
Analyse assistée des traces d'interaction oculaires et graphomotrices au cours de séances de production écrite instrumentées[§].

Atelier 1 « Traces » de la Conférence I.C. 2011 (Ingénierie des Connaissances)

Stéphane Talbot, Christophe Courtin

Université de Savoie – équipe SysCom

27, rue Marcoz

73000 Chambéry

{stephane.talbot, christophe.courtin}@univ-savoie.fr

RÉSUMÉ. Dans cette communication, nous présentons l'analyse d'une situation de production écrite basée sur l'utilisation des traces d'interaction issues d'un dispositif d'observation composé d'une tablette graphique et d'un oculomètre. Nous nous appuyons sur des résultats de recherche sur les traces informatiques pour apporter une assistance aux activités d'observation des chercheurs en sciences humaines. Les résultats sont très prometteurs sur le plan de la validation des hypothèses en sciences humaines de par la facilitation des activités d'analyse des traces d'interaction.

MOTS-CLÉS : traces d'interaction, oculomètre, tablette graphique, analyse, visualisation.

[§] Ce travail de recherche a été réalisé dans le cadre du projet Bonus Qualité Recherche n°B2010-41 « Compréhension et production en temps réel » de l'université de Savoie.

1. Introduction

Pour les chercheurs en sciences humaines, l'étude de la compréhension et de la production du langage, à l'oral ou à l'écrit, engendre des activités complexes qui nécessitent de coordonner des traitements syntaxiques et morphosyntaxiques complexes. Nous nous intéressons en tant que chercheurs en informatique à l'observation des traces d'interaction générées lors de séances instrumentées de production écrite avec des sujets enfants ou adultes.

2. Contexte de l'observation

2.1. Indicateurs pour l'observation

Pour les expérimentations, les sujets produisant sont équipés d'une tablette graphique et d'un oculomètre. Le travail d'analyse consiste à repérer un certain nombre d'évènements qui font sens pour les chercheurs en sciences humaines. Ces derniers s'intéressent notamment à la notion de régression qui correspond au retour en arrière de la cible visuelle par rapport à l'emplacement du stylet. Les traces d'interaction produites correspondent aux coordonnées du point regardé et de la pointe du stylet avec une période d'échantillonnage d'environ 2ms. Ce type d'expérimentation génère énormément de données dont l'analyse, qui est généralement réalisée manuellement dans des tableurs, s'avère très fastidieuse, voire très compliquée (tableaux à plus de deux dimensions). Les chercheurs distinguent plusieurs types de régressions selon leur portée (dans le mot ou la phrase) et selon les autres évènements qu'elles contiennent (saccades, fixations, poursuites). La reconnaissance de ces évènements ainsi catégorisés nécessite une analyse préparatoire pour reconnaître les constituants (c) de la phrase étudiée (opération de détournage). Une phrase (ou item) peut ainsi être représentée de la manière suivante : {c1, c2, c3, c4, c5, c6, c7}, où les constituants seront ensuite catégorisés. De là, nous définissons un certain nombre d'indicateurs associés à une régression : i) l'ordre des constituants fixés dans une séquence : c2, c1, c4, c2 ; ii) le nombre de fois où un constituant est fixé : c1(1), c2(2), c3(0), c4(1), c5(0), c6(0), c7(0) ; iii) les constituants fixés : c1(1), c2(1), c3(0), c4(1), c5(0), c6(0), c7(0).

2.2. Analyse assistée des traces d'interaction

L'utilisation des tablettes graphiques permet d'enregistrer l'ensemble des actions liées à l'écriture effectuées par les sujets (coordonnées et état du stylet pendant l'ensemble de la phase d'écriture). Pour compléter cette trace, on enregistre également les mouvements du regard à l'aide d'un oculomètre. En effet, l'analyse des durées de fixations et de régressions des différents segments de la phrase permet d'inférer la dynamique temporelle de certains des

traitements linguistiques mis en œuvre. Nous procédons donc à l'analyse croisée des traces d'interaction que nous appelons des séquences d'observés temporellement situées. Les activités oculaires et graphomotrices des rédacteurs sont enregistrées dans des fichiers de type texte grâce au logiciel EyeAndPen¹ [Chesnet & Alamargot 2005]. Les traces contiennent les informations suivantes : temps, abscisse, ordonnée pour l'oculomètre et la pression en plus pour la tablette (stylet posé ou non). Ces informations sont ensuite converties dans un format X.M.L. pour être introduites dans un système à base de traces (S.B.T.) [Courtin 2008], pour lequel nous avons contribué à la définition d'une architecture avec les différents protagonistes du domaine des environnements informatiques pour l'apprentissage humain (E.I.A.H.) [Settoui et al. 2010].

2.3. Exploitation des traces

	Le	papa	qui	mouille	les	mamies	avec	une	fleur
Det1	N1	pro	V1	det2	N2	V2	det3	N3	
1	2	9	7	3	4	8	5	6	

Figure 1 : exemple de catégorisation des mots d'une phrase.

Les observations menées par les chercheurs en sciences humaines impliquent dans un certain nombre de cas l'enregistrement des pauses et des débits d'écriture lors de la production écrite, afin de pouvoir les analyser. La conjonction des signaux oculaires et graphomoteurs est particulièrement intéressante, car elle permet d'étudier les phénomènes de synchronisation entre les déplacements de l'œil et du stylet pendant les périodes de pauses et d'écriture. Il devient alors possible d'étudier le contrôle visuel du geste d'écriture. Pour ce faire, il faut dans les traces issues de la tablette que l'on puisse identifier les débuts et fins de chacun des mots écrits (constituants). Chacun de ces mots et signes de ponctuation doit ensuite être numéroté, décrit, catégorisé et commenté (cf. figure 1). Le couplage avec les informations issues de l'oculomètre est souvent essentiel pour comprendre ce qui a pu se passer. Une première analyse permet de catégoriser les mouvements oculaires enregistrés et d'identifier des saccades/fixations/poursuites qui sont ensuite reliés pour former des séquences plus complexes. On notera dans l'exemple de la figure 2 que lors de l'écriture du premier verbe, le regard du sujet est revenu en arrière pour s'arrêter sur le groupe nominal et le déterminant avant de revenir sur le verbe. Dans le cas qui nous intéresse, il est en outre prévu de comparer la production écrite, lorsque les phrases sont dictées ou produites à partir d'une image (cf. figure 3). Ce qui nécessite, dans le second cas, de prendre en compte et analyser les mouvements oculaires correspondant à la

¹ <http://www.eyeandpen.net/>

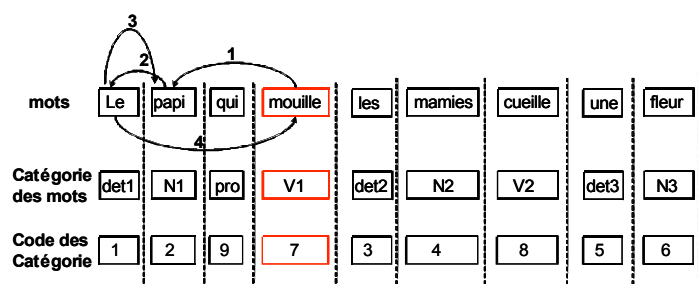


Figure 2 : première séquence régressive à partir de « mouille ».

visualisation de l'image. Jusqu'à présent les analyses, pour l'essentiel, étaient faites manuellement et synthétisées à l'aide de tableaux excel. Par exemple, dans une des études qui s'intéresse à la coordination des traitements syntaxiques et morphosyntaxiques d'accord en genre et en nombre du verbe lors de la production chez l'enfant, il est demandé à différents sujets (une vingtaine d'enfants de niveau CE2 et CM2) de produire des phrases correspondant à différents types d'accords [Alamargot et al. 2011]. Il s'agit de variations de phrases du type suivant :

- (1) Les mamie_{Plur} qui montrent le papi_{Sing} lancent_{Plur} une balle
- (2) La mamie_{Sing} qui montre les papi_{Plur} lance_{Sing} une balle
- (3) Les mamies_{Plur} montrent le papi_{Sing} lance_{Sing} une balle
- (4) La mamie_{Sing} montre les papis_{Plur} qui lancent_{Plur} une balle



Figure 3 : Image correspondant à la phrase « la mamie qui montre les papis lance une balle ».

En outre, l'étude comporte différentes phases, qui permettent de faire varier les conditions de production (sous la dictée, à partir d'images, etc.). La quantité de données à traiter est donc considérable et l'analyse manuelle plus que laborieuse. De ce point de vue, les outils d'analyse des traces peuvent être d'une aide précieuse. En effet, certaines tâches parmi les plus fastidieuses peuvent être automatisées : la segmentation de la phrase, l'identification des régressions, etc. Même si une validation par les experts reste nécessaire, cela leur permet de se concentrer sur les tâches pour lesquelles leur expertise est la plus nécessaire. En outre, l'utilisation d'outils orientés experts pour l'analyse de traces (comme Tatiana [Dyke et al. 2008]) peut faciliter le croisement et la mise en correspondance des traces et données produites. Enfin, le stockage de

l'ensemble de ces données dans un système à base de traces (S.B.T.) [Courtin 2008], permet de conserver non seulement les traces initiales (données issues de l'oculomètre et de la tablette graphique), mais aussi les traces correspondant aux différents niveaux d'analyses (segmentation/fixations/saccades/poursuites – régressions – catégorisations – ...) ainsi que la façon dont elles ont été produites et sélectionnées. On peut espérer que cela permettra non seulement d'améliorer la qualité des analyses, mais aussi leur réutilisation. Par exemple, l'étude et la critique de résultats issus d'une expérimentation passée, à la lumière de résultats plus récents devrait être facilitées.

3. Conclusion

Nous avons montré dans cette communication le potentiel offert par l'automatisation d'un certain nombre de tâches pour faciliter l'observation dans des situations de production écrite instrumentées. A terme, on peut également espérer que cela favorise la coopération entre les équipes, les chercheurs en sciences humaines étant plus à même de reproduire et comparer leurs expérimentations respectives.

4. Bibliographie

- [Alamargot et al. 2011] Denis Alamargot, Michel Fayol, Christel Leuwers, Gilles Caporossi, Virginie Pontart, Ascension Pagan, Kathleen O'Brien-Remirez, David Chesnet « Eye and pen movements as indicators of subject-verb agreement processing during written sentence production », *Proc. of 4th International Conference on Writing Research, Writing Research Across Borders II*, February 17-20, 201, George Mason University, Washington D.C./Northern Virginia.
- [Chesnet & Alamargot 2005] Chesnet, D., & Alamargot, D. (2005). « Analyse en temps réel des activités oculaires et grapho-motrices du scripteur. Intérêt du dispositif 'Eye and pen'. » *L'année psychologique*. 105 (3), 287-304.
- [Courtin 2008] Courtin, C., « CARTE: an Observation Station to Regulate Activity in a Learning Context », *Actes de the 5th IADID International Conference Cognition and Exploratory Learning in Digital Age*, Freiburg, Germany, 2008, p. 191-197.
- [Dyke et al. 2008] Dyke, G., Lund, K., Girardot, J.-J.: « TATIANA: un logiciel pour l'analyse des interactions humaines médiatisées par ordinateur, de la spécification à l'implémentation. », *Research report, G2I-EMSE 2008-400-005*, 2008.
- [Settoui et al. 2010] Settoui, L., Guin, N., Mille, A., Luengo, V., « A Trace-Based Learner Modelling Framework for Technology-Enhanced Learning Systems », *Actes de the 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Sousse, Tunisie, 2010.