé en fournissant des remarques importantes.

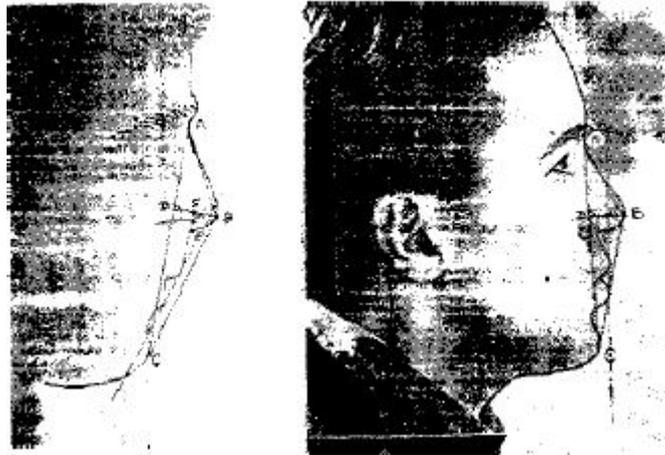
L'intervalle indiciaire a montrée une valeur de +3,83 qui montre clairement la forte probabilité que l'inconnu I et l'accusé A sont deux personnes différentes.

A côté de ces études paramétriques, l'examen des caractères anatomiques et morphologiques des deux photos montre :

- La zone frontale : arrondie, zone glabellaire non proéminent (A)  
Subvertical, zone glabellaire très proéminent (I)

- Os nasal : légèrement concave (A) ,Convexe (I)
- La tangente aux lèvres : en avant du menton (A), en arrière du menton (I)

Les techniques que nous avons montré plus haut et qui sont utilisées dans le Laboratoire d'Anthropologie Anatomique et de Paléopathologie de l'Université Claude Bernard-Lyon1 ont prouvé, en de nombreuses fois, leur fiabilité. Les résultats obtenus sont assez prometteurs pour justifier le développement des applications de cette méthode pour la rendre encore plus fiable.



**Fig. 21.** Comparaison entre un inconnu (gauche) et la photo d'accusé (droite)  
(d'après PERROT 1997).

A : Nasion

B : La pointe du nez

C : Le point le plus proéminent du menton

D : La projection du point B sur le segment AC

E : point sus nasal (le point le plus interne du philtrum)

F : la projection du point E sur le segment BD

Ligne pointillée: La ligne tangente de deux lèvres supérieur et inférieure

## **V- La contribution de l'informatique dans les systèmes de reconnaissance faciale**

Les premières tentatives d'automatiser les processus de reconnaissance faciale remontent aux années 1960. Le système « man-machine facial recognition » développé par *Panoramic Research, Inc.* en Californie aux Etats Unis a été parmi ces premières tentatives. Il fonctionnait d'une façon semi-automatique et nécessitait un opérateur qui indiquait sur l'image d'un visage les points significatifs comme les deux extrémités des yeux et de la bouche et la pointe du nez. Cette opération s'appelait « feature extraction », l'extraction des traits. Le système procède à calculer des mesures et les comparer avec celles appartenant aux individus enregistrés à la base de donnée (Gates, 2004). Ces systèmes qu'on peut appeler « semi-automatiques » car ils nécessitent toujours un opérateur, gardent tout leur intérêt pour les professionnels de l'anthropologie médico-légale. Ils fournissent un instrument précieux qui les aide à :

- effectuer les tâches ennuyeuses de mesure des distances et des angles et le calcul des indices
- Mettre l'accent sur les différences morphologiques entre deux individus par leur capacité de traitement d'image.

Ils diffèrent des systèmes totalement automatisés qui intègrent la capacité d'effectuer plusieurs tâches comme l'extraction du visage dans un milieu complexe (un arrière plan contenant plusieurs structures ressemblant à un visage), l'extraction des caractéristiques significatives pour le processus de reconnaissance et la décision de l'identité de l'individu. Nous allons présenter deux exemples de ces systèmes correspondant aux deux catégories mentionnées plus haut.

### **5-1- Le système Who\_Is**

Ce système est destiné principalement aux experts de l'anthropologie médico-légale. Il peut les assister dans l'identification de suspects en disposant d'une base d'images des visages des personnes recherchées. WHO\_IS reçoit en entrée l'image du visage de 3 façons possibles :

- Par appareil photo numérique (présence de l'individu à reconnaître).
- Par scanner (photographie de l'individu).
- Ou à partir d'un fichier graphique.

L'image acquise est ensuite affichée sur l'écran pour que l'opérateur puisse à l'aide de la souris localiser les points caractéristiques choisis dans le modèle. Ensuite, WHO\_IS effectuera la reconnaissance et affichera le résultat obtenu. Il est constitué de trois parties, les sous-systèmes de : traitement d'images, d'identification et de base de données.

### 5-1-1- Modèle géométrique de WHO\_IS

Il est basé sur un ensemble de points caractéristiques extraits à partir de l'image de l'individu. Le choix de ces points est basé sur les résultats des recherches de la psychologie cognitive concernant le système visuel humain. Notamment le fait que la région des yeux, celle du nez et celle de la bouche soient importantes pour l'identification, les points utilisés couvrent l'ensemble des trois régions, ils sont au nombre de 12 : 10 points (A à J) extraits manuellement et 2 autres (S et M) déduits à partir des 10 premiers. Deux plans sont ensuite construits. Il s'agit, tels qu'illustrés par la Figure 22, de :

- Les quatre coins des yeux : A, B, C, et D.
- Le point S centre de gravité de A, B, C et D (milieu de la tête).
- Le point G à la base du nez.
- Les points extrêmes droit et gauche du nez : E et F.
- Le point H milieu du contour supérieur de la lèvre supérieure.
- Les deux coins de la bouche I et J.
- Le M à l'intersection des droites (SG) et (IJ) représentant le milieu de la bouche.
- le plan horizontal P1 passant par les points A et D
- Le plan P2 parallèle à P1 et passant par le point H

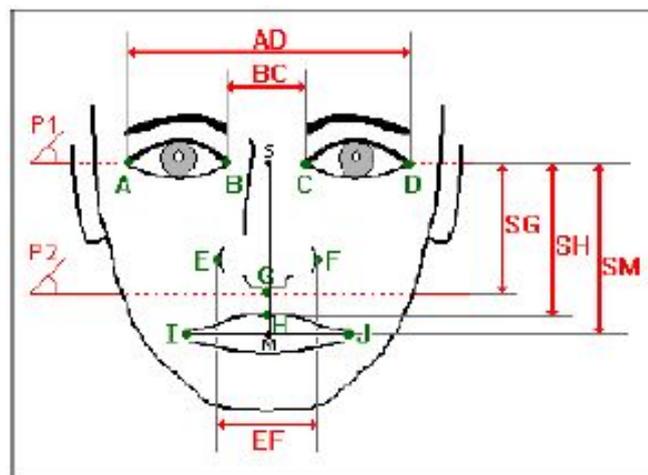


Fig. 22. Modèle géométrique du visage dans le système WHO\_IS.

(d'après Laskri et Chefrour, 2002 )

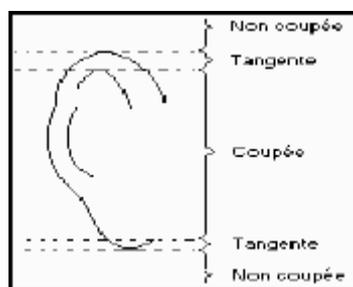
Selon les auteurs (Laskri et Chefrour, 2002) les points choisis permettent au modèle d'être invariant aux expressions du visage (sourire, colère, tristesse...), du fait que la plupart de ces points est liée à la structure osseuse sous-jacente (le crâne) et que les caractéristiques qui varient selon l'expression du visage comme la forme des sourcils et la largeur de la bouche ont été ignorées.

Les 2 plans P1 et P2 permettent la localisation de la position des oreilles (voir figure 23), ils sont associés aux variables C1 et C2 dont les valeurs sont choisies par l'utilisateur parmi celles de la liste suivante :

- Le plan coupe (de manière franche) les oreilles.
- Le plan est tangent aux oreilles.
- Le plan ne coupe pas les oreilles.
- Information non disponible (oreilles cachées...)

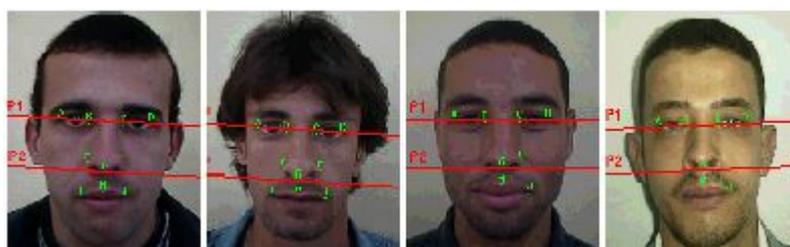
La figure 24 montre des exemples des plans horizontaux P1 et P2 tracés sur quelques images ainsi que les valeurs correspondantes de C1 et C2. Pour enlever l'ambiguïté dans le cas où la position d'une oreille par rapport à un plan serait différente de celle de l'autre oreille par rapport à ce même plan, a été définie la règle de priorité suivante :

L'oreille coupée par un plan a la plus grande priorité, ensuite vient la tangente et puis la non coupée, l'utilisateur tient compte de l'oreille prioritaire et ignore l'autre.



**Fig. 23.** Position des oreilles par rapport aux plans P1 et P2.

(d'après Laskri et Chefrour 2002)



P1 :	Tangente Inf.	non disponible	Coupée	Non coupée
P2 :	Non coupée	Non coupée	Non coupée	Coupée

**Fig. 24.** Exemples de positions d'oreilles par rapport aux plans P1 et P2 (d'après Laskri et Chefrour 2002)

A n'importe quel moment l'utilisateur peut revenir en arrière, à un élément de liste des caractéristiques déjà localisé pour rectifier la localisation précédente si nécessaire.

### 5-1-2- Sous-système d'identification

Les coordonnées des 12 points et les deux variables C1 et C2 seront utilisées dans le calcul du vecteur caractéristique qui représente l'individu, et qui sera sauvegardé dans la base du système pour être utilisé plus tard dans l'identification. Le tableau 13 montre la codification adoptée pour ces variables C1 et C2 :

Position des oreilles par rapport aux plans P1/P2	Valeur de C1/C2
Information non disponible	0
Non coupées par le plan	1
Non coupées par le plan	2
Tangente au plan	3

**Tableau . 13.** Codification de la position des oreilles.

En plus de C1 et C2 les autres composantes du vecteur caractéristiques sont des distances normalisées entre les 12 points extraits.

Pour éviter la redondance d'information ( $AB = CD$  et  $AC = BD$ ) ne sont utilisées que les 2 distances AD et BC pour coder la région des yeux en supposant qu'en générale les deux yeux sont symétriques.

Ainsi, dans sa totalité, le vecteur caractéristique est :  $V [C1 C2 AD BC EF SG SH SM]$ . Pour déterminer l'identité est calculée la distance entre le vecteur caractéristique de la personne à identifier et chaque vecteur de la base, La distance utilisée est celle de la somme des valeurs absolues (à ne pas confondre avec les distances AD, BC, ..., SM).

Quand une distance  $D_i$  est calculée, on la compare avec un seuil  $Th$ , si elle dépasse ce seuil alors le candidat "i" ne ressemble pas à l'individu à identifier et il est donc ignoré. Le seuil  $Th$  constitue en fait la distance maximale qui peut exister entre deux images de visage du même individu, théoriquement cet écart doit être nul mais en pratique ceci n'est pas vrai à cause des variations des paramètres suivants :

- L'éclairage.
- Le vieillissement.
- Le port de lunette, de barbes, de moustaches...
- La perte d'information due à la représentation 2D du visage qui est un objet 3D.
- La variation de posture : ceci donne lieu à une petite déformation des distances.

Personl d	PersonNam e	Ears/P1	Ears/P 2	distAD	distBC	distEF	distSG	DistSH	DistSM
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
31	MOUNIR H.	2	1	0,57010	0,19452	0,26937	0,34999	0,40566	0,43905
32	KHALED F.	2	1	0,58550	0,22271	0,24543	0,33397	0,42294	0,43067
33	HASSEN T.	2	1	0,60649	0,22625	0,25031	0,29966	0,41515	0,41791
34	DJAMEL C.	2	1	0,54071	0,20462	0,28266	0,34750	0,43958	0,43942
35	SABRI S.	1	2	0,55215	0,20042	0,23599	0,29182	0,42103	0,46322
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

**Tableau . 14.** Extrait de la table de la relation Features.

Les identités des individus qui ressemblent le plus à l'individu testé sont affichées sur écran dans une liste ordonnée en commençant par le plus ressemblant. L'utilisateur peut alors, en sélectionnant un élément de liste, visionner l'image de cette personne et décider s'il s'agit de l'individu à identifier ou non

### **5-2- Le SPANN (*A symmetry perceiving adaptive neuronet*)**

Le SPANN est un outil précieux de reconnaissance faciale qui est basé sur la comparaison de la symétrie et du contour général facial des deux photos suspect/coupable. A la différence avec plusieurs logiciels appliquant les technologies de la reconnaissance faciale, celui ci a été conçu pour répondre aux besoins des anthropologues médicaux légaux et fournit des résultats convaincants et susceptibles d'être présentés aux tribunaux.

Principe: Cela consiste à superposer les deux images l'une sur l'autre pour comparer la concordance entre le contour facial général sur les deux photos et entre chaque élément facial sur l'une des deux photos et son homologue sur l'autre. Le système a la capacité de mettre en accent la parfaite concordance ou non, par le biais de production des images composées. Chaque image est décomposée en petits secteurs (tranches horizontales ou verticales, rectangles, ...). Certains secteurs sont alors substitués par leurs homologues de l'autre image à comparer.

La figure 25 montre le principe de ce logiciel. La comparaison se fait entre deux photos de la même personne, l'actrice ZA, en deux déguisements différents (figure 25a et 25b). La superposition totale dans la figure 25c montre une concordance générale, tandis que l'image composée des bandes verticales (figure 25d) démontre la continuité des traits à extension horizontale tels que les sourcils, les yeux, les lèvres, etc. d'une façon similaire la

combinaison des bandes horizontales figure 25e démontre la continuité des traits faciaux à extension verticale comme le nez. D'autres images composites sont illustrées dans les figures 25g, 25h, 25i et qui montrent la continuité de nombreuses structures faciales. En plus de la continuité des structures possédant des contours bien définis comme les sourcils , les yeux , le nez , les lèvres, etc., la continuité de la courbure dans la région malaire mérite d'être mentionnée. Il est intéressant de noter que chaque image composée qui a été assemblée de différents morceaux venant des différentes photos fait un seul visage complet sans aucune discontinuité.



Fig. 25: le principe de fonctionnement de SPANN. Comparaison entre le visage normal de l'actrice ZA avec son même visage dans un autre déguisement.

Après avoir vu la capacité du SPANN à comparer les visages qui ont subi des changements artificiels (déguisement) nous allons voir sa capacité à comparer les visages qui ont subi des changements naturels (croissance et vieillissement). La figure 26 présente deux photographies du même individu à l'âge de 11 et 49 ans. La figure 26d montre la superposition totale entre les deux photos. D'autres combinaisons de ces deux photos sont aussi montrées dans la figure 26e 26f et 26g comme on peut le constater sur ces figures. La concordance entre les contours des deux photos (figure 26d) et la continuité des traits (figure 26e,f,g) sont évidentes et l'identité est établie.

Il est connu que la croissance cranio-faciale est normalement atteinte à 70% à l'âge de 11 ans. Cet individu a donc subi un certain degré de croissance cranio-faciale après cet âge. Néanmoins, la comparaison des deux photos n'a pas montré un changement significatif de la configuration faciale. Cela peut être expliqué par le fait que la croissance après l'âge de 11 ans serait un processus d'expansion de dimensions qui ne change pas les proportions entre les différents composants faciaux, c'est à dire une transformation de l'échelle de l'image fournie au SPANN. Etant capable d'ajuster l'échelle des photos fournies à lui, ce genre de problèmes est corrigé automatiquement par le SPANN.



Fig. 26: comparaison de l'image faciale d'un individu à 11 et 49 ans par SPAN.

## VI- Conclusion

En dépit de l'énorme progression en informatique et plus spécifiquement le traitement d'image, le traitement des données et l'élaboration des bases des données intelligentes, les systèmes appliquant les techniques de reconnaissance faciale restent relativement peu convenables. Comme on a pu le voir à travers ce mémoire le problème ne réside ni dans l'unicité du visage humain et dans les différents traits et éléments qu'il contient, ni dans la capacité des systèmes informatiques à effectuer les différentes tâches de traitement d'images et comparaison de données, même s'il reste encore des recherches à mener et des améliorations à effectuer dans ces deux domaines, mais dans les critères choisis pour effectuer le processus de reconnaissance. En examinant les techniques classiques de reconnaissance faciale, nous avons pu constater qu'elles ne souffrent pas des mêmes problèmes trouvés dans les systèmes informatisés. Cela peut être expliqué par le fait que les techniques classiques ne se limitent pas seulement de l'utilisation des indices et des valeurs chiffrées, mais font recours aussi à l'étude morphologique du visage. L'importance de cette dernière fait l'unanimité de tous les auteurs.

Pour surmonter les difficultés de la modulation de la morphologie faciale, avec tout ce qu'elle contient comme éléments, il est important que les anthropologues participent plus activement dans le développement de ce genre de systèmes, ce que nous n'avons pas pu constater dans la littérature anthropologique et médico-légale. En effet, la plus part des systèmes qui essayent d'intégrer la morphologie du visage dans leurs algorithmes de reconnaissance sont développés par les informaticiens suivant les méthodes de modulation des objets en général, sans prendre en compte la spécificité du visage humain (Sinha, 1998), ce qui constitue un facteur défavorable pour l'avancement de cette technique. Nous proposons donc de fortifier la collaboration entre les spécialistes des deux sciences, bien que très différentes l'une de l'autre dans leur nature et leurs méthodes de recherches, pour aboutir aux meilleurs résultats.

## VII- Bibliographie

- Bennaceur (S.), Petavy-Blanc (A.-S.), Chauve (J.), Louafi (S.), Hanss (J.), 2005. Morphologie céphalique humaine. Données anthropométriques du vivant. *EMC-Stomatologie*, 1, pages 85–103.
- Boyd (W. C.), 1952. *Génétique et races humaines : introduction à l'anthropologie physique moderne*. Payot, Paris, 361 pages.
- Cabal (Christian), 2003. Rapport sur les méthodes scientifiques d'identification des personnes à partir de données biométriques et les techniques de mise en œuvre. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Enregistré à la présidence de l'Assemblée nationale Le 16 juin 2003 sous N° 938. 70 pages. Article téléchargeable du site <http://www.assemblee-nationale.fr/> URL de l'article <http://www.assemblee-nationale.fr/12/pdf/rap-ocst/i0938.pdf>
- Debois (Y.), Perrot (R.), Debois (C.), 2004. Incidence de l'occlusion dentaire lors d'une craniophotocomparaison : à propos d'un cas. *Paleobios* (version électronique en ligne). Vol. 13.
- Ermian 1970. *Le visage et le caractère - prosopologie, tome II*. 6ème édition. 86 pages.
- Jayaprakash (P.T.), Srinivasan (G.J.), Amraveswaran (M.G.), 2000. Cranio-facial morphanalysis: a new method for enhancing reliability while identifying skulls by photo superimposition. *Forensic Science International*. Vol: 117, pages: 121-143.
- Kamel (M. S.), Shen (H. C.), Wong (A. K. C.) and Campeanu (R. I.), 1993. System for the recognition of human faces. *IBM Systems Journal*, Vol. 32, No 2, pages 307-320.
- [Kelly \(G.\)](#) 2004. The Past Perfect Promise of Facial Recognition Technology. ACDIS Occasional Paper; (ACDIS: Arms Control, Disarmament, and International Security University of Illinois at Urbana-Champaign).[Article téléchargeable sur le site web: <http://www.acdis.uiuc.edu/>Adresse URL de l'article <http://www.acdis.uiuc.edu/Research/OPs/Gates/cover.html>
- Krause (M.), 2002. Is face recognition just high-tech snake oil? *Enter Stage Right* (version électronique en ligne). Article téléchargeable sur le site web: <http://www.enterstageright.com/>. Adresse URL de l'article: <http://www.enterstageright.com/archive/articles/0102/0102facerecog.htm>
- Laskri (M. T.), Chefrour (D.), 2002. Who\_Is : système d'identification des visages humains. *A R I M A*, Volume 1 –, pages 39 à 61.

- Olivier (G.) 1960. *Pratique anthropologique*. Vigot Frères, 300 pages.
- Olivier (G.) 1961. *Morphologie et types humains*. Vigot Frères, 171 pages.
- Perrot (R.) 1973. *Anthropologie physique du squelette*. Association Corporative des Etudiants en Médecine de Lyon, 76 pages.
- Perrot (R.) 1997. Use of Anthropological Methods in the Identification of unknown Individuals : Human Remains and Armed Robbers. *The Forensic Scientist OnLine Journal, Shunderson Communications Inc.* Pages 161-164
- Porter (G.), Doran (G.), 2000. An anatomical and photographic technique for forensic facial identification. *Forensic Science International* 114 (2000). Pages: 97-105
- Raberin (M.) 1991. Critères et évaluation esthétique du visage. *L'orthodontie Française*. Vol 62, Tome I: 1991
- Rossel (L.), 2004. *Vieillessement de portraits photographiques d'enfants disparus « age progression » : méthodologie et protocole*. Thèse : chirurgie dentaire, Lyon, 95 pages.
- Rouvrier (H.), Delmas (A.), 1997. *Anatomie humaine*, Tome I, tête et cou. Masson, 608 pages.
- Sinha (P.), 1998. A symmetry perceiving adaptive neural network and facial image recognition. *Forensic science international*, pages: 67-89
- Sassouni (V.), Forrest (E. J.), 1971, *Orthodontics in dental practice*. The C.V. Mosby company, 573 pages.
- Ventura (F.), Zacheo (A.), Ventura (A.), 2004. Computerised anthropomorphic analysis of images : case report. *Forensic Science International* 146s, pages S211-S213.

## Références Internet

1. [http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page). [Wikipedia, Encyclopédie consultable sur l'Internet]
2. <http://www.securiteinfo.com> [ site web de L'entreprise SecuriteInfo.com ]  
 adresse URL de l'article utilisé dans le mémoire:  
<http://www.securiteinfo.com/conseils/biometrie.shtml>
3. <http://www.iris.sgdg.org/> [ IRIS : Imaginons un réseau Internet solidaire – IRIS est une association française à but non lucratif qui a pour ambition d'agir sur le développement de l'Internet dans le sens de plus d'égalité, de partage et de solidarité ].  
 Adresse URL de l'article utilisé dans le mémoire:  
[http://www.paris-conference-2001.org/fr/Contribution/marzouki\\_contrib.pdf](http://www.paris-conference-2001.org/fr/Contribution/marzouki_contrib.pdf)

## Table des matières

I- Introduction.....	1
II- La biométrie.....	2
2-1 - La place de la reconnaissance faciale parmi les autres techniques biométriques.....	2
2-2- Evaluation des systèmes biométriques.....	4
2-3 - La fiabilité des systèmes biométriques.....	7
III- Le Visage humain.....	9
3-1 - La perception du visage au cours de l'histoire d'un point de vue esthétique.....	9
3-2 - Rappel anatomique (L'apport de l'anatomie dans l'étude du visage).....	10
3-2-1 - La région orbitaire.....	10
3-2-2- La région labiale.....	11
3-2-3- La région nasale.....	12
3-2-4- La région mentonnière.....	13
3-2-5 - la région génienne.....	14
3-2-6- Les différents étages de la face.....	15
3-3- L'anthropologie.....	15
3-3-1- Généralités sur les mesures anthropologiques et la notion d'indices.....	16
3-3-2 Points de repères cutanés faciaux (Fig 11).....	17
3-3-3 - Mensuration et indices.....	19
3-3-3-1 - La face.....	19
3-3-3-2- Indices orbitaires et oculaires.....	21
3-3-3-3- Le Nez.....	22
3-3-3-4 - La bouche et les lèvres.....	23
3-3-3-5- Le Prognathisme.....	24
IV- Les techniques classiques de la reconnaissance faciale.....	25
4-1- la craniophotocomparaison.....	28
4-1-1- Étude anthropométrique descriptive et métrique.....	29
4-1-1-1- Méthodologie.....	29
4-1-1-2- Résultats.....	29
4-1-2- Etude faciométrique de la photographie.....	29
4-1-3- Craniophotocomparaison.....	30
4-1-3-1- Méthodologie (Fig. 19).....	30
4-1-3-2- Résultats de la craniophotocomparaison crâne 1/ Mr C (Fig. 20).....	31

4-2 - L'identification dans le cadre de vol à main armée.....	32
V- La contribution de l'informatique dans les systèmes de reconnaissance faciale.....	35
5-1- Le système Who_Is.....	35
5-1-1- Modèle géométrique de WHO_IS.....	36
5-1-2- Sous-système d'identification.....	38
5-2- Le SPANN (A symmetry perceiving adaptive neuronet).....	39
VI- Conclusion.....	42
VII- Bibliographie.....	43



**TITRE DU MEMOIRE : Le rôle de l'anthropologie dans les techniques émergentes de reconnaissance faciale**

**Date de soutenance: jeudi 15 septembre 2005**

**Résumé:**

La reconnaissance faciale est une technique biométrique utilisée depuis longtemps et a prouvé son efficacité dans des applications nombreuses. Ce mémoire essaye de montrer la place de la reconnaissance faciale parmi les autres techniques biométriques et ses domaines d'utilisation. Il tente aussi de montrer l'importance de l'anthropologie et ses apports pour le développement de cette technique par rapport à d'autres domaines scientifiques notamment l'informatique. Les méthodes classiques de reconnaissance faciale (qui ne font pas recours à l'informatique) les plus répandues y seront présentées, ainsi que l'apport de l'informatique et le mode de collaboration entre les deux sciences pour aboutir aux meilleurs résultats.

**Mots-clés:**

Anthropologie, biométrie, reconnaissance faciale, reconstruction faciale, identification de personnes, morphologie faciale.

**Nom du maître de mémoire: R.PERROT**

**Nom et adresse de l'Auteur: AL KHATIB Mohamed-Aban  
116 Jareer street # 2  
Almouhajreen, Morabet  
Damascus-Syria  
Email: jareerjunior@yahoo.com**