



HAL
open science

L'apport du traitement des données-temps issues d'un stylo numérique pour l'analyse de tests d'évaluation

Zaara Barhoumi

► **To cite this version:**

Zaara Barhoumi. L'apport du traitement des données-temps issues d'un stylo numérique pour l'analyse de tests d'évaluation. Rencontres des jeunes chercheurs en EIAH 2010, May 2010, Lyon, France. http://liris.cnrs.fr/rjc_eiah_2010/doku.php?id=accueil. hal-00515384

HAL Id: hal-00515384

<https://hal.science/hal-00515384>

Submitted on 6 Sep 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'apport du traitement des données-temps issues d'un stylo numérique pour l'analyse de tests d'évaluation

Zaara Barhoumi

UMR STEF ENS Cachan, 61 avenue du président Wilson, 94235 Cachan

zaara.barhoumi@ens-cachan.fr

Résumé

Notre recherche est une étude exploratoire sur le traitement et la représentation des données, notamment temporelles, issues d'un stylo numérique. Dans ce papier nous étudions le cas du remplissage de tests d'évaluation sur papier tramé par des étudiants dans un contexte éducatif. À partir de besoins exprimés par le chercheur désirant analyser et évaluer ces productions écrites, nous présentons une méthodologie et un outil informatique permettant de transformer les données brutes issues du stylo numérique en des données éditables. Nous proposons des représentations croisées des différents indicateurs spécifiés par le chercheur, concernant les textes écrits, les durées d'écriture, l'ordre en utilisant des classifications personnalisables.

Introduction

Le stylo numérique est un dispositif mobile permettant de capturer et numériser l'écriture manuelle. Dans le cas du dispositif Anoto¹ que nous utilisons dans notre recherche, le stylo est utilisé en combinaison avec un papier tramé. Il détecte et mémorise les coordonnées sur le papier ainsi que l'instant (heure et minute) de la dépose de l'encre. Un tel dispositif nous semble prometteur pour améliorer et faciliter le recueil de données pour la recherche en éducation.

Deux types d'utilisation nous intéressent particulièrement : la prise de notes d'observation et l'exploitation de questionnaires. L'objet de notre recherche est l'étude de l'apport du traitement des données-temps dans des dispositifs d'observations et des tests d'évaluation. Dans cet article nous développons le travail déjà réalisé dans le cas de l'administration des questionnaires.

Contexte d'étude : test tableur

Des travaux de recherche développés au STEF portent sur l'évaluation des compétences TIC des élèves du secondaire. Dans le cadre du projet *DidaTab* (Bruillard et al. 2008), divers outils ont été exploités pour capturer et évaluer les compétences tableur des élèves. Des tests d'évaluation sur papier et sur machine ont été administrés à plus de 800 élèves (Blondel et Tort 2007). L'analyse des réponses des élèves a montré que leurs connaissances étaient embryonnaires et leurs compétences très élémentaires.

Des observations réalisées pendant les tests ont révélé que la façon dont les élèves procèdent est tout

aussi intéressante que leur production. Afin d'étudier ces processus, des enregistrements vidéo des interactions des élèves avec le tableur ont été exploités (Tort et al. 2009). L'analyse qualitative de ces enregistrements révèle d'autres informations sur les processus de résolution des questions et les comportements des élèves au cours du test pratique, notamment les comportements consistant à explorer systématiquement l'interface du logiciel.

Les questionnaires papier présentent l'intérêt de pouvoir poser des questions sur les concepts et principes du logiciel, et de centrer les élèves sur ce qu'ils savent, sans qu'ils aient recours à une quelconque aide du logiciel. De plus ils peuvent être administrés à une plus large population. L'instrumentation de questionnaires avec un stylo numérique permet l'enregistrement des temps d'écriture des réponses. Ce dispositif permet de recueillir des données sur le processus de résolution du test, notamment la durée de réponse à chaque question et l'ordre de traitement des questions.

Notre recherche a pour objet l'analyse de traces d'interaction sur un support papier, capturées au moyen d'un stylo numérique. Notre objectif est de fournir une assistance à l'analyse quantitative et qualitative de ces traces. Dans le cas particulier des tests d'évaluation sur tableur, les chercheurs désirent observer les parcours de résolution des questions par les répondants. Ils souhaitent s'appuyer sur les données-temps pour construire des indicateurs intéressants.

Comment traiter ces données-temps en les couplant aux contenus manuscrits numérisés pour concevoir des indicateurs et comment les représenter ?

Le format numérique des données issues du stylo numérique n'étant pas directement exploitable par le chercheur, nous développons une méthode et un instrument informatique aidant à leur analyse.

La technologie du stylo numérique

Le stylo numérique est un dispositif mobile permettant de capturer, d'interpréter, et de mémoriser la trace des mouvements de sa pointe sur un papier. Ce dispositif transfère la trace sous forme numérique à d'autres dispositifs informatiques (ordinateur, PDA, téléphone portable, etc.) (Malacria et Lecolinet 2008).

La technologie Anoto repose sur l'utilisation couplée d'un papier tramé et d'un stylo numérique. Une trame, constituée d'une matrice des nœuds donnant des coordonnées uniques à chaque point du papier, est imprimée sur une feuille de papier normal. Chaque page ainsi tramée est unique. Le stylo numérique muni d'une caméra infrarouge, repère et enregistre les coordonnées de la position de son impact sur le papier.

¹ Anoto : www.anoto.com

Cette technologie permet, en plus de la numérisation de l'écriture, de recueillir le temps et la position unique de l'écrit dans la page. La technologie Anoto fournit des solutions techniques (SDK Anoto) permettant de visualiser les données sous plusieurs formats numériques (html, xls, csv ou XML).

Une application émergente de la technologie Anoto est le traitement de formulaires pré-imprimés. La trame permet de repérer et identifier les zones de remplissage du formulaire. Toute écriture dans une zone peut donc être automatiquement complétée de données associées à la zone de saisie dans le formulaire. C'est la technologie que nous avons utilisée dans une collaboration avec l'entreprise Kayentis dans le projet Eneide. Kayentis nous fournit un ensemble d'outils permettant l'instrumentation, l'impression, la publication et l'exportation des tests d'évaluation au format XML.

L'état des recherches

Le stylo numérique en éducation

L'utilisation du stylo numérique est encore rare dans les travaux de recherche. A notre connaissance, les recherches, s'intéressant à cette utilisation en éducation, concernant la technologie Anoto. Heidy, Brian et Scott (2006) ont utilisé le stylo numérique dans le cadre du travail collaboratif pour l'échange des idées spontanément exprimées sur papier dans des cours de conception informatique. Ils ont montré que cette technologie hybride qui maintient la souplesse des cahiers et du papier pour communiquer les idées peut assurer la fluidité nécessaire entre les coéquipiers dans des projets de conception. Dans l'enseignement des mathématiques, Oviatt, Arthur et Cohen (2006) ont comparé l'utilisation de cette technologie dans la résolution de problème par des élèves des collèges, avec d'autres technologies (ordinateur avec clavier, tablette graphique avec stylo...). Les auteurs ont utilisé les temps recueillis avec le stylo numérique pour calculer la durée totale de résolution d'un problème. Leurs résultats montrent que les élèves prennent moins de temps pour résoudre les problèmes avec le stylo numérique qu'avec le clavier et la tablette graphique.

Dans notre étude, nous exploitons des temps très fins liés à chaque écriture d'une zone délimitée, et explorons ce que ces temps apportent comme information supplémentaire sur les réponses à un questionnaire papier.

Le temps de latence

Des travaux portant sur l'analyse des questionnaires d'enquêtes par téléphone ont étudié le facteur temps de réponse, appelé « latence », pour comprendre les comportements et les attitudes politiques des répondants (Bassili et Fletcher 1991). Plus récemment, Grant et al. (2000) ont couplé les enquêtes par téléphone à une technique informatisée de recueil des temps. L'analyse de ces temps de latence a été utilisée pour tester l'efficacité et la bonne formulation des questions (Bassili et Scott 1996). Elle a été exploitée comme un

indicateur d'erreurs pour Draisma et Dijkstra (2004). Enfin, dans l'analyse d'une enquête web effectuée auprès de demandeurs d'emploi d'une part et d'employés d'autre part, (Callegaro et al. 2006) ont utilisé la mesure de la latence comme indicateur de la motivation du répondant. La latence est donc considérée comme un indicateur important pour connaître l'efficacité et la difficulté des questions, mais aussi l'exactitude des réponses, l'attitude et la motivation du répondant.

Des travaux, en psychologie cognitive, s'intéressant principalement à la tâche d'écriture, ont étudié particulièrement les durées des pauses (Foulin 1995). Ils ont montré que les durées de pauses étaient des indicateurs d'un traitement cognitif. Leur durée est révélatrice d'une tâche cognitive riche : recherche des savoirs, structuration syntaxique et grammaticale de la phrase, conception de la phrase (Olive et al. 2007).

Dans le cas de questionnaire sur le web ou sur papier où le répondant doit écrire lui-même la réponse, la mesure de la latence commence à partir du moment de lecture de la question. Le processus cognitif du répondant comprend la formulation syntaxique et logique de la réponse. Pour cela, le temps de pause avant l'écriture d'une réponse fait partie de la durée totale de traitement d'une question.

Nous souhaitons instrumenter le calcul de durée d'écriture et de pause pour aider à analyser finement le comportement d'un répondant à un test sur papier.

L'analyse des traces sur un support papier

Les outils d'analyse des interactions dans les EIAH concernent l'interaction de l'utilisateur avec un ordinateur (Dimitracopoulou 2008). Dans notre cas, l'interface d'interaction est moins sophistiquée et plus habituelle. Il s'agit de l'interaction avec un papier et un stylo. Cependant, la trace est numérisée et enregistrée avec le stylo. Cette trace a la particularité de correspondre à la tâche effective d'écriture de l'utilisateur. Contrairement à d'autres interfaces nécessitant un ensemble d'actions avant d'aboutir à la tâche d'écriture, le papier et le stylo permettent de simplement écrire. La durée d'écriture ou de pause de l'utilisateur représente la durée de traitement (cognitif et effectif) de la tâche.

À notre connaissance, ce type de traces n'a encore jamais été exploité finement pour étudier les comportements dans l'interaction. Participant à une recherche exploratoire, nous procédons à une conception participative où les chercheurs, qui représentent nos utilisateurs, accompagnent régulièrement cette conception. Grâce à cette méthode, nous partons des besoins exprimés par les utilisateurs et nous adaptons notre méthode et outil selon leurs retours concernant les représentations produites.

Processus de traitement des traces

D'après (Dimitracopoulou 2008) et (Dimitracopoulou et Bruillard 2006), un processus d'analyse des interactions se passe en quatre étapes majeures: (1) la sélection et le recueil des données (production et interaction), (2) le traitement des données (pour la transformation, l'indexation ou le calcul des données), (3) l'application de ce traitement pour produire des

² Kayentis : <http://www.kayentis.com/>

³ Projet ENEIDE : <http://www.capdigital.com/eneide/>

indicateurs appropriés et (4) une représentation lisible et visible de ces indicateurs. Nous détaillons ces étapes pour notre approche en regroupant les étapes 2 et 3.

Instrumentation d'un formulaire et recueil des données

L'utilisation de la technologie Anoto pour des formulaires pré-remplis nécessite une phase d'instrumentation. Elle consiste dans la délimitation sur le document des zones et des champs qui vont être reconnus par le stylo. Les champs de saisie de textes sont nommés et le type de la reconnaissance à utiliser est précisé (chiffres, lettres ou symboles...). Pour les champs à réponse fermée (exemple : case à cocher ou bouton radio) le code des réponses est déclaré. La nomenclature de ces champs doit être soigneusement choisie car elle servira à l'identification des zones des réponses recueillies.

L'instrumentation est réalisée à l'aide du logiciel Adobe Acrobat Professionnel couplé à un *plugin* spécifique. Dans le cas de notre étude, les formulaires traités sont des questionnaires de tests d'évaluation de connaissance sur tableur. Un test comporte une partie descriptive d'un problème et une série de questions, ouvertes ou fermées (voir figure 1).

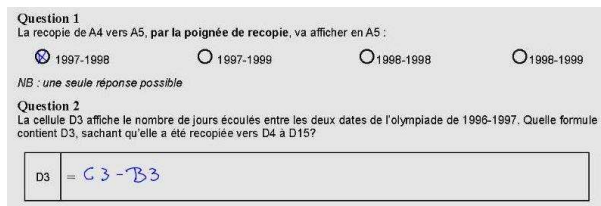


Figure 1 : extrait d'un test rempli

Après l'administration du test avec les stylos numériques, les données sont transférées, au moyen d'une interface USB et d'une connexion Internet, vers une plateforme hébergée par la société Kayentis. Cette plateforme comporte une interface web présentant les réponses aux formulaires sous formes d'images. Elle permet de valider les reconnaissances de caractères effectuées sur les zones d'écriture.

Traitement et transformation des données

Un export XML des données recueillies est fourni par la plateforme Kayentis. Il comporte pour chaque test, chaque page d'exemplaires remplis, et pour chaque page, les noms de chaque zone, la valeur écrite (écriture validée pour un champ texte, code de la réponse choisie pour un champ fermé) et les instants de début et de fin d'écriture de chaque zone.

Nous avons conçu un outil, « Segell », automatisant le transfert des données de l'export XML, dans une base de données MySQL, et réalisant un retraitement de ces données.

Un module de « Segell » se charge du re-calcul des durées des écritures. En effet, avec la technologie Kayentis, nous avons accès aux instants des débuts d'écriture et aux instants des fins d'écriture de chaque champ. Ces données nous permettent d'estimer les durées, dites durées d'écriture, passées sur chaque zone pour écrire les réponses. Nous supposons également

que la durée passée entre la fin de l'écriture dans une zone et le début de l'écriture dans une deuxième zone a été consacrée en grande partie à lire et réfléchir à la réponse liée à la deuxième zone (pour plus de détail sur cette supposition, voir Aoudé 2010).

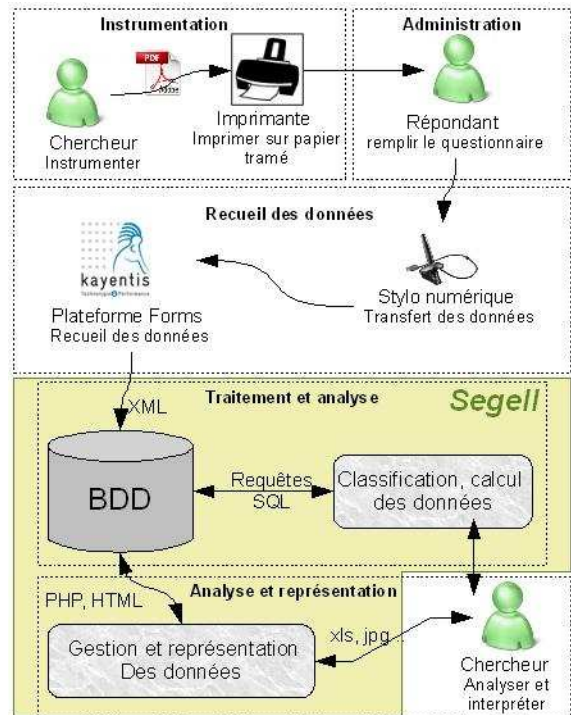


Figure 2 : Les étapes du processus de traitement des traces avec « Segell ».

Nous avons complété les fonctionnalités de « Segell » par la possibilité donnée à l'utilisateur d'ajouter des informations supplémentaires sur les zones du formulaire, notamment d'affecter ces zones à une classification personnalisée. Par exemple, dans le test de compétence en tableur, les zones sont classées par catégorie de compétences définies au préalable. Il est possible également de faire une classification *a posteriori* selon les réponses obtenues comme par exemple, le taux de réussite à une question.

Représentation des données

Dans un outil d'analyse des interactions, le mode de visualisation des données peut correspondre à une des trois catégories de représentations : la visualisation des indicateurs en fonction du temps; la visualisation de la co-variation entre deux indicateurs croisés; la visualisation multiple de plusieurs indicateurs (Dimitracopoulou 2008).

Nous proposons différentes représentations des indicateurs définis par rapport aux données collectées (réponses, temps) et par rapport à des classifications personnalisées par l'utilisateur.

Des représentations simples, soit tabulaires, soit sous forme de diagramme en lignes ou en histogramme permettent de montrer les corrélations entre les données recueillies et le temps. Des représentations croisent les données-temps (comme la durée moyenne passée sur une question et l'ordre de traitement) avec les classifications définies (comme les catégories des

compétences, la difficulté d'une question, le nombre de bonnes réponses ou encore la population). Il reste à déterminer quelles sont les illustrations les plus exploitables selon l'objectif de l'analyse de données.

L'outil « Segell » incorpore un module d'édition, en cours de développement, de représentations paramétrables qui permet de choisir interactivement les données intéressantes à croiser.

Étude de cas

Nous avons effectué des tests d'évaluation dans deux contextes très différents.

Un premier test, lors de la conférence EuSpRiG le 2 et 3 juillet 2009 à l'ENS Cachan, a été administré auprès d'une trentaine des conférenciers. Le test portait sur une classification des erreurs en tableur supposée connue par la communauté de la conférence.

Une deuxième expérience a été effectuée auprès des étudiants en licence 3 d'économie-gestion à l'ENS Cachan. Neuf personnes, parmi les étudiants qui ont suivi un cours et des travaux pratiques sur tableur, ont

passé trois tests successifs.

Pour chaque cas, nous montrons quel choix de représentation de données a été adopté qui répondait au mieux aux objectifs de l'expérience.

L'ordre de traitement des questions. Le besoin du chercheur dans l'expérience du test EuSpRiG était de voir la répartition chronologique des réponses des participants afin de savoir s'il existe un lien entre l'ordre de traitement des questions et la familiarité des répondants auto-déclarée au début du test.

Le graphique de la figure 3 que nous proposons présente l'ordre de traitement des questions par un groupe de participants familiarisés au sujet du test. Cette représentation permet de voir que la première question était généralement traitée en premier, mais l'ordre de traitement n'était pas toujours respecté. De plus, certains répondants prennent plus de temps que d'autres.

Ce graphique permet d'avoir des informations sur des stratégies de résolution des questions par différents participants. Sur un grand nombre de répondants, il permet de voir si une tendance du groupe existe.

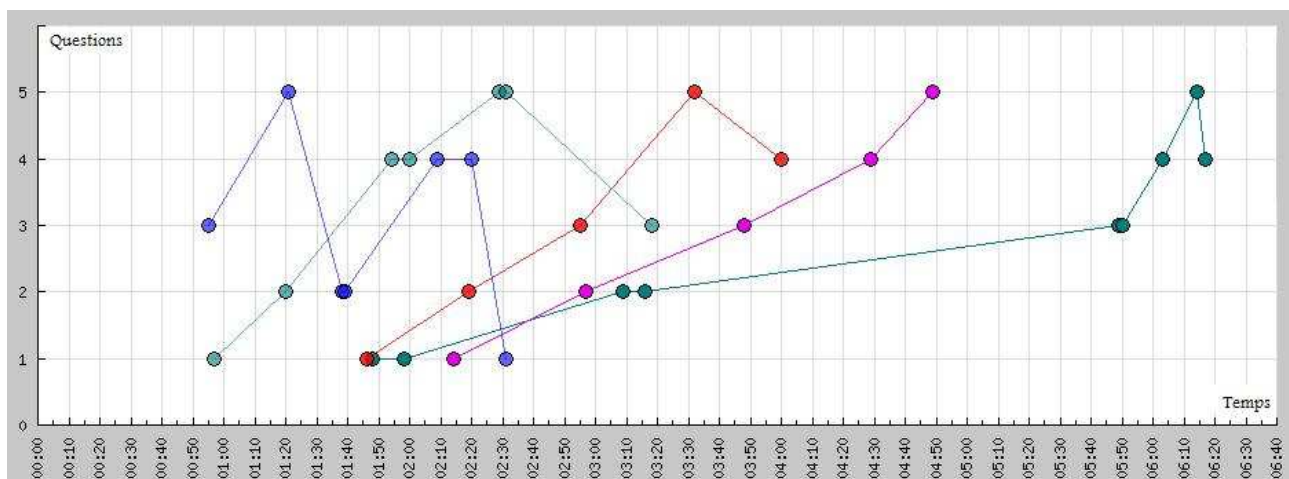


Figure 3 : Répartition chronologique des réponses d'un groupe de 5 participants (Test EuSpRiG)

Durée de traitement d'une question. Sur les tests tableur (L3), le but du chercheur est de savoir l'ordre et la durée passée sur chaque question. Cette durée comprend le temps d'écriture dans une zone et le temps de non écriture.

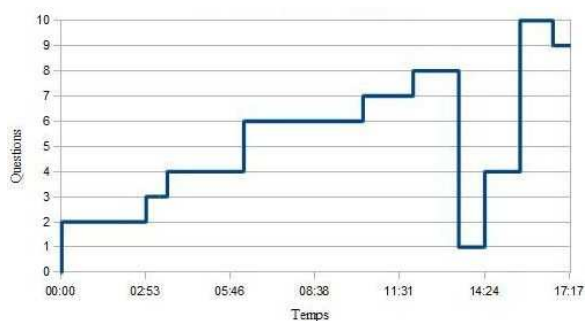


Figure 4 : La progression chronologique d'un étudiant (Test tableur 2 - L3)

La figure 4 présente la progression d'un étudiant qui n'a pas traité les questions dans l'ordre. Il est revenu

sur la question 4 après une première tentative. De plus, il a passé plus de temps sur la question 6. Ces constats mènent à se poser la question sur le rapport entre la durée passée sur une question et sa difficulté.

Durée et difficulté d'une question. Nous avons proposé de comparer le temps passé sur chaque question avec la réussite ou l'échec d'un étudiant pour mieux comprendre son comportement.

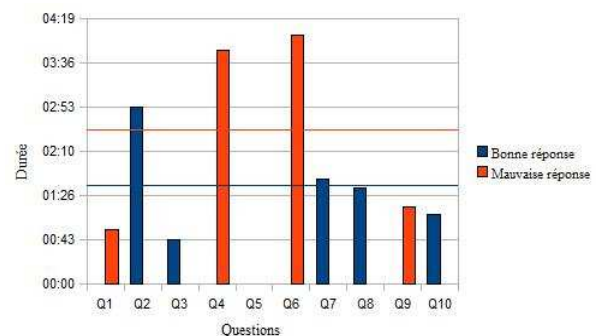


Figure 5 : Les durées des bonnes et mauvaises réponses pour un étudiant (Test tableur 2 - L3)

Sur le graphique de la figure 5 nous remarquons que l'étudiant a passé plus de temps sur les questions auxquelles il n'a pas réussi. Il peut y avoir une corrélation entre le temps et la difficulté d'une question.

Le chercheur a souhaité classer les questions a posteriori en trois niveaux de difficulté d'après le taux de réussite des répondants (« difficile » : moins de 1/3, « moyenne »: entre 1/3 et 2/3, « facile »: plus de 2/3).

Le graphique de la figure 6 présente la moyenne des durées passées sur chaque question par niveau de difficulté. Nous remarquons que la question 4 (classée difficile) a pris le plus du temps par la majorité des répondants. Cependant, il a aussi eu un temps important passé sur les questions classées faciles. Les tests contiennent des questions ouvertes et des questions fermées, la différence des durées de traitement de chaque type de questions est donc considérable.

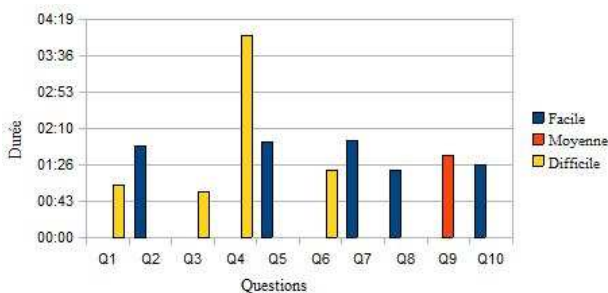


Figure 6 : La durée moyenne sur chaque question en fonction de sa difficulté (tests tableur L3).

Question ouverte et question fermée. En effet, le graphique de la figure 7 montre clairement la différence en durée moyenne entre les questions fermées et les questions ouvertes dans les trois tests.

Cela peut être dû au fait que pour chaque type de question le processus de résolution est différent. Pour

les questions fermées, l'étudiant va lire la consigne et les propositions possibles des réponses. Ensuite, il va réfléchir en faisant appel à ses connaissances et sa mémoire. Puis, il désigne la réponse. Tandis que pour une question ouverte, ce processus est suivi de la formulation (syntaxique ou logique) de la réponse avant de l'écrire. Pour cela, la considération du temps de traitement des questions peut être différente par rapport au type de la question.

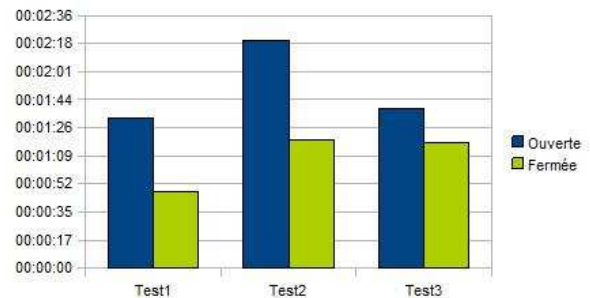


Figure 7 : La durée moyenne passé sur les questions selon le type (fermé ou ouverte) (tests tableur L3).

Représentation multiple. Dans le contexte d'un test tableur, le but de l'analyse est de vérifier si les étudiants ont acquis des compétences en tableur selon la classification des compétences définies dans le projet DidaTab (Blondel et Tord 2007). Dans ce cas, l'objectif est de représenter les résultats du test selon cette classification de compétences. Cependant, pour visualiser cette représentation, nous devons tenir compte d'autres paramètres comme la difficulté et la durée de résolution d'une question.

La représentation illustrée dans la figure 8 est une proposition de graphique multiple dans lequel nous regroupons plusieurs dimensions de visualisation.

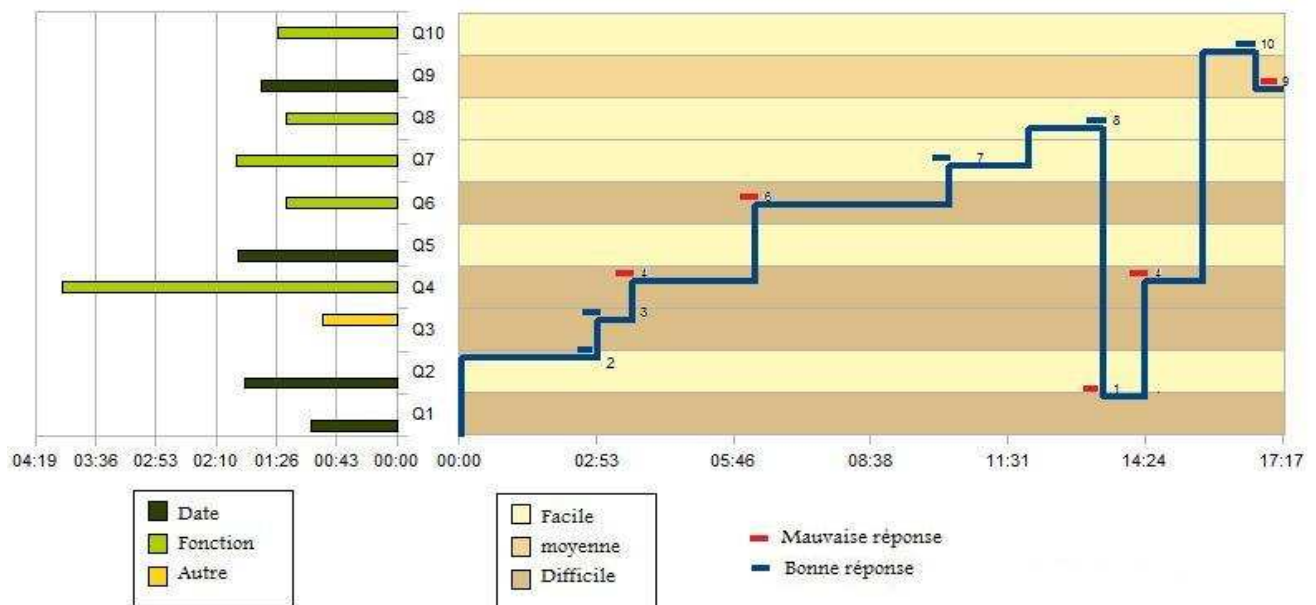


Figure 8 : Représentation multiple illustrant : (1) la progression chronologique d'un étudiant, (2) le résultat de sa production, (3) le niveau de difficulté des questions, (4) la classification des questions selon les compétences, (5) le temps moyen passé sur chaque question.

L'intérêt de cette représentation est de rendre visible plusieurs indicateurs en superposant des valeurs individuelles (progression d'un étudiant, résultat d'une question) sur des valeurs d'ensemble (la durée moyenne, le niveau de difficulté). Il reste à savoir comment rendre ce graphique dynamique et interactif, et comment le généraliser.

Conclusion et perspectives

Dans cette expérience, nous avons traité les données-temps issues de stylos numériques utilisés par les répondants à des tests d'évaluation de compétence en tableur. Ces données constituaient une trace du processus mis en œuvre par les répondants pour produire leurs réponses. Notre objectif était de proposer des retraitements de ces données qui facilitent leur exploitation et des représentations visuelles qui aident à leur analyse. Ces représentations visuelles seraient dépendantes de l'objectif de l'analyse.

Nous avons montré que la production de ces représentations nécessite des transformations sur les données brutes. Nous mettons au point un outil d'aide au traitement des données, Segell, qui intervient après le recueil des données, et réalise un retraitement des données brutes et une aide automatique ou paramétrable à la production de représentations (tableaux ou graphiques). Sur ce dernier point, nous envisageons d'intégrer un module d'édition paramétrable, selon des classifications définie par l'utilisateur, de graphiques multiples et interactifs.

Une autre application du stylo numérique nous intéresse. Il s'agit de l'utilisation du stylo numérique par le chercheur lui-même, pour la prise de notes d'observation. Nous développons actuellement cette problématique, pour l'observation d'enfants autistes en situation d'usage d'applications informatiques (Etche Ogeli 2010).

Références

Aoudé, P. 2010. Exploitation des données-temps recueillies par stylo numérique. Perspectives pour la recherche en éducation. *JOCAIR 2010* (en cours).

Bassili, J. N., & Fletcher, J. F. 1991. Response Time Measurement. In *Survey Research: A Method for CATI and a New Look at Attitudes*. *Public Opinion Quarterly* 55(3):331-346.

Bassili, J. N., & Scott, B. S. 1996. Response Latency as Signal to Question Problems in Survey Research. *Public Opinion Quarterly* 60 :390-399.

Blondel, F.-M., et Tort, F. 2007. Comment évaluer les compétences des lycéens en matière de tableur ?. In T. Nodenot, J. Wallet & E. Fernandes (Éds.), *Actes de la conférence EIAH2007* (pp. 77-82).

Bruillard, É., Blondel, F.-M., and Tort, F. 2008. DidaTab project main results: implications for education and teacher development. In K. McFerrin, R. Weber, R. Carlsen & D.A. Willis (Eds.) (pp. 2014-2021). Chesapeake, USA: AACE.

Callegaro, M. et al. 2006. Response latency as an indicator of optimizing: A study comparing job

applicants' and job incumbents' response time on a web survey. In C. van Dijkum, J. Blasius & C. Durand (Eds.), *Recent developments and applications in social research methodology. Proceedings of the RC 33 Sixth International Conference on Social Science Methodology*. Amsterdam 2004 Openden & Farmington Hill: Barbara Budrich.

Dimitracopoulou, A. 2008. Computer based Interaction Analysis Supporting Self-regulation: Achievements and Prospects of an Emerging Research Direction, In Kinshuk, M.Spector, D.Sampson, P. Isaias (Guest editors). *Technology, Instruction, Cognition and Learning (TICL)* .

Dimitracopoulou, A. Bruillard, É. 2006. Enrichir les interfaces de forums par la visualisation d'analyses automatiques des interactions et du contenu, *Revue STICEF*, Volume 13, 2006, ISSN : 1764-7223.

Draisma, S., Dijkstra, W. 2004. Response latency and (para)linguistic expressions as indicators of response error. In *Methods for testing and evaluating survey questionnaires* ed. Stanley Presser, Jennifer M. Rothgeb, Mick P. Couper, Judith L. Lessler, Elizabeth Martin, Jean Martin, and Eleanor Singer.

Etche Ogeli, R. 2010. Utilisation des TIC pour les enfants autistes, dans un cadre éducatif. Mise en place d'indicateurs et observation suivie instrumentée avec un stylo numérique, *RJC-EIAH2010* (en cours).

Foulin J. N. 1995. Pauses et débits : les indicateurs temporels de la production écrite. In *L'année psychologique*. 95(3): 483-504.

Grant, J. T., et al. 2000. Response Time Methodology for Survey Research. In *the Annual Meeting of the Midwest Political Science Association*, 27-29 Avril 2000, Chicago, Illinois.

Heidy, M., Brian, L. et Scott, K. 2006. Technology for desing education: a case study. *Conférence on Human Factors in Computing Systems*, Montréal, Québec, Canada 2006 (pp 1067-1072).

Olive, T., Alves, R. A., & Castro, S. L. 2007. La production de textes : Quels processus sont activés lors des pauses de production et des phases d'écriture ? In J.-M. Hoc & Y. Corson (Eds.), *Actes du Congrès National 2007 de la Société Française de Psychologie* (pp. 65-72).

Oviatt, S. L., Arthur, A. M., et Cohen, J. 2006. Quiet interfaces that help students think. In *Proceedings of UIST '06*, Montreaux, Switzerland. ACM: (pp 191-200).

Malacria, S. Lecolinet, E. 2008. Espace de caractérisation du stylo numérique. *Proc. IHM'08, ACM Press*, sept 2008.

Tort, F., Blondel, F.-M., et Bruillard, É. 2009. From error detection to behaviour observation: first results from screen capture analysis, In D. Ward & G. Croll (Eds.) *The Role of Spreadsheets in Organisational Excellence, Proceedings of the EuSprIG 2009 Annual Conference* (pp 119-132).