

Remerciement :

Une agréable occasion nous est offerte pour exprimer notre reconnaissance auprès de toutes les personnes dont l'intervention a favorisé l'aboutissement de ce travail.

Nous remercions vivement notre responsable de formation Monsieur Jaime Lopez Krahe , qui nous a proposé un sujet très intéressant, nous tenons aussi à le remercier pour les directives précieuses et les conseils pertinents qu'il nous a prodigués tout au long de ce projet, et finalement pour son judicieux encadrement.

Nous saisissons aussi l'occasion pour remercier tous les enseignants qui nous ont enrichis de leurs conseils et leurs suivis : Monsieur ANIS Rojbi, Madame PASCALE Pousset, Monsieur JÉRÔME Dupire et Monsieur GERAD Uzan.

Plan du rapport

Remerciements.	1
Plan du rapport.	2
Introduction.	4
I Langue des signes française	5
I.1 Définition de la langue des signes	6
I.2 Dictionnaire bilingue, langue des signes française / français	6
I.3 Structure de la langue des signes.	7
I.4 La formation des signes	8
I.4.1 Concept de main dominante, main dominée	10
I.4.2 Les relations syntaxiques	10
I.4.2.1 L'exploitation de l'espace, spécificité majeur des langues des signes.	10
I.4.2.2 L'ordre des signes dans la LSF « standard »	11
I.4.3 Paramètres de formation des signes.	12
II Etude de l'existant	14
II.1 Fonctionnement du site existant	16
II.2 Les problèmes repérés	19
II.2.1 Codage des positions des configurations en 2D	19
II.2.2 Codage des positions des configurations en 3D	21
II.2.3 Structure de la base de données	21
II.2.4 Algorithme de calcul de distance entre les signes	22
III Conception et Réalisation	23
III.1 Conception	24
III.1.1 Architecture globale de la base de données	25
III.1.2 Algorithmes de recherche des signes.	26
III.1.2.1 Algorithme de remplacement des configurations et des positions	26
III.1.2.2 Algorithme de ressemblance des signes.	28
III.2 Réalisation	31
Conclusion.	33

Perspectives.	35
Bibliographie	37
Annexes.	39

Introduction

Après qu'elle eut été, au XVIII^e siècle, pionnière en Europe dans la reconnaissance de la LSF (Langue des Signes Française), la France a redécouvert celle-ci vers le milieu des années 70. Cette remise en scène dans l'espace public faisait suite à un siècle d'interdiction, une interdiction drastique dont bien peu de langues se seraient remises. C'est à dire si, d'une part, cette langue est vitale pour le sujet sourd, et, si, d'autre part, la dimension sociolinguistique de la LSF est d'importance. En 1977, B. Mottez et H. Markowicz ont ouvert la voie en opérant un changement radical de point de vue. Le sujet sourd n'était plus envisagé dans sa dimension individuelle de « handicapé » à réparer et à assimiler, mais dans sa dimension d'appartenance à un groupe linguistique minoritaire. [1]

En rapport constant avec le français, la LSF est d'abord étudiée pour les caractéristiques qu'elle présente. Son expression corporelle, son organisation sur les trois dimensions de l'espace autorisent le rapprochement avec les formes visuelles. Si la part du visuel est présente dans toutes les langues du monde, le rapprochement du linguistique et de l'iconique n'est pas observable de la même façon dans une langue vocale. Pour les sourds, l'accès au sens se fait toujours suivant l'option figurative. [2]

Le site réalisé permet le recours conjoint au français et à la langue des signes grâce à la présentation simultanée des deux langues. Dans une même interface, on peut aisément faire coexister un texte et sa version en langue des signes présentée sous forme d'une séquence vidéo.

La répétition, la relecture, contribuent à renforcer les processus de « mémorisation ».

Le système permet cela dans la mesure où on peut regarder les vidéos autant de fois qu'on le souhaite.



Langue des signes française.
LSF

I) Langue des signe française :

I.1) Définition de la langue des signes :

La langue des signes désigne l'une ou l'autre des langues gestuelles (elle est produite par les mouvements des mains, du visage et du corps dans son ensemble) que les personnes atteintes de surdité ont développées pour communiquer. Elle assure toutes les fonctions remplies par les langues orales. [3]

I.2) Dictionnaire bilingue, langue des signes française / français :

Pendant de nombreux siècles, les sourds ont été ignorés. Considérés comme des handicapés mentaux, ils étaient mis au banc de la société sans aucun effort pour tenter de communiquer avec eux. Seuls les sourds communiquaient entre eux mais uniquement entre proche ou au sein d'un club.

Ce n'est qu'en 1760 qu'un entendant, l'abbé Charles Michel de l'Epée commence à s'interroger sur l'usage d'une langue des signes, les gestes pouvant exprimer la pensée humaine autant qu'une langue orale. Il crée pour cela une école qui aboutira à l'invention des signes méthodiques.

Cependant les signes méthodiques n'étaient pas une vraie langue. S'en suit un développement anarchique de la langue des signes pendant une longue période.

Il faut attendre la fin des années soixante-dix pour que des entendants désireux d'apprendre la langue des sourds et que les sourds prêts à l'enseigner se retrouvent dans des cours, notamment au Château de Vincennes et à l'Académie de la Langue Des Signes Française.

Grâce à ces initiatives privées naît la reconnaissance de la Langue des Signes Française, la LSF. C'est fort regrettable mais il n'existe pas de langue des signes universelle, chaque pays possède sa langue des signes. [4]

Un dictionnaire bilingue a pour but de donner une traduction d'une langue vers une autre.

La LSF n'est pas seulement un signe pour un mot. Elle utilise aussi la dactylologie (des lettres pour un mot) et la lecture labiale.

Elle repose aussi beaucoup sur le langage mimique qui permet d'exprimer par un geste défini les objets, les actions, les sentiments. Elle repose sur l'imitation (caractéristique d'un objet, d'une action), mais aussi sur la symbolisation (comme dans toute langue), l'allusion et les conventions.

Ainsi, l'expression du visage est très importante et fait partie intégrante de la LSF. Les mimiques du visage, des yeux, de la bouche, des joues et des sourcils, renseignent très souvent l'interlocuteur sur la vitesse de l'action, la taille d'un objet, ou la quantité (par exemple la pluie est dans le langage courant le même mot qu'elle soit bruine ou averse, pourtant il ne peut y avoir aucune ambiguïté quant à la moue du locuteur. Le visage sera tantôt assez calme, tantôt très méchant, joues gonflées pour signifier une grosse pluie...)

I.3) Structure de la langue des signes :

La langue des signes est une langue visuo-gestuelle.

Les signes sont décrits, d'après les récents travaux menés en linguistique, notamment par C.CUXAC, selon 5 paramètres :

- Configuration (forme prise par la/les main(s))
- Orientation (de la/les main(s))
- Emplacement (de la/les main(s))
- Mouvement (de la/les main(s))
- Mimique faciale (expressions du visage).

Les signes se réalisent dans l'espace et dans le temps. Ainsi, un signe peut changer de configuration, d'emplacement ou de mouvement pendant sa réalisation. [5]

Etant donné que la reconnaissance automatique des signes n'existe pas encore, l'utilisateur du dictionnaire bilingue Langue des Signes Française (LSF) / français doit faire une description du signe dont il cherche la traduction.

Dès lors, l'enjeu d'un tel dictionnaire est de proposer à l'utilisateur un système lui permettant de décrire un signe en lui faisant choisir des éléments de description parmi les

paramètres les plus pertinents et les plus désambiguïsant. De plus, cette recherche doit être économique pour celui qui la produit, donc rapide et efficace.

Dans l'étude de l'existant, on expliquera le site Internet créé par les promotions antérieures du Master Handi, ainsi que nos objectifs pour la reprise de ce site.

I.4) La formation des signes :

On décrit généralement les signes manuels de la LSF comme constitués d'éléments relevant de cinq paramètres : la configuration de la ou des mains, l'orientation, l'emplacement, le mouvement et la mimique faciale, chaque paramètre correspondant à une liste finie d'éléments.

Le dénombrement des éléments par catégorie paramétrique varie selon les descriptions. Par exemple, pour la LSF, on compte entre 45 et 60 configurations. Ces éléments paramétriques apparaissent simultanément et peuvent se combiner, remplissant soit une fonction sémantique, constitutive du sens, soit une fonction syntaxique pour structurer les différents éléments du discours.

Pour former un mot, la langue des signes utilise cinq éléments qui se combinent :

∅ **La configuration** : c'est la forme que peut prendre la main.

Les configurations des mains peuvent apparaître :

- ✓ Sur une main qui bouge ;
- ✓ Sur deux mains actives et symétriques ;
- ✓ Sur les deux mains, dont une main dominante qui agit sur l'autre qui ne bouge pas.

Le site N3C propose à l'utilisateur de choisir parmi 59 configurations que peut prendre la main dominante du locuteur. Il est important d'apporter un point d'explication ici pour rappeler que certains signes se réalisent à une main quand d'autres se réalisent à deux mains. Dans le second cas, il y a toujours une main dominante, la main droite si le locuteur est droitier et inversement s'il est gaucher, et une main dominée. La main dominée a un rôle plus

restreint dans la réalisation du signe, puisqu'elle sert de soutien de la main dominante dans les signes à deux mains ou bien elle reproduit à l'identique la main dominante.

- Ø **L'orientation de la main** : les mains peuvent être orientées paumes vers le bas, le haut, l'une vers l'autre, etc. Les bras peuvent être horizontaux, verticaux, obliques, etc. Ces valeurs peuvent varier durant l'exécution du signe.
- Ø **L'emplacement (Position)**: l'endroit où les signes se font soit une quinzaine d'endroit sur le corps et trois principaux dans l'espace. Par exemple, le signe peut se placer sur la bouche, les yeux, le bras, l'estomac, la paume, etc.
- Ø **Le mouvement** : un ou plusieurs mouvements peuvent être utilisés. Ils peuvent être simple (une main qui descend) ou complexes (deux mains qui se rapprochent avec les doigts qui vibrent). Les mouvements de tête peuvent aussi entrer en jeu. Différents éléments peuvent intervenir pendant un mouvement dont le trajet, la direction et la vitesse.
- Ø **L'expression du visage** : donne un sens à un signe isolé et est fondamentale dans la construction d'une phrase. [6]

Exemple :

On va combiner l'ensemble de ses paramètres pour former un signe. Par exemple le signe représenté ci-dessous (regarde-moi) est constitué des paramètres suivants :

- La configuration que l'objet de l'action est composé de deux éléments situés côte à côte.
- Le mouvement de la main (a) représente une action simple (une droite) dirigée vers le signeur.
- L'emplacement indique que l'action est réalisée au niveau des yeux.
- L'orientation (et la direction du mouvement) indique que la personne placée devant le signeur est l'agent de l'action.
- La mimique indique le mode impératif par le biais d'une expression insistante dans les yeux d'un mouvement ferme de la tête (b)



Figure 1 : Le signe Regardez moi.

Des modulations de mouvement, d'expression du visage et d'emplacement peuvent servir à :

- ✓ Intensifier un signe, un accent ;
- ✓ combiner des signes pour faire des signes composés ;
- ✓ différencier certaines paires "nom-verbe". [7]

I.4.1) Concept de main dominante, main dominée :

Les signes peuvent être réalisés à l'aide d'une seule main ou des deux mains. Lorsque les signes sont réalisés à l'aide des deux mains, on distingue ces dernières d'après leur rôle fonctionnel, plutôt qu'en différenciant le côté gauche du côté droit. Ainsi on parle de la main dominante et de la main dominée. Comme ces termes le laissent entendre, la main dominante a un rôle plus actif que la main dominée, dans l'exécution du signe d'une part, et dans la fonction grammaticale d'autre part. [8]

I.4.2) Les relations syntaxiques

I.4.2.1) L'exploitation de l'espace, spécificité majeure des langues des signes :

Là où les langues orales, audio-orales, déploient des structures syntaxiques exploitant préférentiellement la dimension temporelle (et notamment l'ordre des mots), les langues des signes recourent très massivement à l'utilisation des relations spatiales.

Ainsi, notamment, les relations actancielles (sujet / objet ou, plus justement, agent / patient) sont-elles le plus souvent exprimées par le recours à une spatialisation des actants. Exemple parmi d'autres, de nombreux verbes en langue des signes sont « directionnels », le point de départ du mouvement spécifiant celui qui agit et le point d'arrivée le patient / bénéficiaire. Il en va de même pour l'expression du temps (le temps de l'énonciation étant fléché sur une ligne imaginaire allant de l'arrière, passé, vers l'avant, futur et le temps de l'énoncé sur une ligne transversale au corps du locuteur), la construction de références temporelles et de références spatiales. [9]

I.4.2.2) L'ordre des signes dans la LSF « standard » :

En lien logique avec ce qui précède, l'ordre des signes dans le temps est beaucoup moins important en langue des signes que leur arrangement dans l'espace. Pour les cas où l'ordre d'émission des signes est pertinent, on retient généralement deux grandes tendances :

- Signes de lieu : début de phrase ;
- Signes de temps :
 - o Signes de temps défini : début de phrase ;
 - o Signes de délai : avant le verbe ;
 - o Signes de temps indéfini : juste après le verbe ;
 - o Signes de durée : après le verbe.

Les verbes se suivent dans l'ordre chronologique

Signes de négation ou d'interrogation : en fin de phrase

Proposition conditionnelle : toujours avant la proposition principale

Plus généralement : cause avant effet, stimulus avant réponse

Propositions emphatiques : thème en début de phrase

Les objets les plus grands et les plus statiques sont signés avant les plus petits et les plus mobiles. [10]

I.4.3) Paramètres de formation des signes :

L'objectif est ici d'identifier le niveau d'information nécessaire à la synthèse de signe. Partons donc de l'observation de la construction physique d'un signe. Ce dernier est constitué de paramètres de formation dont on va présenter une classification sous forme de schéma.

Il s'agit d'un instantané du signe que l'on peut nommer état. Aussi le signe est-il complet lorsqu'il contient au moins deux états (Début et Fin) liés par un dernier paramètre : le type de trajectoire.

La figure suivante illustre les différents paramètres de la formation d'un signe.

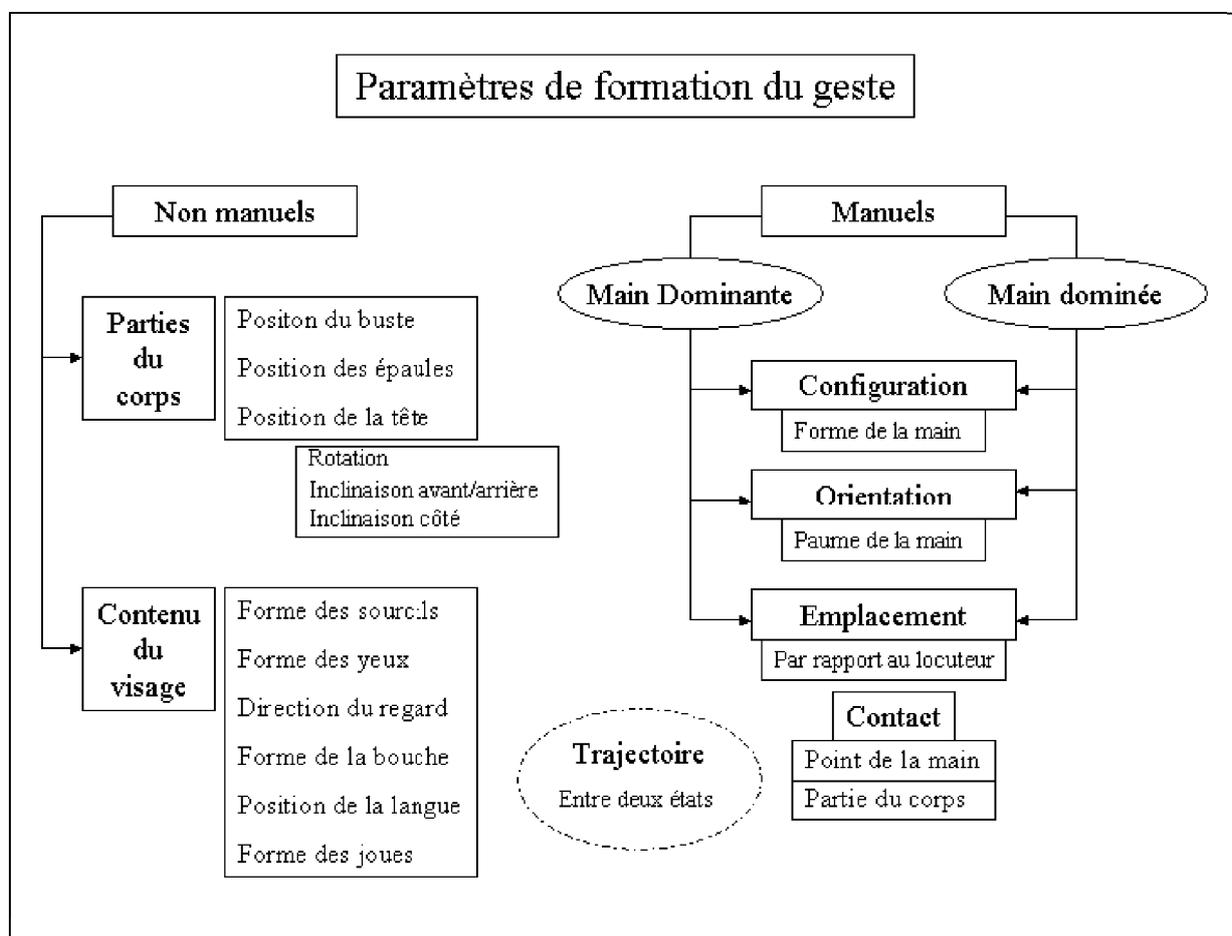


Figure 2 : Paramètres de formation de signes.

L'ensemble de ces paramètres constitue l'ensemble des traits qui forment le signe :

- les configurations manuelles ;
- les orientations manuelles ;
- les lieux dans l'espace ;
- les lieux sur le corps ;
- les positions des parties du corps ;
- les traits du visage ;
- les trajectoires entre deux états.

Puis chacune de ces classes contient des éléments que l'on discrimine les uns des autres en fonction de leurs effets sur les gestes. Il s'agit désormais de proposer un formalisme permettant de résoudre la simultanéité des paramètres précédemment exposés. [11]



Etude de l'existant.

II) Etude de l'existant :

L'application réalisée est le fruit du travail de deux promotions du master Technologie et Handicap, elle consiste en la reconnaissance automatique des signes standards de la L.S.F.

Son principe est qu'un signe est composé d'un certain nombre de configurations de la main, et à partir de ces configurations et de leurs positions dans l'espace, le système détermine l'équivalent du signe en langue française.

Le site est destiné aux personnes en apprentissage de la langue des signes française, du coup le système affiche aussi en résultats l'ensemble des signes qui sont considérés proches du signe composé, dans le but de rattraper des erreurs éventuelles dans le choix des configurations et de leurs positions.

Le schéma général correspondant à la recherche d'un signe est le suivant :

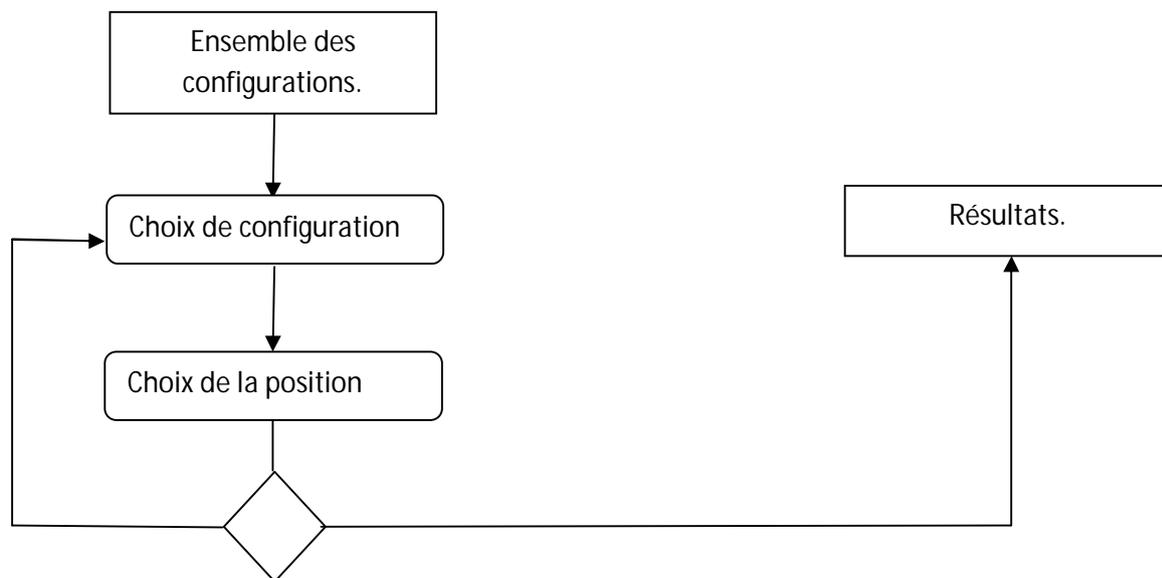


Figure 3 : Cycle de recherche d'un signe.

II.1) Fonctionnement du site Existant :

Dans cette partie, on décrit le fonctionnement du l'ancien système.

Voici la page d'accueil du site :

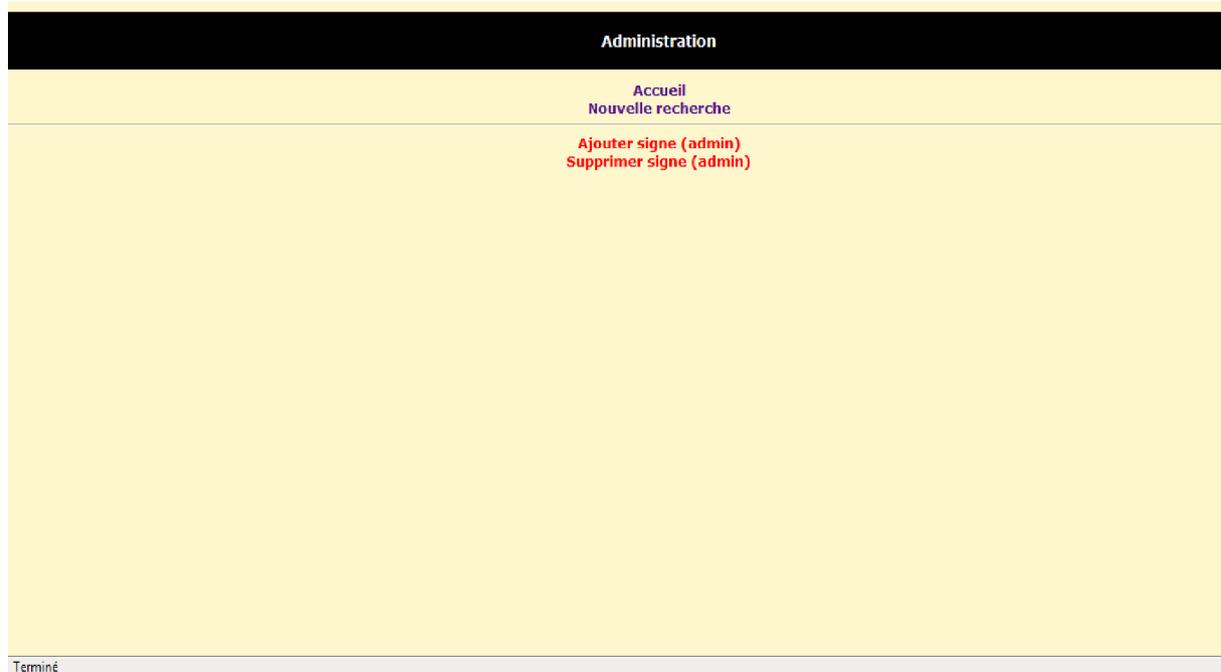


Figure 4 : Page d'accueil du site existant.

Le processus de recherche d'un singe est le suivant :

L'utilisateur clique sur le lien « nouvelle recherche » de la page ci-dessus, une nouvelle page contenant l'ensemble des configurations composant les signes s'affiche.

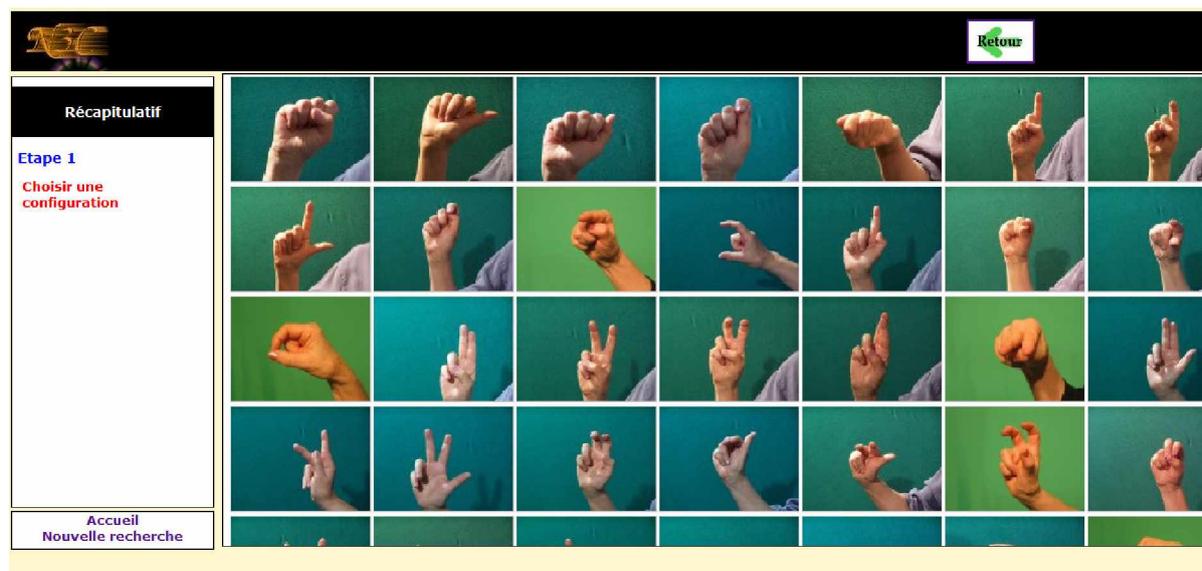


Figure 5 : Page de choix des configurations.

L'utilisateur choisit la 1^{ère} configuration du signe recherché en cliquant sur la figure correspondante (un signe est composé d'une ou plusieurs configurations), l'ensemble des configurations choisies se mettent dans un cadre à gauche de la page permettant ainsi à l'utilisateur de suivre l'historique de sa recherche et aussi de modifier ou de supprimer n'importe quelles configurations.



Figure 6 : Historique des configurations choisies.

Après le choix de la configuration, l'utilisateur peut introduire la position correspondante comme il peut passer directement à l'ajout d'une autre configuration.

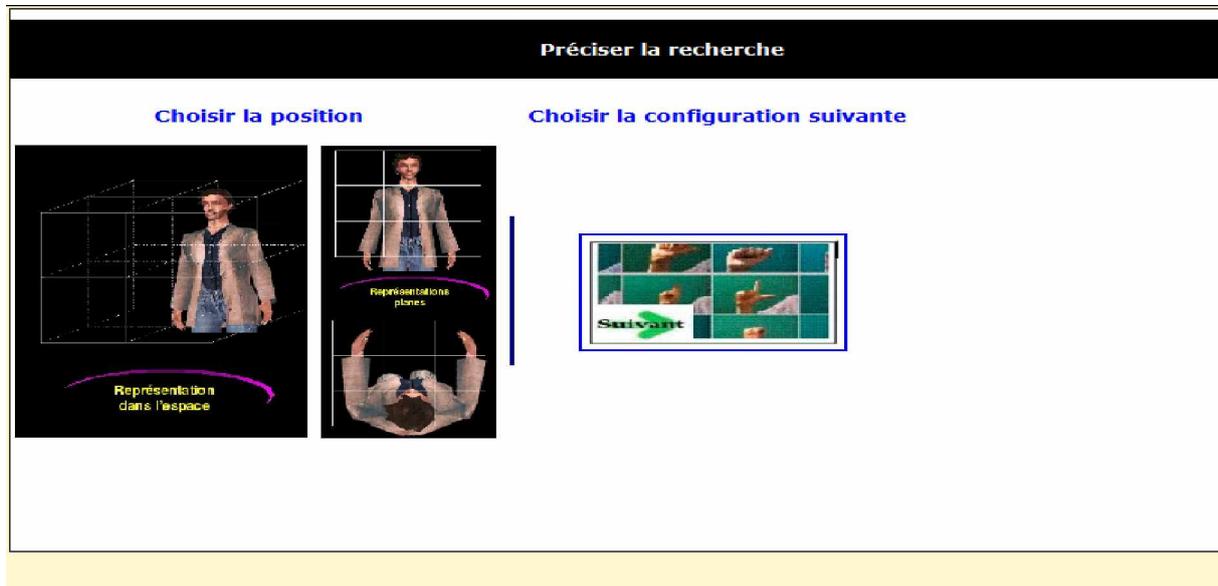


Figure 7 : Page de choix des positions et des configurations.

Dans le cas où l'utilisateur clique sur la figure correspondante au choix de la position, la page suivante s'affiche.

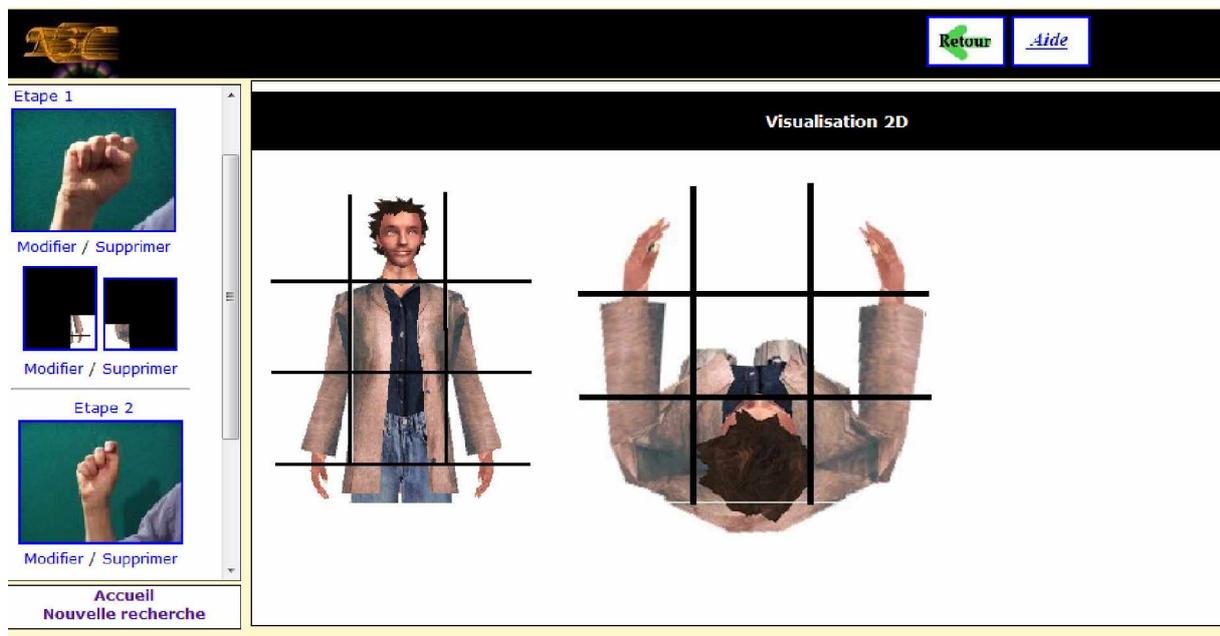


Figure 8 : Page des choix des positions.

Notant que l'affichage des résultats se fait au fur et à mesure des choix de l'utilisateur.

A tout moment, l'utilisateur peut parcourir la liste des résultats affichés et cliquer sur le mot qu'il recherche -s'il existe dans la liste des résultats- pour afficher la vidéo correspondante.

La figure suivante illustre l'équivalent en langue française des signes recherchés par l'utilisateur.



Figure 9 : Cadre d'affichage des résultats.

II.2) Les problèmes repérés :

Les interfaces de l'application sont ergonomiques et le processus de recherche des signes est structuré logiquement, cela limite la charge mentale de l'utilisateur du site, néanmoins, le système présente certaines anomalies qui biaisent les résultats de la recherche, ceci dit que le système ne répond pas objectivement aux attentes de l'utilisateur.

Les paragraphes suivants indiquent l'ensemble des anomalies rencontrées.

II.2.1) Codage des positions des configurations en 2D :

Comme on l'a déjà cité, les positions des configurations sont codées sur deux plans, un plan vertical et un plan horizontal. Chaque plan est constitué de 9 positions comme indiqué sur la figure ci-après.

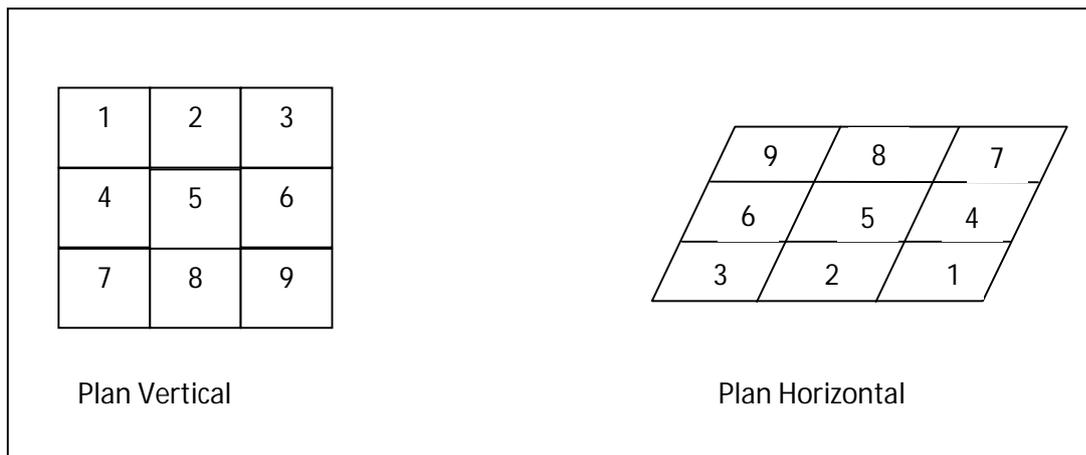


Figure 10 : Représentation des positions sur deux plans.

On superposant les deux plans, on obtient un cube composé de 27 sous cubes (positions).

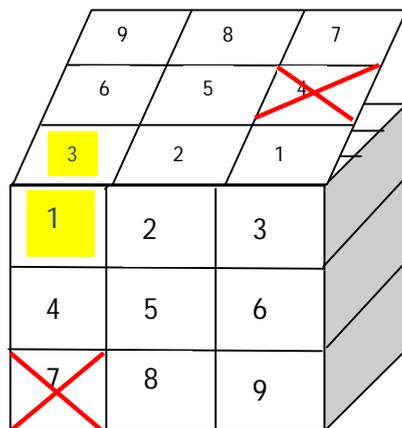


Figure 11 : Représentation des positions dans l'espace.

On voit bien que par exemple la position 7-4 est invalide parce qu'elles ne constituent pas deux faces d'un même cube, par contre la position 1-3 est valide.

Le système existant prend en considération toutes les combinaisons possibles des deux plans, alors que logiquement il ya que 27 positions valides.

Du coup lorsque l'utilisateur introduit une position erronée, les résultats obtenus ne correspondent pas au signe recherché.

II.2.2) Codage des positions des configurations en 3D :

Le site donne la possibilité d'introduire directement la position de la configuration dans l'espace (en 3 dimensions) alors que cette fonctionnalité n'est pas bien implémentée et retourne de faux résultats.

II.2.3) Structure de la base de données :

La base de données est composée de 4 tables :

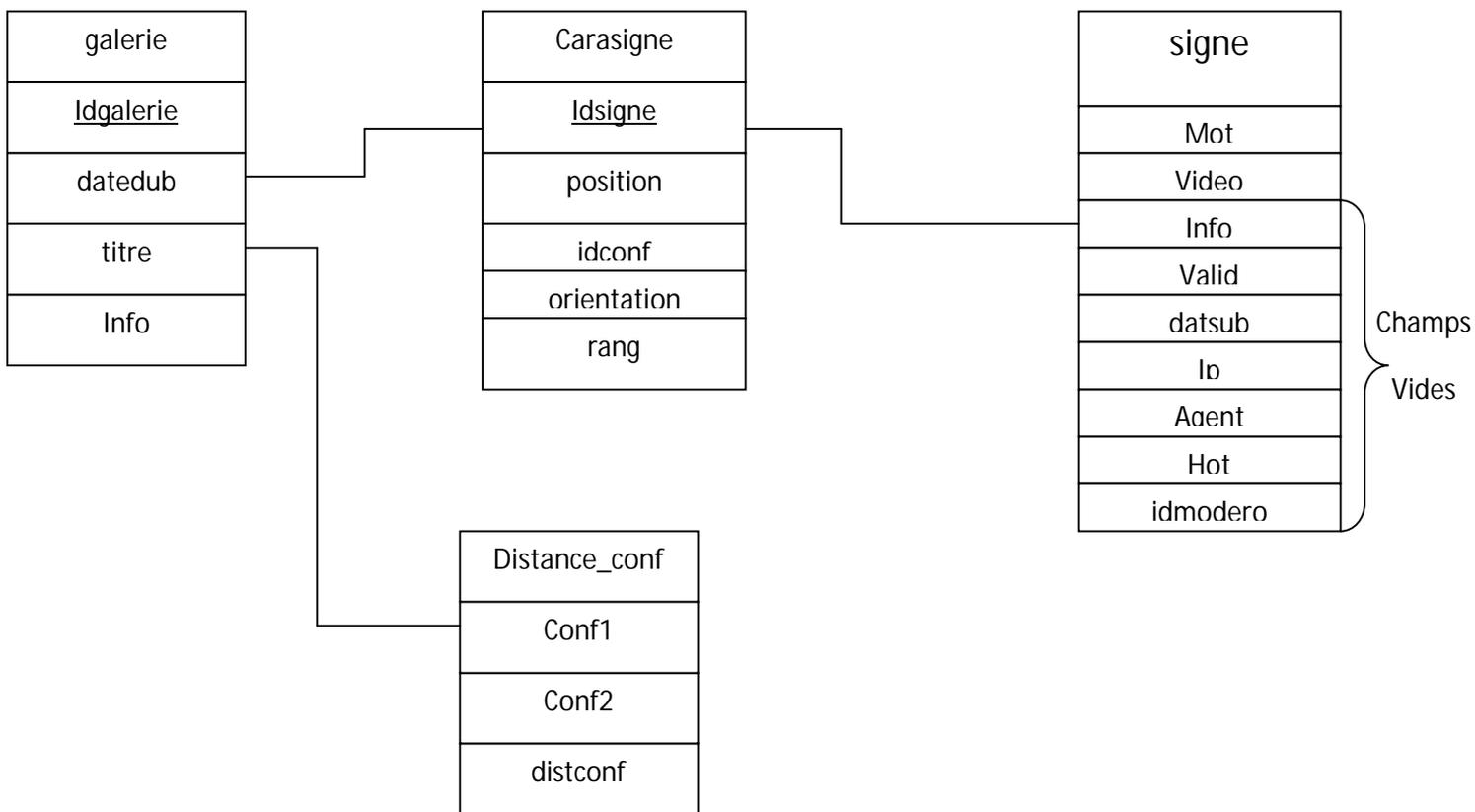


Figure 12 : Structure de la base de données de l'ancien système.

signe : Contient le libellé du signe ainsi que la vidéo correspondante en LSF.

galerie : Contient l'ensemble des configurations qui composent les signes.

Carasigne : c'est une table de liaison entre les tables signe et galerie, elle associe à chaque signe l'ensemble des configurations qui le compose.

Distance_conf : c'est une table de distance entre les configurations.

La base de données n'est pas bien structurée, elle contient des champs non utilisés.

De plus, on n'a pas appliqué de règles mathématiques pour le remplissage de la table Distance_conf. Elle a été remplie en se basant sur l'observation de la ressemblance entre les configurations dans l'intervalle [0-9] (Si la ressemblance est égale à « 0 » alors les deux configurations sont pareilles, et si la ressemblance est égale à « 9 » alors les deux configurations sont totalement différentes. Du coup la table de distance entre les configurations n'est pas tout à fait cohérente (à moins qu'elle soit rempli par des spécialistes de la LSF, en tenant compte que le site est destiné aux personnes novices en langue des signes donc qui sont susceptibles de faire des erreurs lors de la recherche des signes).

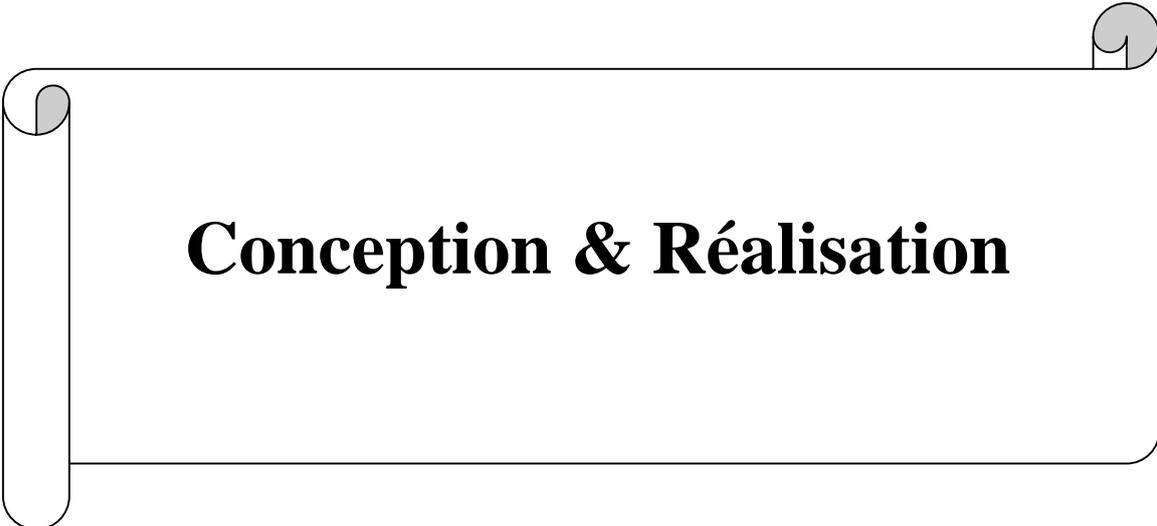
Un signe est composé d'une à plusieurs configurations, et comme le système rattrape les erreurs de l'utilisateur, alors lors du choix des configurations, il remplace les configurations choisies par d'autres configurations dont la distance est minimale (La distance minimale est déterminée à partir du code implémenté), et dans le cas où la distance entre deux configurations est « 2 » alors qu'elles se ressemblent pas, certains résultats affichés seront forcément erronés.

II.2.4) Algorithme de calcul de distance entre les signes :

L'algorithme utilisé pour le calcul de distance entre les signes n'est pas bien détaillé, de plus il fournit des résultats souvent inadéquats avec les choix de l'utilisateur.

La formule utilisée est la suivante :

$$R = (10 - (\sum_{i=1}^{\min(\text{rang}, \text{rang}')} d(C_i, C_i'))) * \frac{10}{\min(\text{rang}, \text{rang}')}$$



Conception & Réalisation

III.1) Conception :

La tâche qui nous a été confiée est d'apporter des corrections sur le code du site N3C afin d'aboutir à des résultats plus convenables dans la recherche des correspondants des signes LSF en langue française.

En premier lieu, après avoir consulté le rapport de l'application réalisée, nous étions engagés dans l'étude du code pour l'améliorer et apporter des modifications, mais on n'a pas pu localiser le fonctionnement de certaines fonctions, et surtout on n'est pas arrivé à comprendre le fonctionnement de l'algorithme implémenté pour le calcul de distance entre les signes, ceci est dû au manque de l'explication des étapes de l'algorithme et aussi au code non commenté.

Pour remédier à cette situation, on a réalisé une nouvelle conception répondant aux recherches des utilisateurs tout en gardant les données déjà recueillies par nos collègues des promotions dernière du master handi.

Ces données concernent :

- Ø L'ensemble des configurations (59 configurations) qui composent les signes ;
- Ø L'ensemble des vidéos en LSF qui représentent les signes ;
- Ø L'ensemble des configurations composant un signe donné, ainsi que leurs rang dans le signe.

Notant que la collecte de données est un travail important qui nécessite beaucoup de temps.

Dans notre conception on a modifier la structure et le contenu de la base de données, ainsi qu'on a déterminé deux algorithmes pour aboutir à des résultats pertinents dans la recherche des signes, un algorithme de remplacement des configurations et des positions, et un algorithme de ressemblance entre les signes.

III.1.1) Architecture globale de la base de données :

La structure globale de la nouvelle base de données est donnée par le schéma suivant

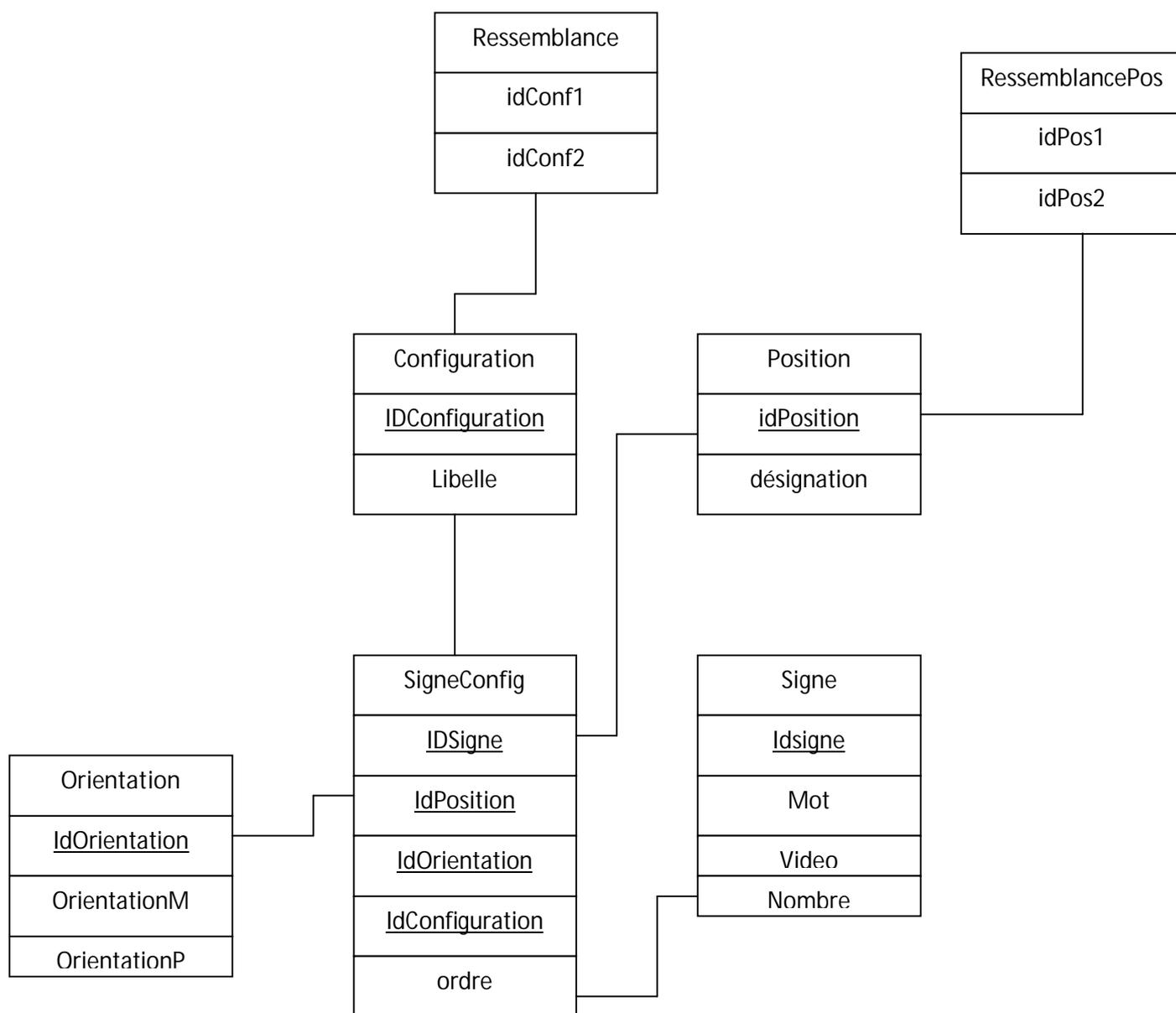


Figure 13 : Structure de la base de données actuelle.

Signe : Table contenant l'ensemble des signes LSF ainsi que les vidéos associées (510 signes).

Configuration : Ensemble des configurations qui composent les signes (59 configurations).

Signeconfig : Table de liaison entre un signes et les configurations qui les composent.

Ressemblance : Table de ressemblance entre les configurations.

Ressemblancepos : Table de ressemblance entre les positions.

Orientation : Table indiquant l'orientation de la main et de la paume de la main dans une configuration.(Cette table n'est pas exploitée dans la recherche des signes).

III.1.2) Algorithmes de recherche des signes :

Nous expliquons dans cette section le principe des algorithmes de recherche des signes.

III.1.2.1) *Algorithme de remplacement des configurations et des positions :*

Le principe de cet algorithme est de regrouper les configurations et les positions de ces configurations dans des classes de ressemblance.

Pour les configurations, nous avons déterminé 59 classes (une classe pour chaque configuration), pour le faire on est basé sur un fichier Excel contenant les ressemblance entre les configurations.

Dans ce fichier la ressemblance entre les configurations varie dans l'intervalle [0,10] ((ressemblance = 0) => configurations identiques, (ressemblance = 10) => configurations totalement différentes).

Config	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	3	1	2	2	5	6	9	5	6
2	3	0	3	3	3	5	5	6	5	5
3	1	3	0	2	2	5	6	9	3	5
4	2	3	2	0	2	5	4	9	3	5
5	2	3	2	2	0	5	5	9	3	6
6	5	5	5	5	5	0	4	6	5	4
7	6	5	6	4	5	4	0	7	3	3
8	9	6	9	9	9	6	7	0	5	6
9	5	5	3	3	3	5	3	5	0	3
10	6	5	5	5	6	4	3	6	3	0

Figure 14: Extrait d'un tableau de ressemblance des configurations.

Nous avons considéré que deux configurations appartiennent à une même classe si et seulement si le niveau de ressemblance est au maximum égale à 2. (les valeurs possibles pour le niveau de ressemblance entre les configurations d'une même classe sont 0, 1 et 2).

Notant qu'une configuration peut appartenir à plusieurs classes.

Voici un exemple illustrant la classification des configurations :

Groupe 1 :

3, 4, 5, 15, 27, 39

Groupe 2 :



15, 40



Groupe 3 :

1, 4, 5, 15, 39

:

Groupe 59 :

58

Figure 15: Classification des configurations.

Pour les positions on a adopté le même principe de regroupement. Tout d'abord on a transformé les positions de 2 dimensions (2D) dans un espace tridimensionnel (3D) en superposant les deux plans, horizontal et vertical.

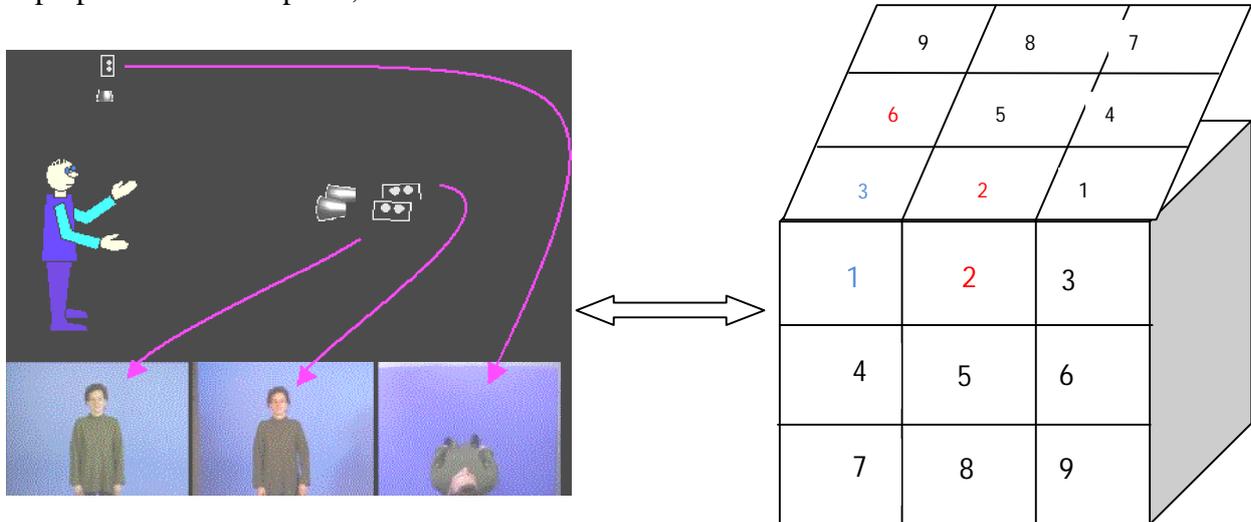


Figure 16 : Positions valides en 3D.

Au final, on obtient 27 positions valides qui sont 1-3, 1-6, 1-9, 2-2, 2-5, 2-8, 3-1, 3-4, 3-7, 4-3, 4-6, 4-9, 5-2, 5-5, 5-8, 6-1, 6-4, 6-7, 7-3, 7-6, 7-9, 8-2, 8-5, 8-8, 9-1, 9-4, 9-7.

Pour regrouper ces positions dans des classes, on a considéré le principe de la 6-connexité, ce qui veut dire que deux positions appartiennent à une même classe si et seulement si les cubes qui les présentent ont une face en commun, de plus une position possède au maximum 5 positions adjacentes, c'est le cas de la position 5-5, ce qui donne une classe de 6 positions d'où la 6-Connexité.

A titre d'exemple, comme illustré dans la figure en dessus, le groupe de la position 1-3 est constitué des positions suivantes : 1-3, 2-2, 1-6.

Objectif de l'algorithme :

Le but de cet algorithme est la récupération des erreurs commises par l'utilisateur lors de la recherche des signes.

On rappelle que le site est destiné aux entendants novices qui veulent apprendre la langue des signes, donc il est très probable qu'ils commettent des erreurs lors des choix des

configurations et/ou des positions dans la recherche des signes, ainsi, l'algorithme remplace les configurations et les positions choisies par l'utilisateur par celles de leurs groupes et affiche un ensemble de résultats.

De cette façon, si l'utilisateur se trompe dans son choix de configuration, alors l'algorithme remplace cette configuration avec celles de son groupe et il retourne un ensemble de résultats dont il figure le signe recherché.

III.1.2.2) Algorithme de ressemblance entre les signes :

Cet algorithme est basé sur le calcul du niveau de ressemblance pas entre les configurations et leurs positions, mais plutôt entre les signes.

Les étapes de cet algorithme sont :

- ✓ Choix des configurations et des positions composant le signe ;
- ✓ Sélection des signes constitués du même nombre de configurations choisies ;
- ✓ Calcul de niveau de ressemblance entre les couples (Configuration, Position) choisis par l'utilisateur, et les couples (Configuration, Position) de tous les signes déjà sélectionnés.
- ✓ Calcul de la moyenne des pourcentages de ressemblance entre le signe choisi par l'utilisateur et les signes sélectionnés.
- ✓ Affichage des signes dont le pourcentage de ressemblance est supérieur à une valeur expérimentale (pourcentage >79%).

Pour le calcul du niveau de ressemblance entre les configurations et les positions, on considère un Intervalle de ressemblance variant de 0 à 10 pour les configurations, et un intervalle variant entre 0 et 6 pour les positions selon les tableaux suivants :

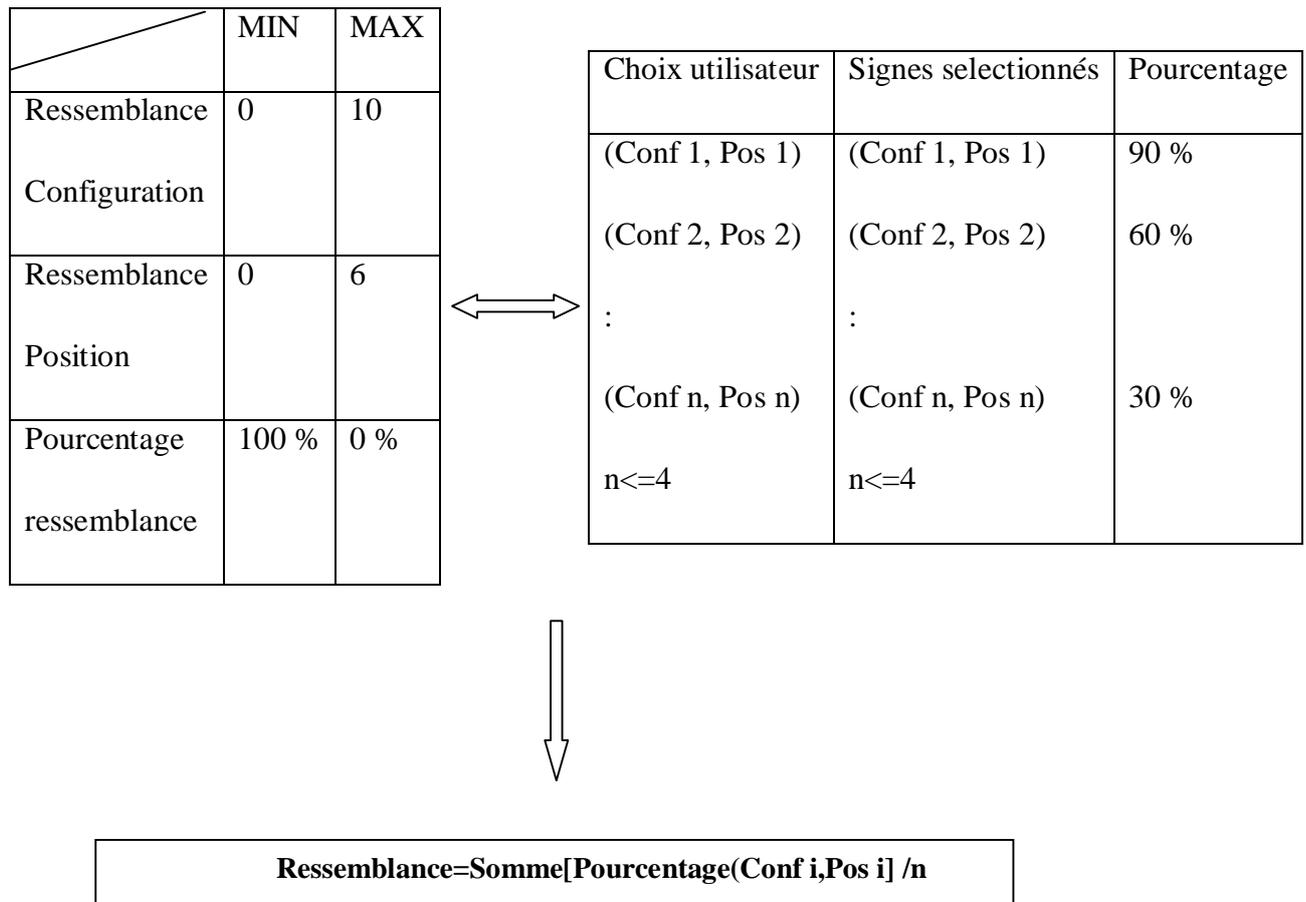


Figure 17 : Principe de calcul de ressemblance entre les signes.

Objectif de l’algorithme :

L’objectif de cet algorithme est aussi le rattrapage des erreurs de l’utilisateur lors de la recherche des signes.

L’algorithme permet de retourner comme résultats, l’ensemble des signes dont le pourcentage de ressemblance est strictement supérieur à 79 % dans le but d’augmenter les chances de retrouver le signe recherché.

III.2) Réalisation :

Dans cette section, on présentera les interfaces et le fonctionnement du site réalisé.

On se connectant sur le site, la page d'accueil de ce dernier s'affiche.



Figure 18: Page d'accueil du site.

Les configurations sont des images cliquables permettant à l'utilisateur d'introduire son choix.

Une fois que le choix de la configuration est fait, le système affiche une autre page invitant l'utilisateur à choisir le positionnement de la configuration déjà choisie dans le plan vertical de l'espace.



Figure 19: Position verticale de la configuration.

Puis une nouvelle page s'affiche pour introduire la position horizontale de la configuration.

La position horizontale dépend de la position verticale, autrement dit, le système désactive automatiquement les positions horizontales selon la position verticale choisie.



Figure 20: Position horizontale de la configuration.

Une fois que le choix de la position validé, une nouvelle page contenant les résultats intermédiaires de la recherche s'affiche.



Figure 21: Résultats de la recherche.

Les résultats sont affichés sous forme d'une table en appliquant les deux algorithmes de recherche dont on a déjà expliqué le principe. (l'affichage des résultats se fait à partir de la combinaison de ces deux algorithmes).

A ce stade l'utilisateur peut cliquer sur un lien vidéo correspondant à un signe pour voir la vidéo associé en L.S.F.

Il peut aussi cliquer sur le lien « Configuration Suivante » si il considère que sa recherche n'est pas encore aboutie pour choisir d'autres configuration.

L'utilisateur peut également revenir à la page d'accueil du site en cliquant sur le lien « Nouvelle Recherche » pour effectuer une nouvelle recherche.

Le cadre gauche des pages affiche au fur et à mesure les configurations choisies par l'utilisateur permettant à ce dernier de voir l'historique de sa recherche, ainsi que la modification et / ou la suppression de n'importe quelle configuration.

Conclusion

La réalisation de ce projet était une occasion pour nous de confronter aux difficultés de la reprise d'un travail déjà existant tant sur le plan technique que sur celui de l'organisation, mais en même temps ce projet nous a permis d'exploiter nos compétences s au niveau de conception ou de réalisation.

La version actuelle répond mieux aux attentes des utilisateurs apprenants de la LSF car les résultats obtenus sont très intéressante par rapport aux critères de recherche. Il faut mentionner aussi que le nouveau système à une capacité de rattrapage des erreurs commises par l'utilisateur au moment de la recherche d'un signe, grâce aux algorithmes implémenté, algorithmes de remplacement des configurations et des positions ainsi que l'algorithme de ressemblance entre les signes.

La présentation des résultats est mieux organisée par rapport au site existant, et le choix des positions pour les configurations sur les deux plans est plus clair.

Nous espérons que ce site pourra être enrichi d'un lexique plus complet permettant de tester l'efficacité du système réalisé.

Perspectives

Les formules utilisées sont des formules heuristiques, avec les cinq cents signes qui existent dans la base de données elles fonctionnent très bien mais une fois que la BDD s'élargie les résultats seront de moins au moins significatifs.

Le mieux est de mettre en œuvre une autre solution en utilisant une formule mathématique de calculs des distances théoriquement paramétrables, car dans notre formule les configurations et les positions ont le même poids, alors que les configurations sont plus déterminantes par rapport aux positions.

Ce qu'il faut utiliser c'est un **Algorithme de Classification ascendante hiérarchique** :

Les méthodes de classification issues de l'analyse de données permettent de regrouper des objets possédant des propriétés similaires.

L'approche "*Ascendante*" requiert que la table des distances entre clusters courants soit maintenue à jour après chaque fusion, puis la fusion suivante soit décidée en cherchant la distance la plus petite dans cette table mise à jour. Bien que longue, cette procédure reste d'une durée raisonnable.

- Pour notre BDD, il faut calculer $n*n$ des distances entre les signes.
- Un ensemble de points a regroupé par similitude.
- Une fonction de distance **D** ou une fonction de similitude **S** entre les points. Il faut être capable de calculer la distance entre deux classificateurs.
- Répéter la boucle jusqu'à convergence ou stabilisation du Système. (Ce qui permet de déterminer les poids des configurations et des positions, paramètres α et β)

Voici une figure qui illustre une classification des ensembles, des sous ensembles et des sous-sous ensemble.

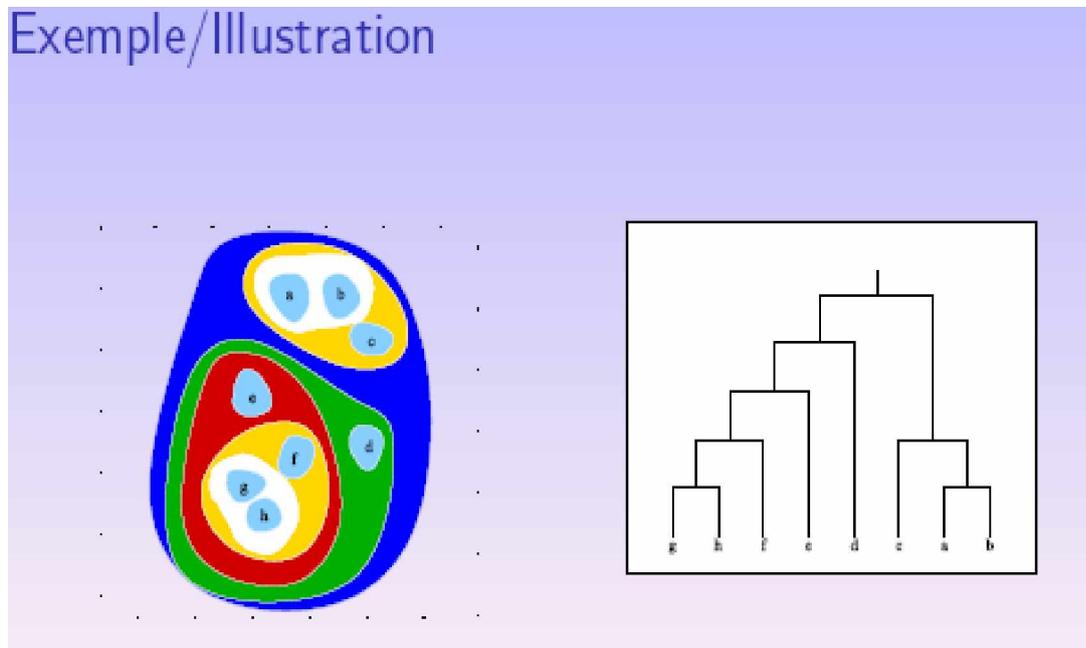
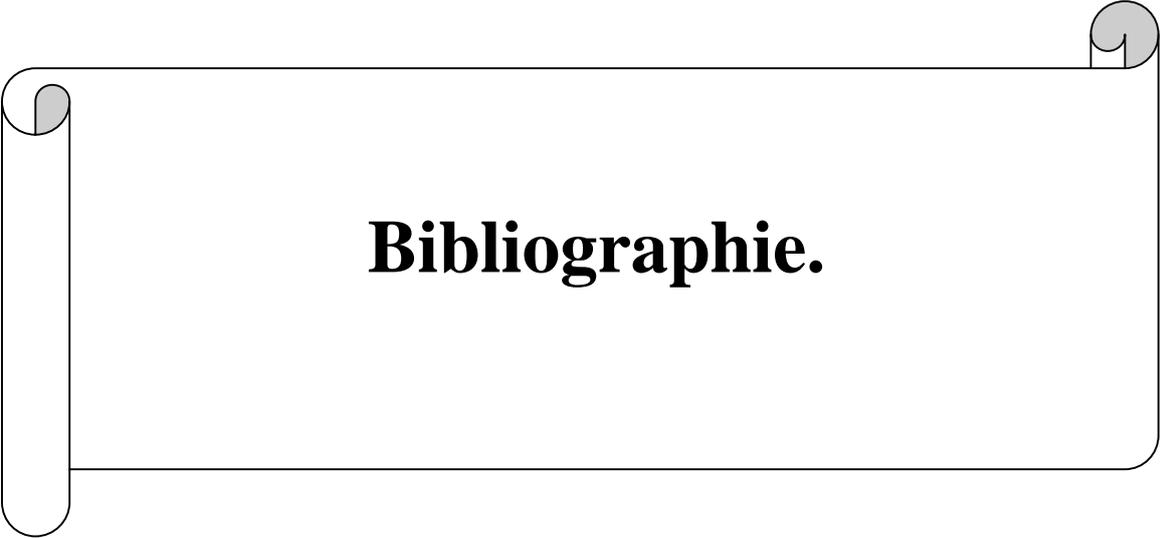


Figure 22 : Illustration du principe de la classification ascendante hiérarchique. [12]

Le futur système doit inclure d'autres critères pour le calcul de distance entre les signes comme l'orientation et le mouvement de la main, ainsi que la prévision d'utilisation des deux mains (la main dominante et la main dominée), dans la recherche des signes.



Bibliographie.

[1] : « Langue et cité » numéro 4 novembre 2004.

(Bref aperçu des recherches sociolinguistiques sur la Langue des Signes Française)

http://www.dglf.culture.gouv.fr/Langues_et_cite/Langues_cite4.pdf

[2] : <http://www.cairn.info/revue-enfance-2007-3-p-228.htm>

[3] : http://fr.wikipedia.org/wiki/Langue_des_signes

[4] : <http://www.langage-des-signes.com/>

[5] : CUXAC, C. (2000) : *La langue des signes française. Les voix de l'iconicité*. édition OPHRYS, Paris.

[6] : <http://www.culture.gouv.fr/culture/dglf/lang-reg/fiches-lang/LSF.htm>

[7] : <http://www.limsi.fr/Scientifique/geste/Docs/TheseAnneliesBraffort.pdf>

« Reconnaissance et compréhension de gestes, application à la langue des signes ».

Annelies BRAFFORT (page 45)

[8] : <http://www.limsi.fr/Scientifique/geste/Docs/TheseAnneliesBraffort.pdf>

« Reconnaissance et compréhension de gestes, application à la langue des signes ».

Annelies BRAFFORT (page 54)

[9] : <http://www.corpusdelaparole.culture.fr/spip.php?article75>

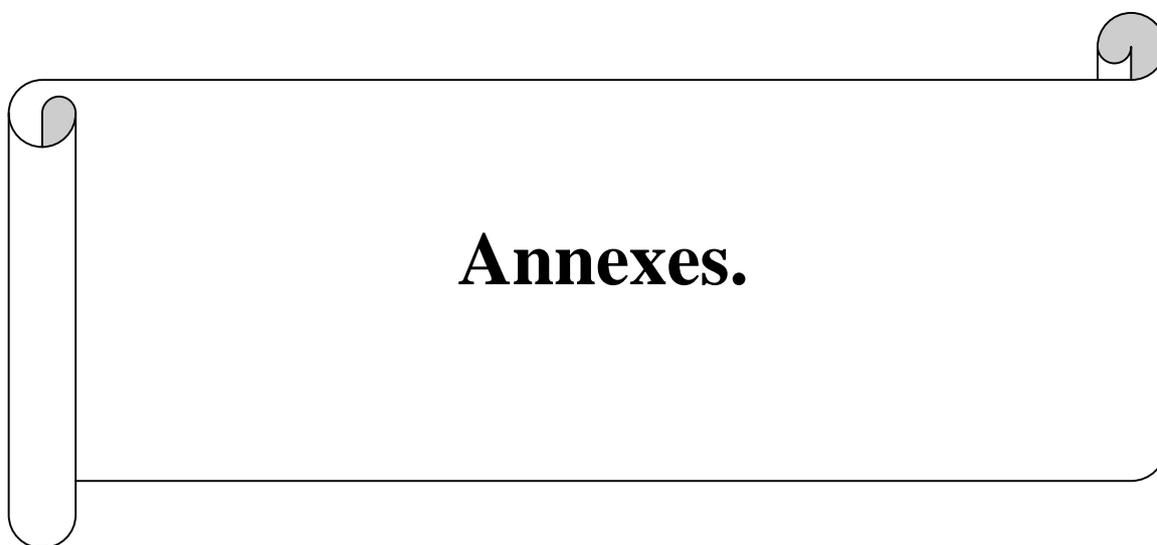
[10] : <http://www.corpusdelaparole.culture.fr/spip.php?article75>

[11] : http://sites.univ-provence.fr/delic/perso/kervajan/publis/Kervajan_Recital_2006.pdf

Thèse : « Problèmes de représentation de la Langue des Signes Française en vue du Traitement Automatique ». Loïc Kervajan

[12] : <http://cui.unige.ch/tcs/cours/algoweb/2006/documents/presentationOlivier/handout-4.pdf>

[13] : <http://www.culture.gouv.fr/culture/dglf/lang-reg/fiches-lang/LSG.htm>



Annexe A: L'alphabet dactylogographique de la LSF. [13]

