

# Analyse automatique de discours en langue des signes : Représentation et traitement de l'espace de signation

Monia Ben Mlouka  
IRIT -TCI , UMR5505, 31000 Toulouse  
mlouka@irit.fr

## RÉSUMÉ

---

En langue des signes, l'espace est utilisé pour localiser et faire référence à certaines entités dont l'emplacement est important pour la compréhension du sens. Dans cet article, nous proposons une représentation informatique de l'espace de signation et les fonctions de création et d'accès associées, afin d'analyser les gestes manuels et non manuels qui contribuent à la localisation et au référencement des signes et de matérialiser leur effet. Nous proposons une approche bi-directionnelle qui se base sur l'analyse de données de capture de mouvement de discours en langue des signes dans le but de caractériser les événements de localisation et de référencement.

## ABSTRACT

---

### **Automatic Analysis of Discourse in Sign Language : Signing Space Representation and Processing**

In sign language, signing space is used to locate and refer to entities whose locations are important for understanding the meaning. In this paper, we propose a computer-based representation of the signing space and their associated functions. It aims to analyze manual and non-manual gestures, that contribute to locating and referencing signs, and to make real their effect. For that, we propose an approach based on the analysis of motion capture data of entities' assignment and activation events in the signing space.

**MOTS-CLÉS** : Langue des signes, Espace de signation, gestes de pointage, capture de mouvement, suivi du regard.

**KEYWORDS**: Sign language, Signing space, pointing gestures, motion capture, gaze tracker.

---

# 1 Introduction

L'étude de l'aspect gestuel dans les langues naturelles fait l'objet de plusieurs travaux. Plusieurs études ont porté sur l'analyse des gestes manuels et non manuels en situation de dialogue. L'une d'entre elles a apporté une classification fonctionnelle des gestes manuels et non manuels (Cosnier, 1997). Celle de (Montredon, 2001) établit une relation entre les caractéristiques spatio-temporelles des gestes manuels et leurs rôles dans l'énoncé. En langue des signes, le canal étant visuo-gestuel, l'analyse d'énoncés est en premier lieu une analyse d'un signal visuel. Elle peut être entièrement réalisée à ce seul niveau ou être complétée par des analyses du geste 3D si l'on sait reconstruire cette information à partir de données visuelles.

Nous proposons dans cette étude une représentation informatique de l'espace de signation comme étant un élément important pour la compréhension d'un discours dans la langue des signes. Pour cela, nous introduirons, en premier lieu, l'espace de signation et les gestes qui contribuent à la localisation de signes. Dans un second lieu, nous décrirons le corpus sur lequel se base notre analyse. Par la suite, nous présenterons notre approche d'analyse géométrique 3D suivie de quelques résultats.

## 2 L'espace de signation

L'espace de signation est défini comme étant l'espace qui entoure le signeur et qui est atteignable par ses deux mains. L'espace de signation sert à localiser les entités ou notions associées à certains signes, éventuellement à spécifier leurs propriétés de forme et de taille et à établir des relations spatiales entre les entités (Cuxac, 2000).

### 2.1 Événements liés à l'espace de signation

Notre représentation informatique de l'espace de signation étant un graphe d'entités spatialisées dans un espace 3D. Elle dispose des fonctions classiques de création, de modification, de suppression et d'accès. Chacune de ces fonctions est déclenchée par un événement survenu dans l'espace de signation. L'image (1a) est un exemple d'un signe [TABLE] qui occupe une zone de l'espace. L'image (1b) illustre une association spatiale d'une action [S'ASSOIR]. L'image (1c) est un exemple d'un pointage manuel vers une zone particulière de l'entité [TABLE]. La zone est spécifiée par la direction de la main dominante.

### 2.2 Aspect multilinéaire

L'étude de (Fusellier-Souza, 2004) s'est intéressée aux gestes manuels et non manuels qui contribuent aux changements d'états de l'espace de signation. Une étude similaire, celle de (Thompson *et al.*, 2006) a porté sur la relation entre le regard et la réalisation d'actions spatialisées. Les deux études soulignent l'aspect multilinéaire dans la réalisation de gestes. Dans cette étude nous nous focaliserons sur les gestes de création et de référencement d'entités dans l'espace de signation. Comme nous l'avons cité précédemment, les gestes sont manuels et non manuels que ce soit pour les événements de création ou de référencement. Les gestes manuels de création d'entités dans

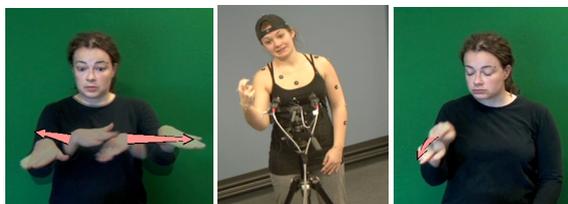


FIGURE 1 – a : Un objet spatialisé [TABLE], b : Une action spatialisée [S'ASSOIR], c : Un pointage vers une partie de la portion de l'espace occupé par le signe [TABLE]

l'espace de signation représentent les signes effectués à un emplacement spécifique ou les signes localisés sur le corps puis situés dans l'espace de signation par un pointage :

- L'orientation du regard et l'inclinaison de la tête permettent d'associer une zone de l'espace de signation au signe en cours de réalisation.
- Les gestes manuels peuvent associer une forme à l'entité et préciser la taille qu'elle occupe dans l'espace.

Les images (1a), (1b) et (1c) représentent des exemples de réalisation de l'aspect de multilinéarité :

- Dans (1a) et (1c), on observe que le regard du signeur est orienté vers la même zone d'espace occupée par l'entité.
- On observe également une posture particulière dans (1b) qui se manifeste par une inclinaison de la tête vers l'emplacement de la main qui effectue le signe [S'ASSOIR].
- Dans (1c), on ne peut pas déterminer si le regard fixe cet endroit de l'espace car la tête du signeur est baissée mais on peut le déduire grâce à la position de la tête légèrement inclinée vers le bas.

Par ces exemples, nous avons illustré l'importance de l'aspect multilinéaire de gestes qui contribuent aux fonctions de création, de référencement de l'entité [S'ASSEOIR] : fixation du regard, gestes manuels et mouvements de la tête. Dans la littérature, peu de travaux ont porté sur la représentation informatique de l'espace de signation. Nous citons l'étude de (Lenseigne, 2005) qui a porté sur la représentation informatique de la structure de l'espace de signation dans un discours en langue des signes française. L'aspect gestuel a été pris en compte dans l'étude de (Braffort, 1996) qui consistait à modéliser les gestes dans les verbes directionnels et déictiques à partir de données fournies par un gant numérique. (Lu et Huenerfauth, 2011) a développé une technique qui, à partir de données de capture de mouvement, permet de modéliser les gestes dont la réalisation est influencée par la localisation spatiale des entités dans l'espace de signation. Dans cette dernière étude, (Lu et Huenerfauth, 2011) s'est intéressé aux gestes exprimant des verbes. Notre travail s'inscrit dans le même cadre et s'intéresse à l'aspect multilinéaire (combinaisons de gestes manuels et non manuels) et se base à la fois sur des données tri-dimensionnelles de capture de mouvement et sur des données de suivi du regard synchronisées avec les enregistrements vidéos.

### 3 Acquisition du Corpus

Le corpus sur lequel nous avons appliqué notre approche d'analyse a été enregistré dans le cadre du partenariat franco-qubécois (Marqspat)<sup>1</sup>. Les sessions de capture ont été réalisées avec un système de capture de mouvement (VICON)<sup>2</sup>, une caméra vidéo pour filmer le cadre complet de la scène et un système de capture du regard (FaceLab)<sup>3</sup>. Lors de l'enregistrement, le signeur commence et termine sa production par un "clap" manuel qui permettra d'effectuer ultérieurement une synchronisation de la vidéo et des données de la capture de mouvement et commence à répondre à des questions sous forme de vidéos projetées. Les questions concernent des détails à propos de scènes enregistrées préalablement. Les données de capture de mouvement et celles de suivi du regard feront l'objet d'une analyse automatique (Ben Mlouka *et al.*, 2010) dont on détaillera les étapes dans la section suivante.

### 4 Annotations et représentations informatiques

Nous avons adopté une méthode composée de plusieurs étapes :

#### 4.1 Grille d'annotation

L'annotation<sup>4</sup> du corpus a été réalisée et vérifiée par plusieurs annotateurs québécois de compétences variées en Langue des Signes Française, Québécoise et Américaine. La grille d'annotation se compose de :

**Une annotation en gloses** Les annotateurs ont transcrit les signes effectués par les deux mains et qui peuvent avoir ou non une association spatiale spécifique. La capture d'écran de la grille d'annotation (2) montre un exemple de valeurs attribuées aux pistes : la main droite (MD) : [S'ASSEOIR], la piste (MG) transcrit les signes effectués par la main gauche, la piste (2M) inclut ceux à deux mains.

**Une annotation de gestes et de signes en liaison avec l'espace** Les gestes manuels et non manuels transcrits sont nécessairement associés à une zone de l'espace de signation. A chaque geste ou signe spatialisé, on associe une étiquette (ex. x, y, z, etc.) pour étiqueter la zone à laquelle est associé ce geste ou ce signe. Dans l'exemple (2), la piste (MC) mentionne le nom de la zone associée au signe [S'ASSEOIR], cela veut dire qu'une zone est occupée par une entité "y" dont le signifiant est l'action [S'ASSEOIR]. Le reste des pistes visibles inclut les noms d'entités spatiales vers lesquelles un composant corporel fait référence :

---

1. Lien vers le site web du projet : <http://www.irit.fr/marqspat/index.html>  
2. Il s'agit d'un système de capture composé de 8 caméras infrarouges qui enregistrent les positions 3D de marqueurs réfléchissants posés sur les membres du signeur  
3. Un système non invasif composé de deux caméras et d'un émetteur infra-rouge. Il fournit sous forme de données 3D, l'orientation du regard. Une caméra de scène qui permet de synchroniser les données vidéos et données 3D  
4. Ces annotations manuelles ont été effectuées par l'équipe "Groupe de recherche sur la langue des signes québécoise et le bilinguisme sourd" qui pilote le projet (Marqspat)



FIGURE 2 – Un exemple de valeurs d'annotation

1. La piste (MR), représente les entités ciblées par les pointages manuels
2. La piste (TR) celle des entités référencées par la tête.
3. La piste (RM) celle de la direction du regard où on nomme l'entité sur laquelle se focalise le regard.

Dans l'image (3a), la zone de l'espace occupée par le signe [S'ASSOIR] est étiquetée  $x$ . L'image (3b) illustre un exemple où la main dominante effectue le signe [FILLE], le regard et la tête se dirigent vers une même cible ( $x$ )

La lecture transversale de la grille d'annotation est un moyen qui permet de grouper les mêmes étiquettes d'entités ( $x$  dans les deux exemples précédents). Une interprétation simple de cette lecture transversale : Le signeur associe une zone de l'espace à une entité ( $x$ ) grâce à l'orientation du regard et de la tête et associe le référent [FILLE] à la zone ( $x$ ) grâce au signe effectué près de la tête.

Cette mise en correspondance entre les gestes et leurs interprétations sera généralisée grâce à l'extraction et la synchronisation automatique des annotations manuelles avec les données de capture de mouvement qui leurs correspondent dans le but de mettre en place des modèles géométriques propres aux gestes qui contribuent à la création ou au référencement d'une même entité.

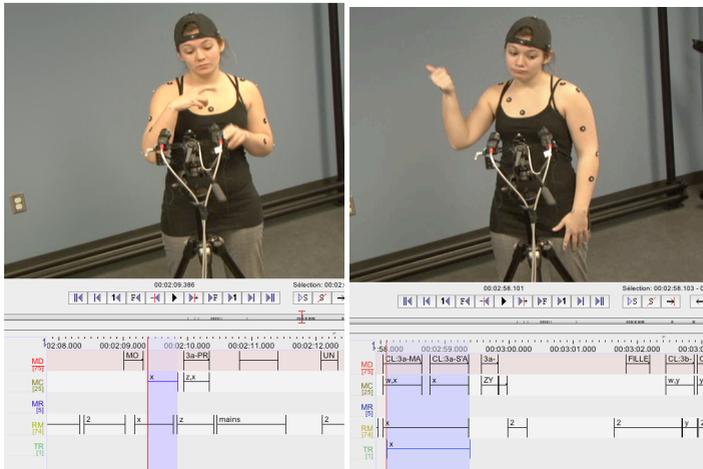


FIGURE 3 – Une lecture transversale d’annotation d’un événement de référencement : a- Localisation manuelle et non manuelle (regard) du signe [S’ASSOIR], b- Localisation non manuelle (tête et regard) du signe [FILLE] car celui-ci se réalise par la main dominante à un emplacement spécifique (près de la tête)

## 4.2 Représentation géométrique

Comme nous l’avons mentionné dans 4.1, les articulateurs représentés sont la main dominante, la tête et le regard.

**Mesure de l’enveloppe de la main** La main dominante est représentée par une sphère de centre milieu des bases de l’index et celui de l’auriculaire, de rayon la longueur du majeur (voir figure 4).



FIGURE 4 – Représentation géométrique de la main

**La cible du regard** La cible du regard est représentée par un point dont les coordonnées sont fournies<sup>5</sup> par le système de suivi du regard. Il fournit la position 3D de la cible du regard à un instant donné, exprimée dans le même repère que celui des positions des marqueurs de capture de mouvement<sup>6</sup>. Nous avons noté que le taux de points de vergence reconstruits par (FaceLab) est relativement faible par rapport aux données enregistrées. Ceci est dû au fait que à plusieurs moments, les directions du regard calculées ne sont pas convergentes et par conséquent ne permettent pas de calculer les positions des points de vergence.

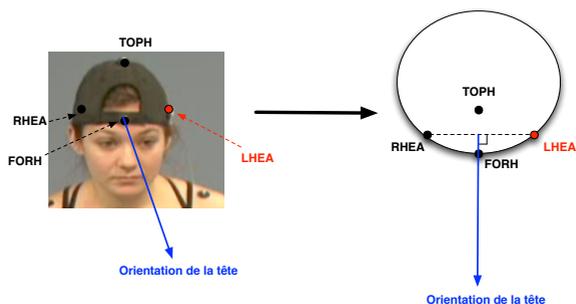


FIGURE 5 – Représentation géométrique de l'orientation de la tête (à gauche : vue de face, à droite : vue de dessus)

**Mesure de l'orientation de la tête** L'orientation de la tête est mesurée comme étant la normale à la droite passant par les marqueurs "RHEA" et "LHEA" et passant par le marqueur "FORH" (voir figure 5). Le vecteur  $\vec{n}$  est le vecteur normal au plan formé par les marqueurs : RHEA, LHEA et TOPH. La figure (5) indique la position de ces marqueurs en vue de dessus. L'équation du plan étant :

$$P : a.x + b.y + c.z + d = 0 \quad (1)$$

Le vecteur normal est le résultat du produit vectoriel suivant :

$$\vec{n} = \vec{AB} \wedge \vec{AC} \quad (2)$$

Tels que : A, B et C représentent la position géométriques des marqueurs RHEA, TOPH et LHEA respectivement. Dans la suite nous allons caractériser l'aspect multi-composant entre les différents modèles géométriques.

5. (FaceLab) fournit une liste de mesures sur : la position des globes oculaires, les pupilles, le degré de fermeture des yeux, l'angle d'orientation du regard, etc. Dans ce travail, nous nous sommes intéressés aux positions de points de vergence seulement

6. Nous avons fusionné les données fournies par le système de capture de mouvement et celles fournies par (FaceLab) dans un même repère

### 4.3 Mesures et relations

On se propose dans cette phase de prendre en compte le sens comme cela a été détaillé dans 4.1 et d'extraire les positions géométriques correspondantes de chaque composant corporel. Par la suite nous caractériserons la convergence des composants corporels comme étant l'intersection simultanée ou différée des représentations géométriques de l'orientation de la tête, la position de la main dominante et la cible du regard. La notion d'intersection géométrique inclut deux différents composants corporels, on parle ainsi d'une relation entre composants. On qualifie l'intersection différée de deux positions géométriques d'un même composant de relation intra-composant.

#### 4.3.1 Relations entre composants

**Mesures de l'intersection orientation tête et main dominante** On se propose de mesurer la distance  $d$  entre la droite portant l'orientation de la tête  $D$  et le centre de la main  $S$  :

$$d = \frac{\|\vec{n} \wedge S\vec{M}_D\|}{\|\vec{n}\|} \quad (3)$$

Tels que  $M$  est un point appartenant à la droite  $D$ . Cette même formule s'applique également pour la mesure de l'intersection entre la cible fixée ou pointée et l'orientation de la tête.

**Mesures de l'intersection cible du regard et main dominante** On se propose de mesurer la distance  $d$  entre le point qui représente la cible fixée par le regard et  $P$  et le centre de la main  $S$  :

$$d = \sqrt{(x_C - x_p)^2 + (y_C - y_p)^2 + (z_C - z_p)^2} \quad (4)$$

Tels que  $C$  est le centre de la main dominante et  $p$  et le point cible du regard. Cette formule s'applique également pour la mesure de l'intersection entre la cible fixée et espace référencé par la main dominante.

#### 4.3.2 Relations intra-composant

**Mesures de la convergence des espaces occupées par une seule entité** On se propose de mesurer la distance  $d$  entre deux sphères représentatives de la position de la main dominante à deux instants distincts :

$$d = \sqrt{(x_{C1} - x_{C2})^2 + (y_{C1} - y_{C2})^2 + (z_{C1} - z_{C2})^2} \quad (5)$$

Tels que  $C1$  et  $C2$  sont les centres des sphères qui représentent la main dominante à deux instants différents. Cette formule s'applique également pour la mesure de convergence entre espace occupé et espace référencé par la main dominante.

**Mesure de la variation de l'orientation de la tête** Dans le but de mesurer la variation de cette orientation au cours d'un événement de référencement, nous nous proposons de mesurer l'angle

formé par deux vecteurs porteurs des droites  $D_1$  et  $D_2$  d'orientation de la tête correspondante à deux instants distincts.

L'angle  $\theta$  est mesuré selon cette formule :

$$\cos(\theta) = \frac{\vec{n}_1 \cdot \vec{n}_2}{\sqrt{\|\vec{n}_1\| \cdot \|\vec{n}_2\|}} \quad (6)$$

Tels que  $\vec{n}_1$  et  $\vec{n}_2$  sont les vecteurs directeurs de  $D_1$  et  $D_2$  respectivement dont les coefficients sont calculés selon la formule énoncée en (4.2).

## 4.4 Premiers résultats

### 4.4.1 Objectifs de l'analyse

On se propose d'apporter des éléments de réponses par rapport à l'état de l'espace de signation. En particulier, on veut déterminer si l'espace de signation, tel qu'il est perçu par le signeur, subit des transformations géométriques (translation et/ou rotation) au cours des événements de référencement. Pour cela, on étudiera la relation entre l'emplacement de l'entité qui occupe une partie de l'espace de signation et la position de la main dominante du signeur quand celui-ci pointe vers cette même entité.

**Pointages manuel vers une même entité** Comme cela a été détaillé dans 4.3.2, nous avons mesuré la distance qui sépare deux positions de la main dominante lors de la réalisation d'un signe spatialisé et lors d'un pointage vers cette même entité 6.

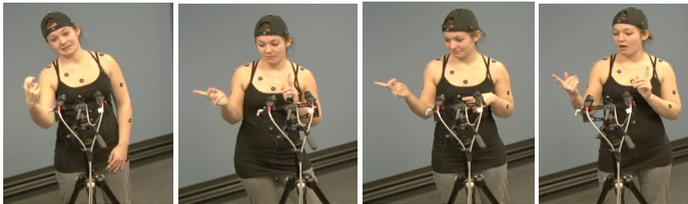


FIGURE 6 – a- Création d'une entité - X, b, c et d- Pointages vers X

	Figure 6b	Figure 6c	Figure 6d
Moyenne de la distance (mm)	685,6	611,5	569,7
Ecart-type de la distance (mm)	3,2	1,6	25,2

TABLE 1 – Mesure de la distance qui sépare deux positions de la main dominante lors de la réalisation d'un signe spatialisé et lors d'un pointage vers cette même entité

Les valeurs moyennes des distances du tableau 1 sont significatives car elles vérifient la règle 68-95-99.7 de la loi normale<sup>7</sup>

$$\mu - 3 * \sigma < 99.7\% * N < \mu + 3 * \sigma \quad (7)$$

$$\mu - 2 * \sigma < 95\% * N < \mu + 2 * \sigma \quad (8)$$

$$\mu - \sigma < 68\% * N < \mu + \sigma \quad (9)$$

Tels que :  $\mu$  est la valeur moyenne et  $\sigma$  est l'écart-type de l'ensemble des valeurs de distance  $N$

De ce fait, on déduit que les distance entre positions de la main dominante illustrées dans les images (6b, c et d) et celle de l'image (6a) peuvent être générées par une même loi de distribution normale de moyenne : 622,3 et d'écart-type :58,7 (en mm). Cela veut dire que dans ces trois exemples (Création-Référencement), les distances qui séparent deux positions différentes de la main dominante (la première en phase de création et la deuxième en phase de référencement) ne sont pas exactement les mêmes mais varient autour d'une même moyenne.

**Pointages manuels vers deux entités différentes** La même formule 4.3.2 a été appliquée sur les séquences 7.

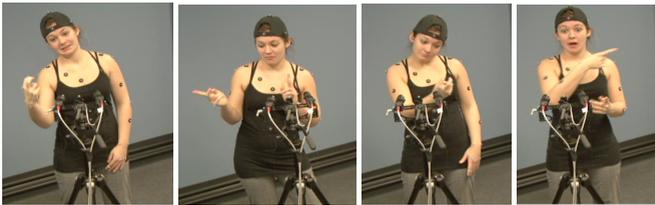


FIGURE 7 – a- Création d'une entité - X, b- Pointage vers X, c- Création d'une entité - Y, d- Pointage vers Y

TABLE 2 – Mesure de la distance qui sépare deux positions de la main dominante lors de la réalisation d'un signe spatialisé et lors d'un pointage vers une même entité

	Figure 7b	Figure 7d
Moyenne de la distance (mm)	685,6	194,3
Ecart-type de la distance (mm)	3,2	10,6

Les valeurs moyennes des distances du tableau 2 ne vérifient pas la règle 68-95-99.7. Bien que la variation des distances n'est pas importante car l'écart type est de l'ordre de (6.9)mm, les distances mesurées ne vérifient pas une distribution normale.

7. Loi normale : 68% de la population se trouve entre  $\mu - \sigma$  et  $\mu + \sigma$ , 95% de la population se trouve entre  $\mu - 2 * \sigma$  et  $\mu + 2 * \sigma$ , 99.7% de la population se trouve entre  $\mu - 3 * \sigma$  et  $\mu + 3 * \sigma$

**Pointages Par la tête** La même formule 4.3.1 a été appliquée sur les séquences de la figure (8).



FIGURE 8 – a- Localisation d'une entité - X, b- création d'une entité X, c- création et pointage non manuel vers X

TABLE 3 – Mesure de la distance entre la droite portant l'orientation de la tête et la position de la main dominante

	Figure 8a	Figure 8b	Figure 8c
Moyenne de la distance (mm)	168,1	221,6	106,1
Ecart-type de la distance (mm)	8,2	2,7	2,1

- La distance moyenne 168,1 mm est la distance qui sépare la droite portant l'orientation de la tête (voir 8c) et la position de la main dominante illustrée dans (8a).
- La distance moyenne 221,6 mm est la distance qui sépare la droite portant l'orientation de la tête (voir 8c) et la position de la main dominante illustrée dans (8b).
- La distance moyenne 106,1 mm est la distance qui sépare la droite portant l'orientation de la tête et la position de la main dominante illustrées dans (8c).

Dans le paragraphe 4.4.1, nous avons mesuré la distance qui sépare la position de la main dominante à deux instants différents, lorsque la main réalise un signe spatialisé et lorsqu'elle le pointe. Dans ce paragraphe, nous avons appliqué la même méthode en remplaçant le référencement manuel par le référencement réalisé par la tête (comme l'illustre la figure la figure 9c). Nous avons calculé non pas la distance entre deux positions de la main mais la distance entre une position de la main et la droite qui porte l'orientation de la tête. D'après les mesures du tableau 3, n'appartiennent pas à une même loi de distribution normale. Bien qu'il s'agisse de la même entité, les mesures de distances (Tête-main) varient différemment pour chaque cas.

**Pointages par le regard** La même formule 4.3.1 a été appliquée sur les séquences 10.

- La distance moyenne 545,3 mm est la distance qui sépare la position de la cible du regard et la position de la main dominante dans les figures (10a) et (10b) .

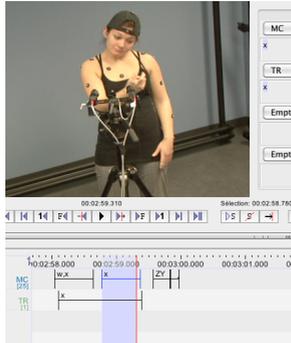


FIGURE 9 – Posture de la tête et position de la main dominante qui réalisent la localisation d'une même entité

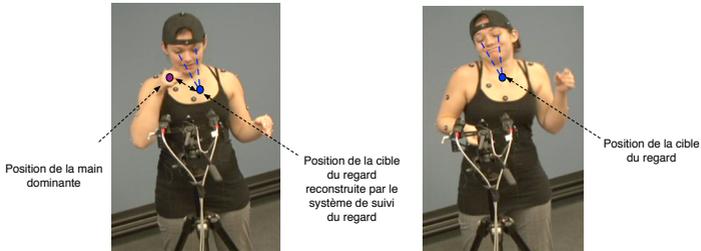


FIGURE 10 – a- Localisation d'une entité (Y) par le regard et par la main dominante , b- Localisation de la même entité par le regard

TABLE 4 – Mesure de la distance entre la position de la cible du regard et la position de la main dominante

Moyenne des distances (mm)	545,3
Ecart-type des distance (mm)	9,1

## 4.5 Retour sur résultats

**Pointages manuels** D'après les mesures de distances réalisées sur une session de capture, les trois pointages manuels qui pointent vers une même zone spatiale (6b, c et d) présentent un même comportement spatial par rapport à la position de l'entité créée dans l'espace de signation (6 a). Nous en déduisons que la position spatiale de la zone occupée par l'entité [S'ASSOIR] perçue par le signeur est conservée au cours des trois pointages manuels. Les séquences de pointages manuels illustrés dans (7 b et d) font référence à deux entités différentes (X) et (Y) respectivement. Les mêmes mesures de distance indiquent une évolution différente de la distance. Ceci est en relation avec l'entité pointée non pas avec la notion de pointage en tant que notion linguistique qui ne dépend pas de la cible vers laquelle pointe le signeur.

**Pointages non manuel** Les mesures du tableau (3) montrent que les distances entre la droite portant l'orientation de la tête et la position de la main dominante illustrées dans (8a) et (8b) ne sont pas similaires. Nous en déduisons que l'orientation de la tête est étroitement liée à la position de la main dominante courante pour le signe [S'ASSOIR]. En d'autres termes, la position qu'occupe l'entité [S'ASSOIR] dans l'espace telle qu'elle est perçue par le signeur n'est pas conservée lors des deux différents pointages par la tête. Les mesures du tableau (4) montrent que la distance entre la mire (cible du regard) et la position de la main dominante garde une valeur quasi constante ce qui signifie que la position de l'entité [S'ASSOIR] perçue par le signeur est la même lors des deux pointages distincts par le regard.

## 5 Perspectives

L'approche que nous avons présentée concerne l'analyse de gestes manuels et non manuels liés à la localisation d'entités dans l'espace de signation. Cette approche pourrait apporter des éléments de réponses par rapport aux propriétés spatiales des entités qui occupent l'espace de signation au moment du discours. Les premières interprétations 4.5 des mesures effectuées sur une base de données de capture de mouvement révèlent que la zone occupée par une entité telle qu'elle est perçue chez le signeur ne change pas au cours d'un discours continu. Nous avons abouti à cette conclusion grâce aux positions relatives de la main dominante, de la cible du regard et de l'orientation de la tête. Cela veut dire que l'espace de signation dans sa globalité ne subit pas de changement (translation ou rotation) au cours des séquences d'enregistrements sur lesquelles nous avons effectué nos mesures. Ceci écarte l'hypothèse d'un éventuel changement de position de l'espace de signation au cours d'un discours continu et apporte des précisions pour sa représentation informatique. Toutefois, il serait intéressant d'analyser l'évolution de l'état de l'espace de signation lors des pseudo-transferts de rôle<sup>8</sup> où l'hypothèse de changement de positions de l'espace de signation est fortement appuyée.

---

8. ou semi-transfert personnel : Un court moment où le signeur émet une action (verbe) et devient le personnage qui fait l'action à travers sa posture et son expression faciale (Cuxac, 2000)

## 6 Conclusion

L'approche proposée se base sur l'interprétation linguistique d'un discours en langue des signes et exploite les données tridimensionnelles fournies afin d'extraire des comportements répétitifs des gestes liés à l'espace de signation. Cette analyse prend en compte la multi-linéarité des gestes effectués à la fois par la main dominante et la tête. Le regard contribue par des fixations vers des emplacements spécifiques de l'espace de signation. Cependant, nous nous sommes focalisés seulement sur l'analyse de deux fonctions linguistiques, celles de création et de référencement d'entités dans l'espace de signation.

L'analyse que nous avons menée visait à apporter des précisions sur l'évolution de la structure de l'espace de signation. En particulier, nous avons pu déduire que le signeur perçoit les zones occupées par des entités comme étant des zones fixes. Par conséquent, l'espace de signation reste figé au cours de pointages manuels et de pointages par le regard.

## Remerciements

Le corpus 3D a été réalisé dans Le cadre du projet (Maqspat) qui porte sur le thème du marquage spatial dans les langues des signes française, américaine et québécoise. Le projet est soutenu par le CRSH, dans le cadre d'un partenariat stratégique soutenu par le CFQCU. Le corpus d'illustration (1a et c) a été réalisé en interne par Juliette Dalle, assistante ingénieur de l'équipe Traitement et compréhension de d'Image de l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT).

## Références

- BEN MLOUKA, M., ALBARET-LEFEBVRE, F., DALLE, J. et DALLE, P. (2010). Annotation automatique d'une vidéo en lsf à partir de données de capture de mouvement. In *TALS*, Montréal, Canada.
- BRAFFORT, A. (1996). *Reconnaissance et compréhension de gestes, application à la langue des signes*. Thèse de doctorat, Université de Paris XI.
- COSNIER, J. (1997). Sémiotique des gestes communicatifs. *Nouveaux actes sémiotiques*, 52:7–28.
- CUXAC, C. (2000). *Faits de Langues - La langue des signes française (LSF) - Les voies de l'icongicité*. Faits Des Langues : Ophrys, Paris.
- FUSELLIER-SOUZA, I. (2004). *Sémiogénèse des langues des signes : étude de langues des signes primaires (LSP) pratiquées par des sourds brésiliens*. Thèse de doctorat, Université Paris 8.
- LENSEIGNE, B. (2005). Modélisation de l'espace discursif pour l'analyse de la langue des signes. In *TALN*, Dourdan.
- LU, P. et HUENERFAUTH, M. (2011). Synthesizing American Sign Language Spatially Inflected Verbs from Motion-Capture Data. In *SLTAT*, Dundee, UK.
- MONTREDON, J. (2001). De la gestualité co-verbale, dimensions cognitives et symboliques. In *PRESSES UNIV LIMOGES*, éditeur : *Sémio*, pages 15–18.
- THOMPSON, R., EMMOREY, K. et KLUENDER, R. (2006). The Relationship between Eye Gaze and Verb Agreement in American Sign Language : An Eye-tracking Study. *Natural Language & Linguistic Theory*, 24(2):571–604.