

## Séance : A qui appartient cette empreinte ?

### Présentation du scénario :



Suite à un vol commis dans la salle de travaux pratiques dans laquelle vous vous trouvez, une enquête est ouverte.

Des traces de doigts sont retrouvées par l'Inspecteur Ionos (et oui, encore lui !!) sur l'une des tables qui avaient pourtant été nettoyées par les élèves avant qu'ils ne partent en pause. Les seules personnes ayant accès à cette salle sont donc les élèves (sous le prétexte d'un blouson oublié sur le portemanteau, un élève était en effet revenu dans la salle et l'Inspecteur l'a su... ) ainsi que

l'enseignant et l'agent de laboratoire.

### Les tests à réaliser :



Ne souhaitant pas être accusé à tort, vous prenez les choses en main et décidez de vous informer sur les techniques de comparaison d'empreintes pour mener vous-même l'enquête.

L'inspecteur vous autorise à utiliser la trace de l'empreinte qu'il a prélevé à condition que vous lui expliquiez ce que vous allez en faire. A l'aide des annexes fournies, vous préciserez (par écrit, à l'aide d'un traitement de texte comme toujours) les éléments qui permettent de comparer deux empreintes de façon fiable. Vous présenterez le protocole que vous souhaitez mettre en œuvre avant d'utiliser cette pièce à conviction...

Puis, après accord, vous réaliserez les expériences nécessaires pour vous disculper et éventuellement démasquer le coupable.

Dans votre compte-rendu, vous présenterez vos hypothèses, vos observations et votre conclusion.

### Compétences testées :

Re. : Réaliser	1- Organiser 2- Effectuer	
Co. : Communiquer	1- S'informer 2- Utiliser l'information 3- S'exprimer	

### La recherche documentaire (en fonction du temps...) :

A l'aide des documents fournis ou d'internet, vous devrez dire si l'empreinte varie dans le temps et quelle est la part du « génome » dans les caractéristiques de l'empreinte ? (et vous rappellerez la définition du mot génome)?

**Séance : A qui appartient cette empreinte ? Annexe 2 Documents**

D'après <http://www.biometrie-online.net/technologies/empreintes-digitales> et <http://mps.lycee-oiselet.fr/>

De plus en plus on parle d'empreinte digitale, comme système de sécurité, d'identification, mais aussi dans les films. Mais qu'est ce qu'exactly une empreinte et quelles sont ces applications

Une empreinte digitale est le dessin formé par les lignes de la peau des doigts, des paumes des mains, des orteils ou de la plante des pieds (les dermoglyphes). Une empreinte digitale est habituellement le dépôt de substances eccrines laissées par le contact du doigt avec une surface. Elle peut toutefois également être causée par des substances présentes sur la surface, comme des pigments ou d'autres substances colorées ou malléables (empreinte en relief). Une contamination du doigt par des substances sébacées est également possible.

Le caractère quasi-unique d'une empreinte digitale en fait un outil biométrique très utilisé pour l'identification des individus en médecine légale et pour la police scientifique

En effet, la probabilité pour que deux personnes aient la même empreinte digitale est très faible, même à l'échelle de la population humaine (plusieurs milliards d'individus). Francis Galton a estimé à 1/64 milliards la probabilité pour que deux individus aient les mêmes empreintes digitales. De plus, son caractère aléatoire s'affranchit des risques de ressemblances entre individus partageant un même patrimoine génétique : des individus homozygotes comme des jumeaux ou des triplés par exemple auront chacun un jeu d'empreintes digitales qui leur sera propre et différent de celui des autres individus de la même fratrie.

Les empreintes digitales ont complété l'analyse de l'anthropométrie.

### Historique

La première utilisation des empreintes digitales comme moyen d'identification remonte à 1877 aux Indes où le britannique William Herschel eu l'idée de les utiliser pour éviter que les bénéficiaires de pension de l'armée ne la touchent plusieurs fois. À cette époque, elles servent aussi à authentifier des documents officiels.

Sir Francis Galton améliore cette technique et Scotland Yard ouvrira le premier fichier d'empreintes digitales en 1901 sous la direction du commissaire Edward Henry.

En France, c'est en 1902, après une enquête policière spéciale, que les empreintes digitales sont devenues l'une des principales preuves lors des enquêtes policière

Le criminologiste Alphonse Bertillon, fondateur de l'anthropométrie suggéra aux artistes en 1914 d'apposer une empreinte digitale sur leurs œuvres pour éviter toute contrefaçon

En France, il existe depuis 2003 un fichier automatisé des empreintes digitales, informatisé et centralisé, détenu par les différentes polices françaises.

### Mais, une empreinte digitale, qu'est-ce que c'est ??

On estime que les empreintes digitales commencent à se former aux alentours de la 13e semaine de grossesse. Les circonvolutions des crêtes leur donnant leur dessin caractéristique vont dépendre de nombreux facteurs, comme la vitesse de croissance des doigts, l'alimentation du fœtus, sa pression sanguine, etc. Ce qui fait que non seulement chaque individu, mais aussi chaque doigt, a son empreinte propre. Alors si deux vrais jumeaux ont des empreintes digitales ressemblantes, elles sont pourtant différentes. Elles seront considérées comme identiques lors d'une recherche sur une scène de crime parce que le nombre de points de comparaison utilisé est limité. Mais une recherche beaucoup plus détaillée révélera ces différences. Il en est de même pour les empreintes génétiques. Une comparaison poussée montrera quelques différences.

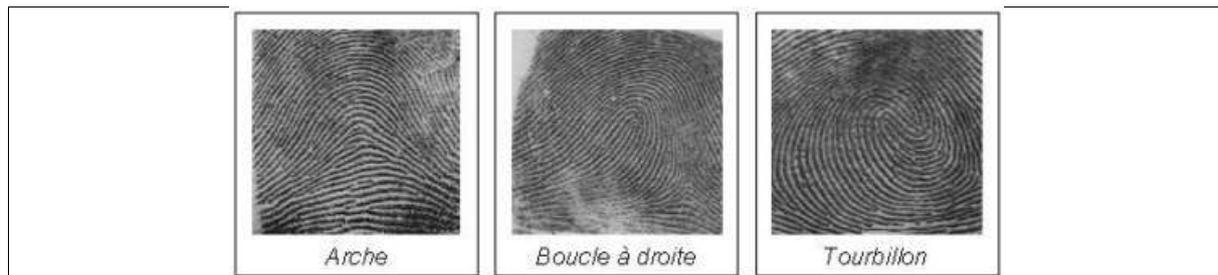
Une empreinte digitale est une marque laissée par les crêtes des doigts, des mains, des orteils ou des pieds lorsqu'elles touchent un objet. Il en existe deux types : l'empreinte directe (qui laisse une marque visible) et l'empreinte latente (saleté, sueur ou autre résidu déposé sur un objet). Les empreintes digitales sont regroupées en trois catégories principales : l'arche, le tourbillon et la boucle. À l'intérieur de chacune de ces catégories, il y a un très grand nombre d'éléments qui nous différencient les uns des autres. En plus des cicatrices, il y a les fourches, les îlots et les espaces qui donnent un caractère unique aux empreintes latentes.

L'utilisation de l'empreinte digitale comme moyen d'identification d'une personne n'est pas nouvelle. En fait, les corps policiers utilisent cette technique depuis plus de 100 ans. Aujourd'hui, les empreintes digitales sont recueillies sur une

scène de crime et sont ensuite comparées à celles contenues dans un serveur central.

Le recours à l'empreinte digitale compte pour plus du tiers du marché des procédés biométriques. Elle représente nettement la solution préférée des entreprises œuvrant dans ce domaine. La qualité d'image de l'empreinte digitale peut varier selon que la peau du doigt est sale, trop humide ou trop sèche, huileuse ou affligée d'une coupure. La pression que l'on exerce sur le lecteur optique de l'appareil est aussi déterminante quant aux détails qui sont recueillis. Un bon système biométrique tiendra compte de ces facteurs.

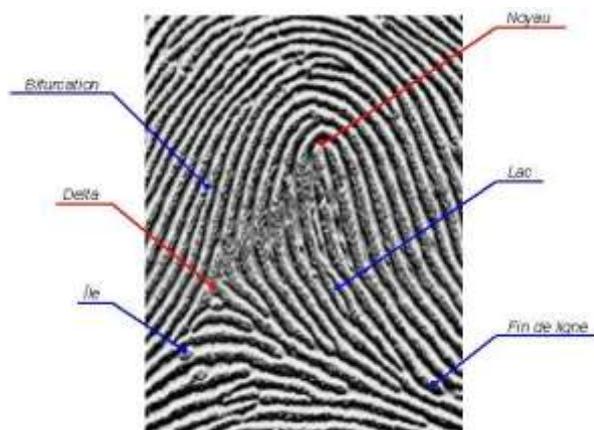
On classe les empreintes selon un système vieux d'une décennie : le système Henry. Dans ce système, le classement repose sur la topographie générale de l'empreinte digitale et permet de définir des familles telles que les boucles (à gauche ou à droite), les arches et les tourbillons.



L'empreinte digitale est le modèle du relief cutané des doigts. Ce relief se forme durant la période foetale. Ses propriétés biologiques sont bien comprises. Employée pendant des siècles, sa validité d'identification est bien établie.

Les éléments qui permettent de différencier deux empreintes digitales sont les minuties. Une minutie est un point qui se situe sur le changement de continuité des lignes papillaires.

La probabilité de trouver deux empreintes digitales similaires est de 1 sur  $10^{24}$ . Dans la pratique, il est évident que deux jumeaux issus de la même cellule ont des empreintes digitales très proches.



Capture de l'image d'une empreinte digitale

Capture de l'image d'une empreinte digitale

Obtenir des images numériques d'empreintes digitales n'est pas une chose simple, car la surface à capturer est de faible dimension par rapport au contenu des informations. De plus, certaines ethnies ont de très fines empreintes digitales par rapport à d'autres populations (la population asiatique par exemple), de même que pour les enfants.

#### **Etapes de traitement de l'empreinte digitale**

Plusieurs méthodes sont employées pour reconnaître les empreintes digitales : localisation des minuties, analyse spectrale à l'aide d'ondelettes, traitement de textures, etc. Nous ne détaillons pas que quelques étapes ici... mais vous pouvez retrouver ces informations sur l'adresse indiquée en début de document.

#### **Localisation des minuties**

cette méthode ne retient que l'emplacement des minuties les plus pertinentes. Elle est peu sensible aux déformations des doigts entre plusieurs vérifications (doigts plus ou moins appuyés sur le capteur).

### Traitement de textures

des paramètres issus de certaines propriétés de la texture des empreintes (orientation, fréquence, etc.) sont comparés. Cette méthode permet un traitement très rapide, et donc un temps de réponse très court.

Il existe bien d'autres méthodes, mais elles ne sont pas divulguées par les entreprises qui les développent pour un souci de propriétés intellectuelles.

### Squelettisation de l'empreinte.

Dans l'image binarisée (noir et blanc) les lignes se voient clairement mais elles ont des tailles différentes. Pour pouvoir détecter rapidement les minuties (terminaisons, bifurcations), il est nécessaire d'obtenir une image plus schématique de l'empreinte, dans laquelle toutes les lignes ont la même épaisseur (1 pixel).

### Extraction des minuties.

C'est le processus final qui complète l'obtention de la "signature" de l'empreinte. A partir d'une image de l'empreinte préalablement traitée, on extrait grâce à différents algorithmes une structure de données (ou signature).

Le "gabarit" retenu pour caractériser l'empreinte est basée sur un ensemble suffisant et fiable de minuties. On entend par suffisant, le nombre minimum de minuties nécessaires pour pouvoir établir des comparaisons fiables entre empreintes. Par expérience, ce minimum se situe à 14 minuties. On entend par fiable, les minuties qui ne sont pas influencées par des défauts lors de l'acquisition de l'image ou par l'altération temporaire de l'empreinte digitale (blessure, érosion, etc.). Avec un petit nombre de minuties (15 ou 20) correctement localisées, il est possible d'identifier une empreinte parmi plusieurs millions d'exemplaires.

### Etape de comparaison d'empreintes digitales

Le système de vérification d'identité est basé sur la comparaison de deux ensembles de minuties (fichier "gabarit"), correspondants respectivement à deux doigts à comparer.

Deux fichiers "gabarit" calculées à partir de la même empreinte ne donneront jamais 100 % de ressemblance du fait des différences qui existent lors de l'acquisition de deux images (petites déformations ou déplacements), ils donneront cependant toujours un niveau élevé de similitude.

La décision à partir de cet indice de similitude de savoir si deux empreintes sont issues du même doigt est une question purement statistique. Pour décider d'accepter la similitude entre deux "gabarit", il faut établir un seuil d'acceptation.

### Les principales étapes en images



Image d'origine



Image binarisée



Extraction des minuties

### **Conclusion**

La biométrie par l'empreinte digitale est la technologie la plus employée à travers le monde. Et on voit fleurir des solutions de plus en plus abordables et performantes. D'ici à quelques années, les lecteurs d'empreintes digitales n'étonneront plus personne et seront rentrés dans les mœurs au même titre que le téléphone portable.