

Master mention Linguistique générale et appliquée
Spécialité Ingénierie Linguistique
Parcours Recherche et Développement

Fonctionnement du regard dans la syntaxe en Langue des Signes Française

Relation entre cibles du regard et évènements manuels dans des énoncés en LSF

Mémoire de Master 2 soutenu le 01/07/2010

Auteur :

Sophie PAPAZOGLOU

Directeur de mémoire de recherche:

Sylvain KAHANE

Maître de stage :

Annelies BRAFFORT

Organisme d'accueil :

Laboratoire d'Informatique et de Mécanique pour les Sciences de l'Ingénieur



Je tiens à remercier toute l'équipe pédagogique du département de Sciences Du Langage de Paris Ouest Nanterre La Défense pour leur formation théorique. Merci de m'avoir fait aimer l'université, de m'avoir donné le goût des études et merci de m'avoir appris à me surpasser.

Je remercie également tous les enseignants du Master Plurital qui nous ont appris beaucoup durant ce master et qui nous ont donné le goût du TAL. Merci M. Cori pour votre gentillesse et votre patience. Merci M. Kahane pour tout ce que vous nous avez appris et pour tout le temps que vous m'avez consacré.

Je remercie Mme Braffort de m'avoir prise en stage au sein du LIMSI à deux reprises, d'avoir répondu à mes nombreuses questions et d'avoir été patiente même quand je changeais d'avis. Merci aussi Annelies pour la bonne ambiance que tu sais mettre dans l'équipe ! En parlant d'équipe... Merci Michael de m'avoir parlé des intervalles temporels et d'avoir répondu à toutes mes questions. Merci Nadège et Flora pour votre aide en annotation et pour tous les bons moments passés dans l'appartement. Merci à Pierre aussi, toujours partant pour un thé. Merci Max pour tes conseils statistiques en musique. Merci Jérémie, Cyril, Laurence et Annick pour votre soutien et vos sourires. Je garderai un très bon souvenir de l'équipe M&TALS, connue dans tout le LIMSI, pour sa bonne humeur ! Merci aussi à Jean, toujours prêt à rendre service. Merci à tous pour votre soutien et votre amitié.

Je remercie aussi mes proches. Tout particulièrement ma maman qui croit en moi depuis toujours, qui n'a jamais douté et qui a été d'une patience remarquable. Merci aussi à Louis qui m'a écoutée et soutenue pendant des heures.

Je tiens également à m'excuser auprès de tous ceux que j'ai déçus en choisissant de m'arrêter là. Une autre voie me fait signe !

Sommaire

L'objectif de ce travail de recherche est de déterminer les relations temporelles entre le regard lorsqu'il est dirigé vers l'espace de signation et les divers évènements manuels qui existent en langue des signes française.

Sommaire.....	3
Introduction	6
Chapitre 1. Contexte du stage.....	7
1. Le laboratoire, l'équipe et leurs secteurs d'activité.....	7
1.1. Le laboratoire.....	7
1.2. L'équipe M&TALS et son activité	8
1.3. L'activité du stage au sein du projet Dicta-Sign.....	9
2. La langue des signes française	10
2.1. Qu'est ce que la LSF ?.....	10
2.2. Linguistique de la LSF	12
3. Le projet européen : Dicta-Sign	18
3.1. Contexte, présentation et objectifs du projet Dicta-Sign.....	18
3.2. Les corpus du projet	19
Chapitre 2. Contexte scientifique et problématique de recherche.....	22
1. Animer la LSF de manière réaliste.....	22
2. Problématique : lien entre évènements manuels et regard en LSF pour la génération automatique	24
2.1. Description du problème	24
2.2. Intérêt du problème : pourquoi étudier le regard en langue des signes ?.....	25
2.3. Le non manuel en langue des signes : étude des travaux existants.....	26
2.4. Bref état de l'art sur le fonctionnement du regard en langue des signes	27
2.5. Objectifs de notre travail et avancées	30
Chapitre 3. Méthode.....	31
1. Étape préliminaire : annotation du corpus Dicta-Sign.....	31
1.1. Difficultés liées aux modalités de la langue	31
1.2. Le logiciel Ilex utilisé pour l'annotation de notre corpus	32
1.3. Création de pistes pour l'annotation	33
2. Utiliser la logique temporelle d'Allen pour mettre en relation le regard et les évènements manuels	42
2.1. Logique temporelle d'Allen : présentation	42
2.2. Applications à la langue des signes : comment et pourquoi ?.....	43
2.3. Limites de la méthode	44

3. Utiliser les statistiques pour comparer les débuts des évènements manuels et le regard	44
Chapitre 4. Résultats et analyse	48
1. Résultats obtenus sur l'ensemble des évènements manuels	48
1.1. Relations d'Allen entre regard vers l'espace de signation et évènements manuels	49
1.2. Utiliser les statistiques pour mettre en avant les relations entre temps de début du regard vers l'espace de signation et temps de début des évènements manuels.....	51
2. Résultats pour des évènements manuels précis	52
2.1. Propriétés des évènements manuels dans leur rapport avec le regard	52
2.2. Propriétés des différents évènements manuels dans leur rapport avec le regard	54
3. Règles pour le fonctionnement du regard en LSF par rapport aux évènements manuels	55
3.1. Règles basées sur la logique d'Allen	56
3.2. Règles basées sur les valeurs moyennes qui séparent les débuts des intervalles	59
Conclusion et perspectives.....	60
Table des illustrations	62
Table des tableaux.....	63
Bibliographie.....	64
Annexes	67
Annexe 1 – Supports utilisés dans le projet Dicta-Sign	67
Annexe 2 – Situation de tournage du corpus Dicta-Sign.....	70
Annexe 3 – Quelques sites Zebedee.....	70
Annexe 4 – Script R pour le traitement statistique des données	71
Annexe 5 – Histogrammes montrant les résultats de la soustraction numéro d'image de début du regard moins numéro d'image de début de l'évènement manuel.....	72

Résumé

Dans le cadre du projet européen Dicta-Sign, un corpus en langue des signes française a été élaboré. Nous avons annoté les événements manuels (signes standards, pointages, proformes, etc.) et la direction du regard sur ce corpus. Nous avons ensuite étudié la relation entre les intervalles qui concernent les événements manuels et ceux qui concernent le regard en utilisant la logique d'Allen et les différences temporelles entre intervalles. Cette étude nous a permis de proposer un ensemble de règles qui caractérisent les relations relatives au temps entre le regard lorsqu'il est dirigé vers l'espace de signation et les différents événements manuels que nous avons repérés. Ces règles pourront participer à l'élaboration d'une grammaire qui sera utilisée pour la génération automatique d'énoncés en langue des signes par un signeur virtuel, mais peut-être aussi pour la reconnaissance de signes dans des énoncés en langue des signes française.

Mots-clefs : Langue des Signes Française, regard, événements manuels, espace de signation, corpus, projet Dicta-Sign.

Abstract

A corpus of French Sign Language was created in the framework of the European project Dicta-Sign. We annotated this corpus with manual events (lexical and pointing signs, classifiers, etc.) and gaze. We studied the relations between manual events and gaze intervals in terms of Allen's temporal comparison operators and time differences between intervals to analyse the synchronisation between them in order to create a grammar. This work allowed us to suggest a set of rules characterising the temporal relationships between gaze when it is directed in signing space and various identified manual events. These rules should be useful to build the grammar and, eventually, to synthesise full sentences in Sign Language but possibly also for the recognition of signs in French Sign Language sentences.

Key words : French Sign Language, gaze, manual events, signing space, corpus, project Dicta-Sign

Introduction

Nous présentons dans ce mémoire de master 2 de linguistique générale et appliquée un travail de recherche effectué dans le cadre de notre stage réalisé au sein du LIMSI-CNRS. Ce mémoire témoigne de notre intérêt pour le traitement automatique des langues et pour la langue des signes française.

Nous présentons, ici, en détail, l'étude qui nous a permis de suggérer un ensemble de règles sur les relations temporelles entre le regard lorsqu'il est dirigé vers l'espace de signation et les divers événements manuels qui existent en langue des signes. Pour parvenir à ces résultats, nous avons parcouru plusieurs étapes que nous présentons successivement dans ce mémoire.

Dans le premier chapitre, nous présentons le laboratoire dans lequel le stage a eu lieu ainsi que l'intérêt de l'équipe pour les signeurs virtuels. Nous faisons également un point sur les caractéristiques de la langue des signes française que nous avons étudiée au travers d'un corpus vidéo créé pour le projet Dicta-Sign. Nous expliquons aussi qu'une grammaire pour la langue des signes doit être élaborée dans le cadre de ce projet et que notre travail s'inscrit dans le développement de cette grammaire.

Dans notre deuxième chapitre, nous exposons le cadre scientifique de notre recherche, notre problématique, à savoir : *quels sont les liens temporels en langue des signes français qui existent entre les événements manuels et le regard lorsqu'il est dirigé vers l'espace de signation ?* et nous faisons un bref état de l'art sur l'intérêt qui a été porté jusque là aux gestes non manuels et au regard en langue des signes française.

Dans notre troisième chapitre, nous expliquons quelles démarches nous avons effectuées pour annoter notre corpus et nous présentons les méthodes et outils que nous avons utilisés pour étudier les données extraites du corpus et relatives au rapport entre regard et événements manuels.

Enfin, dans notre quatrième chapitre, nous présentons nos résultats à l'aide d'histogrammes et proposons un ensemble de règles qui pourront être utilisées dans la grammaire qui est en cours de développement.

Chapitre 1. Contexte du stage

L'objectif de ce chapitre est de présenter le contexte dans lequel le stage a été effectué ainsi que le contexte dans lequel le mémoire de recherche a été réalisé. Ce stage a eu lieu au sein de l'équipe M&TALS¹ du LIMSI² qui est une unité de recherche du CNRS³.

La première section de ce chapitre propose une présentation de l'équipe M&TALS et de ses activités. Puis, la deuxième section présente la langue des signes qui est au cœur des investigations de ce stage et des recherches de l'équipe. Enfin, la troisième section s'intéresse au projet Dicta-Sign dans lequel l'équipe est actuellement impliquée et dans lequel le stage a été intégré.

1. Le laboratoire, l'équipe et leurs secteurs d'activité

1.1. Le laboratoire

Le CNRS est un organisme public de recherche placé sous la tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Il regroupe plus de 32 000 personnes, est implanté sur l'ensemble du territoire français et exerce son activité dans tous les champs de la connaissance. Au total, le CNRS se décompose en 1200 unités de recherche dont le LIMSI.

Le LIMSI qui est lui-même composé de plusieurs unités de recherche est également associé aux universités de Paris 6⁴ et Paris 11⁵. Il regroupe 120 permanents et une soixantaine de doctorants. Plusieurs thèmes sont abordés au LIMSI dont le traitement du langage parlé, écrit et gestuel.

¹ M&TALS : Modélisation et Traitement Automatique de la Langue des Signes Française (<http://www.limsi.fr/Scientifique/files/metals/>, consulté le 10/06/2010)

² LIMSI : Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur (<http://www.limsi.fr/>, consulté le 27/04/2010)

³ CNRS : Centre National de Recherche Scientifique (<http://www.cnrs.fr/>, consulté le 27/04/2010)

⁴ Université Pierre et Marie Curie

⁵ Université Paris Sud

Dans le groupe ILES⁶, les activités de recherche ont trait au traitement des données écrites et signées. Ainsi, les thèmes suivants sont étudiés : « Acquisition de connaissances et raisonnement sémantique », « Classification et structuration de corpus », « Compréhension et production de textes », « Evaluation de traitements automatiques robustes de la langue écrite » et « Modélisation et Traitement Automatique de la Langue des Signes Française ». Ce dernier thème est étudié au sein de l'équipe M&TALS.

1.2. L'équipe M&TALS et son activité

Le stage a eu lieu au sein de l'équipe M&TALS qui a été créée en 2004 et est actuellement composée d'une dizaine de personnes dont A. Braffort, la responsable de l'équipe. Les objectifs de cette équipe ont trait à la LSF⁷ et sont principalement l'étude de corpus, la modélisation linguistique et l'animation de signeurs virtuels⁸.

En ce qui concerne l'analyse des corpus, l'équipe s'intéresse aux méthodologies d'élicitation⁹, à l'annotation et à l'analyse de corpus en LSF. Dans ce domaine, E. Chételat-Pelé vient de finir une thèse (Chételat 2010) sur la modélisation des gestes non manuels en LSF et J. Ségouat fait actuellement une thèse, en collaboration avec Websourd¹⁰, sur la modélisation de phénomènes de coarticulation en LSF. D'après (Segouat 2009), la coarticulation en langue des signes désigne la modification d'un signe en fonction du signe qui le précède et du signe qui le suit. Ce phénomène est un sujet encore peu ou pas étudié que ce soit en reconnaissance de gestes, en synthèse de gestes ou en linguistique. L'objectif final de Jérémie est de faire signer de manière plus naturelle les signeurs virtuels. Nous reviendrons plus loin sur l'importance de ce point.

⁶ ILES : Information Langue Écrite et Signée (<http://www.limsi.fr/Scientifique/iles/index>, consulté le 10/06/2010)

⁷ LSF : Langue des Signes Française

⁸ Un signeur virtuel est personnage virtuel qui s'exprime en langue des signes (cf. chapitre 2).

⁹ *élicitation* est la traduction du terme *elicitation* qui a deux sens :

1 - processus permettant d'obtenir des informations auprès des personnes

2 - processus qui consiste à faire réagir quelqu'un d'une manière particulière

(traduit à partir des définitions du site : <http://www.macmillandictionary.com/>)

¹⁰ Websourd est une entreprise toulousaine qui met en œuvre des services d'accessibilité pour les personnes sourdes et développe des métiers et outils qui favorisent l'indépendance et la citoyenneté des personnes sourdes. Pour plus d'informations : <http://www.websourd.fr/>, consulté le 27/05/2010

Le modèle Zebedee, créé par M. Filhol lors de sa thèse (Filhol 2008), est un exemple de ce qui se fait en termes de modélisation linguistique. De manière très synthétique, Zebedee est un modèle spatio-temporel et lexical de représentation des signes pour le traitement automatique des langues des signes. Il se base sur des contraintes imposées aux articulateurs corporels en termes géométriques. De plus, un modèle pour la grammaire, appelé Azalee, est actuellement en cours de développement. Nous la présenterons plus en détail par la suite.

Enfin, la troisième thématique abordée est l'animation de signeurs virtuels. Dans ce cadre, M. Delorme fait une thèse sur la génération de signes réalistes à partir de Zebedee (Delorme 2010). L. Bolot (Bolot 2006) a créé une plate-forme d'animation 3D de signeurs virtuels : OCTOPUS et C. Verrecchia a réalisé plusieurs signeurs virtuels que nous présentons ci-dessous.

1.3. L'activité du stage au sein du projet Dicta-Sign

Depuis février 2009, l'équipe M&TALS met toutes ses compétences au service du projet Dicta-Sign. Ce projet européen vise à rendre les communications en ligne plus accessibles aux sourds signants.

Dans le cadre de ce projet, l'équipe M&TALS développe le modèle Azalee qui sera utilisé pour la partie qui concerne la grammaire. C'est donc dans ce contexte et dans cet objectif que le stage a eu lieu. Plus précisément, le but du stage est de fournir des indices importants pour la mise au point de certains éléments de cette grammaire. Ces éléments concernent le regard et plus particulièrement les liens temporels entre regard et événements manuels.

Pour étudier les rapports temporels qui peuvent exister entre le regard et les événements manuels nous avons annoté le corpus du projet Dicta-Sign. Nous présenterons de manière plus complète ce projet au chapitre suivant. Nous tenons d'abord à présenter la LSF qui est au centre de nos travaux.

2. La langue des signes française

2.1. Qu'est ce que la LSF ?

À la différence des langues vocales, les langues des signes, et parmi elles la LSF, utilisent le canal visuo-gestuel et non le canal audio-phonatoire. Ce sont des langues mal connues du grand public et trop souvent dévalorisées. Nous tâchons ici de les présenter brièvement afin de mieux les cerner et de bien comprendre la suite des investigations.

Un système linguistique parmi d'autres

Les langues des signes, et par conséquent la langue des signes française, sont des langues à part entière, au même titre que les langues vocales. Elles assurent toutes les fonctions du langage décrites dans (Jakobson 1963) : fonction référentielle, fonction expressive, fonction conative, fonction métalinguistique, fonction phatique et fonction poétique. Elles ont une syntaxe, un lexique, etc.

Malgré ces points communs essentiels, les langues des signes se différencient en quelques points aux langues vocales. Ainsi, en langue des signes, les éléments du discours sont placés dans un espace en trois dimensions alors que la langue vocale et la langue écrite utilisent une structure linéaire. Enfin, les langues des signes ne disposent pas, à l'heure actuelle, d'une écriture.

Contexte social et historique

Nous tentons ici de faire un bref rappel historique et social sur la langue des signes en reprenant les principaux points exposés dans un ouvrage consacré à la grammaire et l'histoire de la LSF (Moody 1986). Ce point permettra notamment de comprendre pourquoi, aujourd'hui, les travaux sur les langues des signes sont aussi peu avancés.

Dans la Grèce Antique, pour Platon, quelqu'un qui ne parle pas ne peut pas raisonner. Aristote pense que les sourds sont « irrémédiablement ignorants ».

Au XVI^e siècle, Montaigne écrit dans ses Essais : « Nos muets disputent, argumentent et content des histoires par signes. J'en ai vus de si souples et formés à cela qu'à la vérité, il ne leur manque rien à *la perfection de se faire entendre*. » Si, à cette époque, les sourds sont donc déjà regroupés en communauté, il faut attendre plus de deux siècles pour qu'on reparle d'eux et de leur langue de cette façon. En effet, quand les entendants commencent à s'occuper des sourds, ils tentent de leur faire apprendre les langues vocales et ne prennent pas en compte les langues gestuelles développées par les principaux concernés.

L'abbé de l'Épée, célèbre personnage de la culture sourde, admet, au XVIII^e siècle, que les gestes peuvent exprimer la pensée comme les langues vocales. Il développe alors les signes dits « méthodiques » pour enseigner le français aux enfants sourds, mais ces signes ne forment pas une langue. Même si l'abbé de l'Épée n'a pas inventé la langue des signes, il a été le premier à baser l'enseignement des sourds sur des gestes.

Quelques années plus tard, Bébien explique que l'enseignement des sourds doit se faire en langue naturelle des sourds. Il propose ainsi une véritable éducation bilingue (langue des signes et langue écrite). À partir de là, la langue et la culture sourdes s'enrichissent.

En même temps que la communauté sourde s'épanouit, le débat continue entre oralistes et gestualistes. Les oralistes pensent que les sourds doivent apprendre à parler alors que les gestualistes affirment que l'utilisation de signes permet mieux aux sourds de communiquer. Ce sont finalement les oralistes qui prennent le dessus faute d'enseignants formés et parce que la loi de Jules Ferry ne laisse que peu de places aux langues minoritaires. En 1880, le congrès de Milan qui interdit l'utilisation des signes dans l'enseignement met fin au débat. Cette décision aura des répercussions pendant cent ans. Il en résulte, qu'à l'époque, beaucoup de sourds sont sous éduqués.

Après 1970, on parle du « *réveil sourd* ». En 1975, par exemple, l'UNISDA¹¹ obtient la diffusion d'un journal télévisé hebdomadaire pour les sourds traduits en signes sur Antenne 2. En 1976, IVT¹² est créé. On peut y suivre des cours de LSF ou de théâtre en langue des signes.

¹¹ Union Nationale pour l'Intégration Sociale des Déficiants Auditifs

¹² International Visual Theatre

IVT devient un lieu privilégié où les sourds se retrouvent. En 1991¹³, la loi Fabius donne aux parents d'enfants sourds la possibilité de choisir une éducation bilingue pour leurs enfants et en 2005¹⁴, la langue des signes est reconnue comme étant une langue à part entière. Depuis 2008, la LSF peut être prise en option au baccalauréat. Enfin, depuis cette année, un CAPES LSF est ouvert.

2.2. Linguistique de la LSF

Comme nous venons de le voir, la langue des signes n'est reconnue que depuis peu en France. Cela s'est passé de manière assez semblable dans tous les pays. Nous comprenons alors aisément pourquoi son étude est récente et nous remarquons aussi que les théories linguistiques sur la langue des signes qui existent ne sont souvent que des adaptations des théories construites pour les langues écrites ou les langues orales (Marshall & Safar 2002 ; Marshall & Safar 2004). Cependant, depuis quelques années, de nouvelles théories, qui prennent en compte les caractéristiques des langues des signes émergent. Parmi ces quelques théories, la plus connue en France est très certainement celle de l'iconicité (Cuxac 2000) reprise par la suite par M.A. Sallandre (Sallandre 2003). Elle sert aujourd'hui de référence et est reconnue par les sourds en France. Un des fondements de cette théorie est de considérer l'iconicité comme centrale dans le fonctionnement des langues des signes et de distinguer les unités hors visée illustrative des structures à visée illustrative. Parmi les unités hors visée illustrative, nous distinguons les signes standards, les pointages et les phénomènes de dactylogogie. De l'autre côté, les unités ayant une visée illustrative correspondent aux structures de grande iconicité aussi appelées transferts. Les transferts ont comme caractéristique principale de donner à voir une expérience sensible. Nous présentons cette distinction car il nous semble important de la connaître pour mieux comprendre les considérations qui suivent.

¹³ Loi Fabius : <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006077122&dateTexte=20090917>, consulté le 01/06/2010

¹⁴ Loi pour l'égalité des droits et des chances : <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000809647&dateTexte>, consulté le 01/06/2010

Unités à visée non illustrative

Les signes standards

Les signes standards qui sont spécifiques à chaque langue des signes forment un « ensemble d'unités discrètes, d'une iconicité référentielle variable (un continuum iconique) » (Cuxac 1997, p.1). Autrement dit, il est possible d'isoler des signes standards dans un énoncé en langue des signes et ces signes ont chacun un niveau d'iconicité plus ou moins élevé. Avant d'illustrer ces propos, il nous semble important de redéfinir le terme d'icône. Une icône est « signe qui est dans un rapport de ressemblance avec la réalité extérieure »¹⁵. Ainsi, le signe [DORMIR], illustré dans la figure 1, est très iconique car la main dominante et la tête donnent à voir une personne qui dort. Au contraire, un signe comme [PETIT] n'est pas iconique car il n'entretient pas de ressemblance avec la réalité extérieure.

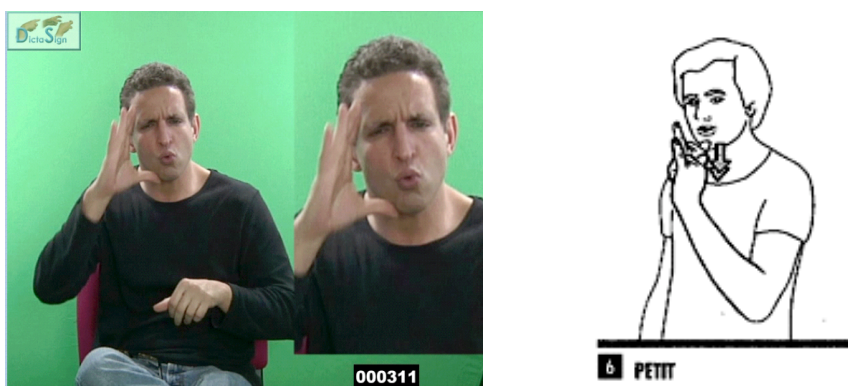


Figure 1 – A gauche, signeur faisant le signe standard [DORMIR] et à droite, signes [PETIT] (Moody B 1997)

Dans (Sallandre 2003), l'auteur explique que lors de la réalisation des signes standards, le regard du locuteur est dirigé vers son interlocuteur. Nous verrons par la suite que cette affirmation peut être remise en cause.

¹⁵ Définition du Larousse (<http://www.larousse.fr/>, consulté le 02/06/2010)

Les pointages

Dans (Dalle & Lefebvre-Albaret 2009), les auteurs expliquent que les pointages ont un rôle important en langue des signes car ils permettent de construire des entités dans l'espace de signation et de les y référencer.

Ces pointages peuvent mettre en jeu différents composants corporels et/ou manuels. Ainsi, l'emplacement, la configuration, l'orientation et le mouvement de la main peuvent intervenir, mais les paramètres non manuels sont aussi déterminants. Le regard, le buste, la face, les épaules et le menton peuvent participer à la réalisation d'un pointage ou réaliser à eux seuls le pointage. Nous comprenons dès lors que l'étude des corrélations entre regard et pointage est un sujet qu'il faudra développer.



Figure 2 - Seigneur faisant un pointage

La dactylologie

La dactylologie est un moyen utilisé pour épeler les mots en utilisant l'alphabet dactylologique français. Sallandre (Sallandre 2003) précise que l'épellation manuelle est souvent accompagnée par la labialisation.

Unités à visée illustrative

Les structures de grande iconicité ont été définies par C. Cuxac (Cuxac 1997). Il explique que ces structures fondent l'originalité des langues des signes : elles ne font pas intervenir le lexique standard. De plus, elles sont très semblables d'une langue des signes à une autre. Il explique également qu'elles permettent de « *construire du sens pour et avec*

autrui – visant à rendre compte d'une expérience réelle ou imaginaire perceptivo-pratique » (Cuxac 1997, p. 1). Il distingue différents types de structures de grande iconicité : les transferts de taille et de forme (TTF), les transferts situationnels (TS) et les transferts personnels (TP).

Les transferts de taille et de forme (TTF)

Dans (Sallandre 2001), l'auteur explique que « *les lieux, objets ou personnes sont décrits par leur taille ou leur forme (pas de procès, pas d'actant).* » Dans la figure 3, le locuteur est en train de décrire la forme d'un comptoir.

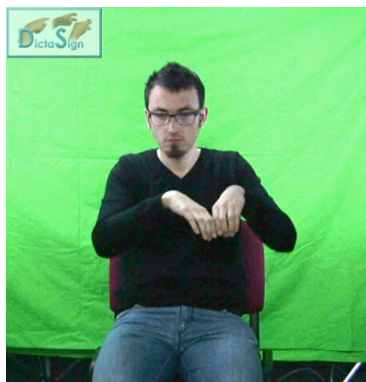


Figure 3 - Signeur décrivant un comptoir grâce à un TTF

Dans (Cuxac 1997), l'auteur décrit avec précision la manière dont les transferts de taille et de forme se réalisent. Il explique qu'avant de réaliser le signe, les mains se mettent en place dans l'espace. Puis, le regard fixe un point dans l'espace et précède de peu le déploiement du signe. Enfin, après avoir réalisé le mouvement, les mains se stabilisent durant une ou deux images sachant qu'il y a vingt-cinq images par seconde.

Les transferts situationnels ou transferts de situation (TS)

Ils « *rendent compte de déplacements d'un objet ou d'un personnage par rapport à un repère locatif fixe* » (Cuxac 1997, p. 2). Dans l'article (Sallandre 2001), l'auteur explique que la main dominante représente l'objet ou le personnage et que la main dominée figure le locatif stable. Elle précise également que dans ces transferts, ce sont les mains qui donnent à voir la situation et que le corps du locuteur est peu investi.



Figure 4 - Signeur montrant un gros véhicule qui roule grâce à un TS

Dans (Cuxac 1997, p.11), l'auteur présente le rôle du regard dans ce type de transfert. Il explique que le regard vient d'abord se situer là où le locatif stable est placé. Puis, il se dirige vers la main dominante qui représente l'actant et suit cette main durant tout le mouvement.

Les transferts personnels ou transferts de personne (TP)

Ce sont les opérations de transfert les plus complexes. Ils « *rendent compte d'actions en train d'être effectuées ou subies par un personnage ou un objet* » (Cuxac 1997, p. 2) et « *mettent en évidence la capacité du locuteur à entrer dans la peau des protagonistes de l'énoncé (personne, animal, objet)* » (Sallandre 2001). Ils sont aussi appelés « prise de rôle » (Sallandre 2001). M.A. Sallandre distingue plus d'une quinzaine de transferts personnels différents parmi lesquels, nous trouvons les doubles transferts. Ils sont le fruit de la combinaison d'un transfert situationnel et d'un transfert personnel. Ils se caractérisent par un découpage du corps en deux parties. Il existe également une grande variété de doubles transferts.



Figure 5 - Signeur en prise de rôle (tenir une hache)

À plusieurs reprises, lors de cette brève présentation des transferts, nous avons vu que les auteurs utilisent le regard comme critère d'identification des transferts. Ceci est une preuve que le regard joue un rôle primordial en langue des signes.

Le rôle de l'espace de signation dans la LSF

Comme nous l'avons rapidement dit plus haut, la LSF utilise un espace en trois dimensions appelé espace de signation. C'est un espace linguistique utilisé pour l'élaboration du discours. Plus précisément, « *les entités du discours (personnes, objets, évènements, notions abstraites...)* sont localisées dans cet espace de signation » (Braffort 2008, p.26) qui est « *situé devant le signeur* » (Braffort 2008, p.5) puis « *des structures spatio-temporelles sont utilisées pour élaborer des énoncés* » (Braffort 2008, p26).



Figure 6 - Signeuse utilisant l'espace de signation pour dire : « *une personne marche derrière un mur* »

Toutefois, dans (Braffort 2008), l'auteur explique que si toutes les entités sont réalisées dans l'espace de signation, elles ne sont pas toutes pertinisées. On parle alors d'« *espace neutre* ». Autrement dit, certaines entités sont spatialisées et d'autres non. Une troisième catégorie d'entités est d'abord signée dans l'espace neutre avant d'être spatialisée selon différentes méthodes (regard, pointage, etc.).

Nous venons de le voir, la LSF est une langue aussi riche que toutes les autres langues. Nous pouvons l'étudier à travers des corpus. Le projet Dicta-Sign fournit justement un corpus.

3. Le projet européen : Dicta-Sign

Comme nous l'avons vu précédemment, l'équipe M&TALS, au sein de laquelle a eu lieu le stage, est actuellement impliquée dans le projet européen Dicta-Sign¹⁶. Nous allons présenter ce projet ainsi que le rôle de l'équipe au sein de ce projet.

3.1. Contexte, présentation et objectifs du projet Dicta-Sign

Dicta-Sign¹⁷ est un projet européen prévu sur trois ans et qui prendra fin en janvier 2012. Il regroupe des partenaires français, anglais, allemands et grecs. En France, le LIMSI, Websourd et l'IRIT-UPS¹⁸ font partie du projet.

Ce projet a pour objectif de développer des technologies qui rendraient accessibles aux sourds les interactions sur le Web. Plus précisément, le but est de permettre aux sourds de capter leurs mouvements par le biais de caméra et de transformer ces mouvements en animation de signeurs virtuels pour utiliser différentes applications qui seront créées pour le web (traducteur de termes d'une langue des signes à une autre langue des signes, outil de recherche et Wiki en langue des signes). Cela se fera en passant par une représentation interne de la langue des signes.

Dans ce projet, le LIMSI a deux objectifs principaux. Le premier est la création de ressources en langue des signes française sous la forme de corpus annotés. Une bonne annotation pour la langue des signes contient à la fois des informations sur les traits manuels et sur les traits non manuels. Nous verrons plus loin comment nous avons choisi d'annoter les corpus de LSF. Le second objectif est la conception de modèles linguistiques pour le lexique et la syntaxe qui seront utilisées pour la représentation interne de la langue. C'est dans ce cadre que le modèle Azalee est développé et que nous intervenons.

¹⁶ Sign Language Recognition, Generation and Modelling with Application in Deaf Community ou en français : Reconnaissance, génération et modélisation de langue des signes pour développer des applications destinées à la communauté sourde

¹⁷ Toutes les informations relatives au projet Dicta-Sign sont issues du site du projet et d'une présentation relative au projet (Efthimiou 2009).

¹⁸ Université Paul Sabatier – Science University of Toulouse, The Research Institute of Computer Science

3.2. Les corpus du projet

Le projet prévoit donc la création d'un corpus dans chacune des quatre langues des signes (langue des signes française, langue des signes anglaise, langue des signes allemande et langue des signes grecque). Nous allons en présenter les caractéristiques car c'est sur la version en LSF de ce corpus que reposent nos études.

Chaque corpus met en scène des locuteurs sourds – dix-huit pour la France - en situation de dialogue. Les locuteurs sont placés face à face et assis sur des chaises. Ils disposent chacun, au niveau de leurs pieds, d'un écran sur lequel est affichée une partie des informations dont ils ont besoin pour savoir, en partie, de quoi ils doivent parler. Le reste des consignes leur est donné en langue des signes par une modératrice sourde. Avant d'être filmé, chaque informateur a rempli une fiche de consentement et de métadonnées. Chacun s'est également vu assigner un rôle : A ou B.

Pour la réalisation du corpus, cinq caméras ont été utilisées afin d'avoir accès à un maximum d'informations sur la langue des signes pratiquée par chaque locuteur. Ainsi, il y avait une caméra au-dessus du locuteur A pour filmer le locuteur A et une caméra au-dessus de ce même locuteur pour filmer le locuteur B. Inversement, il y avait une caméra au-dessus du locuteur B pour filmer le locuteur B et une caméra au-dessus du locuteur B pour filmer le locuteur A. Enfin, la cinquième caméra permettait de filmer l'ensemble de la scène. Chaque locuteur était placé devant un fond uni vert et l'ensemble de l'éclairage était contrôlé. Une photo de la situation est disponible en annexe 2.

Au total, chacun des neuf couples d'informateurs a réalisé neuf tâches. Ces tâches sont de différents types. Le tableau 2 synthétise le type de chaque tâche et explique de manière plus précise en quoi chacune consiste.

Type de tâche	Numéro de tâche	Thème de tâche	Type de tâche	Support	Informateurs
Description	Tâche 1	Transports publics	Description de cartes	Plans de métro (cf. annexe 1)	A explique et B écoute puis inversement
	Tâche 2	Agence de voyage	Description de lieux	Photos de destination (cf. annexe 1)	A décrit une photo et B doit trouver de laquelle il parle et justifier son choix
	Tâche 5	Plan de ville	Description	Plan de ville (cf. annexe 1)	A explique l'itinéraire et B dessine sur le plan l'itinéraire qu'il croit que B lui indique
Discussion	Tâche 3	Planification de vacances	Discussion / Négociation	Photos et dessins (cf. annexe 1)	A et B ont le même rôle
	Tâche 7	Voyage d'hier et d'aujourd'hui	Discussion	Photos de mode de transports (cf. annexe 1)	A et B ont le même rôle
Narration	Tâche 4	Aéroport	Narration	Photos sur le thème de l'aéroport (cf. annexe 1)	B explique et A écoute
	Tâche 6	Attente et réalité	Narration	Photos de situation (cf. annexe 1)	A décrit une situation et B écoute puis inversement et cela pour 3 situations par locuteur
	Tâche 8	Narration	Narration	Vidéo et BD (cf. annexe 1)	A raconte une histoire à partir d'une BD et B raconte une histoire à partir d'une vidéo
Signes isolés	Tâche 9	Signes isolés	Production de signes isolés	Photos, images et texte (cf. annexe 1)	A et B ont le même rôle

Tableau 1 - Synthèse des tâches du projet Dicta-Sign

Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes concentrés sur la tâche 4 et la tâche 8 qui sont toutes les deux des tâches de narration. Nous avons travaillé sur une tâche 4 et sur quatre tâches 8 dont deux portent sur la BD et deux sur la vidéo. Au total, nous avons annoté un peu plus de 13 minutes de vidéo.

Pour ces cinq tâches, nous avons choisi cinq locuteurs différents : deux femmes et trois hommes. Nous les appellerons : locuteur 0, locuteur 1, locuteur 3, locuteur 4 et locuteur 5. Nous les avons choisis pour leur aisance à signer, l'intérêt de ce qu'ils disaient, notre faculté à les comprendre (certains se trompent souvent, signent vite ou de manière hachée ou ont un parler jeune que nous maîtrisons mal) et pour des raisons plus pratiques. En effet, même si au total dix-huit locuteurs étaient présents, il n'est pas possible d'annoter le regard chez tous : la présence de lunettes ou de frange devant les yeux pose problème.

Dans les chapitres suivants, nous allons voir comment et pourquoi nous avons étudié ces cinq extraits du corpus.

Chapitre 2. Contexte scientifique et problématique de recherche

Ce second chapitre présente à la fois le contexte scientifique et la problématique de ce travail de mémoire. La première section propose une présentation des signeurs virtuels. Puis, la seconde section expose la problématique : quels sont les liens entre événements manuels et regard en langue des signes française dans un contexte de génération automatique de signes ? Et donc, de manière plus générale, dans un contexte d'animation de signeurs virtuels ? La troisième section fait le point sur l'état actuel des recherches dans le domaine de la problématique.

1. Animer la LSF de manière réaliste

L'animation en langue des signes française par le biais de signeur virtuel est au centre des recherches de l'équipe M&TALS et fait partie des objectifs du projet Dicta-Sign. Un signeur virtuel est « *un personnage 3d virtuel s'exprimant en LSF* »¹⁹. L'utilité d'un signeur est de rendre anonyme un locuteur sourd qui souhaite s'exprimer.

Les signeurs virtuels doivent répondre à plusieurs contraintes. Tout d'abord, « *l'animation du corps étant la modalité principale de communication, toute animation « défectueuse » est nuisible à la communication car elle empêche sa compréhension.* » (Devos 2009, p10). L'animation doit donc être irréprochable. De plus, elle doit être facilement compréhensible, précise et la plus réaliste possible. La figure 7 montre que les caractéristiques essentielles attendues chez des signeurs virtuels ne sont pas encore présentes.

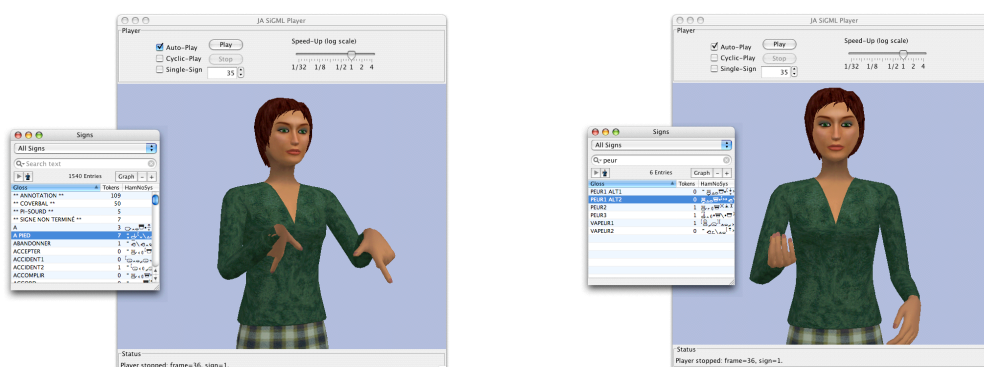


Figure 7 - Anna réalise le signe [A PIED] et le signe [PEUR]

¹⁹ <http://www.limsi.fr/Scientifique/geste/stages>, consulté le 02/06/2010

En effet, lors de la réalisation du signe [A PIED], la main transperce le poignet et dans le signe [PEUR], nous ne percevons aucune expression du visage qui traduirait de la peur. Réalisme, compréhension et précision ne sont donc pas au rendez-vous. Ces cas ne sont que deux exemples parmi d'autres.

Il existe plusieurs méthodes pour faire de l'animation de signeurs virtuels. La rotoscopie, la motion capture et la génération automatique. La rotoscopie consiste à calquer le squelette du signeur virtuel sur la vidéo d'une personne qui signe. La motion capture fonctionne en plaçant des capteurs sur une personne et à filmer cette personne en mouvement à l'aide de caméras infrarouges. La génération automatique est une technique différente car elle utilise un modèle paramétrique (comme HamNoSys²⁰) ou une approche temporelle et géométrique (cf. supra : Zebedee). Puis, à partir de ces modèles et de ses connaissances sur le squelette, l'ordinateur calcule des mouvements qui permettront de générer une animation.

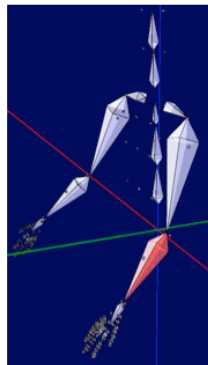


Figure 8 - Squelette utilisé pour la génération automatique

Cette technique, même si elle n'en est encore qu'au stade de recherche, fournit déjà quelques résultats. C'est d'ailleurs ainsi que fonctionne Anna (cf. figure 7). Cependant, des problèmes concernant la fluidité sont encore à régler. Il n'est pas non plus possible de produire des énoncés générés automatiquement avec une syntaxe correcte. En effet, à l'heure actuelle, les

²⁰ HamNoSys a été créé en 1989 à Hambourg. Ce système comprend 200 symboles et a pour objectif de créer un système phonétique pour la transcription des signes. Il permet de décrire des signes selon la forme de la main, l'orientation de la main, la localisation du signe, la trajectoire du signe et quelques composants manuels. HamNoSys permet de modéliser des gestes car il propose une transcription linéaire du signe. Cependant, il est trop détaillé pour servir à la prise de notes mais paradoxalement, il manque de précision pour décrire des signes complexes.

signes sont produits par une succession de postures clefs définies manuellement et de façon empirique.

2. Problématique : lien entre évènements manuels et regard en LSF pour la génération automatique

À l'heure actuelle, il n'est pas possible de générer automatiquement des énoncés en LSF qui auraient une syntaxe appropriée et qui tiendraient compte de toutes les propriétés des langues des signes. Ainsi, notre recherche se situe dans le cadre de la création du modèle Azalee qui a pour but de permettre la génération automatique d'énoncés en langue des signes.

2.1. Description du problème

Azalee, qui est en cours d'élaboration, se basera sur la synchronisation d'évènements temporels pertinents dans les énoncés en langue des signes.

Dans ce cadre, notre travail de recherche porte tout particulièrement sur un aspect pertinent de la langue des signes dans les énoncés : le lien entre les divers évènements manuels de la langue des signes²¹ et le regard. Plus précisément, nous essayons de voir s'il existe des liens entre les intervalles temporels qui concernent les évènements manuels et les intervalles temporels qui concernent le regard. Nous voulons également quantifier en nombre d'images la durée qui sépare le début d'un signe du début d'un regard. Enfin, nous souhaitons voir s'il est possible de préciser, de manière quantifiée, certaines théories que nous présentons ci-dessous. Ainsi, nous nous demandons si le regard précède effectivement les évènements manuels et surtout dans quelle mesure et avec quelles valeurs. Nous tentons donc de voir s'il est possible de généraliser certains phénomènes et de les caractériser de manière rigoureuse et précise. Nous travaillons sur ce point car nous savons que si le regard du signeur virtuel ne correspond pas à ce que fait un locuteur sourd alors la production générée sera incorrecte.

Nous nous posons donc les questions suivantes : quels sont les liens pertinents et réguliers qui existent entre les évènements manuels et le regard ? Ces liens sont-ils les mêmes pour tous les évènements manuels ? Ou au contraire, est ce qu'un évènement manuel particulier implique

²¹ Notre étude se base sur un corpus en LSF, mais Azalee devra être utilisable dans plusieurs langues des signes.

un regard particulier ? Si le regard précède bien l'événement manuel, combien de temps les sépare ? Ce temps est-il le même pour tous les événements ?

Nous sommes conscients que notre problématique est assez vague mais c'est un choix de notre part. Nous voulions partir d'un problème général pour aller vers des questions plus précises et cela grâce à la fouille du corpus faite avec le moins possible d'*à priori*.

Nous avons centré notre analyse sur le regard lorsqu'il est dirigé vers une cible particulière : l'espace de signation. Nous nous concentrons sur cette seule cible car c'est celle qui nous semble la plus intéressante. Les autres cibles du regard que nous avons identifiées sont les parties du corps du signeur, l'interlocuteur et les cas où le regard du locuteur « *décroche* ». D'autres auteurs (Bouvet 1996, p13) ont fait des choix différents quant à leur centre d'intérêt admettant qu'il existe « *de nombreuses autres orientations de regard* » mais expliquant que « *leur notation surchargerait sans raison la transcription* ».

Nous sommes tout de même conscients que la totalité des cibles du regard ainsi que le passage d'une cible à une autre devront être étudiées pour que le signeur ait un regard adapté à toutes les situations. Cependant, dans le cadre de ce stage, nous n'avons pas pu traiter tous ces points.

2.2. Intérêt du problème : pourquoi étudier le regard en langue des signes ?

Il est particulièrement important d'étudier les traits non manuels utilisés en langue des signes, car « les marqueurs non manuels, qui sont donc produits de façon simultanée avec les signes manuels, sont au cœur de la syntaxe de la LSF » (Blondel & Tuller, 2000, p.38). Dans (Mercier 2003), l'auteur, informaticien, explique également que « dans la langue des signes [...] les expressions du visage font partie intégrante du langage gestuel ».

Cette constatation peut être faite également pour le regard. Ainsi, dans (Cuxac 2000, p.217), l'auteur affirme que le regard de l'interlocuteur est « dirigé en permanence en vision centrale sur la zone des yeux de l'émetteur afin de ne pas perdre de vue les informations linguistiques données par son regard et sa mimique faciale » et F. Vergé explique que « le regard est primordial, c'est lui qui dirige, qui lie, anime » (Vergé 2002).

Comme nous venons de le voir, il est admis que les marqueurs non manuels font partie de la langue des signes. Il semble donc important que le signeur virtuel utilise à bon escient les traits non manuels.

Cependant, nous n'avons trouvé que peu de travaux sur les traits non manuels en langue des signes. A. Braffort dit dans ce sens que *« jusqu'à alors sur les langues des signes, que ce soit en synthèse ou en analyse, l'énoncé est considéré comme une succession de signes isolés [...] les éléments non manuels sont encore rarement pris en compte alors que leur rôle est essentiel »* (Braffort 2008, p40). Il semble exister encore moins de travaux sur le regard en langue des signes. C. Cuxac, dans (Cuxac 2000, p.216), explique cela de la manière suivante : *« Ce qui se joue, lors d'un échange en langue des signes, au niveau des regards des interactants sourds va tellement de soi, que l'on risque de l'oublier [...] Voilà peut-être bien la raison pour laquelle, dans la quasi-totalité des recherches de ces trente dernières années, consacrées aux langues des signes, la dimension du regard a été peu étudiée. »*

Il nous semble donc important d'étudier le regard en langue des signes car c'est un trait qui a été laissé de côté jusque-là. De plus, il n'existe pas de consensus général sur le rôle du regard et, pire, certains affirment encore que le regard ne joue pas de rôle en langue des signes.

Nous nous attacherons tout particulièrement, par la suite, à utiliser des modèles formels et des représentations de mesures plutôt qu'un langage naturel pour représenter le lien entre événements manuels et regard. En effet, l'utilisation d'un langage naturel risquerait de nous faire perdre en précision et ne serait pas facilement exploitable. De plus, ce modèle est basé sur des observations systématiques et fines qui permettront d'asseoir solidement nos affirmations.

Avant cela, nous nous proposons de faire un bref point (puisque le sujet n'a été que peu développé) sur les traits non manuels en langue des signes et sur les différents rôles qui sont prêtés au regard en langue des signes.

2.3. Le non manuel en langue des signes : étude des travaux existants

Nous venons de le voir, les gestes non manuels, aussi appelés GNM, semblent particulièrement importants en langue des signes.

Avant de présenter le rôle que peuvent avoir les gestes non manuels et leur fonctionnement, nous souhaitons définir la liste des traits non manuels reconnus. Cette tâche ne semble pas aisée car les articles sur le sujet sont peu nombreux et nous ne sommes pas sûrs qu'un consensus réel existe. Il est même précisé dans (Braffort 2008) que l'analyse des gestes non manuels n'a été abordée que de manière très globale en linguistique et a été négligée jusque-là dans les modèles informatiques. A. Braffort explique également que tous les modèles de notations de la langue des signes, comme HamNoSys, ne « *donnent pas une description détaillée des phénomènes* » (Braffort 2008, p17). Il est étonnant de voir que très peu de travaux existent sur le sujet alors que la pertinence des gestes non manuels en langue des signes a été prouvée. Nous pouvons tout de même dire, grâce au travail d'E. Chételat (Chételat 2010), que « *le mouvement de la tête, des paupières, des joues, du nez, de la bouche, des épaules et du torse ainsi que la direction du regard* » correspondent au non manuel.

Au niveau du lexique, le rôle du non manuel semble minime. Il permet tout de même de distinguer des paires de signes comme nous pouvons le voir dans la figure 9 avec la paire : [CONTENT] et [MAL AU CŒUR].

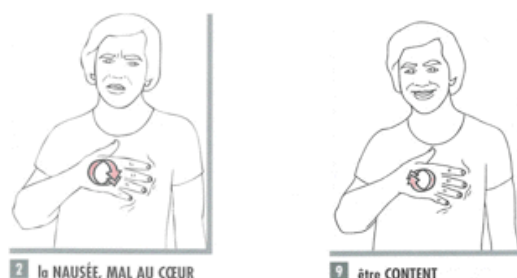


Figure 9 - Signes qui ne se distinguent que grâce au non manuel (Moody A 1997 ; Moody B 1997)

2.4. Bref état de l'art sur le fonctionnement du regard en langue des signes

Plusieurs auteurs, même s'ils restent peu nombreux, ont étudié le regard et son rôle et/ou son fonctionnement. Avant de détailler leurs constats, nous souhaitons faire un point pour définir précisément le regard. De manière très simple, nous pouvons dire que le regard est l'« *action de regarder, de porter la vue sur quelqu'un ou quelque chose* »²². Le regard ne

²² Définition du Larousse (<http://www.larousse.fr/>, consulté le 26/05/2010)

prend donc pas en compte, contrairement à ce qu'affirment certains auteurs (Vergé 2002), le degré d'ouverture des yeux, le clignement des paupières ou le froncement des sourcils. Ces points permettent également de caractériser la langue des signes, mais ils font l'objet d'études différentes (Chételat 2010).

Les différents auteurs, originaires de domaines d'étude variés (informatique, linguistique, philosophie et lettres), assignent différents rôles au regard.

Ainsi, plusieurs auteurs (Cuxac 2000 ; Mercier 2003 ; Vergé 1996) expliquent que le regard « *introduit un changement de cadre de référence* » (Cuxac 2000, p.218). De manière plus précise, ils postulent que lorsque le locuteur regarde son interlocuteur alors il réalise des signes standards et lorsqu'il ne le regarde pas alors il est en transfert. Si le postulat accordé au transfert nous semble clairement établi, penser que le locuteur regarde son interlocuteur dès lors qu'il réalise des signes standards nous semble un peu trop réducteur. Nous nous permettons d'affirmer cela grâce à l'expertise que nous avons acquise en annotant les corpus.

Les mêmes auteurs, à l'exception de F. Vergé, expliquent que le regard permet d'activer et de « *pertiniser* » une portion de l'espace de signation. C. Cuxac explique ce processus en détails : « *Le regard du locuteur se porte sur une portion d'espace juste avant qu'un signe standard à valeur potentiellement locative y soit émis. Cette zone est alors comme activée [...] et les signes qui s'y inscriront par la suite seront tous déterminés par la valeur locative du signe standard* » (Cuxac 2000, p.218). Il explique également par la suite que, plus loin dans le discours, le regard peut suffire à réactiver une zone de l'espace de signation déjà pertinisé afin de déployer de nouveaux signes dans cet espace ou pour faire référence aux événements, personnes ou actions liées à ce point de l'espace de signation.

Nous avons plusieurs fois fait face à cette situation dans notre corpus. La figure 10 le prouve. Ainsi, lorsque le signeur est tourné vers la droite et regarde en bas à droite, il fait référence à un groupe de personnes. Au contraire, lorsqu'il est tourné vers la gauche et regarde en haut à gauche alors, il regarde l'interlocuteur du groupe de personnes. Ces captures montrent également que le buste, trait non manuel, joue un rôle important en langue des signes.



Figure 10 - Utilisation de différentes zones du regard pertinisées auparavant

Enfin, L. Meurant, enseignante de linguistique contrastive (français – langue des signes) à l’université de Namur, explique que « *le regard recouvre une toute autre fonction [...] si au lieu de le considérer isolément, on y voit la composante d’un rapport qui l’unit aux paramètres manuels des pronoms personnels* » (Meurant 2008, p.19). Elle explique par la suite cela de manière plus détaillée : « *si le signeur pointe vers A et simultanément regarde A, le pointé signifie ‘toi’ ; s’il regarde vers B et pointe vers A, par contre, le sens du pointé est alors ‘il, elle’ [...] Aucun point de l’espace n’est en soi associé au ‘tu’ ou au ‘il’ . C’est l’adresse du regard qui, mise en rapport avec les paramètres manuels du pronom, différencie le ‘il’ du ‘tu’* » (Meurant 2008, p.20).

Elle propose ici une analyse innovante qui remet en cause certains acquis concernant la grammaire de la langue des signes présentés dans la figure 11.

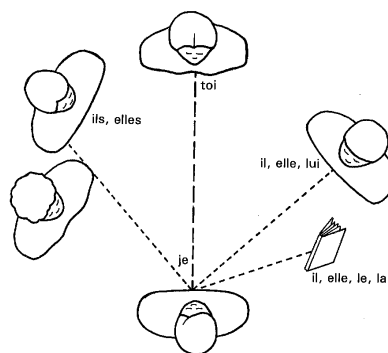


Figure 11 - Représentation traditionnelle des pronoms personnels (Moody 1986)

Selon les auteurs, le regard se voit donc assigner différents rôles. Dans le point suivant, nous présenterons notre travail et ses caractéristiques en les comparant à ces travaux.

2.5. Objectifs de notre travail et avancées

Comme nous l'avons dit à plusieurs reprises, notre travail porte sur un geste non manuel particulier : le regard. Il se porte particulièrement sur le fonctionnement du lien entre évènements manuels et regard.

Ce travail se base sur un assez grand corpus : le corpus Dicta-Sign. Même si tout le corpus est loin d'avoir été étudié dans le cadre du stage, nous avons étudié des locuteurs différents dans des tâches différentes. Cela nous permet de ne pas généraliser des faits à partir d'une seule situation. Nous sommes tout de même conscients que cette variation n'est pas suffisante pour être représentative de tous les phénomènes.

Nous avons également fait, à partir de ce corpus, un travail minutieux et systématique. Nous avons pris en compte tous les cas où le regard du locuteur portait vers l'espace de signation et cela grâce à la définition de pistes d'annotation créées grâce à un important travail de réflexion.

En présentant ces points, nous tentons de mettre en valeur le caractère systématique de notre travail. Ce caractère systématique et normé, par l'usage de valeurs prédéterminées, est une première dans l'analyse du regard. En effet, tous les travaux que nous avons cités plus haut semblent porter sur des intuitions linguistiques et analysent le rôle du regard. Nous espérons ainsi trouver des résultats objectifs qui prouveront définitivement que le regard a une place importante dans les énoncés en langue des signes. Cependant, nous nous sommes plus intéressés au fonctionnement du regard qu'aux rôles du regard. Nous avons préféré noter quand le locuteur regardait l'espace de signation et dans quelles modalités plutôt que de nous demander pourquoi. Cette question pourra être traitée par la suite.

Chapitre 3. Méthode

Dans ce troisième chapitre, nous présentons tous les éléments de méthodologie. Ces éléments concernent, dans un premier temps, la définition des pistes d'annotation utilisée pour le corpus Dicta-Sign. Dans un second temps, nous présentons les méthodes utilisées pour analyser les données issues de l'annotation. Ces méthodes sont à la fois statistiques et issues de la logique d'Allen.

1. Étape préliminaire : annotation du corpus Dicta-Sign

Pour pouvoir analyser les données présentes dans le corpus Dicta-Sign, il a été nécessaire d'annoter le corpus. Pour cela, nous avons défini des pistes d'annotation communes à toute l'équipe. Avant de décrire ces pistes, nous tenons à présenter ici, les difficultés qui se posent lors de l'annotation. Ces difficultés sont liées aux modalités de la langue des signes. Nous présentons également le logiciel que nous avons utilisé pour annoter : Ilex.

1.1. Difficultés liées aux modalités de la langue

Alors que l'annotation de l'oral passe par le biais de l'écrit, D. Boutet²³ explique qu'il n'est pas possible d'utiliser l'écrit pour annoter la langue des signes. En effet, toutes les écritures créées par l'homme suivent le caractère monolinéaire des langues vocales alors que la langue des signes est une langue multilinéaire et pluridimensionnelle. Nous pouvons dire que la langue des signes est multilinéaire car elle n'utilise pas que les gestes manuels pour signifier. Elle est pluridimensionnelle car elle utilise l'espace en trois dimensions.

Les langues des signes ne pouvant pas être annotées en utilisant l'écrit, les chercheurs travaillant sur ces langues ont proposé d'utiliser des partitions composées de plusieurs pistes. Ces annotations sous forme de partitions sont faites grâce à des logiciels de transcription multimédia qui associent des vidéos à des annotations. Dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé le logiciel Ilex.

²³ site des corpus de la parole : <http://www.corpusdelaparole.culture.fr/spip.php?rubrique26>, consulté le 12/04/2010

1.2. Le logiciel Ilex utilisé pour l'annotation de notre corpus

Le logiciel Ilex, présenté dans (Hanke 2002), est un outil créé pour la langue des signes par l'université d'Hambourg. Il permet à la fois d'annoter le discours et le lexique de la langue des signes. La structure de l'annotation est entièrement à la charge de la personne qui annote et la grille peut être remplie à l'aide de symboles HamNoSys ou de mots écrits. Nous avons utilisé ce logiciel pour effectuer toutes nos annotations.

Le principal avantage d'Ilex est qu'il peut être associé à une base de données pour stocker les représentations des signes HamNoSys. Dans le cadre du projet Dicta-Sign, la présence d'une telle base permettra éventuellement de faire des requêtes variées sur le contenu de l'annotation.

Cependant, le logiciel présente deux inconvénients assez importants. Tout d'abord, il ne permet pas de visualiser les différences de durée entre des événements qui ne durent pas le même nombre d'images. Ainsi, comme nous le voyons dans la capture suivante, un événement qui dure une image et un événement qui dure dix images sont présentés avec des intervalles qui font la même taille.

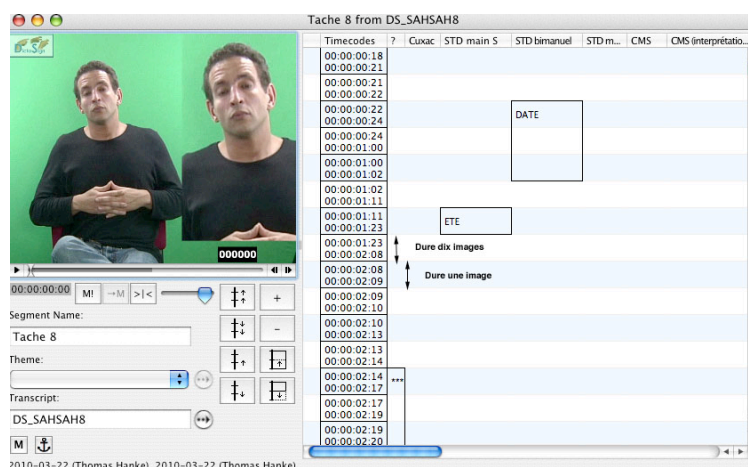


Figure 12 - Logiciel Ilex

De plus, nous n'avons pas réussi à faire fonctionner correctement certaines fonctionnalités du logiciel, comme le passage de la grille d'annotation en mode horizontal qui permettrait une visualisation plus intuitive que la vue verticale que nous avons dû utiliser.

Pour utiliser le logiciel Ilex, nous avons dû définir un ensemble de pistes et leurs caractéristiques.

1.3. Création de pistes pour l'annotation

Comme le rappelle E. Chételat, « comme aucune étude n'a porté sur les mécanismes mis en œuvre dans la production des gestes non manuels, aucune annotation ne les décrit suffisamment [...] La question se pose alors de savoir comment décrire ce que l'on voit ? » (Chételat 2010, p43).

Ainsi, nous avons dû établir une liste de pistes qui permettent à la fois de repérer et de décrire les gestes manuels et les gestes non manuels dont le regard fait partie.

Annoter pour répondre à des objectifs (Dicta-Sign et génération)

Avant de présenter nos pistes en détail, nous tenons à préciser qu'elles ont été définies dans le but de répondre à des objectifs précis.

En effet, l'annotation devrait permettre, à terme, de comparer les corpus des différentes langues des signes. Cette comparaison ne se basera que sur les signes standards. Cela montre qu'à l'heure actuelle, les signes standards sont encore trop souvent considérés comme les éléments les plus importants en langue des signes. Cependant, ce choix peut également s'expliquer par le fait que les signes standards sont plus faciles à étudier et à comparer que les autres événements manuels moins étudiés et moins faciles à repérer. De plus, le contraste entre les signes manuels est certainement plus fort qu'entre les autres événements manuels qui utilisent beaucoup l'iconicité.

Un second objectif concerne la réalisation d'un modèle syntaxique. C'est dans ce cadre que nous intervenons. En effet, en annotant les éléments qui nous intéressent, nous espérons fournir des informations et trouver des régularités qui seront utilisées pour spécifier la grammaire. Pour cela, un traitement des données annotées dans le corpus est nécessaire. Nous avons également réalisé ce travail.

Notre annotation s'est donc focalisée sur les éléments que nous voulions voir apparaître dans la grammaire, c'est-à-dire : les événements manuels et le regard. Nous aurions également aimé étudier les autres gestes non manuels, mais nous avons fait le choix de nous concentrer sur le regard car, comme nous l'avons vu plus haut, c'est un élément fondamental en langue des signes.

Annoter de manière objective

Lors de l'annotation, nous nous sommes également confrontés à la question de l'objectivité. En effet, nous voulions adopter une méthode de type : « corpus-based²⁴ ». Pour cela, nous ne souhaitons avoir que des pistes objectives²⁵ issues de l'observation des vidéos et proposer par la suite des analyses basées sur le corpus.

Ce point met en avant des questions qui nous semblent importantes : l'annotateur doit-il connaître la langue des signes pour l'annoter ? S'il la connaît ne risque-t-il pas d'interpréter ce qu'il voit ? À notre connaissance, il n'existe aucune publication sur le sujet, mais il semble indispensable de connaître la langue des signes pour annoter des éléments comme les signes standards.

Finalement, nous nous sommes rapidement aperçus qu'il était difficile d'être objectif et naïf. Nous avons tout de même tenté d'être le plus neutre possible et nous avons distingué les pistes qui relevaient de l'observation de celles qui relevaient de l'interprétation.

Annoter les événements manuels

Dans ce point, nous présentons les pistes d'annotation qui concernent les événements manuels. Ces événements manuels sont répartis en sept pistes. Deux de ces pistes sont réservées à de l'interprétation. Les cinq autres se veulent objectives. La figure 13 montre l'ensemble de ces pistes.

²⁴ En linguistique, la méthode « corpus based » consiste à utiliser les données pour établir des hypothèses. Elle s'oppose à la méthode « data driven » qui consiste à confirmer grâce au corpus des hypothèses préalablement établies.

²⁵ Nous appelons « piste objective » une piste pour laquelle l'annotateur ne note que ce qu'il observe. Dans la mesure du possible, aucune interprétation ne doit se trouver dans ce type de pistes.

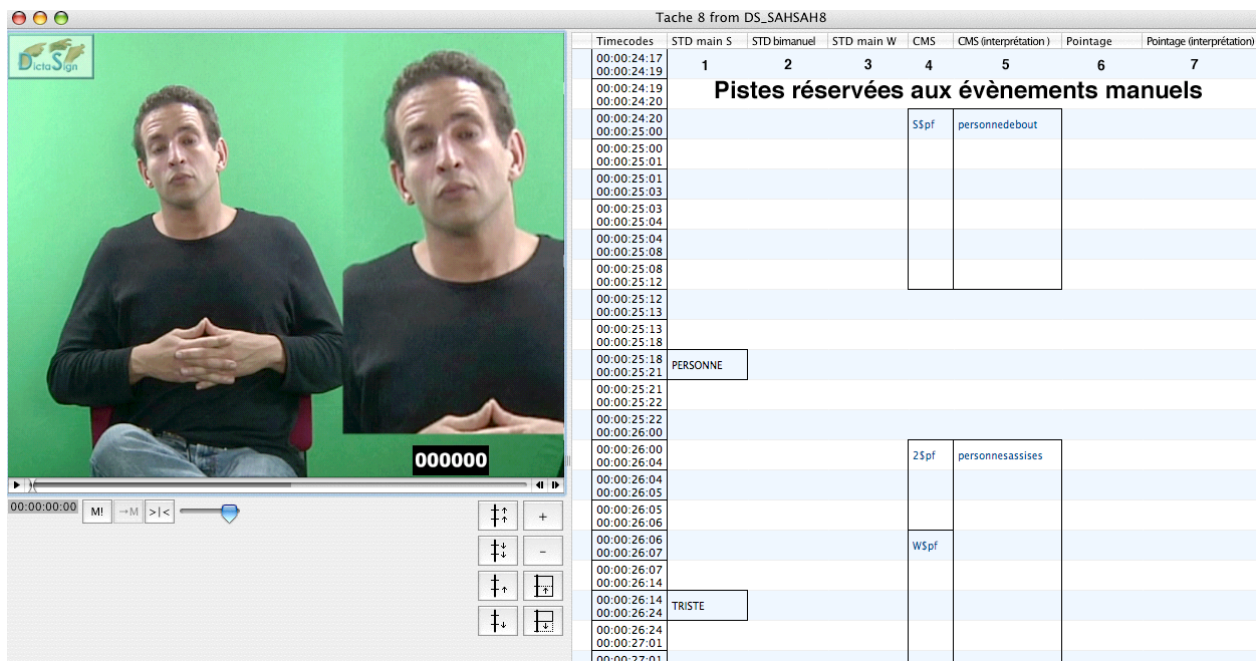


Figure 13 - Pistes réservées à l'annotation des évènements manuels

Les signes standards

Trois pistes concernent les éléments standards. Nous distinguons les signes réalisés avec la main dominante²⁶ (STD main S), les signes réalisés à deux mains (STD bimanuel) et les rares signes réalisés avec la main dominée (STD main W). Nous avons dû faire cette distinction car le logiciel Ilex impose d'attribuer des types à chaque piste. Il ne semble donc pas possible de décrire un signe bimanuel et monomanuel dans la même piste.

Ces pistes font le lien avec des signes stockés dans la base de données et représentés en HamNoSys. L'appel de ces signes sera principalement utilisé pour la reconnaissance automatique des signes car leur appel permet d'associer des signes à des descriptions HamNoSys.

²⁶ La main dominante est aussi appelée main active et la main dominée est appelée main passive. Si un signe est réalisé avec une seule main, il se fait avec la main dominante. Dans un signe bimanuel, la main dominante et la main dominée ne jouent pas le même rôle.

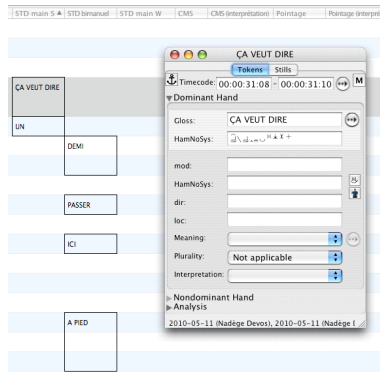


Figure 14 - Pistes des événements manuels et description HamNoSys d'un signe réalisé avec la main dominante

Les pointages

Deux autres pistes sont dédiées aux pointages. Dans la première, nous indiquons quelle(s) main(s) réalise(nt) le pointage, dans quelle configuration manuelle se fait le pointage et vers quoi est dirigé le pointage.

Nous avons repéré trois configurations manuelles pour les pointages. Le pointage peut être réalisé en tendant l'index, en mettant la main à plat ou en faisant un mouvement de projection avec l'index. Les pointages peuvent être dirigés vers l'interlocuteur, l'espace de signation, le corps du signeur ou vers un endroit qui ne nous semble pas avoir une signification particulière. Les parties du corps sont notées grâce aux sites définis en Zebedee. Une liste partielle de ces sites est présente en annexe 3. Nous verrons par la suite que nous utilisons les mêmes valeurs de direction pour le regard.

Dans la seconde piste dédiée aux pointages, nous proposons une interprétation des pointages. Il n'y a interprétation que lorsque le pointage est dirigé vers l'espace de signation car les autres valeurs (interlocuteur, corps du signeur et endroit non déterminé) ne nécessitent pas d'interprétation. Les valeurs pour l'interprétation sont libres. L'annotateur peut mettre dans ces pistes les valeurs qu'il veut. Ainsi, nous trouvons des valeurs diverses et variées comme : « rond-point », « taxi », « aéroport », etc.

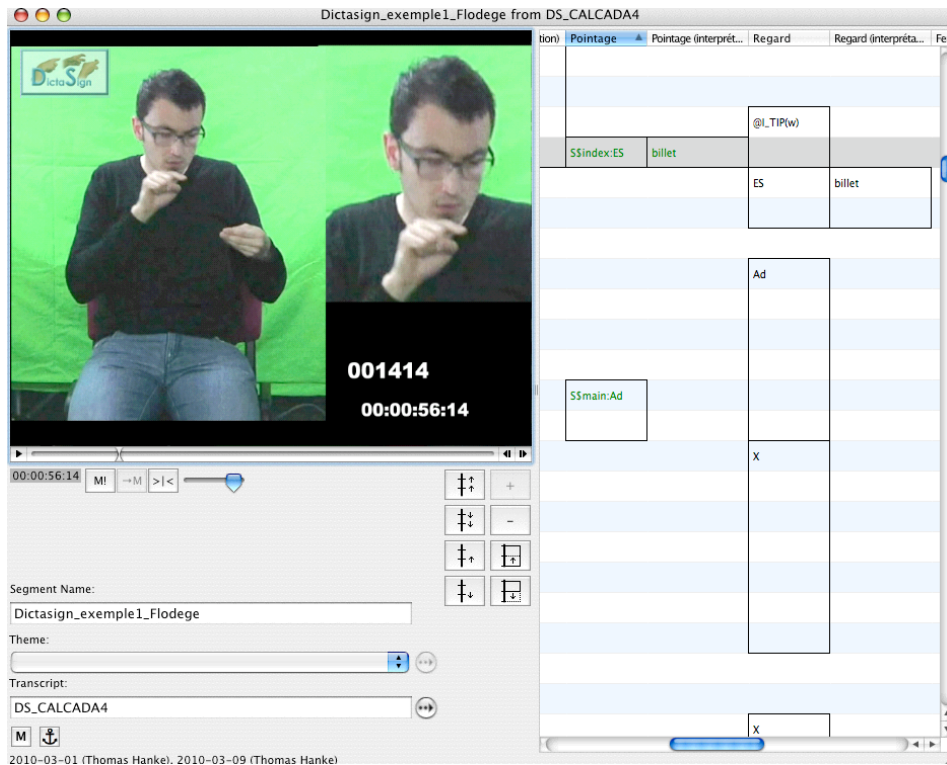


Figure 15 - Pointages réalisés vers l'espace de signation et annotation de ce pointage

Les configurations manuelles spéciales aussi appelées CMS

Nous trouvons ensuite deux pistes dédiés aux événements manuels qui ne sont ni des pointages ni des signes standards. Nous avons choisi de regrouper, au sein de la première colonne, tous ces événements sous le nom de configurations manuelles spéciales ou CMS. Ainsi, au sein des CMS, nous trouvons des configurations de transfert (CT), des proformes et des spécifieurs de taille et de forme (SASS pour Shape and Size Specifier). La seconde colonne est dédiée à l'interprétation de ces configurations manuelles spéciales.

Les Configurations de Transfert (CT) correspondent à des configurations manuelles que nous pourrions trouver dans des transferts personnels (cf. supra). La figure 16 montre un locuteur qui réalise deux CT.

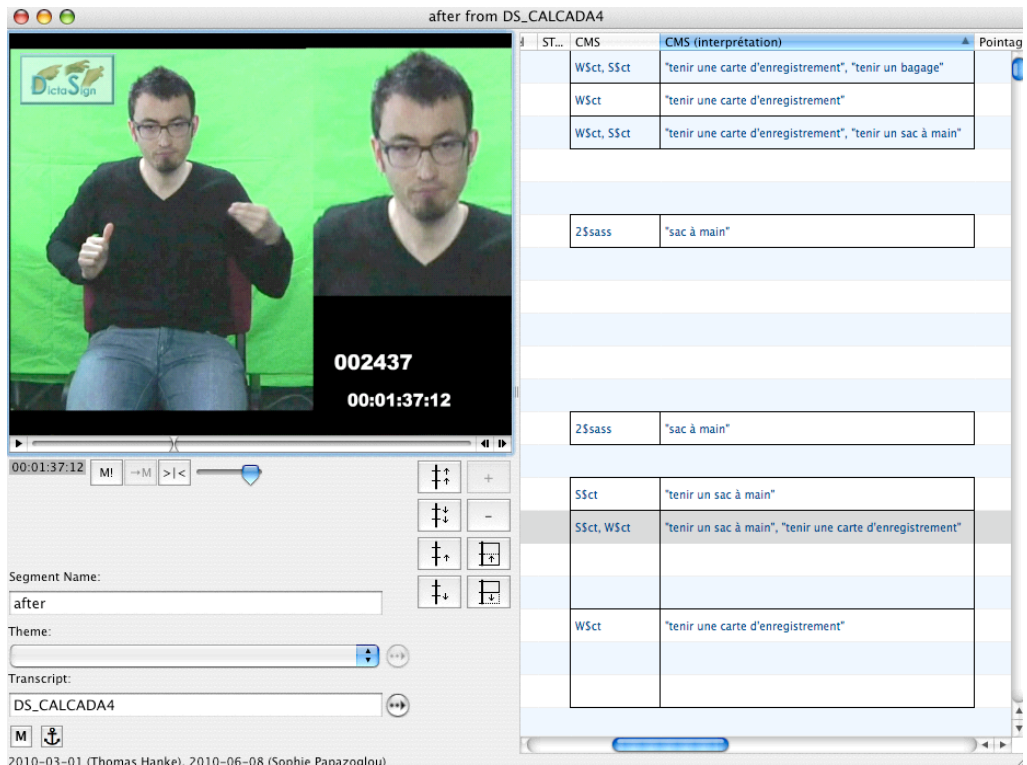


Figure 16 - Locuteur qui réalise deux CT : un objet plat dans la main gauche et un sac à main dans la main droite

Les **proformes** sont utilisés dans la théorie de Cuxac. M.A. Sallandre les a également étudiés. Elle explique que « Le proforme est une forme générique (ex : forme plate), mais en contexte, il vise à spécifier une forme particulière [...] Ce sont des opérations cognitives dont le but est de spécifier (décrire, représenter, figurer) la forme. » Les proformes sont positionnables dans l'espace de signation et peuvent même s'y déplacer.

Reprenons l'exemple de la forme plate pour illustrer les proformes. Si la main du locuteur est mise à plat et horizontale, alors le proforme désigne une voiture qu'il est possible de positionner dans l'espace et de faire agir dans un transfert situationnel. Il est important de ne pas confondre le signe standard [VOITURE] et le proforme [VOITURE]. Un locuteur utilise un proforme, au sein d'un TS quand il veut illustrer une situation, la montrer. Les signes standards ne donnent pas à voir une situation.

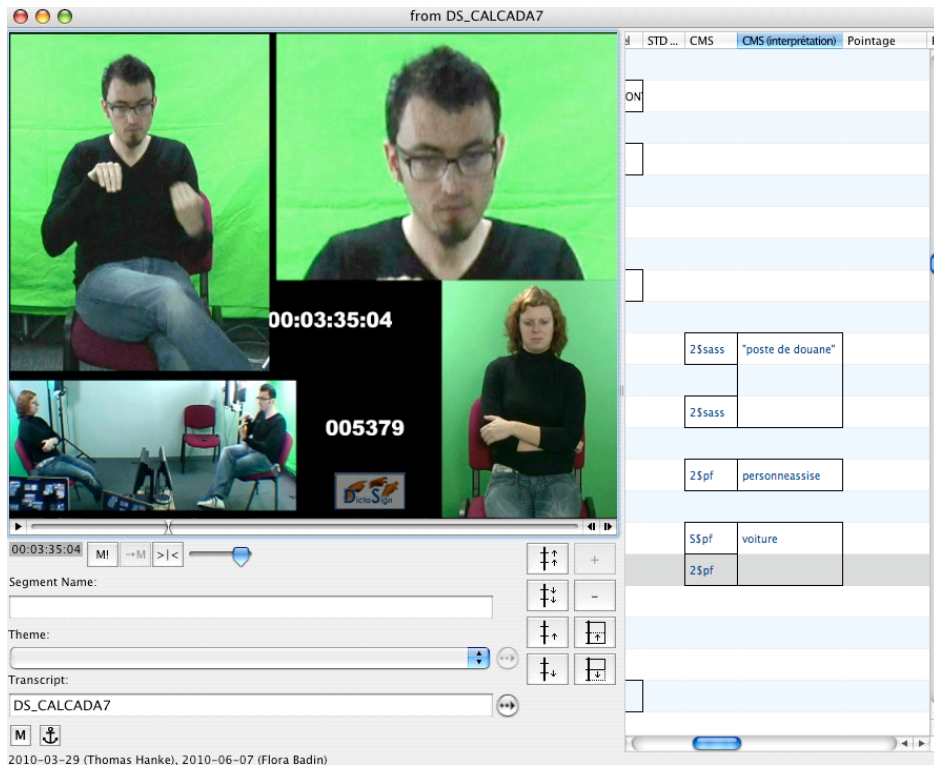


Figure 17 - Deux proformes [VOITURE] qui figurent des voitures qui se croisent

Les **spécifieurs de taille et de forme (SASS)** sont des éléments manuels qui décrivent la forme et/ou la taille d'un objet²⁷. Dans la figure 18, un locuteur décrit la forme d'une hache en montrant successivement la forme du manche et la forme de la lame.



Figure 18 - Deux SASS : [MANCHE DE LA HACHE] puis [POINTE DE LA HACHE]

²⁷ Il semble assez difficile de distinguer clairement un SASS d'un proforme. Pour le faire, nous avons choisi d'utiliser un critère discriminant que nous présentons sous forme de question : le locuteur veut-il illustrer la forme d'un élément ou veut-il représenter l'objet dans sa globalité sans se préoccuper de la forme de cet objet ?

Nous pensons que les proformes permettent de représenter des objets dans leur globalité sans s'attacher à leur forme. Par exemple, le proforme [VOITURE] ne donne aucune indication sur la forme de la voiture. Au contraire, un SASS illustre la forme d'un élément et s'attache particulièrement à la forme de cet élément.

Les SASS respectent une norme. Ainsi, une configuration de main en C est utilisée pour décrire les éléments ronds ou cylindriques. Autrement dit n'importe quelle configuration manuelle ne permettrait pas de représenter un élément rond ou cylindrique.

En plus de toutes ces informations sur les événements manuels, nous trouvons deux pistes dédiées à l'annotation du regard.

Annoter le regard

L'annotation des événements manuels a été réalisée par trois collègues dont un collègue sourd qui utilise quotidiennement la LSF. Pour ma part, je me suis entièrement consacrée à l'annotation du regard. Pour pouvoir annoter le regard nous disposons de quatre valeurs utilisées pour les pointages. Nous avons également ajouté une cinquième valeur pour annoter le regard en prenant en compte toutes ses spécificités. Nous les présentons, ici, ces cinq valeurs et nous faisons également le point sur les difficultés que nous avons rencontrées.

La valeur « Ad » indique que le locuteur regarde son interlocuteur et la valeur « X » veut dire que le locuteur regarde dans le vide. Il n'a pas toujours été facile de distinguer ces deux situations car il arrive que le locuteur regarde devant lui, c'est-à-dire dans la direction de son interlocuteur, sans qu'il ne le regarde vraiment. L'utilisation de plusieurs vues (vue globale de la situation et vue de près) nous permet de désambiguïser la plupart des situations. Nous avons également pris en compte le contexte manuel ainsi que les expressions du visage. Les deux captures de la figure 19 montrent deux situations : une où le locuteur regarde Ad et une où le locuteur regarde X.



Figure 19 - À gauche, le locuteur regarde son interlocuteur (Ad) et à droite, il regarde dans le vide (X)

Lorsque le locuteur regarde une partie de son corps, nous avons utilisé les sites Zebedee pour annoter.

Nous avons également utilisé la valeur « ES » pour signifier que le locuteur regarde l'espace de signation. Une seconde piste est utilisée pour indiquer quel endroit est regardé dans l'espace de signation. Il peut s'agir de n'importe quel élément qui existe dans l'espace de signation comme : « ville », « chien », « corps du chien », « hôtel », etc. Nous voyons un exemple dans la capture de la figure 20.

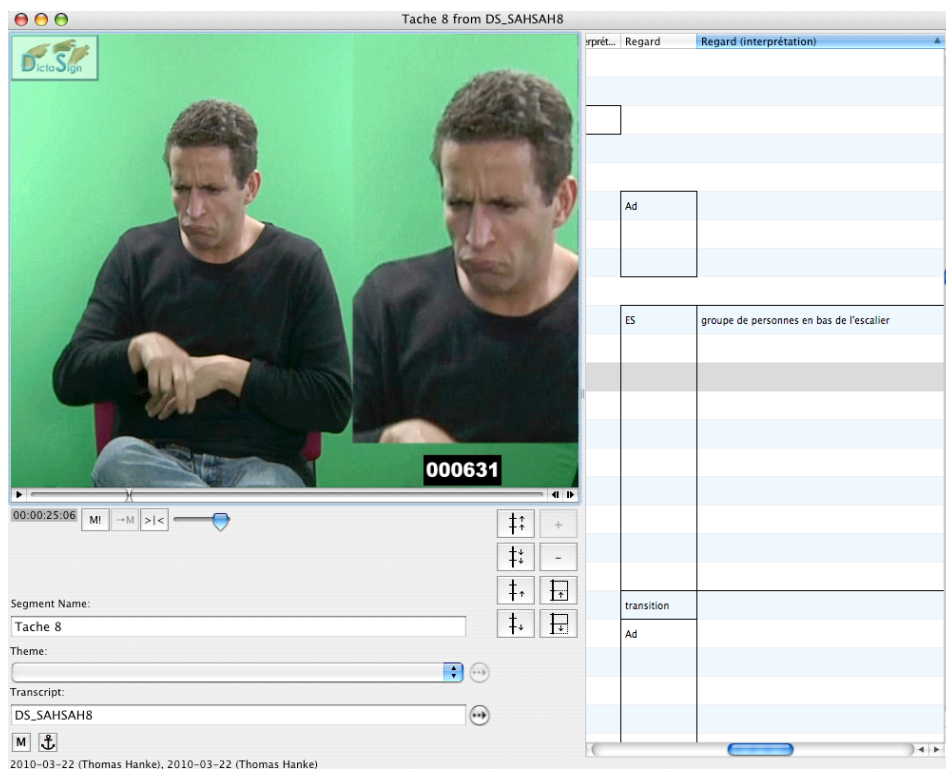


Figure 20 - Le locuteur regarde l'espace de signation (ici : « groupe de personnes »)

Ici aussi, l'annotation s'est avéré être une tâche complexe car il est nécessaire d'avoir compris de quoi le locuteur parle pour pouvoir dire quelle zone de l'espace de signation est regardée.

La valeur « transition » est utilisée lorsque le regard du locuteur va d'un point à un autre mais sans intention de regarder entre ces deux points. Nous avons jugé important d'utiliser une telle valeur pour le regard car très souvent le locuteur regarde un élément puis un autre sans fermer les yeux. Cependant, nous n'avons pas utilisé cette valeur pour les événements manuels car il suffit de ne pas remplir les colonnes des événements manuels pour dire que le locuteur n'est

pas en train de réaliser un signe alors que pour le regard, l'absence d'informations dans une colonne signifie que le locuteur a les yeux fermés.

Enfin, nous avons mis la valeur « ? » quand nous n'étions pas capable d'annoter le regard. Cela est arrivé quand nous n'arrivions pas à choisir entre deux valeurs possibles pour la cible, quand le locuteur avait la tête tournée, quand nous ne voyions plus les yeux ou lorsqu'un élément (lunettes, mèche de cheveux, main devant le visage) empêchait de déterminer la cible du regard.

Même si nous avons annoté toutes les directions du regard, nous nous sommes concentrés sur le regard lorsqu'il porte vers l'espace de signation. Pour analyser ces phénomènes nous avons utilisé deux moyens : la logique temporelle d'Allen et les statistiques.

2. Utiliser la logique temporelle d'Allen pour mettre en relation le regard et les évènements manuels

Nous avons utilisé la logique temporelle d'Allen (Allen & Ferguson 1994) pour comparer les intervalles temporels qui concernent le regard et ceux qui concernent les événements manuels. Il s'agit là de la première méthode que nous avons utilisée pour étudier le lien temporel entre regard et événements manuels.

Dans cette partie, nous présentons les grands principes de la logique temporelle, puis nous montrons comment nous l'avons utilisée pour analyser la langue des signes et enfin, nous expliquons les limites du modèle.

2.1. Logique temporelle d'Allen : présentation

Nous avons utilisé le support de cours de James L. Crowley²⁸ pour nous renseigner sur la logique d'Allen. Toutes les informations que nous indiquons ci-dessous sont extraites de son cours.

²⁸ http://www-prima.inrialpes.fr/Prima/Homepages/jlc/jlc_fr.html, consulté le 28/05/2010

Au sein de la logique d'Allen, le temps est représenté sous forme d'intervalles. Il existe treize relations entre ces intervalles prises deux par deux ou plus précisément six et leur inverse, plus une qui est son propre inverse. Toutes ces relations sont présentées dans le tableau 2.

Relation	Image de la relation	Image de l'inverse de la relation
Equal	A _____ B _____	La relation <i>equal</i> est son propre inverse.
Before	A _____ B _____	A _____ B _____
Overlap	A _____ B _____	A _____ B _____
Meets	A _____ B _____	A _____ B _____
During	A _____ B _____	A _____ B _____
Starts	A _____ B _____	A _____ B _____
Finishes	A _____ B _____	A _____ B _____

Tableau 2 - Ensemble des relations d'Allen

2.2. Applications à la langue des signes : comment et pourquoi ?

Pour utiliser la logique d'Allen, nous avons attribué la lettre *A* aux intervalles du regard et la lettre *B* aux intervalles qui concernent les évènements manuels. Puis, nous avons attribué à chacun de ces couples de lettres une relation du type : *A overlap B*. De plus, une relation comme *A overlap inverse B* peut être aussi lue : *B overlap A*.

Nous avons ensuite entré ces triplets de données (valeur de *A*, valeur de *B* et relation entre *A* et *B*) dans un tableur afin de pouvoir les utiliser de manière automatique. Nous avons également mis dans ce tableur des données concernant les temps des évènements

Nous avons choisi d'utiliser cette méthode car elle reflète parfaitement la manière dont les informations seront traitées au sein de la grammaire Azalee. En effet, comme nous l'avons vu précédemment, Azalee est un modèle basé sur la synchronisation d'évènements temporels.

2.3. Limites de la méthode

Les limites de cette méthode sont liées à ses propriétés intrinsèques.

La première d'entre elles est que les intervalles sont étudiés dans leur intégralité et non pas en tenant compte des débuts et/ou des fins d'intervalles. C'est pour cela que nous avons également étudié les événements manuels et ce qui touche au regard en utilisant une seconde méthode.

La deuxième limite est que les durées des événements ne sont pas prises en compte. Ainsi, pour un même type de relation, nous ne pouvons pas voir les différences qui peuvent exister pour des événements qui auraient des durées complètement différentes. Ce point est illustré dans la figure 21.



Figure 21 - Intervalles de différentes durées pour une même relation d'Allen

Enfin, la relation *before* peut être utilisée dans un trop grand nombre de cas. En effet, si nous n'imposons pas de contrainte, la relation *before* pour un élément *A* placé en début de portion d'énoncé est possible avec tous les éléments *B* qui suivent. Nous avons donc limité notre utilisation de cette relation aux cas où les deux intervalles étaient très proches dans le temps et montraient un lien sémantique.

Pour pouvoir aller plus loin dans notre étude et ne pas être bloqués par les limites que nous venons de citer, nous avons choisi de compléter notre analyse en utilisant une deuxième méthode.

3. Utiliser les statistiques pour comparer les débuts des événements manuels et le regard

Nous avons donc également fait appel aux statistiques pour étudier le rapport entre regard et événements manuels tout en contournant les limites imposées par la logique d'Allen.

Pour cela, nous avons utilisé le langage de statistiques R²⁹. Dans cette partie, nous présentons brièvement la manière dont nous avons utilisé le logiciel ainsi que les graphiques que nous avons obtenus.

R est à la fois un langage de programmation et un environnement mathématique open source. Il permet de traiter des données et d'en faire des analyses statistiques. Il fournit également des fonctions graphiques. Ce sont ces fonctions qui nous ont permis de faire des histogrammes à partir des valeurs issues de notre annotation.

Notre script prend en entrée un fichier qui contient une liste de valeurs numériques qui sont issues de la soustraction suivante : *numéro d'image de début du regard moins image de début de l'événement manuel*. Bien entendu, comme pour la logique d'Allen, nous n'avons pris en considération que les couples regard et événements manuels pour lesquels il avait un contact temporel entre les deux éléments. Nous appelons contact temporel tous les cas pour lesquels un intervalle qui concerne le regard et un intervalle qui concerne un événement manuel ont au moins une image en commun ou arrivent exactement l'un à la suite de l'autre. Nous avons pris en considération l'ensemble de ces relations sans tenir compte des liens sémantiques qui peuvent exister entre regard et événement manuel car nous voulions faire une analyse globale et nous jugions difficile de distinguer parmi les relations celles qui étaient pertinentes au niveau sémantique de celles qui ne l'étaient pas. De plus, nous n'avons pas limité le nombre de relations possibles pour un même regard ou un même événement. Ainsi, comme nous le voyons dans la figure 22, pour un même regard dirigé vers l'espace de signation, trois relations existent : une première avec un pointage particulier (S\$main :@ST(s)), une deuxième avec la configuration de transfert (« taper la porte ») et une troisième avec le proforme (« paroiverticale »).

²⁹ Logiciel R : <http://www.r-project.org/>

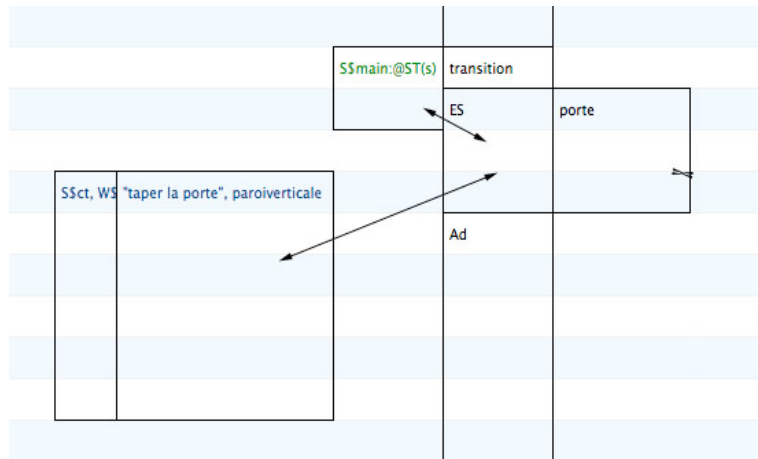


Figure 22 - Extrait de l'annotation pour lequel regard et évènements manuels sont en relation

En sortie, ce script fournit un histogramme pour chaque liste de valeurs numériques. Cet histogramme prend en abscisse la différence de temps en nombre d'images entre le début du regard et le début de l'événement manuel. En ordonnée, nous trouvons pour chacune des valeurs en abscisse leur nombre d'occurrences. La moyenne ainsi que l'écart type sont tracés sur l'histogramme. L'écart type permet de caractériser la répartition des valeurs autour de la moyenne et de visualiser dans quel écart la plupart des valeurs sont réparties.

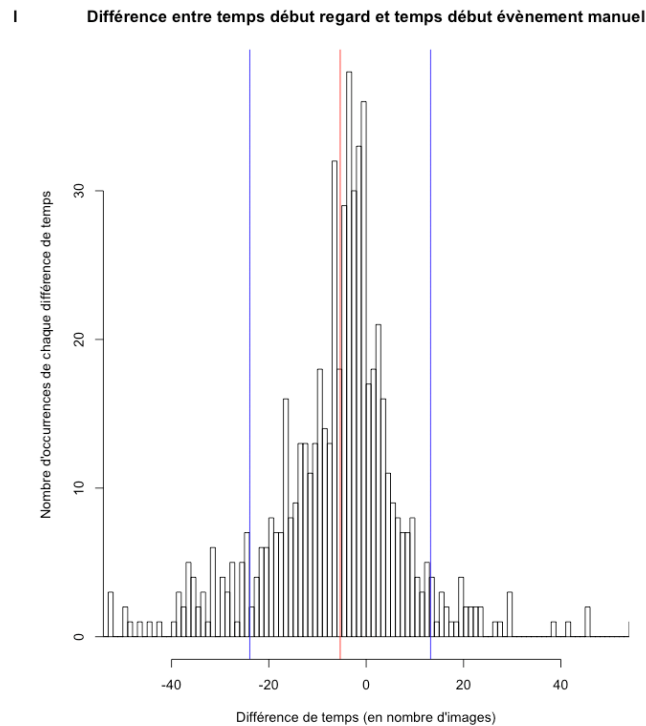


Figure 23 - Histogramme obtenu à partir du calcul suivant : *numéro d'image de début du regard moins numéro d'image de début de l'évènement manuel*

Grâce à l'annotation et grâce au travail réalisé avec la logique d'Allen et avec les calculs statistiques, nous avons obtenu une grande quantité de données représentées sous la forme de quelques graphiques. Le chapitre suivant consiste en l'analyse de ces données et à la rédaction de règles sous jacentes à ces données.

Chapitre 4. Résultats et analyse

Dans ce chapitre, nous présentons les résultats que nous avons obtenus grâce aux méthodes que nous avons détaillées précédemment. Dans un premier temps, nous exposons les résultats trouvés pour l'ensemble des événements manuels. Puis, dans un second temps, nous regardons en détail les différents événements manuels : les signes standards, les CMS et les pointages. Enfin, dans un troisième temps, nous présentons les règles que nous avons élaborées à partir de nos résultats. La création de ces règles devraient permettre, en partie, de rendre l'animation des signeurs virtuels plus naturelle. Nous verrons également que nos règles se découvriront des fonctions inattendues.

Tout au long de cet exposé, nous devons avoir en tête le fait que ces résultats sont issus d'une étude restreinte à plusieurs niveaux :

- nous avons étudié cinq locuteurs ;
- nous avons travaillé sur des tâches de type narration ;
- nous avons pris en compte des données issues de 13 minutes de vidéo.

Nous devons également avoir en tête les valeurs moyennes suivantes :

- un regard dirigé vers l'espace de signation dure 20 images ;
- un signe standard dure 7 images ;
- un pointage dure 4 images ;
- un proforme dure 19 images ;
- un CT dure 16 images ;
- un SASS dure 11 images.

1. Résultats obtenus sur l'ensemble des événements manuels

Nous commençons par présenter les résultats que nous avons obtenus pour l'ensemble des locuteurs, l'ensemble des tâches et l'ensemble des événements manuels. Ces données représentent donc un peu plus de 13 minutes de vidéo et 777 relations.

Nous avons traité ces valeurs avec les deux méthodes que nous avons citées précédemment à savoir l'utilisation de la logique d'Allen et l'utilisation de statistiques qui mettent en avant les relations entre temps de début du regard vers l'espace de signation et temps de début des

événements manuels. Grâce à ces deux méthodes, nous avons construit des histogrammes qui nous permettent de voir des phénomènes que nous n’aurions pas pu constater en observant un grand nombre de données à l’œil nu.

1.1. Relations d’Allen entre regard vers l’espace de signation et événements manuels

La figure 24 montre la répartition des relations pour l’ensemble des événements manuels (signes standards, CMS et pointages) en fonction du regard dirigé vers l’espace de signation.

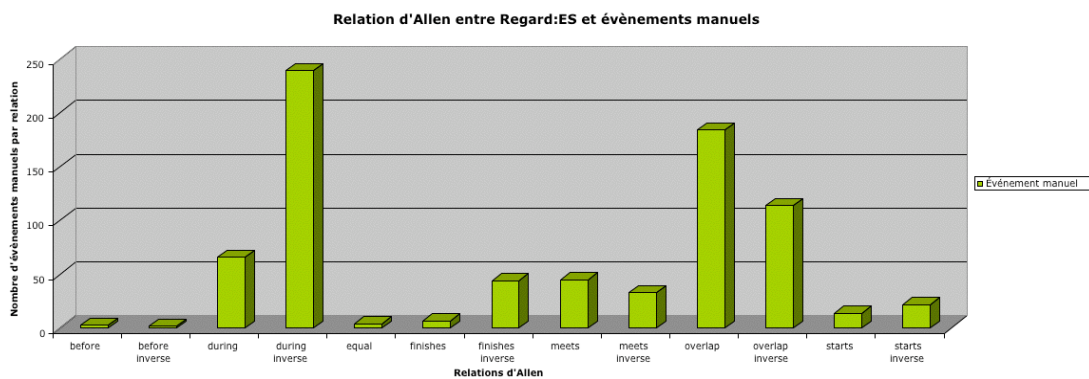


Figure 24 - Relations d'Allen entre le regard et l'ensemble des événements manuels pour tous les locuteurs

Nous voyons tout d’abord que certaines relations sont quasi inexistantes. En effet, les relations *before* et *before inverse* sont très peu présentes car nous avons considéré qu’elles n’étaient pertinentes que dans le cas précis que nous avons cité plus haut. Nous voyons aussi que la relation *equal* est très peu représentée. La synchronisation parfaite entre regard dirigé vers l’espace de signation et événement manuel est très rare. D’autres relations comme *finishes*, *finishes inverse*, *starts*, *starts inverse*, *meets* et *meets inverse* sont peu représentées. Au contraire, la relations *during* est un peu plus représentée que les autres mais ce sont surtout les relations : *during inverse*, *overlap* et *overlap inverse* qui sont très présentes. Nous pouvons proposer une interprétation pour ces relations que nous rencontrons souvent sans oublier que *A* désigne le regard et *B* les événements manuels. Cette interprétation est présente dans le tableau 3.

Relation	Illustration de la relation	Interprétation / explication
Regard <i>during</i> événement manuel	A B 	Le signeur peut regarder un point de l'espace de signation pendant qu'il effectue un signe. <i>Par exemple, pendant que le locuteur montre qu'il tient un bagage en réalisant un CT, il peut regarder ce bagage pendant une durée plus courte que la durée globale du regard.</i> Cet exemple illustre une relation sémantique particulière (l'objet regardé correspond à ce qui est représenté grâce à l'événement manuel). Il serait intéressant de voir la relation sémantique et/ou syntaxique entre l'espace de signation regardé et le signe réalisé en dehors de cet exemple.
Évènement manuel <i>during</i> Regard	A B 	Pour une même cible du regard dans l'espace de signation, le locuteur peut réaliser plusieurs signes. Nous avons principalement rencontré ce phénomène lorsque le locuteur prenait le rôle d'un personnage s'adressant à un autre personnage de son histoire en signant. <i>Par exemple, lors de la tâche 8 (vidéo et BD), les locuteurs ont régulièrement pris le rôle des différents personnages de leur histoire (ex : dame, monsieur et vendeur de hot-dogs pour la BD). Quand un locuteur prend le rôle d'un de ces personnages, il regarde en direction de la personne à qui le personnage s'adresse (par exemple : la dame s'adresse au monsieur) et réalise pendant ce temps, un ensemble de signes à l'attention du monsieur puisque c'est à lui que la dame s'adresse.</i>
Regard <i>overlap</i> événement manuel	A B 	Le locuteur regarde un point dans l'espace avant de réaliser le signe. Ce phénomène semble correspondre à l'action de « <i>pertinisation</i> » de l'espace avant de réaliser le signe qui correspond à cet espace ou qui va venir s'y placer. <i>Par exemple, le locuteur peut regarder un endroit dans l'espace de signation qui correspond à une porte d'embarquement avant de réaliser un proforme de paroi verticale qui figure la porte en question.</i>
Évènement manuel <i>overlap</i> Regard	A B 	Ici, nous voyons que le locuteur peut commencer à regarder un point dans l'espace avant d'avoir fini un signe. Il semble que le locuteur prépare ce qu'il va dire par la suite en regardant en avance l'espace de signation. <i>Par exemple, le locuteur peut réaliser le signe standard [DOUANE] avant de placer la douane dans l'espace de signation en regardant dans la direction de ce qui sera interprété comme l'emplacement de la douane. Ce point pourra être réutilisé par la suite en tant qu'emplacement de la douane.</i>

Tableau 3 - Relations d'Allen très présentes dans le corpus et propositions d'interprétation

Nous remarquons que globalement, les relations fonctionnent de manière assez similaire au sein d'une paire (relation et son inverse). Autrement dit, si une relation est peu représentée, alors son inverse a beaucoup de chance d'être également peu représentée. Il en est de même pour les relations plus représentées.

La logique d'Allen semble montrer que trois ou quatre relations principales existent pour caractériser la relation entre regard et événements manuels de manière générale. La partie ci-dessous utilise la seconde méthode et les mêmes données.

1.2. Utiliser les statistiques pour mettre en avant les relations entre temps de début du regard vers l'espace de signation et temps de début des événements manuels

Les histogrammes que nous avons créés à partir de la soustraction : *numéro d'image de début du regard moins numéro d'image de début de l'événement manuel* nous permettent de bien voir le lien entre les débuts des deux intervalles. La figure 25 est basée sur l'ensemble des valeurs dont nous disposons.

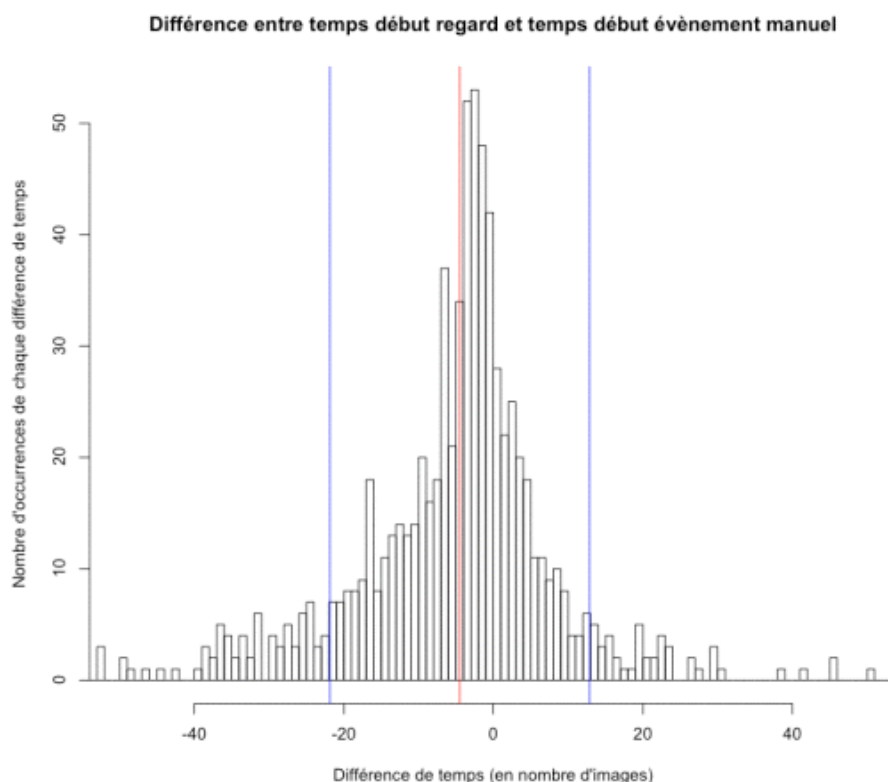


Figure 25 - Histogramme basé sur la soustraction : *numéro d'image de début du regard moins numéro d'image de début de l'événement manuel*

Nous constatons que la moyenne se situe avant la valeur 0. Autrement dit, dans la majeure partie des cas, le regard semble précéder l'évènement manuel. Cela correspond aux relations *A during B* et *A overlap B* qui sont les deux relations les plus fréquentes. Les données concordent donc bien.

De plus, nous pouvons dire qu'en moyenne, le regard précède les évènements manuels de quatre images. Cependant, cette moyenne peut être précisée en regardant un par un les différents évènements manuels.

2. Résultats pour des évènements manuels précis

Comme nous venons de le dire, cette partie a pour objectif de voir s'il existe des propriétés plus spécifiques à chaque type d'évènement manuel.

2.1. Propriétés des évènements manuels dans leur rapport avec le regard

Nous présentons ci-dessous trois graphiques : un pour les configurations manuelles spéciales, un pour les signes standards et un pour les pointages. Plus précisément, la figure 26 permet de voir les relations d'Allen qui caractérisent le rapport entre le regard et les signes standards. De la même manière, la figure 27 montre le rapport entre le regard et les pointages et la figure 28 entre le regard et les configurations manuelles spéciales en terme de relations d'Allen.

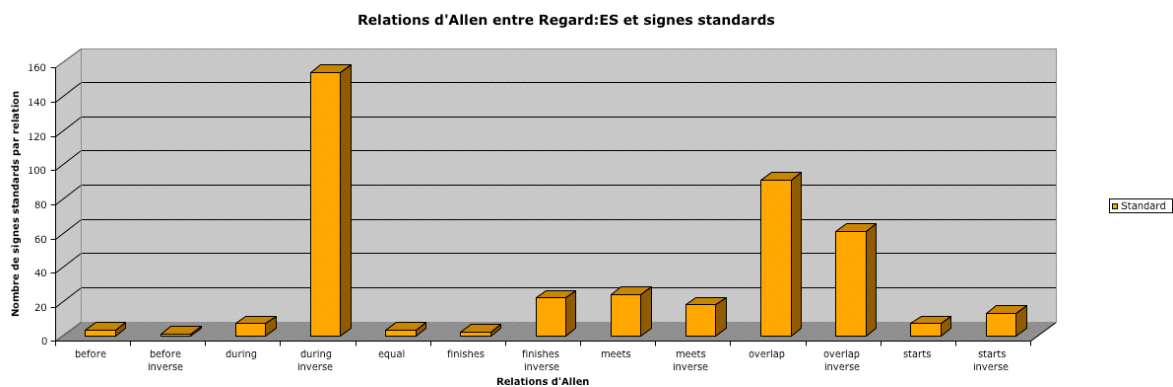


Figure 26 - Relations d'Allen entre le regard et les signes standards

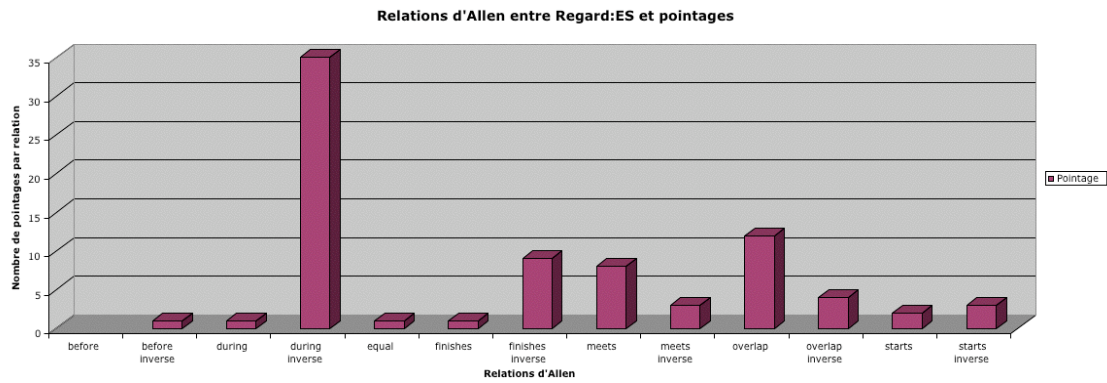


Figure 27 - Relations d'Allen entre le regard et les pointages

Nous constatons que les pointages et les signes standards fonctionnent de manière assez similaire. En effet, dans les deux cas, la valeur pour la relation *during inverse* est particulièrement élevée et les valeurs pour *overlap* et *overlap inverse* sont aussi assez importantes. Cependant, les pointages sont assez peu nombreux (80 pointages contre 406 signes standards) et nous aurions besoin de plus de valeurs pour avoir des résultats plus nets. Les graphiques présents en annexe 5 confirment tout de même la forte ressemblance entre signes standards et pointages. En effet, en moyenne, un signe standard est réalisé 9 images après que le regard se soit porté vers l'espace de signation. Pour les pointages, la moyenne est portée à 8 ce qui est donc très proche.

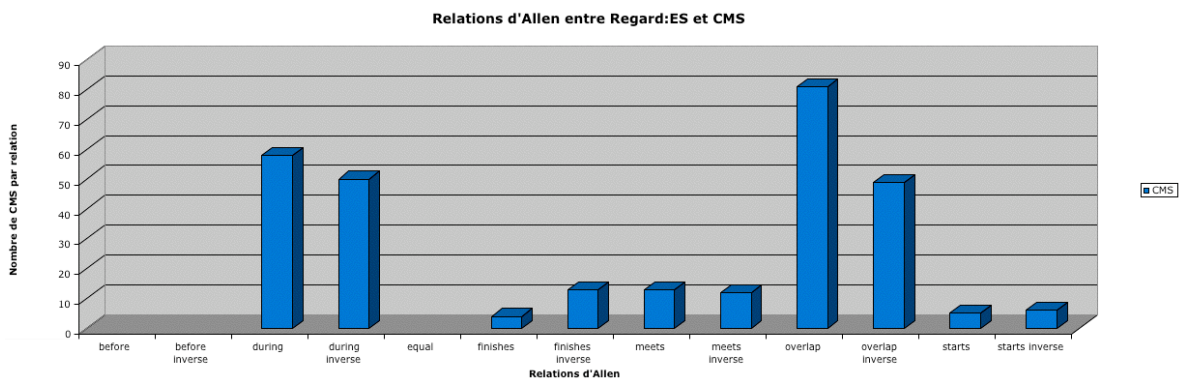


Figure 28 - Relations d'Allen entre le regard et les CMS

Au contraire, en moyenne, les locuteurs regardent l'espace de signation 2 images avant de réaliser un CMS. De plus, comme nous le voyons ci-dessus, les CMS se répartissent globalement entre quatre relations : *during*, *during inverse*, *overlap* et *overlap inverse*. Le fait que la moyenne soit fixée à 2 images, qui est une valeur moins extrême que celles des signes standards et des pointages, semble s'expliquer par le fait qu'il y a quatre possibilités pour le lien entre intervalle du regard et intervalle d'un CMS. Nous verrons par la suite que cela

s'explique également par la variété des évènements manuels regroupés dans les CMS. Nous pouvons maintenant observer dans le détail chacun des types d'évènements manuels.

2.2. Propriétés des différents évènements manuels dans leur rapport avec le regard

La figure 29 illustre le fait que les signes standards, dans leur rapport avec le regard, forment un ensemble homogène. En effet, ils se répartissent globalement de la même manière parmi les relations d'Allen quelle que soit leur modalité (signes à deux mains, signe réalisé avec la main dominante, signe réalisé avec la main dominée).

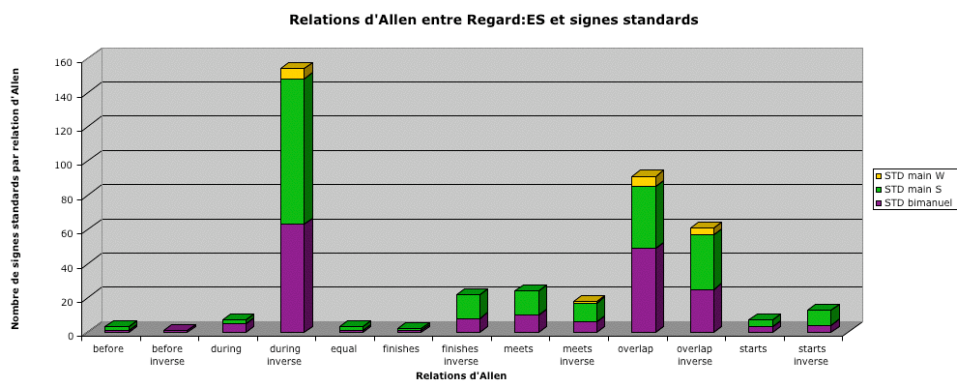


Figure 29 - Relations d'Allen entre le regard et les différents signes standards

Comme les signes standards, les pointages se répartissent de manière équivalente parmi les relations d'Allen. Cependant, il est assez difficile de faire des généralités car les pointages sont peu nombreux et la grande majorité des pointages sont dirigés vers l'espace de signation. En effet, sur 80 pointages, seulement 24 sont dirigés vers le corps du locuteur et 1 vers l'interlocuteur. Tous les autres sont dirigés vers l'espace de signation.

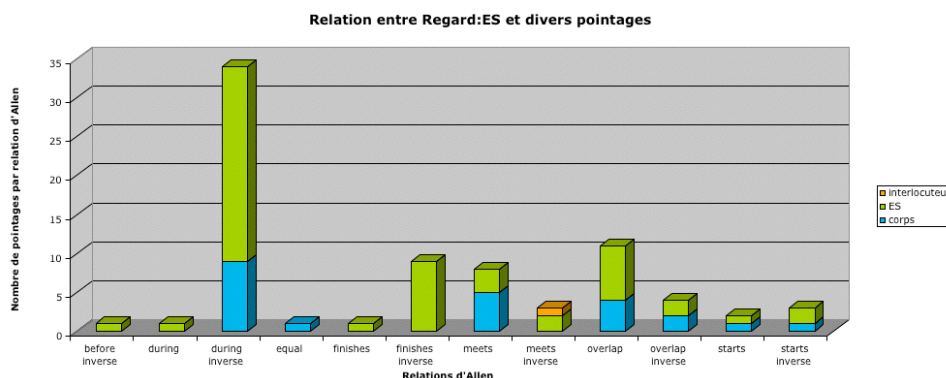


Figure 30 - Relations d'Allen entre le regard et les divers pointages

Enfin, la figure 31 nous permet de voir que les CMS sont également répartis de manière équivalente parmi les relations d'Allen.

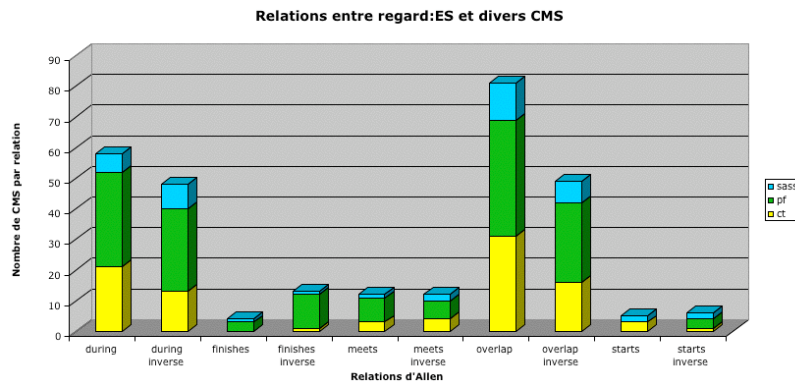


Figure 31 - Relations d'Allen entre le regard et les différents CMS

Cependant, les graphiques présents en annexe 5 montrent que les CMS ne se comportent pas de la même manière. En effet, les regards dirigés vers l'espace de signation suivent en moyenne les Configurations de Transfert (CT) de 6 images, suivent les proformes de 1 image et précèdent les spécifieurs de taille et de forme (SASS) de 3 images. Même s'ils sont regroupés dans une même catégorie, la catégorie CMS, nous constatons que les proformes, les CT et les SASS fonctionnent différemment.

Maintenant que nous avons étudié les relations entre regard et événements manuels pour l'ensemble des locuteurs nous proposons un ensemble de règles qui pourront être utilisées dans le grammaire Azalee et pour la génération.

3. Règles pour le fonctionnement du regard en LSF par rapport aux événements manuels

Nous avons établi deux types de règles. Le premier type se base sur les relations d'Allen. Le second type se base sur les données que nous avons obtenues grâce aux statistiques faites sur les valeurs moyennes qui séparent le début des intervalles des événements manuels des débuts des intervalles qui concernent le regard. Nous espérons que ces données pourront être directement utilisées pour l'élaboration de la grammaire car elle nécessite des données de ce type pour fonctionner et permettre donc de générer une animation la plus naturelle possible.

3.1. Règles basées sur la logique d'Allen

À partir de nos données et grâce aux graphiques qui donnent à voir plus facilement ces données, nous avons établi un ensemble de règles. Pour toutes ces règles, *A* correspond au regard et *B* aux divers évènements manuels.

La première de nos règles est une règle tout à fait générale :

- La synchronisation parfaite entre regard et évènement manuel n'existe pas (*A equal B*).

Voici les deux règles valables pour les signes standards :

- Si un signe standard est en relation avec l'espace de signation, il y a 38% de chance que la relation soit de type : *B during A*³⁰, il y a 23% de chance que la relation soit de type *A overlap B*³¹ et 15% de chance que la relation soit de type *B overlap A*³² où *A* est le regard et *B* le signe standard ;
- L'ensemble des signes standards se comportent de la même manière.

Voici la règle que nous pouvons utiliser pour les pointages :

- Si un pointage est en relation avec l'espace de signation, il y a 44% de chance que la relation soit de type *B during A*³³ et 14% de chance qu'elle soit de type *A overlap B*³⁴ où *A* est le regard et *B* le pointage.

Nous ne devons pas oublier que cette règle est basée sur un petit nombre de valeurs et qu'il faudrait avoir plus de données pour la rendre plus solide.

³⁰ Exemple : pendant que le locuteur regarde l'endroit dans l'espace de signation où il jette les bagages, il fait le signe [LANCER]

³¹ Exemple : alors que le locuteur joue le rôle d'une dame qui s'adresse à un monsieur (cf. BD de la tâche 8), le locuteur regarde le monsieur puis dit [QUOI] au monsieur. Avant la fin du signe [QUOI], le locuteur a cessé de regarder dans la direction du monsieur.

³² Exemple : alors que le locuteur joue le rôle d'une dame qui s'adresse à un monsieur (cf. BD de la tâche 8), le locuteur commence à faire le signe [TOUT DROIT] avant de regarder dans la direction du monsieur.

³³ Exemple : pendant que le locuteur regarde un écran placé dans l'espace de signation, il réalise un pointage vers le côté droit de l'écran.

³⁴ Exemple : le locuteur commence à regarder un dossier placé dans l'espace de signation puis, il pointe ce dossier et arrête de le regarder avant de finir le pointage.

Voici les règles pour les CMS :

- Si un CMS est en relation avec l'espace de signation, il y a 28% de chance que la relation soit de type *A overlap B*³⁵, 20% de chance que la relation soit de type *A during B*³⁶, 17% de chance que la relation soit de type *B during A*³⁷ et 17% de chance également que la relation soit de type *B overlap A*³⁸ où *A* est le regard et *B* le CMS ;
- En ce qui concerne les relations d'Allen, l'ensemble des CMS se comporte de manière relativement homogène.

Notre travail basé sur la logique d'Allen peut également être utilisé du côté de la reconnaissance. En effet, nos données seront certainement utiles aux personnes chargées de la reconnaissance des signes. Elles pourront les aider à anticiper certains phénomènes et à faire des prédictions sur ce qu'ils risquent de rencontrer dans certaines circonstances. Pour cela nous avons rédigé plusieurs règles. Voici la liste de ces règles :

- Si le regard du locuteur porte vers l'espace de signation durant la réalisation d'un événement manuel (*A during B*), alors cet événement a 88% de chance d'être un CMS³⁹ et 10% de chance d'être un signe standard⁴⁰ ;
- Si un événement manuel est réalisé pendant que le locuteur regarde un point dans l'espace de signation (*B during A*), alors cet événement a 64% de chance d'être un

³⁵ Exemple : le locuteur commence à regarder une carte d'enregistrement placée dans l'espace de signation puis, réalise un CT qui montre qu'il tient cette carte et arrête de regarder cette carte avant de finir le CT.

³⁶ Exemple : pendant que le locuteur réalise un proforme de personne qui marche, il regarde dans l'espace de signation ce qui correspond à la rue.

³⁷ Exemple : pendant que le locuteur regarde un journal placé dans l'espace de signation, il réalise un CT qui montre qu'il tient ce journal

³⁸ Exemple : le locuteur commence à réaliser le proforme de l'avion puis commence à regarder la personne qui va monter dans l'avion. Le proforme se termine avant la fin du regard dirigé vers la personne.

³⁹ Exemple : pendant que le locuteur réalise un proforme de voiture, il regarde en direction du restaurant vers lequel la voiture se dirige.

⁴⁰ Exemple : pendant que le locuteur fait le signe standard [A PIED], il regarde l'endroit de l'espace de signation qui correspond à la ville.

signe standard⁴¹, 20% de chance d'être un CMS⁴² et 14% de chance d'être un pointage⁴³ ;

- Si le regard chevauche un évènement manuel (*A overlap B*), alors il y a 49% de chances que cet évènement soit un signe standard⁴⁴, 44% de chance qu'il s'agisse d'un CMS⁴⁵ et 6% de chance qu'il s'agisse d'un pointage⁴⁶ ;
- Si un signe chevauche un évènement manuel (*B overlap A*), il y a 54% de chance que cet évènement soit un signe standard⁴⁷, 43% de chance que ce soit un CMS⁴⁸ et 3% de chance que ce soit un pointage⁴⁹ ;
- De manière plus générale, si le regard dirigé vers l'espace de signation est en relation avec un évènement manuel, il y a 52% de chance que ce soit un signe standard, 37% de chance que ce soit un CMS et 10% de chance que ce soit un pointage.

Cette dernière règle n'est pas basée sur une relation particulière mais sur les valeurs totales obtenues à partir de toutes les relations.

Nous voyons que nous avons trouvé une utilité supplémentaire et inattendue à nos données. Les règles que nous avons établies grâce à l'annotation du corpus pourront peut-être être utilisées pour la reconnaissance dans le cadre du projet Dicta-Sign.

⁴¹ Exemple : alors que le locuteur incarne un vendeur de hot dog, il regarde dans l'espace de signation ses clients potentiels. Pendant qu'il regarde dans cette direction, il fait le signe [HOT-DOG].

⁴² Exemple : pendant que le locuteur regarde en direction d'un pompier, il fait un CT qui montre qu'il tient une hache.

⁴³ Exemple : pendant que le locuteur regarde en direction de l'écran, il réalise un pointage en direction de cet écran.

⁴⁴ Exemple : le locuteur regarde une ceinture dans l'espace de signation puis réalise le signe [CEINTURE] et arrête de regarder la ceinture avant de finir la réalisation du signe standard.

⁴⁵ Exemple : le locuteur regarde le corps du chien dans l'espace de signation puis réalise un SASS pour montrer la forme du corps du chien et arrête de regarder dans cette direction avant de finir le SASS.

⁴⁶ Exemple : le locuteur regarde un dossier et pointe vers ce dossier. Il arrête de regarder dans l'espace de signation avant la fin de son pointage vers le dossier.

⁴⁷ Exemple : alors que le locuteur a commencé à réaliser le signe standard [ARRIVER], il regarde l'écran dans l'espace de signation. Il arrête son signe avant d'arrêter de regarder l'espace de signation.

⁴⁸ Exemple : alors que le locuteur réalise un CT qui montre qu'il tient un billet, il commence à regarder l'hôtesse. Il arrête de tenir son billet avant d'arrêter de regarder l'hôtesse.

⁴⁹ Exemple : alors que le locuteur réalise un pointage vers le numéro d'une porte d'embarquement, il regarde l'écran dans l'espace de signation. Il arrête son pointage avant d'arrêter de regarder dans l'espace de signation.

Dans la partie qui suit, nous proposons des règles écrites grâce aux valeurs trouvées avec la méthode statistiques.

3.2. Règles basées sur les valeurs moyennes qui séparent les débuts des intervalles

Nous avons donc pu établir un deuxième ensemble de règles. Celles-ci sont basées sur les valeurs moyennes qui séparent le début des intervalles des évènements manuels des débuts des intervalles qui concernent le regard. Voici ces règles :

- En moyenne, un signe standard commence à être réalisé 9 images après que le regard se soit porté vers l'espace de signation ;
- En moyenne, un pointage commence à être réalisé 8 images après que le regard se soit porté vers l'espace de signation ;
- En moyenne, un CMS commence à être réalisé 2 images après que le regard se soit porté vers l'espace de signation ;
- En moyenne, un CT commence à être réalisé 6 images avant que le regard se soit porté vers l'espace de signation ;
- En moyenne, un proforme commence à être réalisé 1 image avant que le regard se soit porté vers l'espace de signation ;
- En moyenne, un SASS commence à être réalisé 3 images après que le regard se soit porté vers l'espace de signation.

Si ces résultats nous paraissent étonnants, nous ne devons pas oublier que nous n'avons pas intégré de point de vue syntaxique ou sémantique dans notre analyse. Elle se base sur l'ensemble des relations, dans un énoncé en LSF, qui existent entre le regard et les divers évènements manuels sans restriction. Nous sommes conscients que ce point est une limite forte de notre travail. Cependant, notre but est d'animer des signeurs de manière plus naturelle et c'est ce que nous tentons de faire en proposant des règles valables dans des énoncés en langue des signes française.

La conclusion qui suit rappelle les points forts de notre méthode mais aussi ses inconvénients.

Conclusion et perspectives

En élaborant un ensemble de règles basées sur des valeurs numériques issues d'un corpus en langue des signes française, nous avons pu caractériser de manière formelle le lien entre le regard dirigé vers l'espace de signation et les différents événements manuels que nous pouvons rencontrer dans des énoncés en langue des signes. Ces règles ont également permis de montrer que l'ensemble des événements manuels est varié. Tous ne se comportent pas de la même manière dans le lien avec le regard.

Ces règles seront utilisées dans le cadre de la grammaire Azalee pour la génération automatique de signes et cela dans le cadre du projet Dicta-Sign. De plus, alors que tout ce travail a été réalisé dans une optique de génération, nous pensons que nos valeurs intéresseront peut-être également les personnes chargées de la reconnaissance.

Malgré la satisfaction d'avoir obtenu des résultats que nous jugeons intéressants, nous souhaitons rappeler les limites de notre étude.

Nous ne nous sommes basés que sur un corpus de narration de 13 minutes. Tous les phénomènes ne peuvent pas être présents dans un extrait de langue aussi court et aussi restreint. Pour preuve, nos données ne comportent que 80 pointages ce qui est trop peu pour proposer des résultats tout à fait solides. Une analyse plus complète prendrait en compte des situations plus variées et un plus grand nombre de locuteurs. La grande taille (8 heures de corpus) et la grande variation (différentes situations et différents genres) du corpus Dicta-Sign permettront de continuer les recherches dans ce sens.

Nous sommes aussi conscients que tout ce qui concerne le regard ne se limite pas au regard porté vers l'espace de signation. Il serait également intéressant d'étudier le lien entre événements manuels et regard dirigé vers le corps par exemple. Nous serions curieux de voir si nous pourrions formuler le même genre de règles et si nous pourrions effectuer les mêmes regroupements parmi les événements manuels. Ici, aussi, le corpus Dicta-Sign, grâce à sa variété et sa taille, fournit tous les éléments nécessaires à une telle analyse.

Nous pensons qu'il serait aussi intéressant d'étudier le rôle du regard en prenant en compte la théorie de Cuxac sur les transferts. Ainsi, nous nous demandons si le regard pourrait être

caractérisé d'une manière différente lorsque le signeur est en transfert et lorsqu'il ne l'est pas. Cependant, pour faire une telle analyse, il serait nécessaire d'annoter les transferts ce qui n'est pas une tâche aisée car leur délimitation et leur caractérisation est une tâche qui s'avère être complexe.

Nous savons également qu'il serait intéressant d'étudier le rôle du regard en fonction des évènements manuels auxquels il est relié sémantiquement. Nous ne nous sommes pas penché sur ce point faute de temps.

Nous pourrions également étudier les autres gestes non manuels. Par exemple, le lien entre les gonflements de joues et les évènements manuels pourrait être étudié car nous supposons que ces gonflements sont des intensifieurs qui ont un rôle de modifieur des signes, similaires à celui des suffixes que nous connaissons bien dans notre langue.

Enfin, il est important de ne pas oublier que le projet Dicta-Sign est un projet européen qui se base sur quatre langues des signes. Il sera donc nécessaire de travailler sur ce que nous venons d'étudier dans les trois autres langues car les signeurs virtuels devront s'exprimer dans toutes les langues étudiées. Pour cela, les experts des autres langues seront chargés de comparer nos résultats aux leurs afin de confirmer ou d'infirmer les résultats que nous avons obtenus.

Remerciements

La recherche ayant conduit à ces résultats a reçu un financement du 7ème programme cadre de la Commission Européenne (FP7/2007-2013) sous la convention de subvention n°231135.

Table des illustrations

Figure 1 – A gauche, signeur faisant le signe standard [DORMIR] et à droite, signes [PETIT] (Moody B 1997)	13
Figure 2 - Signeur faisant un pointage.....	14
Figure 3 - Signeur décrivant un comptoir grâce à un TTF	15
Figure 4 - Signeur montrant un gros véhicule qui roule grâce à un TS.....	16
Figure 5 - Signeur en prise de rôle (tenir une hache)	16
Figure 6 - Signeuse utilisant l'espace de signation pour dire : « <i>une personne marche derrière un mur</i> »	17
Figure 7 - Anna réalise le signe [A PIED] et le signe [PEUR].....	22
Figure 8 - Squelette utilisé pour la génération automatique	23
Figure 9 - Signes qui ne se distinguent que grâce au non manuel (Moody A 1997 ; Moody B 1997).....	27
Figure 10 - Utilisation de différentes zones du regard pertinisées auparavant	29
Figure 11 - Représentation traditionnelle des pronoms personnels (Moody 1986).....	29
Figure 12 - Logiciel Ilex	32
Figure 13 - Pistes réservées à l'annotation des événements manuels	35
Figure 14 - Pistes des événements manuels et description HamNoSys d'un signe réalisé avec la main dominante	36
Figure 15 - Pointages réalisés vers l'espace de signation et annotation de ce pointage.....	37
Figure 16 - Locuteur qui réalise deux CT : un objet plat dans la main gauche et un sac à main dans la main droite.....	38
Figure 17 - Deux proformes [VOITURE] qui figurent des voitures qui se croisent.....	39
Figure 18 - Deux SASS : [MANCHE DE LA HACHE] puis [POINTE DE LA HACHE]....	39
Figure 19 - À gauche, le locuteur regarde son interlocuteur (Ad) et à droite, il regarde dans le vide (X).....	40
Figure 20 - Le locuteur regarde l'espace de signation (ici : « groupe de personnes »).....	41
Figure 21 - Intervalles de différentes durées pour une même relation d'Allen	44
Figure 22 - Extrait de l'annotation pour lequel regard et événements manuels sont en relation	46
Figure 23 - Histogramme obtenu à partir du calcul suivant : <i>numéro d'image de début du regard moins numéro d'image de début de l'événement manuel</i>	46

Figure 24 - Relations d'Allen entre le regard et l'ensemble des évènements manuels pour tous les locuteurs.....	49
Figure 25 - Histogramme basé sur la soustraction : <i>numéro d'image de début du regard moins numéro d'image de début de l'évènement manuel</i>	51
Figure 26 - Relations d'Allen entre le regard et les signes standards	52
Figure 27 - Relations d'Allen entre le regard et les pointages	53
Figure 28 - Relations d'Allen entre le regard et les CMS	53
Figure 29 - Relations d'Allen entre le regard et les différents signes standards	54
Figure 30 - Relations d'Allen entre le regard et les divers pointages	54
Figure 31 - Relations d'Allen entre le regard et les différents CMS	55

Table des tableaux

Tableau 1 - Synthèse des tâches du projet Dicta-Sign.....	20
Tableau 2 - Ensemble des relations d'Allen	43
Tableau 3 - Relations d'Allen très présentes dans le corpus et propositions d'interprétation ..	50

Bibliographie

- (Abeillé 2007) A. Abeillé, *Les grammaires d'unification*, collection langue et syntaxe, 2007.
- (Allen & Ferguson 1994) J.F. Allen & G. Ferguson, *Actions and events in interval temporal logic*. Technical Report 521, The University of Rochester, Computer Science Dept., 1994.
- (Blondel & Tuller 2000) M. BLONDEL & L. TULLER, *Les recherches sur la LSF : un compte rendu critique*, in *Recherches linguistiques de Vincennes* 29, p.29-54, 2000.
- (Bolot 2006) L. BOLOT, A. BRAFFORT & M. FILHOL, *ELSI balbutie ! Vers une plateforme d'animation d'avatar signant*, WACA, 2006.
- (Bouvet 1996) D. BOUVET, *Approche polyphonique d'un récit produit en langue des signes française*, Ethologie et Psychologie des communications, presses universitaires de Lyon, 1996
- (Braffort 2008) A. BRAFFORT, *Traitement automatique de la langue des signes française*, mémoire préparé en vue de l'obtention de l'habilitation à diriger des recherches, LIMSI :CNRS, juin 2008.
- (Chételat 2010) E.CHÉTELAT, *Les gestes non manuels en langue des signes française. Annotation, analyse et formalisation : application aux mouvements des sourcils et aux clignements des yeux*, Univ. de Provence, Co-dir. Jean VERONIS et Annelies BRAFFORT, 25 mars 2010.
- (Cuxac 1997) C. CUXAC, *Iconicité et mouvement des signes en langue des signes française*. In *Actes de la 6^e Ecole d'Eté de l'Association pour la Recherche Cognitive (ARC), Le mouvement – Des Boucles sensori-motrices aux représentations langagières*, 205-218, Paris, 1997.
- (Cuxac 2000) C. CUXAC, *La Langue des Signes Française (LSF) - Les voies de*

l'iconicité, Faits de Langues. N° 15-16. Ophrys, Paris, 2000.

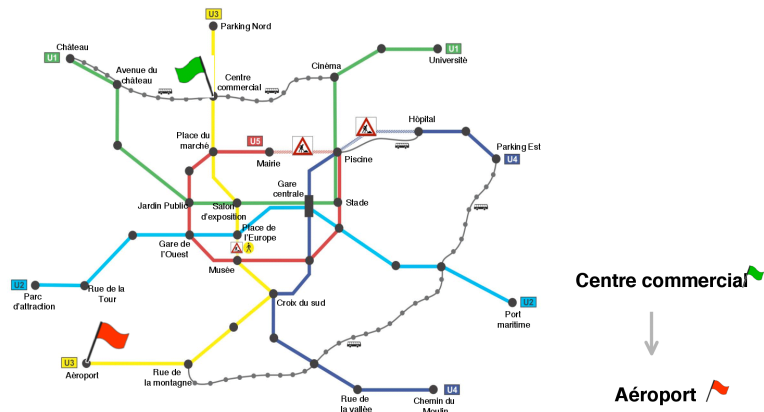
- (Dalle & Lefebvre-Albaret 2009) P. DALLE et F. LEFEBVRE-ALBARET, *Analyse des pointages en LSF par traitement automatique de vidéos*. Dans : Symposium "Du geste au signe : le pointage dans les langues orales et signées", Lille, 04/06/2009-05/06/2009, Université de Lille, 2009
- (Delorme 2010) M. DELORME, *Sign language synthesis: skeleton modelling for more realistic gestures*, ACM SIGACCESS Accessibility and Computing, p.19-23, janvier 2010.
- (Devos 2009) N. DEVOS, *Evaluation de signeurs virtuels sur Internet*, rapport de stage, LIMSI-CNRS, septembre 2009
- (Efthimiou 2009) E. EFTHIMIOU et al., *Sign Language Recognition, Generation, and Modelling: A Research Effort with Applications in Deaf Communication*. Presentation given at the UAHCI 2009/HCI 2009 conference in San Diego, CA, July 24, 2009.
- (Filhol 2008) M.FILHOL, *A descriptive model of signs for Sign Language Processing*, Ph ;D. Thesis, LIMSI-CNRS, University OF Paris Sud, 2008.
- (Hanke 2002) HANKE T. *ILex – A tool for Sign Language Lexicography and Corpus Analysis*, 2002.
- (Jakobson 1963) R. JAKOBSON « Linguistique et poétique », *Essais de linguistique générale*, Éditions de Minuit, Paris, 1963.
- (Kipp 2004) M. Kipp, *Gesture Generation by Imitation – From Human Behavior to Computer Character Animation*, Florida, 2004
- (Marshall & Safar 2002) I. Marshall & E. Safar, *Sign Language Generation Using HPSG*, 2002.

- (Marshall & Safar 2004) I. Marshall & E. Safar, *Sign Language Generation in ALE HPSG*, 2004.
- (Mercier 2003) H. MERCIER, *Analyse automatique des expressions du visage, application à la langue des signes*, rapport de DEA, 2003.
- (Meurant 2008) L. MEURANT, *Le regard en langue des signes, Anaphore en langue des signes française de Belgique (LSFB) : morphologie, syntaxe, énonciation*, Presse universitaire de Namur, Presse universitaire de Rennes, 2008.
- (Moody 1986) B. MOODY, D. HOF, S. DUMARTIN, *La langue des signes (tome I) – Histoire et grammaire*, IVT, Paris, 1986 (réédition 1997).
- (Moody A 1997) B. MOODY, *La langue des signes – Tome 2 : dictionnaire bilingue élémentaire*, IVT, Editions Ellipses, Paris , 1997.
- (Moody B 1997) B. MOODY, *La langue des signes – Tome 3 : dictionnaire bilingue élémentaire*, IVT, Editions Ellipses, Paris , 1997.
- (Sallandre 2001) M.A. SALLANDRE, *Va et vient de l'iconicité en langue des signes française*. In AILE (Acquisition et Interaction en Langue Etrangère) n°15, 2001.
- (Sallandre 2003) M-A. SALLANDRE, *Les unités du discours en Langue des Signes Française. Tentative de catégorisation dans le cadre d'une grammaire de l'iconicité*. Thèse de doctorat. Université de Paris 8 – Saint Denis, Christian Cuxac (Dir.), 2003.
- (Segouat 2009) J. SEGOUAT, *A Study of Sign Language Coarticulation*, in : SIGACCESS Newsletter, "Accessibility and Computing", pp. 31-38, issue 93, janvier 2009.
- (Vergé 2002) F. VERGÉ, *le regard en langue des signes française et perspectives pédagogiques*, juin 2002.

Annexes

Annexe 1 – Supports utilisés dans le projet Dicta-Sign

Support pour la tâche 1



Support pour la tâche 2



Support pour la tâche 3

Où ?

Turquie, Suède, Espagne, Majorque, Italie, Pologne, Suisse

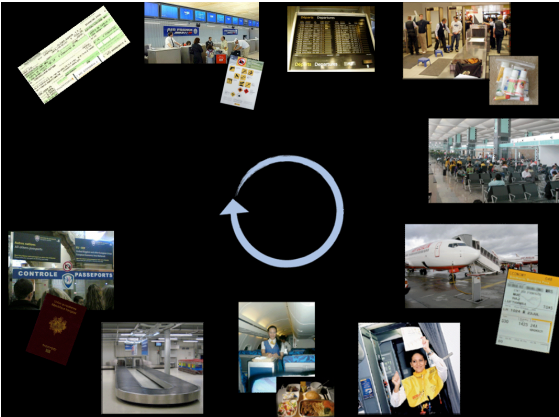
Quand ?

2010											
Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
X	X									X	X

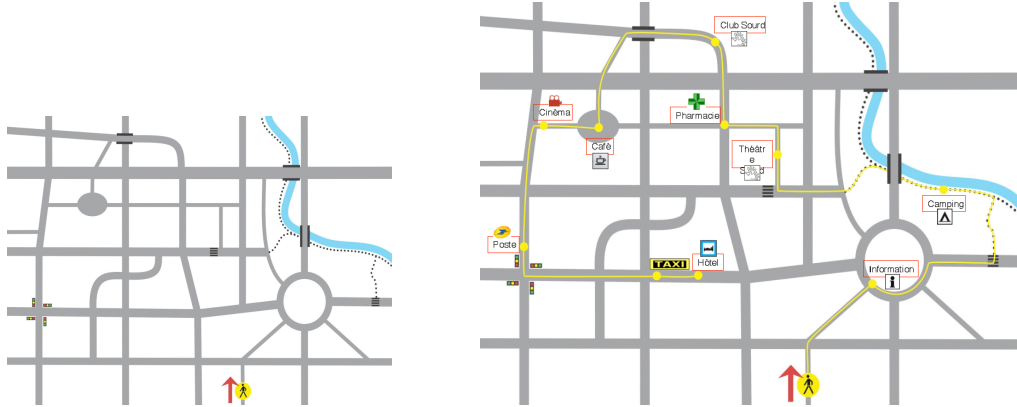
Comment ?

Autres critères

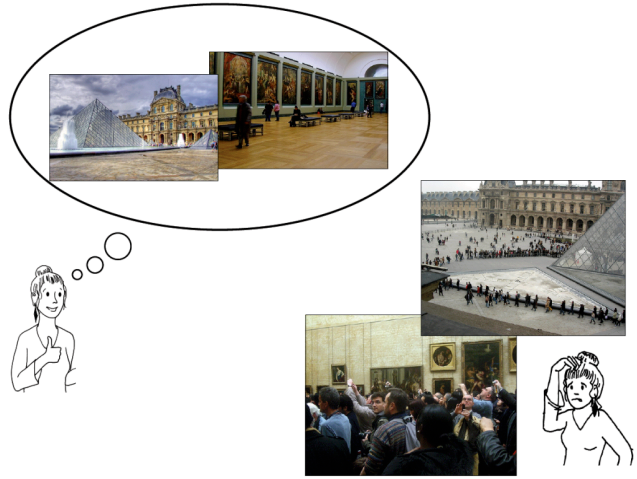
Support pour la tâche 4



Support pour la tâche 5



Support pour la tâche 6



Support pour la tâche 7



Support pour la tâche 8



Support pour la tâche 9



Annexe 2 – Situation de tournage du corpus Dicta-Sign



Annexe 3 – Quelques sites Zebedee

@HEAD/0 %%milieu du dessus de la boîte crânienne
@FH/0 %% milieu du front
@EBi/1 %%# extrémité intérieure des sourcils, vers l'arrête du nez
@SH/1 %% épaule
@WR/1 %% dessus du poignet
@PA/1 %% paume
@T_TIP/1 %% bout du pouce
@T_NA/1 %% ongle du pouce

@T_PAD/1 %% pulpe du pouce
 @M_INT/2 %% milieu des phalanges du majeur à l'intérieur de la main
 @M_t/2 %% milieu des phalanges du majeur du côté du pouce
 @M_l/2 %% milieu des phalanges du majeur du côté du petit doigt
 @M_BACK/2 %% milieu des phalange sdu majeur sur le dos des doigts
 @ST/0 %% point où les clavicules se rejoignent
 @ST/1 %% sur cette même ligne horizontale, côté droit ou gauche
 @ABST/0 %% entre le sternum et l'abdomen
 @ABST/1 %% sur cette même ligne horizontale, côté droit ou gauche
 @AB/0 %%abdomen

Annexe 4 – Script R pour le traitement statistique des données

```

setwd("/Volumes/DD ext2 (250 Go)/Sophie/memoire-sophie/Allen/tableau excel/R")
mesdonnees = read.table("donneesAllenFramesCALCADA.txt", h=T)

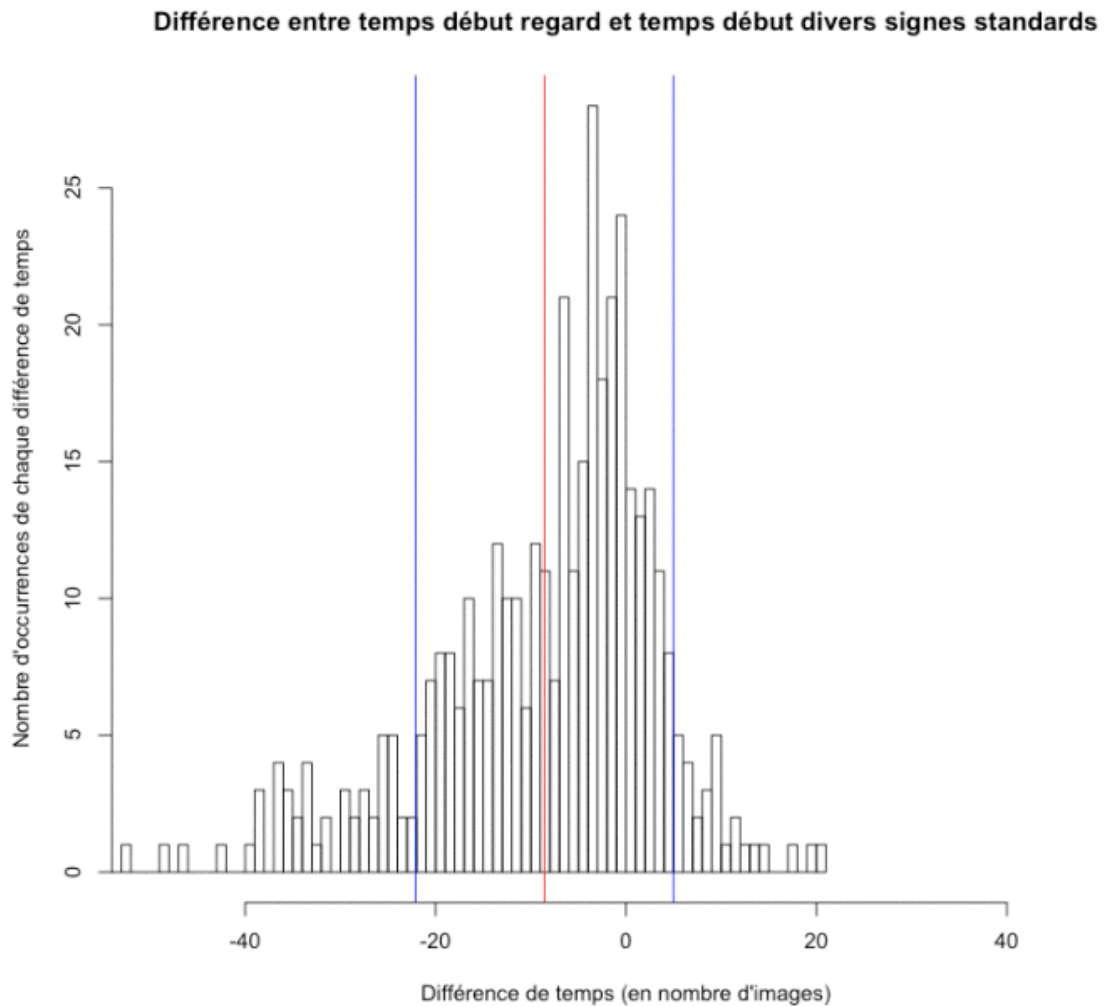
data=mesdonnees[, 1]

limx = c(-50, 50)
titre="Différence entre temps début regard et temps début évènement manuel"
abscisse = "Différence de temps (en nombre d'images)"
ordonnee = "Nombre d'occurrences de chaque différence de temps"

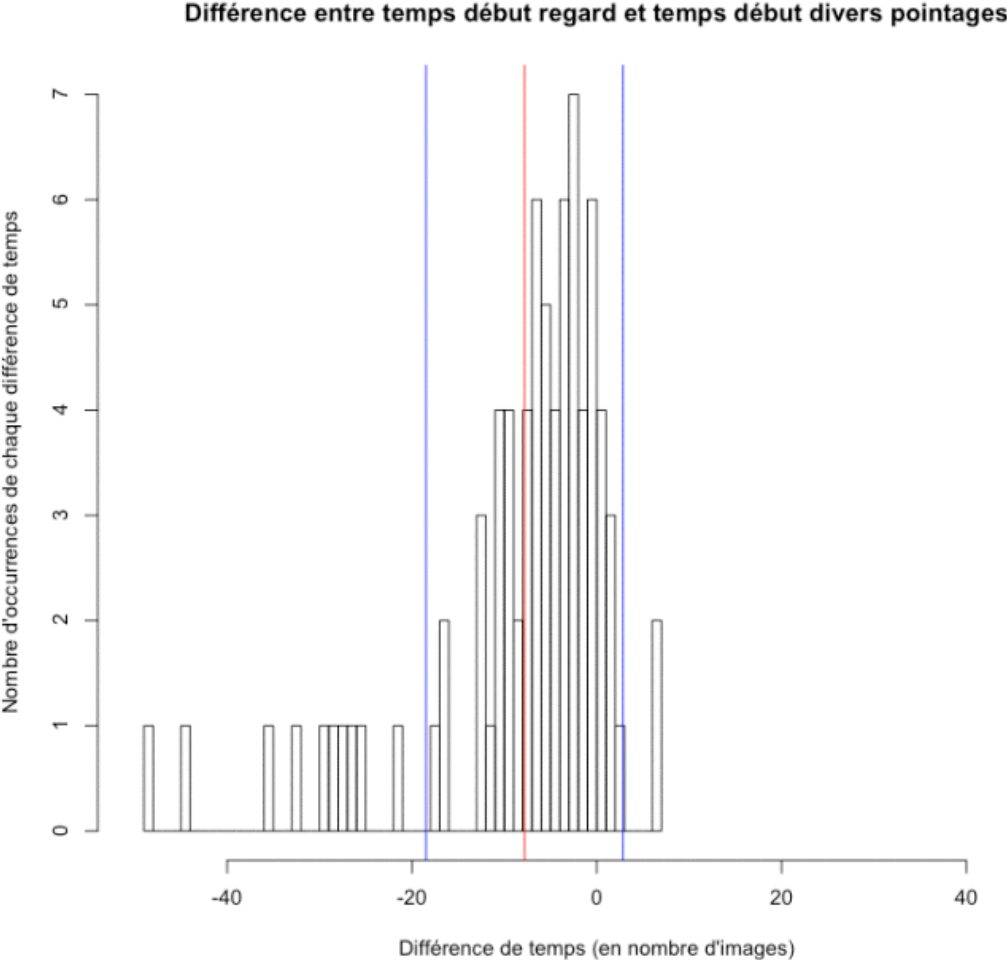
par(mfrow=c(1, 2))
hist(data, breaks=max(data)-min(data), main=titre, xlab=abscisse, ylab=ordonnee)
hist(data, breaks=max(data)-min(data), xlim=limx, main=titre, xlab=abscisse, ylab=ordonnee)
abline(v=mean(data), col=2)
ecart=sd(data)
ecart_m = mean(data) - ecart
ecart_p = mean(data) + ecart
abline(v=ecart_m, col=4)
abline(v=ecart_p, col=4)
  
```

Annexe 5 – Histogrammes montrant les résultats de la soustraction numéro d’image de début du regard moins numéro d’image de début de l’événement manuel

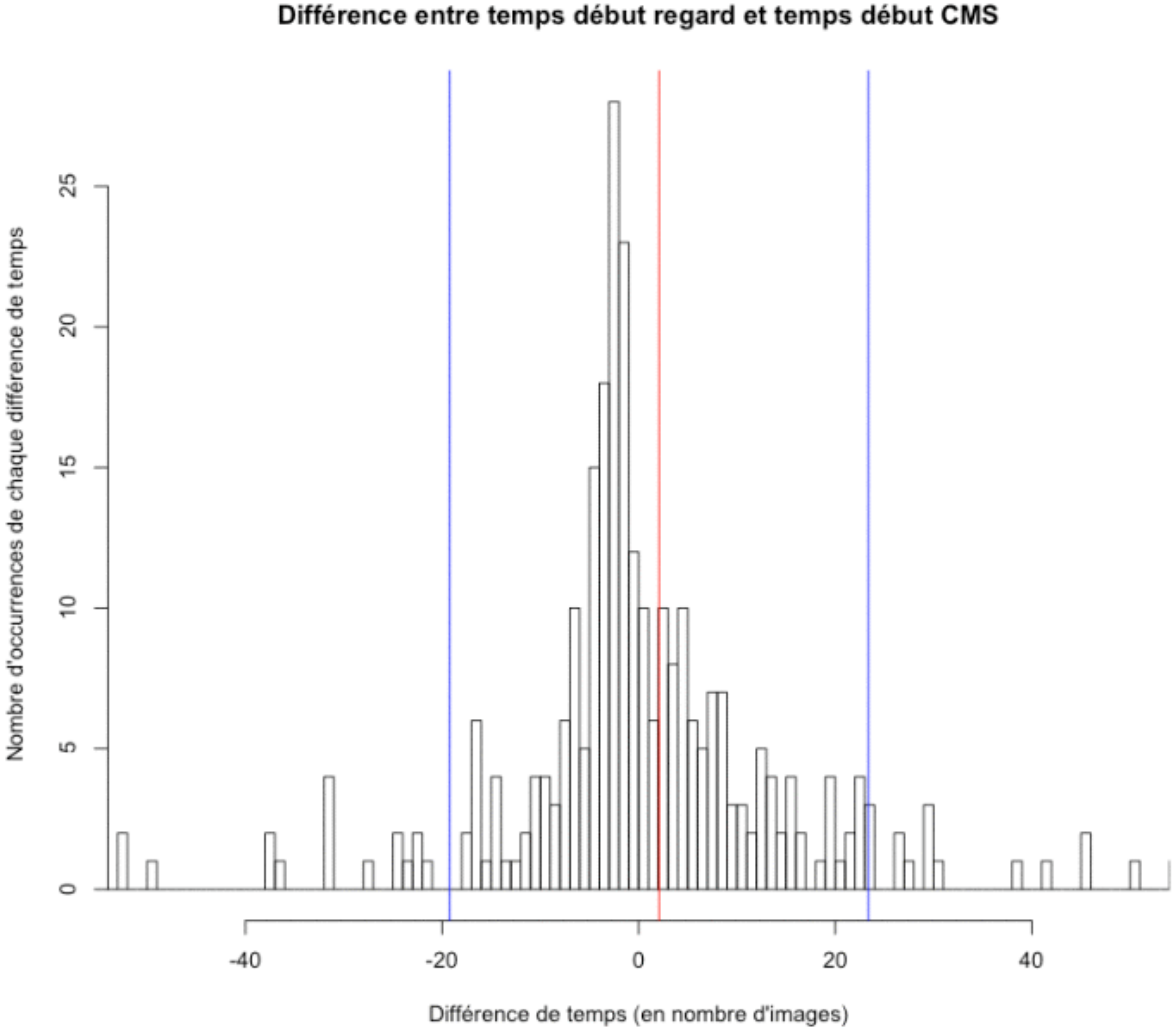
Histogramme montrant les résultats de la soustraction numéro d’image de début du regard moins numéro d’image de début du signe standard.



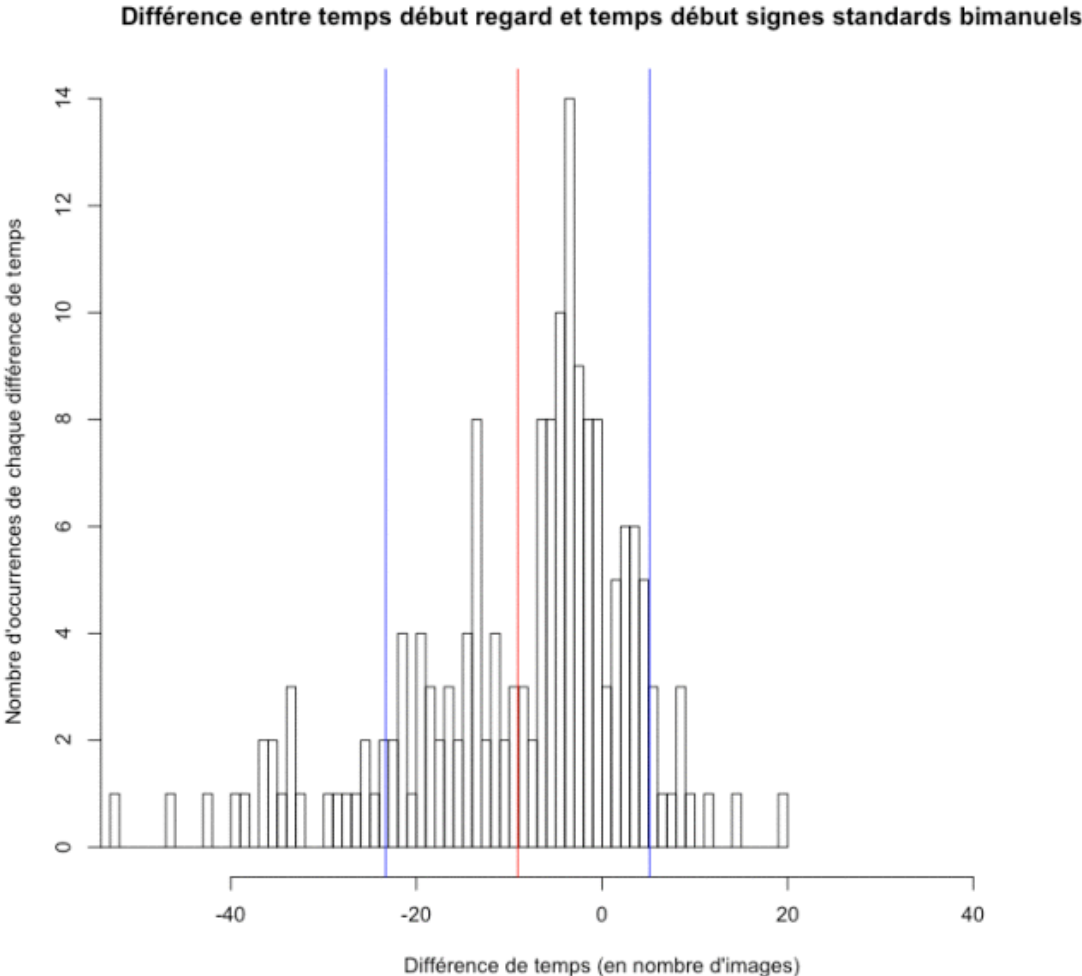
Histogramme montrant les résultats de la soustraction numéro d'image de début du regard moins numéro d'image de début du pointage.



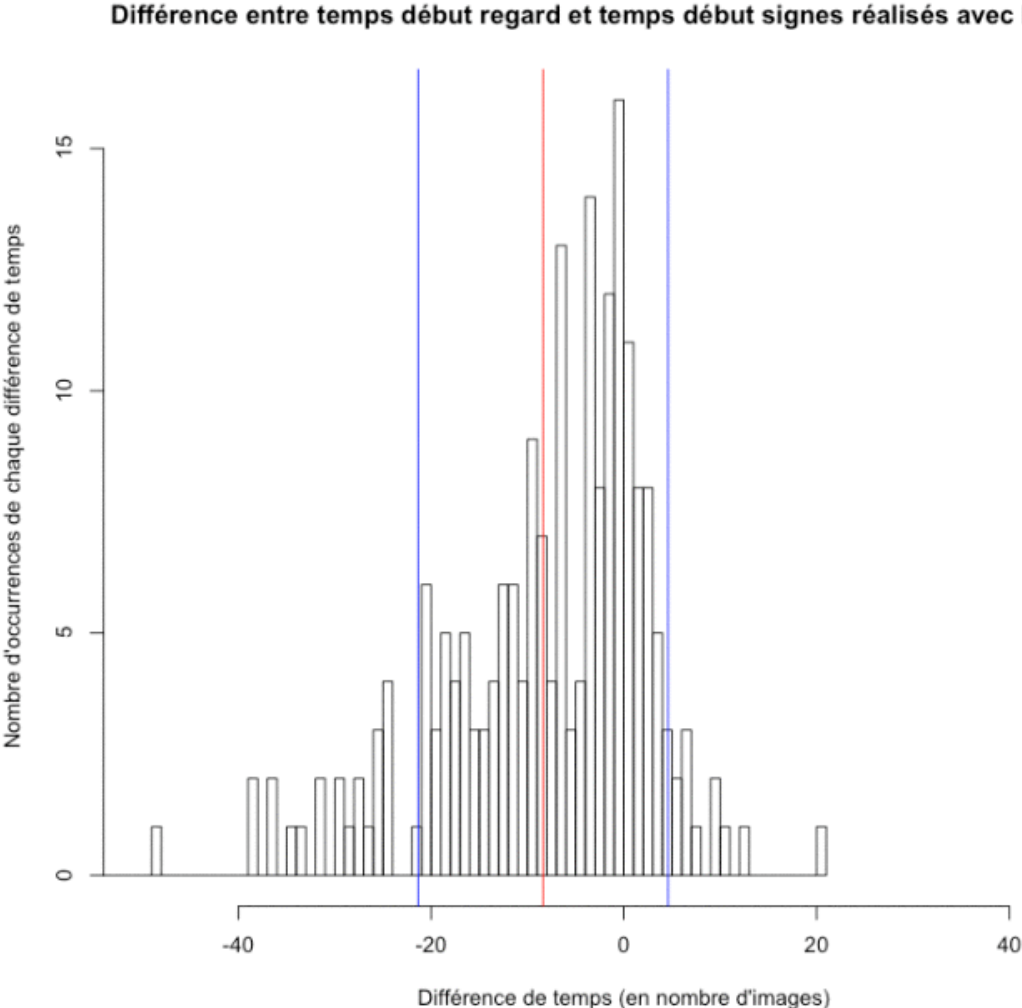
Histogramme montrant les résultats de la soustraction numéro d'image de début du regard moins numéro d'image de début du CMS.



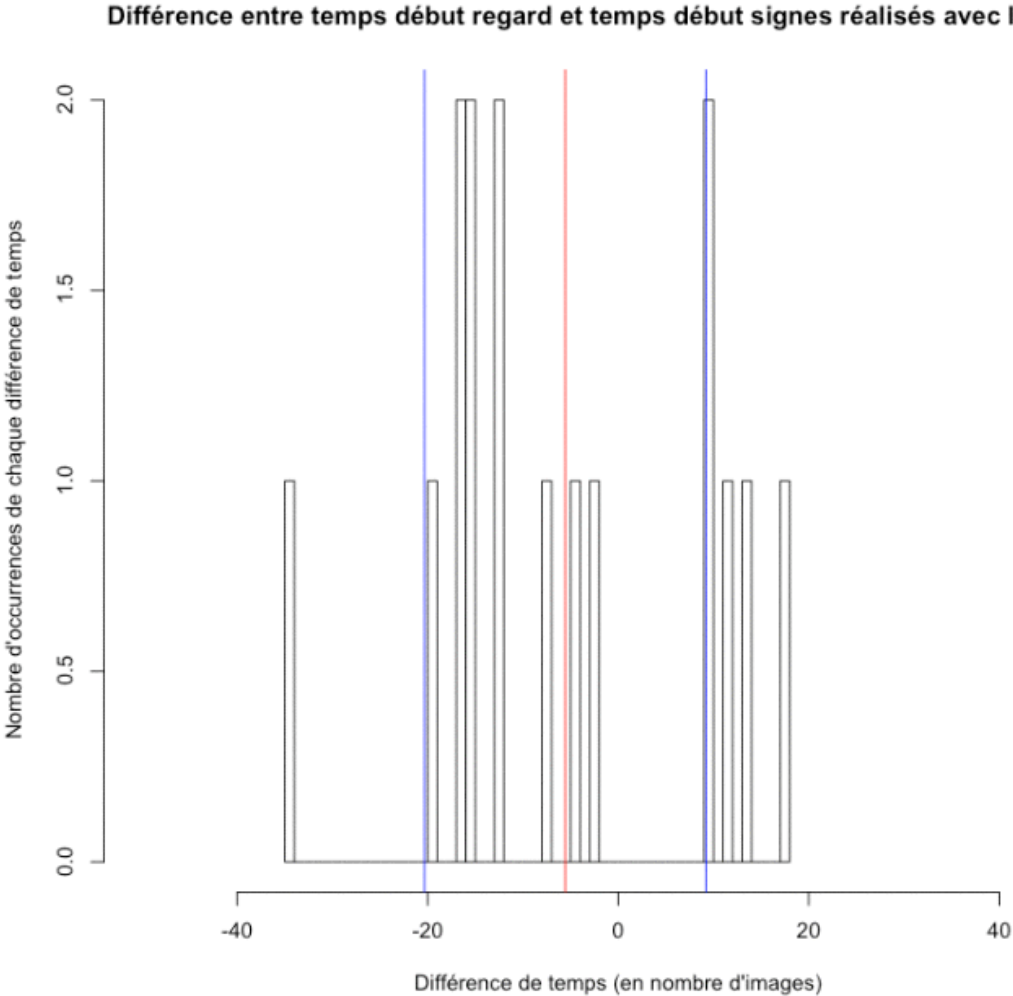
Histogramme montrant les résultats de la soustraction numéro d'image de début du regard moins numéro d'image de début du signe standard réalisé à deux mains.



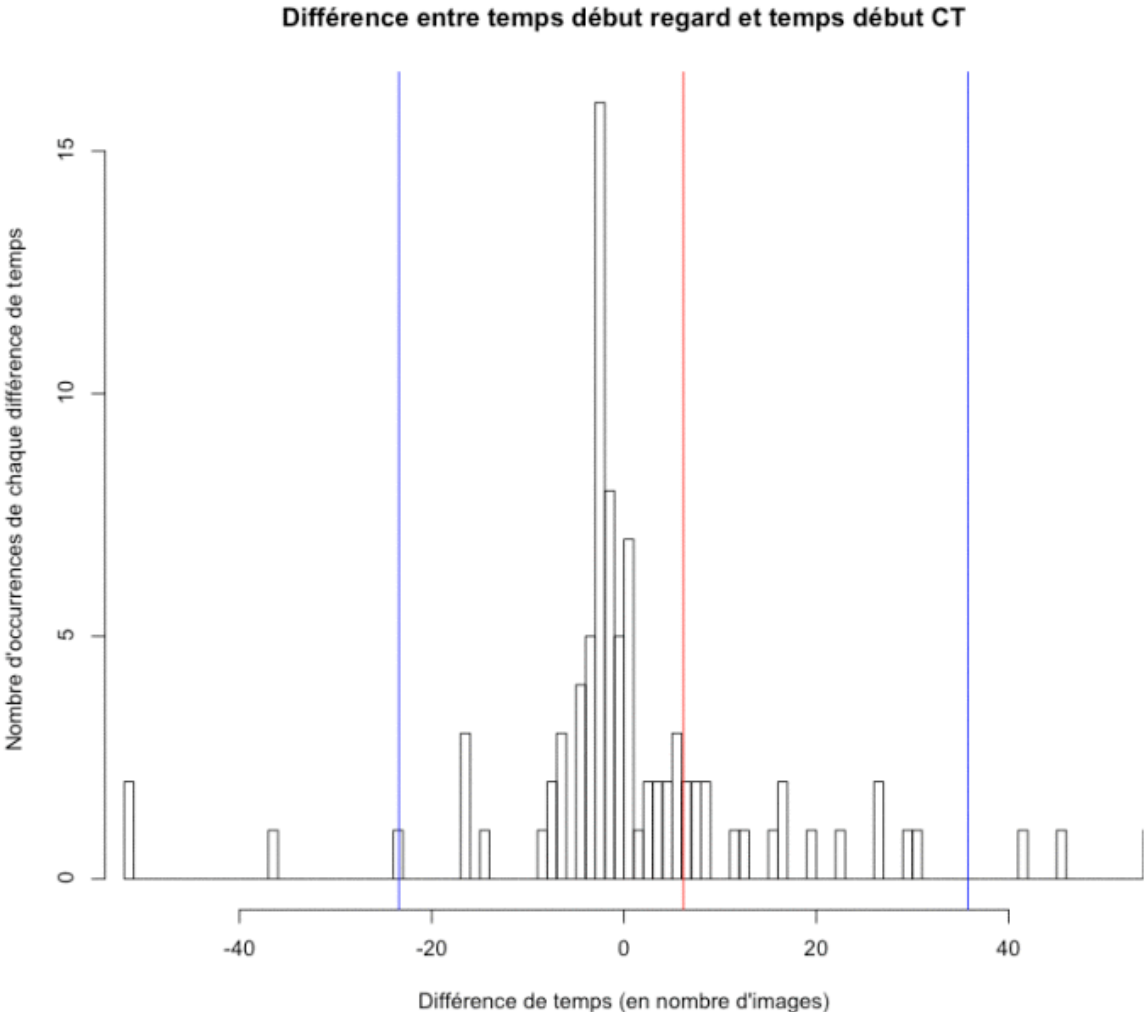
Histogramme montrant les résultats de la soustraction numéro d'image de début du regard moins numéro d'image de début du signe standard réalisé avec la main dominante.



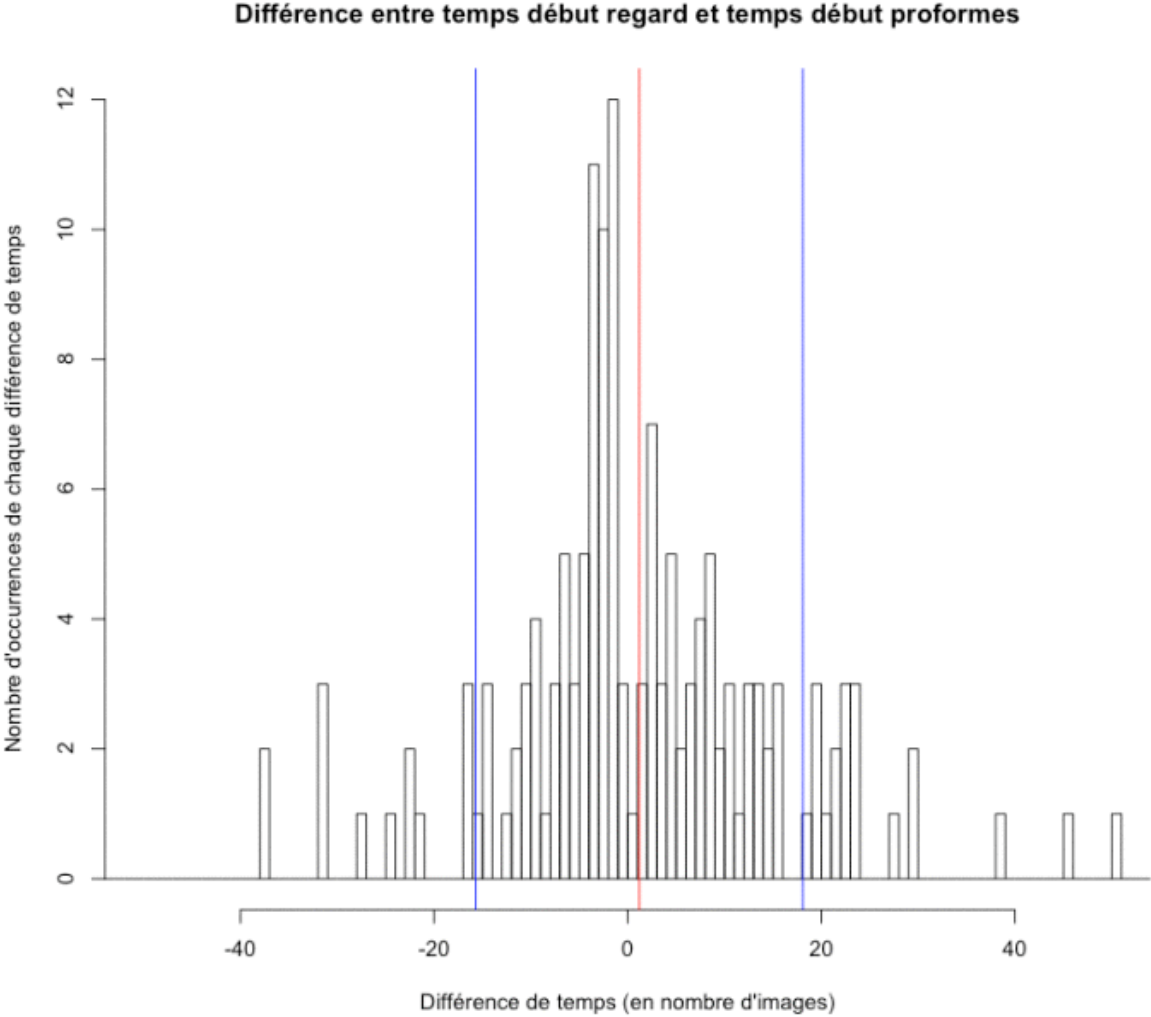
Histogramme montrant les résultats de la soustraction numéro d'image de début du regard moins numéro d'image de début du signe standard réalisé avec la main dominée.



Histogramme montrant les résultats de la soustraction numéro d'image de début du regard moins numéro d'image de début du CT.



Histogramme montrant les résultats de la soustraction numéro d'image de début du regard moins numéro d'image de début du proforme.



Histogramme montrant les résultats de la soustraction numéro d'image de début du regard moins numéro d'image de début du SASS.

